

DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/PS-3923

## **HEALTHCARE INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION USING SOA: A SYSTEMATIC REVIEW**

Otávio Manoel Pereira Siqueira (Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil) – otavio.mps@gmail.com

Robert Anderson Nogueira de Oliveira (Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil) – ranomail@gmail.com

Adicinéia Aparecida de Oliveira (Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil) – [adicineia@ufs.br](mailto:adicineia@ufs.br)

The growing pressure to increase the quality of health services, as well as reducing costs, has caused healthcare organizations to increase the use of Information and Communication Technologies (ICT) through the development and adoption of Healthcare Information Systems (HIS). However, the need for exchange of information between HIS and between organizations also increased, resulting in the problem of interoperability. This problem is considered complex, but the use of Service Oriented Architecture (SOA) appears as a good way out of this issue. This paper presents a systematic review, executed in order to find out how and in which contexts SOA is being used to ensure the interoperability of HIS.

Keywords: SOA, interoperability, integration, HIS.

## **HEALTHCARE INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION USING SOA: A SYSTEMATIC REVIEW**

A crescente pressão pelo aumento da qualidade dos serviços de saúde, bem como a redução dos custos, tem feito com que as organizações de saúde adotem cada vez mais o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) através do desenvolvimento e adoção de Sistemas de Informação em Saúde (SIS). Entretanto, a necessidade da troca de informações entre SIS e organizações também aumentou, evidenciando a carência gerada pela falta de interoperabilidade. Esse problema é considerado complexo, porém a utilização de Service Oriented Architecture (SOA) apresenta-se como uma boa saída para essa questão. Esse trabalho apresenta uma revisão sistemática, elaborada com o intuito de descobrir de que forma e em quais contextos SOA está sendo utilizada para garantir a interoperabilidade de SIS.

Palavras-Chave: SOA, interoperabilidade, integração, SIS.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente inúmeros Sistemas de Informação em Saúde (SIS) são utilizados pelas organizações médicas, tanto públicas quanto privadas. Os SIS são adotados com o intuito de reduzir custos e aumentar a qualidade dos serviços prestados (Trinugroho, Reichert e Fensli, 2011a). Entretanto, esses sistemas são desenvolvidos por diferentes fornecedores e, conseqüentemente, possuem arquiteturas, bases de dados e infraestruturas divergentes. Com isso são criadas verdadeiras ilhas de informação, nas quais os SIS são incapazes de se comunicarem entre si, gerando um grande problema de interoperabilidade (Hammami, Bellaaj e Hadj Kacem, 2014).

De acordo com o IEEE, interoperabilidade consiste na habilidade de um sistema ou produto de interagir com outro sistema ou produto sem um esforço especial por parte do usuário (IEEE - Standards Glossary, 2015). Os SIS desenvolvidos nos últimos anos, em sua maioria, já levam em consideração a necessidade de interação com outros sistemas, contudo, a maior parte dos SIS em operação são sistemas legados, o que leva a sérios problemas de interoperabilidade (Haiyan Chen, Qin, Liu e Cao, 2009). Tais problemas na integração dos SIS acarretam em uma diminuição na eficiência e na qualidade dos serviços de saúde prestados pelas organizações (Haiyan Chen *et al.*, 2009).

Segundo Juric, Loganathan, Sarang e Jennings (2008), integrar aplicações é uma tarefa difícil, talvez um dos problemas mais difíceis enfrentados pelo desenvolvimento de aplicações para empresas. Para atender aos objetivos da integração, muitos métodos, técnicas, padrões e tecnologias tem surgido ao longo dos anos (Juric *et al.*, 2008). Dentre essas sugestões, *Service-oriented Architecture* (SOA) tem sido recomendada para resolver alguns dos desafios centrais de interoperabilidade de SIS heterogêneos (Mykkänen, Riekkinen, Sormunen, Karhunen e Laitinen, 2007).

De acordo com Josuttis (2007), SOA é um paradigma para a realização e manutenção de processos de negócio que se subdivide em grandes sistemas distribuídos e é baseada em três grandes conceitos técnicos: serviços, interoperabilidade através de um *Enterprise Service Bus* (ESB) e baixo acoplamento. Sendo assim, SOA pode ser considerada uma tecnologia fundamental, que pode ser conveniente e fácil de integrar e compartilhar dados médicos heterogêneos (Haiyan Chen *et al.*, 2009).

Esse trabalho tem como objetivo identificar as formas de integração utilizando SOA, bem como entender de que modo essa tecnologia está sendo utilizada para viabilizar a interoperabilidade de SIS. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática nos moldes propostos por Kitchenham (2004), nos quais os autores afirmam que o objetivo de uma revisão sistemática na literatura é sintetizar evidências existentes relativas a uma tecnologia. Quando bem projetada, a revisão sistemática suporta o desenvolvimento de um guia baseado em evidências para profissionais (Kitchenham *et al.*, 2009).

O artigo está dividido em 8 seções, sendo esta a primeira. Na seção 2 são detalhados a metodologia e o protocolo de revisão sistemática. A seção 3 apresenta uma revisão conceitual sobre SOA e integração de sistemas. A seção 4 mostra os resultados obtidos após a execução do protocolo da revisão sistemática. Na seção 5 são exibidos os resumos dos artigos selecionados como objetos de estudo. Na seção 6 são descritos os resultados e análise dos artigos selecionados para a revisão sistemática. A seção 7 apresenta alguns trabalhos relacionados a este artigo. E, por fim, na seção 8 são feitas as considerações finais

## 2 METODOLOGIA

Nesta seção é descrito o método de pesquisa utilizado no trabalho.

### 2.1 Protocolo de Revisão Sistemática

Neste trabalho adotou-se como forma de pesquisa a revisão de literatura proposta por Kitchenham (2004). Para a realização da revisão sistemática, primeiramente foi definido o protocolo de revisão a ser seguido. Para a execução do protocolo, foram levantadas as perguntas que devem ser respondidas nesse trabalho. São elas:

1. De que forma SOA está sendo aplicada para garantir a interoperabilidade dos SIS?
2. Quais principais contextos em que estas abordagens estão inseridas?

Os critérios qualitativos que refinaram os resultados foram: os artigos devem estar disponíveis na *Web*, apresentar textos completos dos estudos em formato eletrônico e terem sido publicados entre 2010 e 2015.

Com o intuito de responder às perguntas principais do protocolo, as *strings* de busca definidas foram:

- (*"Document Title":SOA OR "Document Title":"Service-oriented architecture" OR "Abstract":SOA OR "Abstract":"Service-oriented architecture"*) AND ( *"Document Title":Interoperability OR "Document Title":Integration OR "Document Title":Interaction OR "Abstract":Interaction OR "Abstract":Interoperability OR "Abstract":Integration OR "Abstract":"Web Service" OR "Abstract":"Web Services"*) AND ( *"Document Title":\*health\* OR "Abstract":\*health\**);
- (((*Title:SOA*) or (*Title: Service-oriented architecture*)) or (*Abstract: SOA*) or (*Abstract: Service-oriented architecture*)) and ((*Title:Interoperability*) or (*Title:Integration*) or (*Title:Interaction*) or (*Abstract:Interoperability*) or

*(Abstract:Integration) or (Abstract:Interaction) or (Abstract:Web Service) or (Abstract:Web Services)) and ((Title:\*health\*) or (Abstract:\*health\*))*

As bases de dados utilizadas na busca dos estudos primários foram: *IEEE Xplore Digital Library* e *ACM Digital Library*.

Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos:

- Somente artigos disponibilizados na *Web* e de forma completa;
- Os artigos devem ter sido escritos em língua inglesa;
- Os artigos devem obedecer aos critérios estabelecidos pelas *strings* de busca.

### 3 REVISÃO CONCEITUAL

Nessa seção são expostos os principais conceitos abordados na Revisão Sistemática de Literatura.

#### 3.1 Integração de *Softwares*

A habilidade de acessar instantaneamente informações vitais que podem ter sido armazenadas em uma série de aplicações diferentes pode influenciar diretamente o sucesso de uma companhia (Juric *et al.*, 2008). Isso também se aplica às organizações de saúde, uma vez que a agilidade de acesso às informações é fator crucial para a qualidade e eficiência da prestação do serviço, sendo crítico inclusive em situações em que vidas estão em risco.

De acordo com Northrop (2011), a integração de sistemas de *software* se refere à prática de combinar componentes de *software* testados individualmente para que funcionem como um único sistema. Diz ainda que um *software* está integrado quando os componentes estão combinados em subsistemas ou quando subsistemas estão combinados em um único produto.

Segundo Wang, Zhang, Xiao e Ling (2010), integração de sistemas pode ser dividida em interoperabilidade em tempo de desenvolvimento e interoperabilidade em tempo de execução. A interoperabilidade em tempo de desenvolvimento se refere àquela em que a interação entre os *softwares* foi elaborada de acordo com necessidades específicas durante sua construção. Já a interoperabilidade em tempo de execução é a integração entre sistemas heterogêneos cuja necessidade de interoperabilidade só é levada em consideração quando os *softwares* precisam interagir entre si.

Desde os anos 1980, muitas instituições de pesquisa e desenvolvedores de SIS tem tentado resolver o problema da integração desses sistemas e com isso surgiram muitos esquemas e padrões, como o *Health Level Seven (HL7)*, *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*, *Common Object Request Broker Architecture in Medicine (CORBA Med)* e *Clinical Context Object Workgroup (CCOW)*, dentre outros (Haiyan Chen *et al.*, 2009). Apesar das inúmeras propostas de soluções para o problema de integração de SIS, SOA tem sido sugerida como uma das melhores estratégias de desenvolvimento para a integração de aplicações complexas (Mykkänen *et al.*, 2007).

### 3.2 *Service-oriented Architecture (SOA)*

Tradicionalmente, o desenvolvimento de aplicações tem sido direcionado ao acesso direto do usuário através de interfaces gráficas e essa abordagem é centrada nos fluxos do usuário e nas funcionalidades por ele esperadas (Juric *et al.*, 2008). Todos esses sistemas funcionam de maneira isolada, devido à falta de padronização e às informações serem armazenadas em pequenos sistemas incompatíveis entre si, formando verdadeiras “Ilhas de Informação” (Wang *et al.*, 2010). Como eliminar essas ilhas de informação e como realizar a interoperabilidade de forma efetiva são problemas desafiadores na indústria médica (Hammami *et al.*, 2014).

Para promover a interoperabilidade e maneabilidade, SOA tem sido utilizada por vários anos, já que a sua natureza de baixo acoplamento permite a integração de sistemas legados e pode facilmente acomodar necessidades em constante evolução (Trinugroho *et al.*, 2011a). O termo SOA foi usado pela primeira vez em 1996, quando Roy Schulte e Yeffin V. Natiz, do Gartner Group, definiu-o como “um estilo de computação multicamadas que auxilia organizações a compartilhar lógica e dados entre múltiplas aplicações e modos de uso (ROTEM-GAL-OZ, 2012). De acordo com (Schmutz, Welkenbach e Liebhart, 2010), *Service-oriented Architecture* é um termo utilizado para descrever uma forma de implementar uma arquitetura empresarial. SOA parte da análise do negócio, para que sejam identificados e estruturados os processos e áreas individuais das funcionalidades. Isso leva a definição de serviços, que implementam áreas individuais da funcionalidade do negócio.

A Figura 1 mostra uma representação gráfica de SOA. Nela é possível notar a interação entre as aplicações. Para as aplicações, não importa de que forma as interfaces estão implementadas, da mesma maneira, as aplicações podem ser alteradas sem a necessidade de mudanças na interface. Isso garante um alto nível de manutenibilidade dos sistemas e uma comunicação mais confiável.

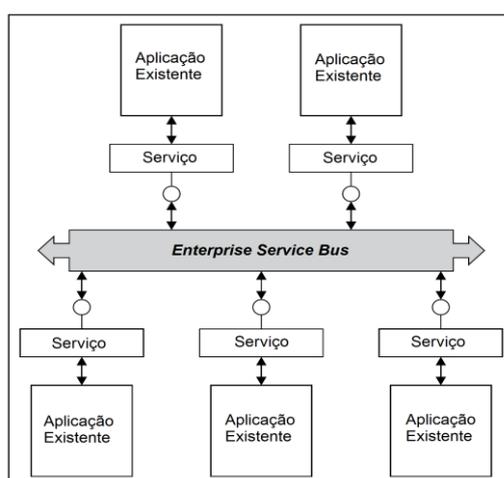
Conforme a necessidade das empresas de construir sistemas de *softwares* integrados cresce, aumenta a importância que SOA exerce na nessa integração (Hammami *et al.*, 2014). SOA em si não define nenhum protocolo ou padrão a ser seguido, o que dá aos desenvolvedores a liberdade de utilizar aquilo que mais se adapta à suas realidades. Essa facilidade de adoção é que tem tornado SOA tão popular no contexto da interoperabilidade de sistemas.

Por ser uma plataforma extremamente adaptável SOA tem sido utilizada em diferentes domínios, sempre com o propósito de promover a interoperabilidade de *softwares* heterogêneos. Na área da saúde não é diferente. São apresentadas nesse trabalho algumas das últimas sugestões de utilização de SOA para esse fim.

**Figura 1:** Representação de SOA.  
**Fonte:** Adaptado de Juric *et al.* (2008).

#### 4 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

O Quadro 1 exibe os resultados após a execução do protocolo por fonte de pesquisa. Na primeira coluna mostra as etapas da seleção dos artigos utilizados nesse trabalho, desde a consulta das *strings* de busca até obtenção dos artigos selecionados. Ao

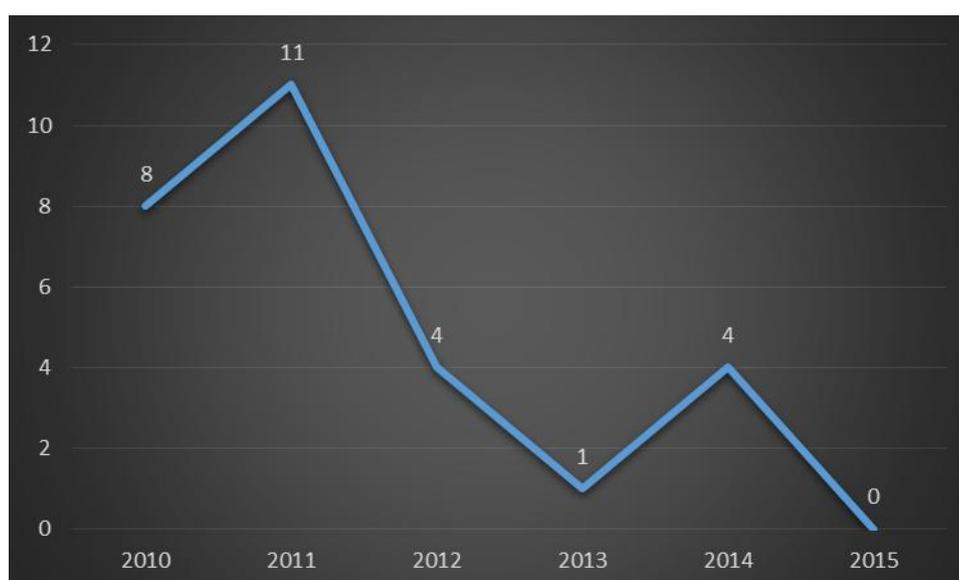


final da execução restaram 28 artigos, os quais foram alvo deste trabalho.

**Quadro 1:** Quantitativo de artigos selecionados na execução do protocolo.

Etapa do Protocolo	ACM	IEEE
Após consulta utilizando as <i>strings</i> de busca	12	69
Apenas artigos	12	65
Trabalhos selecionados após leitura dos resumos	4	27
Trabalhos repetidos	2	0
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>26</b>

O Gráfico 1 mostra a distribuição dos 28 artigos selecionados por ano de publicação. É possível inferir do Gráfico 1 que a distribuição da publicação de artigos sobre a utilização de SOA para a integração de SIS tem variado bastante ao longo dos anos. A maior parte das publicações encontradas foram publicadas nos anos de 2010 e 2011. Logo depois houve uma queda acentuada, seguida uma queda menos brusca e, em seguida, retorna o crescimento. Não foram encontrados trabalhos publicados em 2015 nas bases pesquisadas.

**Gráfico 1:** Quantidade de artigos selecionados por ano de publicação.

Após a execução completa do protocolo, os 28 artigos selecionados para a leitura e suas respectivas referências, juntamente com a base de busca em que foram encontrados, são apresentados no Quadro 2.

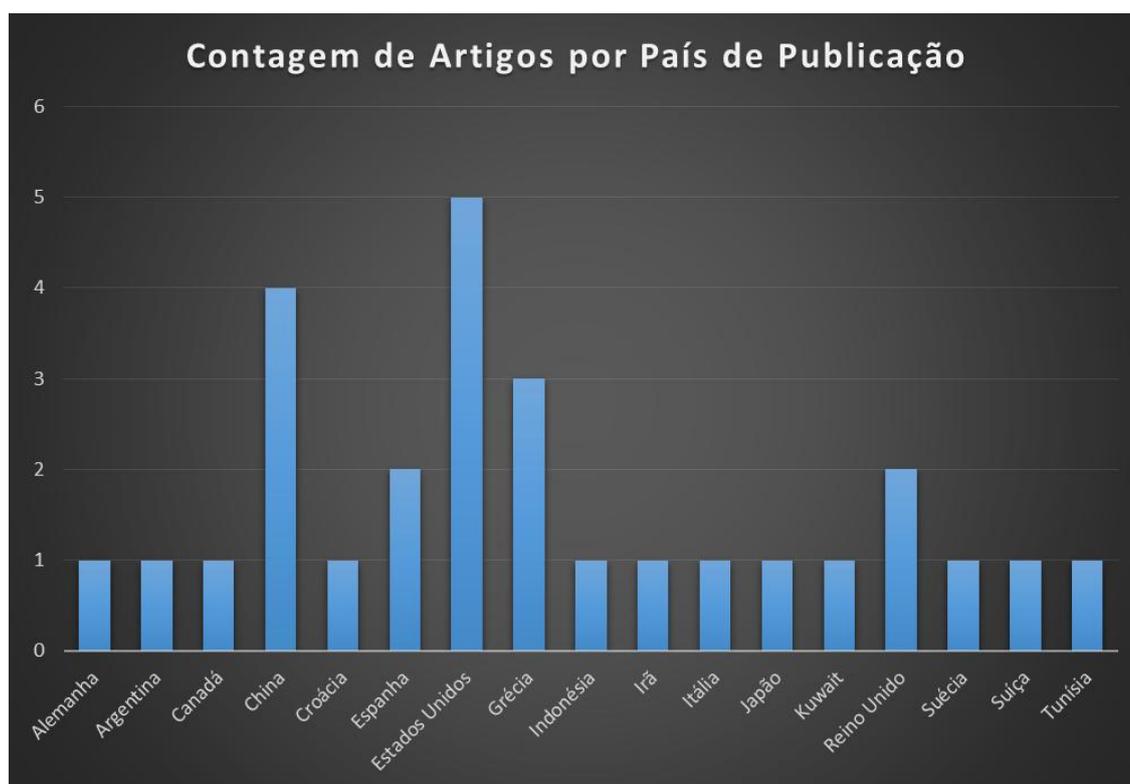
**Quadro 2:** Artigos selecionados na execução do protocolo.

Título do Artigo	Referência	Base de Busca
<i>A Cloud-Based Model For Hospital Information Systems Integration</i>	(Setareh, Rezaee, Farahmandian, Hajinazari e Asosheh, 2014)	IEEE
<i>A Distributed Clinical Information System For Pediatric Surgery - Basics And Specifics</i>	(Petrova, Spasov e Stefanova-Peeva, 2012)	IEEE
<i>A REST-Based Publish Subscribe Platform To Support Things-To-Services Communications</i>	(Baptista, Trinugroho, Gerdes, Mahdi e Amjad, 2013)	IEEE
<i>A SOA-Based Health Service Platform In Smart Home Environment</i>	(Trinugroho <i>et al.</i> , 2011a)	IEEE
<i>A SOA-Based Middleware For WBAN</i>	(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011a)	IEEE
<i>A Web-Based Hospital-Acquired Infection Surveillance Information System</i>	(Tseng <i>et al.</i> , 2010)	IEEE
<i>Bio-Signal Analysis System Design With Support Vector Machines Based On Cloud Computing Service Architecture</i>	(Shen <i>et al.</i> , 2010)	IEEE
<i>Design And Implementation Of HL7 V3 Standard-Based Service Aware System</i>	(Alam <i>et al.</i> , 2011)	IEEE
<i>Federated Querying Architecture For Clinical &amp; Translational Health IT</i>	(Livne, Schultz e Narus, 2010)	ACM
<i>Generic Service Patterns For Web Enabled Public Healthcare Systems</i>	(Nazih e Alaa, 2011)	IEEE

<i>HcX: A Distributed Osgi Based Web Interaction System For Sharing Health Records In The Cloud</i>	(Mohammed, Servos e Fiaidhi, 2010)	IEEE
<i>Healthcare Information Integration And Shared Platform Based On Service-Oriented Architectures</i>	(Gong e Chen, 2010)	IEEE
<i>Healthcare Integration Platform</i>	(Brzeziński, Czajka, Kobusiński e Piernik, 2011)	IEEE
<i>Higher Level Of Interoperability Through An Architectural Paradigm Shift: A Study Of Shared Medication Record</i>	(Pape-Haugaard, 2011)	IEEE
<i>HoCoS: Home Companion Software. A Service Oriented Solution For Elderly Home Accompanying And Remote Healthcare Monitoring</i>	(Dhouib, Bougueroua, Istrate, Pino e Bernard, 2011)	IEEE
<i>Is SOA A Solution To Healthcare Information Systems Interoperability?</i>	(Mantzana, Koumaditis e Themistocleous, 2010)	IEEE
<i>Mobile Emergency System And Integration</i>	(El-Masri e Saddik, 2011)	IEEE
<i>Novel Cloud And SOA-Based Framework For E-Health Monitoring Using Wireless Biosensors</i>	(Benharref e Serhani, 2014)	IEEE
<i>Remote Health Monitoring By OSGi Technology And Digital TV Integration</i>	(Spinsante e Gambi, 2012)	IEEE
<i>Remote Medical Research Based On The IHE</i>	(Hao Chen, Qiao e Tian, 2011)	IEEE
<i>Semantic Interoperability In The OR.NET Project On Networking Of Medical Devices And Information Systems – A Requirements Analysis</i>	(Andersen, Ulrich, Kock, Wrage e Ingenerf, 2014)	IEEE
<i>Semantic Service-Oriented Integration Of Healthcare IT Systems</i>	(Bouras, Alexandrou, Pardalis e Gouvas, 2010)	IEEE
<i>Service Oriented Architecture-Based Framework For WBAN-Enabled Patient Monitoring System</i>	(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011b)	ACM
<i>Service-Oriented Architecture Structure For Healthcare Systems Utilising Vital Signs</i>	(Kim e Kim, 2012)	IEEE
<i>Sunshine: A Service-Oriented Architecture Based On Wireless Sensor Network For Health Monitoring And Tracking</i>	(Pu, Gao, Pan, Li e Li, 2010)	IEEE

<i>Towards Better Semantics For Services In E-health Standards: A Reference Ontology Approach</i>	(Milosevic, Almeida e Nardi, 2014)	IEEE
<i>Web-Based Heterogeneous WSN Integration Using Pervasive Communication</i>	(Cardei, Marcus, Cardei e Tavtilov, 2011)	IEEE
<i>XMPP-Enabled SOA-Driven Middleware For Remote Patient Monitoring System</i>	(M Abousharkh e Mouftah, 2012)	IEEE

O Gráfico 2 mostra os trabalhos selecionados pelos respectivos países de publicação. Observa-se que existe um número considerável de países publicando artigos sobre a utilização de SOA para a integração de SIS. Entretanto, Estados Unidos e China se sobressaem pela grande quantidade de artigos publicados entre 2010 e 2015, seguidos pela Espanha e Reino Unido.



**Gráfico 2:** Quantidade de artigos selecionados por país de publicação.

A partir do Gráfico 2 é possível perceber também que a adoção de SOA em SIS não é apenas uma ocorrência localizada, mas sim um fenômeno global. É importante destacar também a participação pouco expressiva de países da América Latina.

## 5 RESUMO DOS TRABALHOS SELECIONADOS

Em (Setareh *et al.*, 2014) foi apresentado um modelo de integração de SIS baseado em *cloud computing* e SOA. Esse modelo possibilita o acesso a todos os componentes dos sistemas, incluindo os provedores dos serviços e os componentes organizacionais. Para garantir a segurança e a alta disponibilidade de informações necessárias aos SIS, serviços de *backup* e recuperação também estão incluídos no modelo apresentado pelos autores, o que torna possível recuperar informações quando a conexão com a nuvem estiver comprometida. Entretanto, o modelo proposto leva em consideração a integração de SIS de apenas uma unidade de saúde, não sendo possível fazer a integração entre mais de uma unidade.

Petrova *et al.* (2012) apresentaram os conceitos básicos e específicos para o desenvolvimento de um sistema de informação clínico distribuído para controle de cirurgias pediátricas. O sistema proposto é baseado em SOA, o que garante sua interoperabilidade com outros sistemas. Adaptadores *Web Services* são sugeridos como meios de prover essa integração. As informações específicas do paciente são armazenadas e organizadas em *Electronic Health Records* (EHR), que consiste em dados digitais dos pacientes. O objetivo do sistema é oferecer suporte para médicos e estudantes de doutorado conduzirem pesquisas científicas, permitindo a utilização de diferentes critérios e análise dos dados armazenados para casos de cirurgia pediátrica.

Em (Baptista *et al.*, 2013), foi apresentada uma plataforma de integração *publish/subscribe* que permite que objetos do dia-a-dia se comuniquem através de serviços da internet, baseados nos paradigmas *event-driven* e SOA. As interfaces de comunicação foram desenvolvidas na forma de *RESTful Web Services*, com o intuito de expor as funcionalidades da plataforma, intermediando os provedores e consumidores dos serviços. Um protótipo, que foi desenvolvido e descrito pelos autores, é utilizado como prova de conceito em dois cenários no domínio da saúde.

Trinugroho, Reichert, Fensli (2011b) propuseram uma plataforma de visão lógica de integração em um ambiente de casa inteligente, agrupando vários dispositivos e serviços. Foi utilizada SOA para garantir a interoperabilidade, modularidade e reuso dos diferentes serviços que compõe a proposta. A ideia principal é dar suporte à integração de serviços de *e-Health* em ambientes de casa inteligente com a plataforma sugerida.

Em (Maha Abousharkh e Mouftah, 2011a) foi proposto o desenvolvimento de um *middleware* para *Wireless Body Area Network* (WBAN) baseado em SOA. A arquitetura apresentada no artigo é composta por vários nós de ponta, um nó central e uma unidade

central. O *middleware* proposto compõe a interface de comunicação entre os sensores. O usuário alvo dessa solução é o paciente em tratamento domiciliar que precisa de acompanhamento contínuo, ou até mesmo pessoas idosas. Nesses casos, a WBAN detectaria situações de emergência e enviaria as informações do paciente à equipe médica responsável. Os autores fizeram uso de *Web Services* como uma solução potencial para garantir a interoperabilidade e resolver os desafios de uso e configuração dos equipamentos. A intenção do artigo foi atrair mais desenvolvedores para essa plataforma.

Tseng *et al.* (2010) implementaram um sistema de vigilância de infecções hospitalares baseados na web e implantaram esse sistema em um hospital de 2200 leitos em Taiwan. Esse sistema reúne informações de outros sistemas do hospital e as analisa em busca de indícios de infecções. A solução proposta tem como objetivo auxiliar as equipes médicas na tomada de decisões. Foram utilizados *Web Services* baseados em SOA, que eram responsáveis por integrar as plataformas heterogêneas existentes no hospital, bem como os diferentes protocolos e aplicações. De acordo com os autores, o SIS proposto simplificou o fluxo de controle de infecções no hospital, aumentando assim a qualidade do serviço de saúde.

Em (Shen *et al.*, 2010), foi apresentada uma arquitetura para a análise de sinais biológicos baseada em *cloud computing* denominada BACCA. O sistema foi desenvolvido com o propósito de se integrar de maneira simples ao Sistema Universitário Nacional de Informação em Saúde de Taiwan. A proposta foi baseada em SOA e .NET, para que fosse possível a integração de plataforma heterogêneas. O sistema apresentado obteve uma precisão na análise de sinais gerados por um eletroencefalógrafo próxima de 98% para diferentes conjuntos de dados, incluído fontes *open-source* e bases de dados clínicos.

Alam *et al.* (2011) apresentaram um sistema de laboratório baseado em HL7 versão 3 e SOA que provê serviços para capturar fluxos de negócio em saúde. Esse sistema foi proposto com o intuito de resolver os problemas de interoperabilidade, reusabilidade e adaptabilidade. A utilização de SOA em conjunto com o padrão HL7 forneceu subsídio a uma solução otimizada para um ambiente largamente distribuído.

Em (Livne *et al.*, 2010), foi apresentada uma arquitetura de *software* para reunir dados de múltiplos SIS heterogêneos, que possuem diferentes bases de dados e podem pertencer a diferentes organizações. Segundo os autores, essa arquitetura foi desenvolvida sobre *frameworks* JAVA e XML que representavam o estado da arte à época. O sistema proposto pode ser integrado com outros sistemas baseados em SOA e HL7. De acordo com os autores, o design modular do sistema encoraja a colaboração entre diferentes equipes de desenvolvimento.

Nazih e Alaa (2011) fizeram uma análise da integração dos serviços públicos de saúde e sugeriram padrões funcionais e arquiteturais com o intuito de melhorar o desenvolvimento de sistemas integrados para o serviço público de saúde baseados nos conceitos de SOA. Esses padrões pretendem reduzir a complexidade dos sistemas e

melhorar a performance, já que o sistema seria dividido em componentes flexíveis e reusáveis.

No artigo de Mohammed *et al.* (2010), os autores afirmaram que, apesar de SOA ser bastante eficiente para integração de sistemas, a adoção inicial desse estilo arquitetural pode ser bastante custosa. Incorporando *cloud computing* e SOA, o tempo para que se tenha maior proveito da tecnologia é reduzido. O artigo apresenta um sistema distribuído web interativo para o compartilhamento de dados de saúde na nuvem, utilizando serviços baseados no *framework* OSGi do JAVA. Esse sistema permitiria que dados de saúde fossem descobertos dinamicamente e interativamente por programas clientes, reunidos em uma nuvem privada. É apresentado um protótipo como prova de conceito.

Gong e Chen (2010) propuseram uma plataforma compartilhada de integração de informações de saúde baseada em SOA. A plataforma oferece suporte à integração, desenvolvimento e operação de uma variedade de aplicações de saúde, além de unir um repositório baseado em padrões com um conjunto robusto de serviços integrados para a normalização de dados, segurança e auditoria definidas pelo usuário e um fluxo de processos de negócio. De acordo com os autores, essa combinação poderosa gera uma forte consolidação de dados relevantes, desenvolvimento rápido de aplicações e uma genuína interoperabilidade entre os sistemas. Além disso, a plataforma ajuda as organizações de saúde a integrar sistemas novos com os sistemas já existentes.

Em (Brzeziński *et al.*, 2011), os autores tentaram resolver o problema da troca e integração de informações médicas originadas de diferentes SIS. É proposta uma solução, a *Healthcare Integration Platform* (HIP). Essa plataforma utiliza padrões, como o HL7 e o EHR para prover a interoperabilidade entre os sistemas. A utilidade da solução apresentada foi comprovada por meio de um protótipo, que foi construído baseado em SOA e RESTful *Web Services*. Com isso, médicos e pacientes puderam ter acesso à toda a documentação médica, sempre de acordo com as restrições legais.

Pape-Haugaard (2011) analisou em seu artigo se uma mudança de paradigma, do desenvolvimento de SIS isolados para SOA poderia introduzir um nível maior de interoperabilidade. Isso é feito considerando as atuais arquitetura e infraestrutura nacional dinamarquesa, em comparação com a referência arquitetural *to-be*. O autor concluiu que a interoperabilidade de SIS é possível, por meio de uma nova organização dos dados e da implantação de *Web Services* baseados em SOA.

Em (Dhouib *et al.*, 2011), foi proposto um *software*, denominado HoCoS. Essa solução teve como objetivo ajudar pessoas idosas em suas vidas cotidianas, provendo uma interface familiar e ergonômica. O segundo propósito do sistema é integrar um serviço de monitoramento remoto transparente que garanta a segurança, sem afetar a ergonomia da aplicação. É apresentada uma arquitetura SOA que oferece extensibilidade e interoperabilidade entre sistemas heterogêneos, com o objetivo de combinar diferentes tecnologias e operadores.

Mantzana *et al.* (2010) propuseram uma nova classificação dos serviços de saúde, discutiram os SIS e os problemas relacionados a eles e sugerem que a implementação de SOA pode aumentar a interoperabilidade entre sistemas e aumentar a qualidade dos serviços prestados. Os autores afirmam que SOA pode ser uma possível resposta para eliminar erros médicos e aumentar a qualidade dos serviços de saúde providos, por meio da integração de SIS realizada com SOA.

Em (El-Masri e Saddik, 2011), é proposto um novo e avançado sistema de emergências médicas, desenvolvido para facilitar e computadorizar todos os processos envolvidos em uma emergência médica. As tecnologias utilizadas no desenvolvimento, implementação e integração de todos os componentes do sistema foram *Web Services*, SOA, SOAP, HL7 e GPS. De acordo com os autores, o novo sistema incluiria componentes que nenhum outro sistema havia proposto até então. Depois de completado, o sistema seria implantado e testado em pequena escala, para que fosse possível o estudo e comparação com outros *softwares* existentes.

Benharref e Serhani (2014) sugeriram um *framework* para coleta de dados de pacientes em tempo real, capturados através de uma rede de sensores, realizando um monitoramento não intrusivo e propondo compromissos de saúde ou estilo de vida, sempre que preciso. O *framework*, que é baseado em SOA e em *cloud computing*, permite que haja uma integração de diferentes tecnologias, aplicações e serviços. Ela também integra conexões móveis para a coleta e envio dos dados vitais dos pacientes por meio dos biosensores vestíveis. Foi desenvolvido um estudo de caso para avaliar a usabilidade desse *framework*, que obteve resultados muito promissores, segundo os autores.

No trabalho de Spinsante e Gambi (2012), os autores apresentaram uma arquitetura de sistema de monitoramento de saúde wireless e centrada no lar, que pode gerenciar de forma eficiente dispositivos médicos de maneira transparente, ou seja, com pouca ou nenhuma interação do usuário. Isso tornaria possível a aplicação dessa arquitetura no monitoramento de pessoas idosas. O *framework Open Services Gateway initiative (OSGi)* foi utilizado no desenvolvimento da arquitetura SOA. A solução apresentada faz uso de uma interface de utilização simples, através da TV do paciente e seu controle remoto. A arquitetura proposta foi avaliada em um estudo de caso.

Hao Chen *et al.* (2011) analisaram os pontos principais da interoperabilidade de SIS, além disso, foi apresentado um método estrutural baseado em redes médicas corporativas. Utilizando estruturas SOA, *Web Services*, tecnologias .NET, entre outras, os autores estudaram a estrutura de uma plataforma de rede remota de corporação médica, com o intuito de alcançar a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos.

Em (Andersen *et al.*, 2014) foi discutido o OR.NET, que é o projeto nacional alemão para dispositivos médicos e SIS. Segundo os autores, o principal objetivo desse projeto é garantir a interoperabilidade semântica. O trabalho de Andersen *et al.* (2014)

analisou os requisitos necessários para que um SIS satisfaça as necessidades impostas pelo OR.NET.

Bouras *et al.* (2010) propuseram um *framework* de referência, uma arquitetura e um modelo semântico baseados em uma semântica orientada a serviços para a integração de SIS legados. A integração proposta combina dois paradigmas computacionais fundamentais: SOA e semântica leve. Apesar de terem sido realizados testes, a solução proposta não fora aplicada em cenário de larga escala.

No artigo de (Maha Abousharkh e Mouftah, 2011b) foi proposto um *middleware* WBAN baseado em SOA para detectar alarmes, através dos sensores, e enviar dados dos pacientes para as equipes médicas. O alvo desse *middleware* é o paciente que necessita de monitoramento constante. Nesse caso, a WBAN tende a reduzir as visitas do paciente ao hospital, aumentando assim sua qualidade de vida. Os autores afirmaram que o uso de *Web Services* e a padronização da troca de mensagens é uma solução em potencial para o problema da interoperabilidade.

Em (Kim e Kim, 2012), os autores propuseram uma arquitetura SOA para SIS que utilizam sinais vitais. A estrutura proposta difere de outra utilizadas para gerenciar as lógicas de negócio porque dados de sinais vitais são de tipos diferentes dos dados utilizados por outras empresas. Nesse estudo, os dados foram representados através do padrão HL7, além disso, a estrutura faz uso da *Object Constraint Language* (OCL), para acessar os sinais vitais e avaliar o estado de saúde.

No artigo de Pu *et al.* (2010), os autores aplicaram SOA para construir um sistema de gerenciamento baseado na web para o SunShine, que é um sistema web capaz de coletar e analisar dados de saúde automaticamente devido à sua flexibilidade e reusabilidade. Todos os serviços foram implementados utilizando Java EE 5.

Milosevic *et al.* (2014) analisaram a *SOA Healthcare Ontology* (SHO) usando uma abordagem ontológica bastante fundamentada, conhecida como UFO-S, que se trata de uma ontologia referência que caracteriza a noção de serviços a partir de uma visão bastante ampla. De acordo com os autores, partindo do princípio que UFO-S é formalizada e definida de acordo com uma boa base ontológica, é possível que o artigo de Milosevic *et al.* (2014) sirva como base para que haja uma melhoria na formalização e revisão do SHO e sua representação conceitual.

Em (Cardei *et al.*, 2011), foi apresentada uma arquitetura SOA baseada em REST de um sistema de monitoramento web para redes de sensores sem fio que pode ser aplicada no monitoramento remoto da saúde dos pacientes. Essa arquitetura faz uso de um *smartphone* como um *gateway* entre os dados coletados e a internet. O sistema utiliza uma WSN heterogênea que consiste de sensores de ambiente, sensores médicos e sensores internos do *smartphone*. Para validar o conceito, foi feito um protótipo do sistema.

(M Abousharkh e Mouftah, 2012) propuseram um *middleware* baseado em SOA desenvolvido para WBAN, como uma forma de simplificar o desenvolvimento de aplicações. Os autores sugeriram a utilização do *Extensible Messaging and Presence Protocol* (XMPP) para garantir que as notificações ocorram em tempo real e um desenvolvimento escalável. O usuário alvo é o paciente que necessita de monitoramento constante.

## 6 DISCUSSÃO E ANÁLISE RESULTADOS

Os artigos foram selecionados com o objetivo de responder às seguintes questões:

- De que forma SOA está sendo aplicada para garantir a interoperabilidade dos SIS?
- Quais principais contextos em que estas abordagens estão inseridas?

Todos os trabalhos obtidos por meio da execução do protocolo de revisão sistemática se basearam na aplicação de SOA na interação entre SIS. Conforme é possível observar no Quadro 3, a maioria dos artigos fazem uso de *Web Services* com o intuito de viabilizar a utilização de SOA. Apenas os artigos que discutiram a aplicação da arquitetura não utilizaram *Web Services*.

**Quadro 3:** Detalhamento das características nos artigos selecionados.

Trabalho	Tecnologias e Padrões Utilizados na Implementação da Arquitetura SOA
(Setareh <i>et al.</i> , 2014)	<i>Web Services</i> , SLA
(Petrova <i>et al.</i> , 2012)	<i>Web Services</i> , <i>Web Services Adapters</i> , XML, DICOM
(Baptista <i>et al.</i> , 2013)	<i>Web Services</i> , REST, Publish-Subscribe, XML, Android, ASP.net
(Trinugroho <i>et al.</i> , 2011a)	<i>Web Services</i> , WS-BPEL, WSDL
(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011a)	<i>Web Services</i>
(Tseng <i>et al.</i> , 2010)	<i>Web Services</i> , XML, HL7

<b>(Shen et al., 2010)</b>	<i>Web Services</i> , .NET, XML, SOAP
<b>(Alam et al., 2011)</b>	<i>Web Services</i> , HL7, HSSP, BPEL, WSDL, Java
<b>(Livne et al., 2010)</b>	<i>Web Services</i> , XML, HL7, Java, Maven, Spring, Hibernate, SOAP, REST, Apache
<b>(Nazih e Alaa, 2011)</b>	<i>Web Services</i>
<b>(Mohammed et al., 2010)</b>	<i>Web Services</i> , SOAP, Java, CCR, OSGi
<b>(Gong e Chen, 2010)</b>	<i>Web Services</i> , HL7, XML, SOAP, WSDL, UDDI, J2EE, .NET
<b>(Brzeziński et al., 2011)</b>	<i>Web Services</i> , REST, HL7, EHRcom, DICOM
<b>(Pape-Haugaard, 2011)</b>	<i>Web Services</i> , WSDL, XML, SOAP
<b>(Dhouib et al., 2011)</b>	A arquitetura proposta não foi implementada.
<b>(Mantzana et al., 2010)</b>	Não apresenta propostas, apenas discute o tema.
<b>(El-Masri e Saddik, 2011)</b>	<i>Web Services</i> , SOAP, HL7
<b>(Benharref e Serhani, 2014)</b>	<i>Web Services</i> , SOAP, Glassfish, MySQL, JSON, Tomcat, Liferay, Microsoft Azure slice, Android, IOS
<b>(Spinsante e Gambi, 2012)</b>	<i>Web Services</i> , TV Digital, OSGi, Java
<b>(Hao Chen et al., 2011)</b>	<i>Web Services</i> , DICOM, HL7, SQL Server
<b>(Andersen et al., 2014)</b>	<i>Web Services</i> , HL7, OSCP, Java, DPWS
<b>(Bouras et al., 2010)</b>	<i>Web Services</i> , ESB, SA-WSDL, XML, UDDI, BPEL
<b>(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011b)</b>	<i>Web Services</i> , Java, J2ME, SOAP

<b>(Kim e Kim, 2012)</b>	<i>Web Services</i> , OCL, SOAP, XML, WSDL
<b>(Pu et al., 2010)</b>	<i>Web Services</i> , Java, WSDL, MySQL, SOAP
<b>(Milosevic et al., 2014)</b>	Propõe uma Ontologia, sem implementação.
<b>(Cardei et al., 2011)</b>	<i>Web Services</i> , REST, XML, JSON, Apache, Java, MySQL
<b>(M Abousharkh e Mouftah, 2012)</b>	<i>Web Services</i> , XMPP, XML

Apesar da existência de vários padrões para e-Health, apenas o HL7 e o DICOM foram utilizados por mais de um trabalho. A adoção do XML também se destaca na aplicação de SOA em SIS, apesar de alguns autores considerarem mais eficiente a utilização de *JavaScript Object Notation* (JSON) devido ao seu baixo consumo de recursos (Benharref e Serhani, 2014; Cardei et al., 2011). Nos artigos encontrados, as linguagens de programação mais populares para a implementação das arquiteturas propostas foram Java e .NET. Os bancos de dados citados pelos autores seguiram sempre o padrão relacional, como o MySQL e o SQL Server.

Também foi analisado o contexto em que a integração de SIS com SOA foi utilizado. O Quadro 4 apresenta um breve contexto em que essa abordagem foi inserida em cada um dos artigos selecionados.

**Quadro 4:** Contexto de utilização de SOA nos trabalhos.

Trabalho	Contexto de Utilização
<b>(Setareh et al., 2014)</b>	Integração de SIS existentes em uma unidade de saúde. Não leva em consideração uma integração entre as unidades.
<b>(Petrova et al., 2012)</b>	Desenvolvimento de um SIS para gerenciamento de cirurgias pediátricas, que utiliza SOA para integrar informações oriundas de diversos outros SIS.
<b>(Baptista et al., 2013)</b>	Plataforma de integração baseada em SOA para a integração de objetos baseados na Internet das Coisas, com aplicações na área da saúde.

<b>(Trinugroho et al., 2011a)</b>	Plataforma de integração baseada em SOA para a integração de serviços <i>e-Health</i> em ambientes de casa inteligente.
<b>(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011a)</b>	<i>Middleware</i> baseado em SOA para integrar sensores em redes WBAN, com foco no monitoramento de pacientes.
<b>(Tseng et al., 2010)</b>	Desenvolvimento de um SIS para controle de infecções hospitalares que utiliza SOA para reunir informações de vários outros SIS.
<b>(Shen et al., 2010)</b>	Desenvolvimento de uma arquitetura para análise de sinais biológicos baseada em SOA e <i>cloud computing</i> .
<b>(Alam et al., 2011)</b>	Desenvolvimento de um SIS laboratorial baseado em SOA e outros padrões, como o HL7.
<b>(Livne et al., 2010)</b>	Arquitetura baseada em SOA para reunir dados de múltiplos SIS heterogêneos, com diferentes bases de dados e pertencentes a diferentes organizações
<b>(Nazih e Alaa, 2011)</b>	Padrões funcionais e arquiteturais para o desenvolvimento e integração de SIS baseados em SOA.
<b>(Mohammed et al., 2010)</b>	Utilização de <i>cloud computing</i> para a redução de custos na mudança de paradigma para SOA em SIS.
<b>(Gong e Chen, 2010)</b>	Plataforma compartilhada de integração de informações de saúde baseada em SOA.
<b>(Brzeziński et al., 2011)</b>	Plataforma SOA para integrar informações de vários SIS, baseada em padrões como o HL7 e o EHR.
<b>(Pape-Haugaard, 2011)</b>	Discussão sobre a mudança de paradigma para SOA e sua adoção, baseada nas atuais arquitetura e infraestrutura dinamarquesas.
<b>(Dhouib et al., 2011)</b>	Solução de <i>software</i> baseada em SOA e TV Digital para a troca de informações entre pessoas idosas e equipes médicas.

<b>(Mantzana et al., 2010)</b>	Discussão sobre a adoção de SOA com o intuito de resolver o problema da interoperabilidade de SIS.
<b>(El-Masri e Saddik, 2011)</b>	Desenvolvimento de um SIS baseado em SOA para gerenciar emergências médicas, integrando informações oriundas de diversos outros sistemas.
<b>(Benharref e Serhani, 2014)</b>	<i>Framework</i> SOA para a coleta de dados de pacientes através de uma WSN.
<b>(Spinsante e Gambi, 2012)</b>	Arquitetura SOA que capta informações do paciente através de um ambiente de casa inteligente, com interface baseada em TV Digital.
<b>(Hao Chen et al., 2011)</b>	Plataforma SOA para a interoperabilidade de SIS heterogêneos em redes de corporações médicas.
<b>(Andersen et al., 2014)</b>	Discussão da utilização de SOA para que seja feita a integração de SIS por meio da plataforma OR.NET.
<b>(Bouras et al., 2010)</b>	<i>Framework</i> para a integração de SIS legados baseado em SOA e no conceito de semântica leve.
<b>(Maha Abousharkh e Mouftah, 2011b)</b>	<i>Middleware</i> baseado em SOA para integrar sensores em redes WBAN.
<b>(Kim e Kim, 2012)</b>	Arquitetura SOA para a integrar SIS que lidam com sinais vitais.
<b>(Pu et al., 2010)</b>	Desenvolvimento de um SIS baseado em SOA para a integração de dados de saúde.
<b>(Milosevic et al., 2014)</b>	Análise da SOA <i>Healthcare Ontology</i> , utilizando uma abordagem ontológica bastante conhecida, a UFO-S.
<b>(Cardei et al., 2011)</b>	Arquitetura SOA para a integração de sensores em redes WSN heterogêneas.
<b>(M Abousharkh e Mouftah,</b>	<i>Middleware</i> baseado em SOA para simplificar o desenvolvimento de aplicações para WBAN.

2012)	
-------	--

É possível notar no Quadro 4 que muitas abordagens vem sendo utilizadas para a aplicação de SOA na área da saúde. Percebe-se que existe uma preocupação por parte dos desenvolvedores em criar novos *softwares* cada vez mais aptos a integração com outros sistemas. Nota-se também a preocupação em garantir a interoperabilidade entre os sistemas legados.

Outra área bastante destacada pelos trabalhos encontrados é a integração de redes de sensores para a coleta de dados de saúde. Isso demonstra uma tendência cada vez maior de existir um acompanhamento dos pacientes pelas equipes médicas cada mais em tempo real e de maneira não invasiva, o que certamente garante uma melhoria na qualidade de vida do paciente e na qualidade dos serviços de saúde. Além disso, os custos com interações tendem a ser cada vez menores.

## 7 TRABALHOS RELACIONADOS

Nenhum trabalho de revisão sistemática com o mesmo foco foi encontrado. Entretanto, Hammami *et al.* (2014) fizeram uma seleção dos trabalhos que os autores consideraram mais relevantes que tratam sobre a interoperabilidade de SIS e fizeram um estudo comparativo entre as novas abordagens e tendências para solucionar os problemas de interoperabilidade.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo teve como objetivo principal efetuar um estudo para avaliar como está sendo feita a integração entre SIS com a utilização de SOA. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática, conforme sugerida em (Kitchenham, 2004), que obedeceu um protocolo previamente estabelecido. Na revisão realizada foram respondidas as questões de pesquisa levantadas no protocolo. Foram elas:

- De que forma SOA está sendo aplicada para garantir a interoperabilidade dos SIS?
- Quais principais contextos em que estas abordagens estão inseridas?

Os resultados obtidos demonstram que SOA está sendo amplamente utilizada para resolver o problema da interoperabilidade de SIS nos mais diferentes contextos, com destaque para o desenvolvimento de novos *softwares* e da integração de redes de sensores.

Os ambientes inteligentes também foram bastante citados pelos trabalhos selecionados. Foi possível notar que os dispositivos móveis e vestíveis foram bastante considerados no que diz respeito à obtenção e difusão de dados de saúde.

Como trabalhos futuros, podem ser analisados outros padrões que promovem a interoperabilidade de SIS, além dos utilizados nos artigos citados nesse trabalho. Também pode ser proposta uma solução única de integração que englobe diferentes padrões e que possa ser utilizado para a integração de SIS nos mais diferentes contextos, para que não sejam necessárias soluções individuais, o que evitaria a formação de mais ilhas de informação.

## REFERÊNCIAS

- Abousharkh, M. e Mouftah, H. (2011a). A SOA-based middleware for WBAN. *2011 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications*, 257–260.
- Abousharkh, M. e Mouftah, H. (2011b). Service oriented architecture-based framework for WBAN-enabled patient monitoring system. *Proceedings of the Second Kuwait Conference on e-Services and e-Systems - KCESS '11*, 1–4.
- Abousharkh, M. e Mouftah, H. (2012). XMPP-enabled SOA-driven middleware for remote patient monitoring system. *Information Technology and e-Services (ICITeS), 2012 International Conference on*, 1–5.
- Alam, M., Hussain, M., Afzal, M., Maqbool, M., Ahmad, H. F. e Razzaq, S. (2011). Design and Implementation of HL7 V3 Standard-Based Service Aware System. *2011 Tenth International Symposium on Autonomous Decentralized Systems*, 420–425.
- Andersen, B., Ulrich, H., Kock, A.-K., Wrage, J.-H. e Ingenerf, J. (2014). Semantic interoperability in the OR.NET project on networking of medical devices and information systems — A requirements analysis. *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)*, 428–431.
- Baptista, Y., Trinugroho, D., Gerdes, M., Mahdi, M. e Amjad, M. (2013). A REST-Based Publish / Subscribe Platform to Support Things-to-Services Communications.
- Benharref, A. e Serhani, M. A. (2014). Novel cloud and SOA-based framework for E-health monitoring using wireless biosensors. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 18(1), 46–55.
- Bouras, T., Alexandrou, D., Pardalis, C. e Gouvas, P. (2010). Semantic service-oriented integration of healthcare IT systems. *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*, 1–4.
- Brzeziński, J., Czajka, S., Kobusiński, J. e Piernik, M. (2011). Healthcare integration platform. *2011 5th International Symposium on Medical Information and Communication Technology, ISMICT 2011*, 52–55.
- Cardei, M., Marcus, A., Cardei, I. e Tavtilov, T. (2011). Web-based heterogeneous WSN integration using pervasive communication. *30th IEEE International Performance Computing and*

*Communications Conference*, 1–6.

Chen, H., Qiao, Y. e Tian, Y. (2011). Remote Medical Research Based on the IHE. *2011 International Conference on Computational and Information Sciences*, 235–238.

Chen, H., Qin, S., Liu, J. e Cao, J. (2009). SOA-Enabled Health Information Integration Platform (HIIP): A Case Study. *2009 Fifth International Conference on Semantics, Knowledge and Grid*,

Dhouib, M. a, Bougueroua, L., Istrate, D., Pino, M. e Bernard, C. (2011). HoCoS: Home Companion Software. A service oriented solution for elderly home accompanying and remote healthcare monitoring. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 2011*, 5343–6.

El-Masri, S. e Saddik, B. (2011). Mobile emergency system and integration. *Proceedings - IEEE International Conference on Mobile Data Management*, 2, 67–72.

Gong, Y.-G. e Chen, X. (2010). Healthcare information integration and shared platform based on service-oriented architectures. *Signal Processing Systems (ICSPS), 2010 2nd International Conference on*, 2, 523–527.

Hammami, R., Bellaaj, H. e Hadj Kacem, A. (2014). Interoperability for medical information systems: an overview. *Health and Technology*, 4(3), 261–272.

IEEE - Standards Glossary. (2015). Recuperado 14 de janeiro de 2016, de [https://www.ieee.org/education\\_careers/education/standards/standards\\_glossary.html](https://www.ieee.org/education_careers/education/standards/standards_glossary.html)

Josuttis, N. M. (2007). *Soa in practice: the art of distributed system Design. Annals of Physics* (Vol. 54).

Juric, M. B., Loganathan, R., Sarang, P. e Jennings, F. (2008). *SOA Approach to Integration*.

Kim, T.-W. e Kim, H.-C. (2012). Service-oriented architecture structure for healthcare systems utilising vital signs. *IET Communications*, 6(18), 3238–3247.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(TR/SE-0401), 28.

Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J. e Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15.

Livne, O. E., Schultz, N. D. e Narus, S. P. (2010). Federated querying architecture for clinical & translational health IT. *Proceedings of the ACM international conference on Health informatics - IHI '10*, 250.

Mantzana, V., Koumaditis, K. e Themistocleous, M. (2010). Is SOA a solution to Healthcare Information Systems interoperability? *Information Technology and Applications in Biomedicine (ITAB), 2010 10th IEEE International Conference on*, 1–4.

Milosevic, Z., Almeida, J. P. A. e Nardi, J. C. (2014). Towards Better Semantics for Services in eHealth Standards: A Reference Ontology Approach. *2014 IEEE 18th International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops and Demonstrations*, 276–285.

Mohammed, S., Servos, D. e Fiaidhi, J. (2010). HCX: A Distributed OSGi Based Web Interaction System for Sharing Health Records in the Cloud. *2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, 3, 102–107.

Mykkänen, J., Riekkinen, A., Sormunen, M., Karhunen, H. e Laitinen, P. (2007). Designing web services in health information systems: from process to application level. *International journal of medical informatics*, 76(2-3), 89–95.

Nazih, M. e Alaa, G. (2011). Generic service patterns for web enabled public healthcare systems. *Proceedings of the 2011 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices, NWeSP 2011*, 274–279.

Pape-Haugaard, L. (2011). Higher level of interoperability through an architectural paradigm shift: A study of shared medication record. *Proceedings - 2011 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, BMEI 2011*, 4, 2109–2113.

Petrova, D. L., Spasov, G. e Stefanova-Peeva, P. (2012). A distributed clinical information system for pediatric surgery - Basics and specifics. *MIPRO 2012 - 35th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics - Proceedings*, 451–456.

Pu, F., Gao, T., Pan, J., Li, J. e Li, C. (2010). SunShine : A Service-oriented Architecture Based on Wireless Sensor Network for Health Monitoring and Tracking, 0–3.

Schmutz, G., Welkenbach, P. e Liebhart, D. (2010). *Service Oriented Architecture: An Integration Blueprint*.

SEI. (2011). A framework for software product line practice. Recuperado 14 de janeiro de 2016, de <http://www.sei.cmu.edu/productlines/tools/framework/>

Setareh, S., Rezaee, A., Farahmandian, V., Hajinazari, P. e Asosheh, A. (2014). A cloud-based model for hospital information systems integration. In *Telecommunications (IST), 2014 7th International Symposium on* (p. 695–700).

Shen, C.-P., Chen, W.-H., Chen, J.-M., Hsu, K.-P., Lin, J.-W., Chiu, M.-J., ... Lai, F. (2010). Bio-signal analysis system design with support vector machines based on cloud computing service architecture. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 2010*, 1421–1424.

Spinsante, S. e Gambi, E. (2012). Remote health monitoring by OSGi technology and digital TV integration. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 58(4), 1434–1441.

Trinugroho, Y. B. D., Reichert, F. e Fensli, R. W. (2011a). A SOA-based health service platform in smart home environment. In *2011 IEEE 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services* (p. 201–204).

Trinugroho, Y. B. D., Reichert, F. e Fensli, R. W. (2011b). A SOA-based health service platform in smart home environment. *2011 IEEE 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services*, 201–204.

Tseng, Y.-J. T. Y.-J., Chen, Y.-C. C. Y.-C., Lin, H.-C. L. H.-C., Wu, J.-H. W. J.-H., Chen, M.-Y. C. M.-Y. e Lai, F. L. F. A web-based hospital-acquired infection surveillance information system, *Information Technology and Applications in Biomedicine ITAB 2010 10th IEEE International*

Conference on 1–4 (2010).

Wang, Y., Zhang, C., Xiao, X. e Ling, Y. (2010). The universal interoperability platform for distributed information systems. *Proceedings of the World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*, (2007), 1367–1370.