

Ontologias para Sistemas AAL que abordem *Compliance*: um mapeamento sistemático da literatura

Timóteo G. Silva¹, Fernanda M. R. Alencar¹,

¹Departamento de Eletrônica e Sistemas
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife, PE – Brazil

timoteogomes@yahoo.com.br, fernadaalenc@gmail.com

Abstract. *The assisted living environment (in English, Ambient Assisted Living-AAL) is a new technological approach, which appears to meet the demands of the elderly. Among the challenges of developing AAL systems are meeting the ethical, legal, social, medical and technical restrictions. As a result, there is a need to address compliance. This work presents a systematic mapping of the literature on the use of ontologies in the development of AAL systems and on the aspects of compliance that are considered. After applying the MSL protocol, 210 articles were analyzed. The main evidence found is related to the lack of joint application of ontology and compliance in AAL systems.*

Resumo. *O ambiente de vida assistida (do inglês, Ambient Assisted Living-AAL) se constitui em uma nova abordagem tecnológica, que surge para atender às demandas do público idoso. Dentre os desafios de desenvolvimento de sistemas AAL estão o atendimento às restrições éticas, legais, sociais, médicas e técnicas. Com isso, surge a necessidade de tratar a compliance. Esse trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de ontologias no desenvolvimento de sistemas AAL e sobre os aspectos de compliance que são considerados. Após a aplicação do protocolo da MSL, 210 artigos foram analisados. A principal evidência encontrada está relacionada à falta de aplicação conjunta da ontologia e compliance em sistemas AAL.*

1. Introdução

A sociedade moderna está envelhecendo em alta velocidade. Em 2017, 13% da população mundial tinha mais de 60 anos, ou seja, aproximadamente 962 milhões de pessoas [Lentzas & Vrakas 2019]. Segundo os referidos autores, as projeções das Nações Unidas estimam que a população mundial aumentará para 9,8 bilhões até 2050, com a população com mais de 60 anos de idade sendo de aproximadamente 2,1 bilhões (15% da população mundial).

O aumento da média de idade da população traz consigo, conseqüentemente, o aumento de doenças crônicas, resultando em um crescimento considerável da necessidade de auxílio e assistência médica a este tipo de público [Ras et. Al 2007]. Diante disso, o crescimento projetado no envelhecimento da população mundial, a acessibilidade dos dispositivos inteligentes, a onipresença destes dispositivos e a necessidade por custos controlados de assistência médica, não apenas oferecem novas oportunidades de qualidade de vida para o público idoso e pessoas que precisam de

assistência especial, mas também introduzem novos desafios científicos que precisam ser abordados [Benghazi et. al 2012].

Nesse contexto, o ambiente de vida assistida (do inglês, Ambient Assisted Living-AAL) se constitui em uma nova abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgem para atender às demandas do público idoso. Sistemas inteligentes e serviços remotos estão sendo amplamente adotados nesse domínio para melhorar a qualidade de vida, auto-independência e até reduzir custos [Kleinberger et al. 2007].

No desenvolvimento de sistemas, de forma geral, a especificação de requisitos é fundamental para que o sistema proposto funcione de acordo com as necessidades dos *stakeholders* e restrições às quais se encontra submetido. Assim, a má especificação e a ausência de documentação suficiente podem ser fatores de insucesso dos sistemas.

Ras et. al. [2007] aponta que os desafios de engenharia a serem enfrentados no desenvolvimento de sistemas AAL, que são sistemas que requerem interfaces padronizadas, capacidade de auto-localização, que sejam adaptáveis ao contexto, invisíveis, móveis e autointegráveis, tudo isso associado à inadequação dos atuais métodos de engenharia e abordagens de pesquisa complicam o processo de desenvolvimento dos sistemas AAL. Para Ras et. al. [2007], entre os desafios encontrados para estes tipos de sistemas, que são multidisciplinares, estão as restrições éticas, legais, sociais, médicas e técnicas que devem ser reunidas e consolidadas em uma especificação de requisitos. Paralelo a isso, segundo Cheng et. al. [2018], nos últimos anos, a complexidade e a escala dos requisitos de conformidade aumentaram significativamente devido à globalização e ao amadurecimento de diferentes campos e requisitos legais. Com isso, surge a necessidade de tratar a *Compliance*, que significa conformidade com regras e regulamentos [Disi & Zualkernan, 2009].

Os desafios em desenvolvimento de sistemas AAL em relação à conformidade destes com regras e regulamentos estabelecidos, assim como a necessidade de formalização da especificação de requisitos para tais sistemas, tem levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento de sistemas AAL e integrá-las a diferentes áreas do conhecimento, tais como *compliance* e ontologia. Culmone et al. [2014] afirma que as ontologias são comumente usadas para formalizar e especificar explicitamente um domínio do conhecimento, pois elas melhoram a automação da integração de grupos de dados heterogêneos, fornecendo uma especificação formal do vocabulário dos conceitos e de seus relacionamentos.

Uma ontologia específica, que contemple os aspectos de *Compliance* para o domínio de sistemas AAL, pode contribuir para o sucesso do desenvolvimento de tais sistemas, pois apresenta uma formalidade para representar os conceitos internos do domínio e as relações entre eles, assim como, incorpora os aspectos regulatórios desses tipos de sistemas. Uma das vantagens deste tipo de abordagem, segundo Sousa et al. [2016], é que essa formalidade diminui a ambiguidade e inconsistência entre os requisitos.

Nesse contexto, buscamos na literatura evidências que o uso de ontologias traz benefícios no desenvolvimento de sistemas embarcados. Portanto, como metodologia de pesquisa, aplicamos um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) com objetivo de identificar, interpretar e sintetizar os estudos disponíveis para responder às questões de pesquisa sobre o uso de ontologias no desenvolvimento de sistemas AAL levando em consideração os aspectos de *Compliance*.

Na seção 2 é apresentado um referencial teórico tratando sobre AAL e *Compliance*. Na seção 3 apresentamos o protocolo de pesquisa utilizado nesse MSL. Na

seção 4 os resultados e análises alcançados através da extração dos dados e as respostas às questões de pesquisa.

2. Referencial Teórico

Nesta seção, apresentamos o conhecimento de base necessário à compreensão da temática proposta neste trabalho.

2.1. Ambient Assisted Living (AAL)

O *Ambient Assisted Living* (AAL, em português Ambiente de Vida Assistida) é um campo de pesquisa surgido nos anos 90 e adquirindo crescente importância. Propõe ferramentas e soluções residenciais dedicadas à melhoria da vida cotidiana, com foco na pessoa e em suas interações com as tecnologias e o ambiente doméstico. Para Benghazi et al. [2012] o *Ambient Assisted Living* (AAL) é uma nova abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgiu para atender às demandas dos idosos. Já para Machado et al. [2017] o *Ambient Assisted Living* (AAL) caracteriza um ambiente doméstico automatizado no qual os usuários interagem com objetos físicos, onde os sistemas para AAL precisam conhecer dados sobre o mundo em torno dos usuários que monitoram para executar ações, além de precisar ter consciência do contexto e perceber os elementos que constituem o ambiente. Nesse contexto, as soluções da AAL visam melhorar a qualidade de vida, o conforto e o bem-estar dos moradores e podem ser personalizadas para abordar problemas específicos para segmentos específicos da população, como idosos ou pessoas afetadas por deficiências [Spoladore, 2017].

Apesar do AAL ter surgido na década de 1990, somente em meados da década de 2000 é que mais atenção foi dedicada a esta área. Portanto, é um campo relativamente novo e tornou-se um tópico de pesquisa multidisciplinar cada vez mais importante para as comunidades de pesquisa médica e tecnológica [Nakagawa et al., 2013].

2.2. Compliance

Segundo Coimbra e Manzi [2010], *Compliance* vem do verbo em inglês “*To Comply*”, que significa “cumprir”, “executar”, “satisfazer”, “realizar o que lhe foi imposto”, ou seja, *Compliance* é o dever de cumprir, de estar em conformidade (conformidade com a legislação e regulamentação aplicável ao negócio, código de ética e políticas da instituição) e fazer cumprir regulamentos internos e externos impostos às atividades da Instituição. Já para NBR ISO 19600 [2016], *Compliance* é definida como um conjunto de mecanismos que visam atender normas, políticas e diretrizes de um negócio.

De acordo com Zhong et al. [2012], a fase de construção de um projeto é regida por muitos regulamentos e é importante inspecionar o processo de construção de acordo com os regulamentos (denominada verificação ou inspeção de *compliance*) para garantir a qualidade. Segundo Jorshari & Tawil [2015], inúmeras obras (por exemplo: Islam, Mouratidis & Wagner, 2010; Ghanavati, Amyot, & Peyton, 2007; Shamsaei et al., 2011) abordaram a *Compliance* como um requisito inicial do sistema, tomando os direitos da lei como objetivos dos sistemas a serem satisfeitos e, portanto, alinhando a engenharia de requisitos às técnicas de conformidade. No entanto, nos últimos anos, a complexidade e a escala dos requisitos de *Compliance* aumentaram significativamente

devido à globalização, uma vez que, as instâncias de regulamentos, padrões e estruturas aumentam em número e em escopo, assim como o processo de amadurecimento de diferentes campos e regulamentos também aumentam à medida que as áreas ou domínios que eles cobrem se tornam mais interligados [Cheng et al., 2018].

3. Metodologia de Pesquisa

Esta seção apresenta os procedimentos realizados durante o desenvolvimento do mapeamento sistemático da literatura definido para esse trabalho. Este mapeamento visou traçar um panorama geral sobre ontologias, sistemas AAL e *Compliance* e os problemas em aberto nessa área.

Um mapeamento sistemático da literatura, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada [Sampaio & Mancini, 2007].

Durante a etapa de planejamento foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e foi criado um protocolo de mapeamento, adaptado do modelo de Kitchenham [2007], contendo itens como: objetivo, processo de busca, questões de pesquisa, bases de busca, palavras-chave, *strings* de busca e critérios de inclusão e exclusão dos estudos. Esta seção apresenta, de forma resumida, alguns tópicos do referido protocolo.

3.1. Questões de Pesquisa e Strings de busca

O principal objetivo desse mapeamento sistemático da literatura foi entender o uso de ontologias e *Compliance* no domínio de sistemas AAL. Desta forma, uma questão de pesquisa geral foi definida: “Como as ontologias e a *Compliance* têm sido utilizadas no domínio de sistemas AAL?”. Com base nessa questão foram definidas um conjunto de questões. A Tabela 1 apresenta as 5 (cinco) questões de pesquisa que foram utilizadas para formulação das strings de busca.

Tabela 1. Questões de Pesquisa

#	Questões de Pesquisa	Descrição e Motivação da Questão	String
QP1	Quais ontologias existentes para sistemas AAL?	O objetivo é identificar se existe alguma ontologia para desenvolvimento de sistemas AAL.	St01
QP2	Quais ontologias existentes para <i>compliance</i> ?	O objetivo é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de <i>compliance</i> .	St02
QP2.1	Qual domínio essa ontologia de <i>compliance</i> aborda?	A proposta dessa questão é identificar qual o domínio coberto pela ontologia de <i>compliance</i> .	

QP3	Existe <i>compliance</i> em sistemas AAL?	O objetivo é identificar se existe conceitos de <i>compliance</i> para desenvolvimento de sistemas AAL.	St03
QP4	Quais taxonomias existentes para sistemas AAL?	O objetivo é identificar se existe taxonomia para desenvolvimento de sistemas AAL.	St04
QP5	Quais ontologias existentes para <i>compliance</i> para sistemas AAL?	O objetivo é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de <i>compliance</i> para desenvolvimento de sistemas AAL.	St05

A construção das *strings* de busca foi realizada seguindo uma estratégia composta pelos seguintes passos: identificação das principais palavras-chave; busca de sinônimos das palavras-chaves em: artigos, revisões e mapeamentos sistemáticos; palavras-chaves formuladas no idioma universal inglês; *strings* geradas a partir da combinação dessas palavras-chave e sinônimos.

É importante destacar que como para [Bailey, 1994], as taxonomias são estruturas classificatórias, sendo, no entanto, restritas em suas possibilidades de exploração por conterem apenas relações hierárquicas e partitivas. Por isso, da Silva et al. [2004] afirma que a categorização taxonômica oferecida pelas ontologias facilita a seleção das informações relevantes, uma vez que ela trata das relações entre as categorias. Essa é a justificativa do uso das QP 2 e QP4.

As *strings* definidas são apresentadas a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 – Strings de busca

<i>String 01</i>
St01: (("AAL" OR "Ambient Assisted Living") AND ("ontology" OR "ontologies"))
St02: (("ontology" OR "ontologies") AND ("compliance"))
St03: (("AAL" OR "Ambient Assisted Living") AND ("compliance"))
St04: (("AAL" OR "Ambient Assisted Living") AND ("taxonomy"))
St05: (("AAL" OR "Ambient Assisted Living") AND ("ontology" OR "ontologies") AND ("compliance"))

3.2. Fontes de busca e Critérios de Inclusão e Exclusão

A busca por trabalhos foi realizada de forma eletrônica, através de mecanismos de busca de web sites especializados e de renome científico-acadêmico. Três critérios para a seleção das fontes foram: disponibilidade de consultar os artigos na web, presença de mecanismo de busca usando palavras-chave; e importância e relevância das fontes.

Ao todo foram usadas 9 fontes de busca para essa pesquisa, sendo elas: IEEE¹; Science Direct²; Scopus³; ACM⁴; Web of Science⁵; Engineering Village⁶; PubMed⁷; JHI⁸; sendo Repositório de dissertações e teses da capes⁹.

A inclusão de um estudo é determinada pela relevância em relação às questões de pesquisa, determinada pela análise do título, palavras-chave, resumo, introdução e conclusão. Diante disso, foram definidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de Inclusão:

- Estudos primários;
- Estudos publicados entre 1990 a 2019;
- Estudos acessíveis gratuitamente;
- Estudos acessíveis digitalmente;
- As fontes devem disponibilizar os trabalhos na íntegra;
- Estudos que abordem as questões de pesquisa.

Critérios de Exclusão:

- Estudos desenvolvidos em idiomas diferentes do inglês ou português;
- Estudos secundários;
- Estudos não acessíveis gratuitamente;
- Estudos duplicados (apenas um será considerado);
- Artigos curtos (< 5 páginas);
- Estudos que não estejam relacionados às questões de pesquisa;
- Estudo redundante (a versão mais completa será considerada);

¹ <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

² <http://www.sciencedirect.com/>

³ <http://dl.acm.org/>

⁴ <https://www.scopus.com/>

⁵ <http://login.webofknowledge.com/>

⁶ <https://www.engineeringvillage.com>

⁷ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

⁸ <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/search>

⁹ <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

- Estudos que não estejam disponíveis em formato digital;
- Literatura cinza (publicações não convencionais com controle bibliográfico ineficaz).

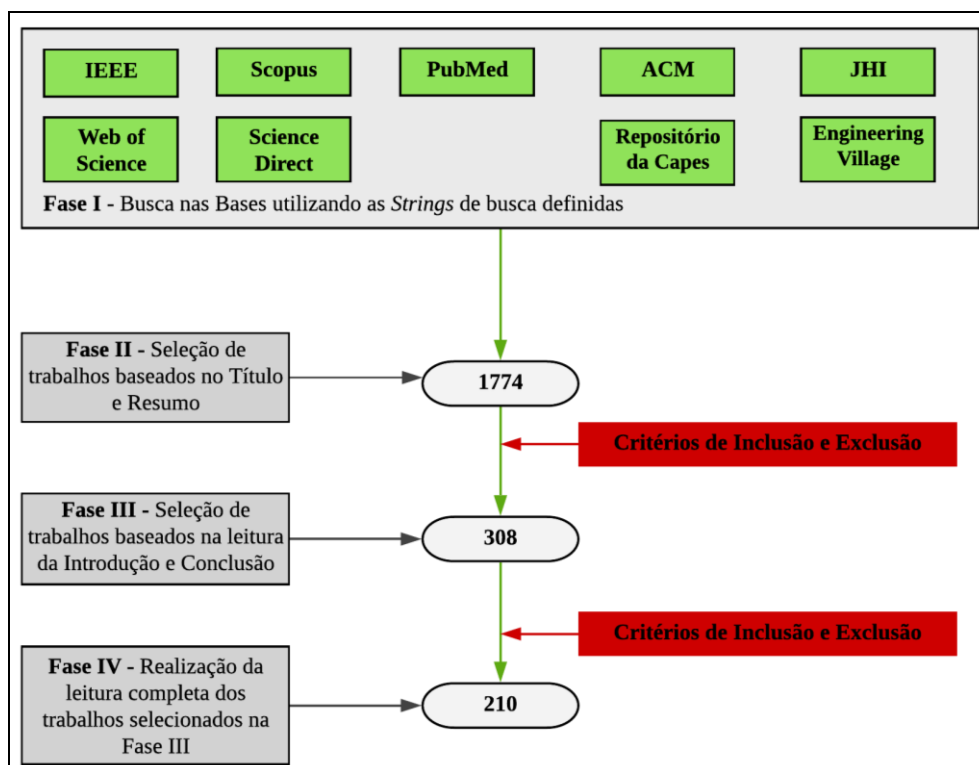


Figura 1. Fases de execução do MSL.

4. Fases de execução do MSL

Para apoiar a extração, registro dos dados e posterior análise, todos os 1774 trabalhos encontrados na Fase I foram exportados para a ferramenta StArt (<http://lapes.dc.ufscar.br/software/start-tool>). Em seguida, foi aplicada a Fase II do protocolo, onde foram lidos os títulos dos trabalhos e resumos e analisados já considerando alguns dos critérios de inclusão/exclusão. A Fase III consistiu em avaliar os resultados por meio da leitura da introdução e conclusão, dos 308 estudos que ficaram da etapa anterior, 210 foram selecionados para a próxima fase. Na Fase IV, os trabalhos aprovados na fase anterior passaram por uma leitura completa. A Figura 1 apresenta as fases para seleção dos trabalhos.

5. Análise dos trabalhos e Resultados

Esta seção apresenta os resultados alcançados através da extração dos dados e as respostas às questões de pesquisa.

QP1 – Quais ontologias existentes para sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existe alguma ontologia para desenvolvimento de sistemas AAL, quais os editores de ontologia que foram utilizados, o subdomínio AAL que foi

tratado e a aplicação da ontologia. A Figura 2.1 apresenta os subdomínios de AAL que foram abordados nos 64 trabalhos que trataram sobre a QP1. Conforme pode ser visto, 44% desse total de trabalhos que responderam a QP1 abordaram a ontologia no subdomínio AAL de serviços de melhoria de autonomia; 28% abordaram a ontologia no subdomínio AAL de serviços de tratamento de emergência; 3% abordaram a ontologia no subdomínio AAL de serviços de conforto e; 25% não especificaram o subdomínio de AAL onde a ontologia pode ser aplicada. Ainda é possível verificar na Figura 2.2 os editores de ontologia que foram citados nos referidos trabalhos. Podemos ver que 18% dos 64 trabalhos utilizaram o Protégé para editar a ontologia, 2% usou o Hozo e 70% não especificaram o editor de ontologia que utilizaram.

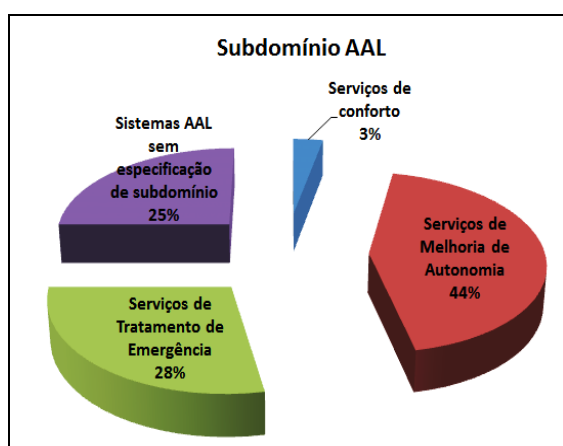


Figura 2.1 Subdomínios ALL abordados nas ontologias encontradas na QP1.

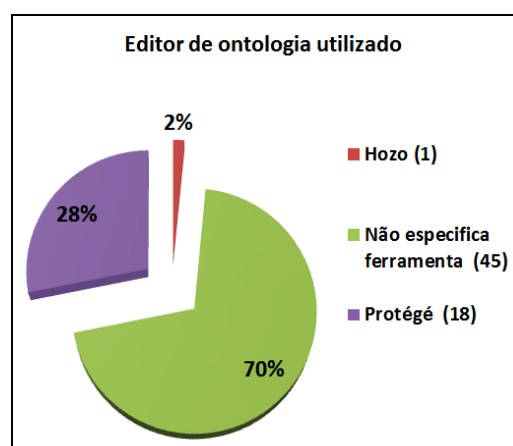


Figura 2.2 Editores utilizados nas ontologias encontradas na QP1.

A Figura 3 retrata os tipos de abordagem dos trabalhos em relação ao uso de ontologia, onde 70% dos trabalhos trataram de ontologias específicas para as mais diversas aplicações em AAL (ontologia de reconhecimento de atividades em AAL, ontologia do modelo de usuário AAL, ontologia de contexto do SafeRoute AAL, Ontologia do modelo de usuário AAL e etc). Outros 14% trabalharam com Framework para sistemas AAL baseados em ontologia. Em seguida 5% trataram sobre sistemas AAL baseados em ontologia, 3% sobre redes de ontologia, 3% sobre conjunto de ontologias, 3% sobre Modelo para AAL baseados em ontologia e 2% sobre arquiteturas de referência para AAL baseadas em ontologia. O resultado desta questão de pesquisa é importante para identificar os diferentes domínios que são abordados pelos estudos e para quais domínios as ontologias de AAL estão sendo propostas.

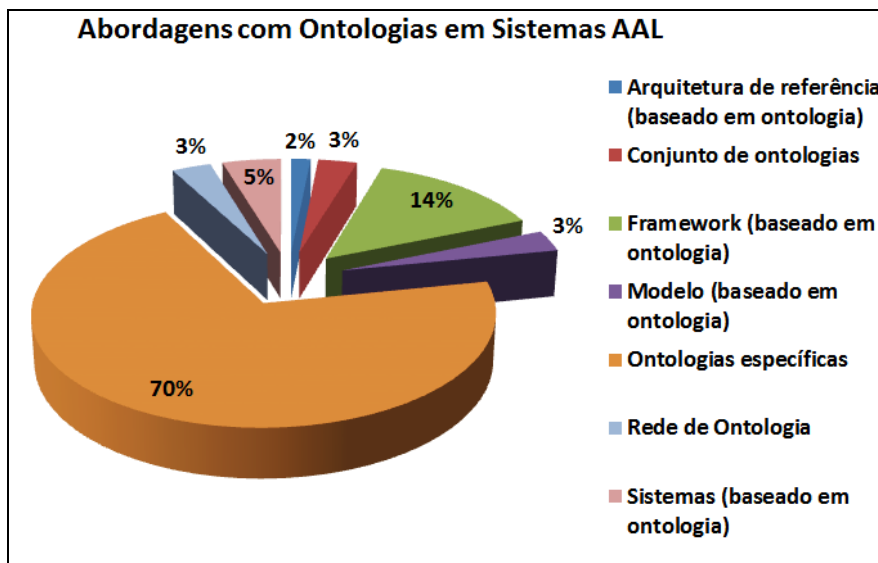


Figura 3. Abordagens de ontologias para sistemas AAL.

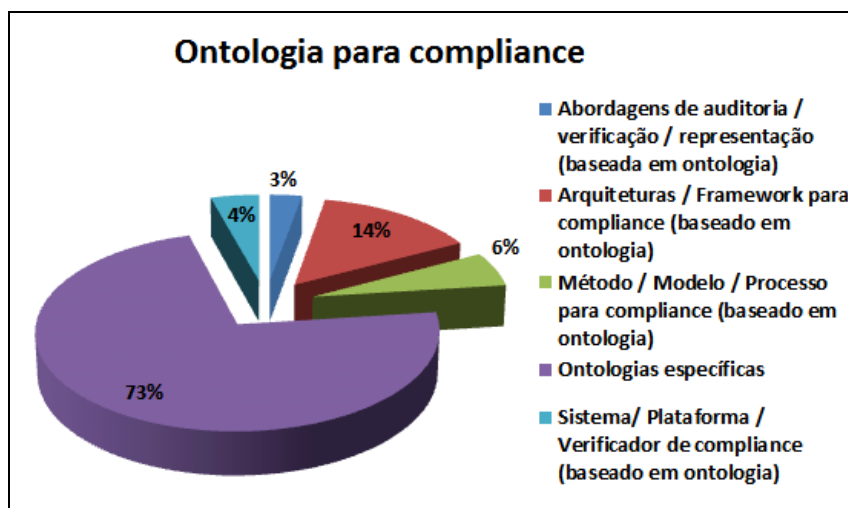


Figura 4. Ontologias para *compliance*.

QP2 e QP2.1 – Quais ontologias existentes para *compliance*? Qual domínio essa ontologia de *compliance* aborda?

O objetivo da QP2 é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de *compliance*. A proposta da QP 2.1 é identificar qual o domínio coberto pela ontologia de *compliance* que foi encontrada. A Figura 4 demonstra que 73% dos 139 trabalhos que responderam a QP2 trataram de ontologias específicas para *compliance*; 14% tratou sobre arquiteturas/framework para *compliance* baseados em ontologia; 6% tratou sobre método/modelo/processo para *compliance* baseado em ontologia; 4% tratou sobre sistema/plataforma/verificador de *compliance* baseado em ontologia; e 3% tratou sobre abordagens de auditoria/verificação/representação de *compliance* baseado em ontologia.

Já a Figura 5, que representa o resultado da QP2.1, apresenta os domínios que são abordados por essas ontologias, sendo os mais representativos: Processos de negócios, Privacidade de dados e Construção civil. O resultado desta questão de pesquisa é importante para identificar os diferentes domínios que são abordados pelos estudos e para quais domínios as ontologias de *compliance* estão sendo propostas.

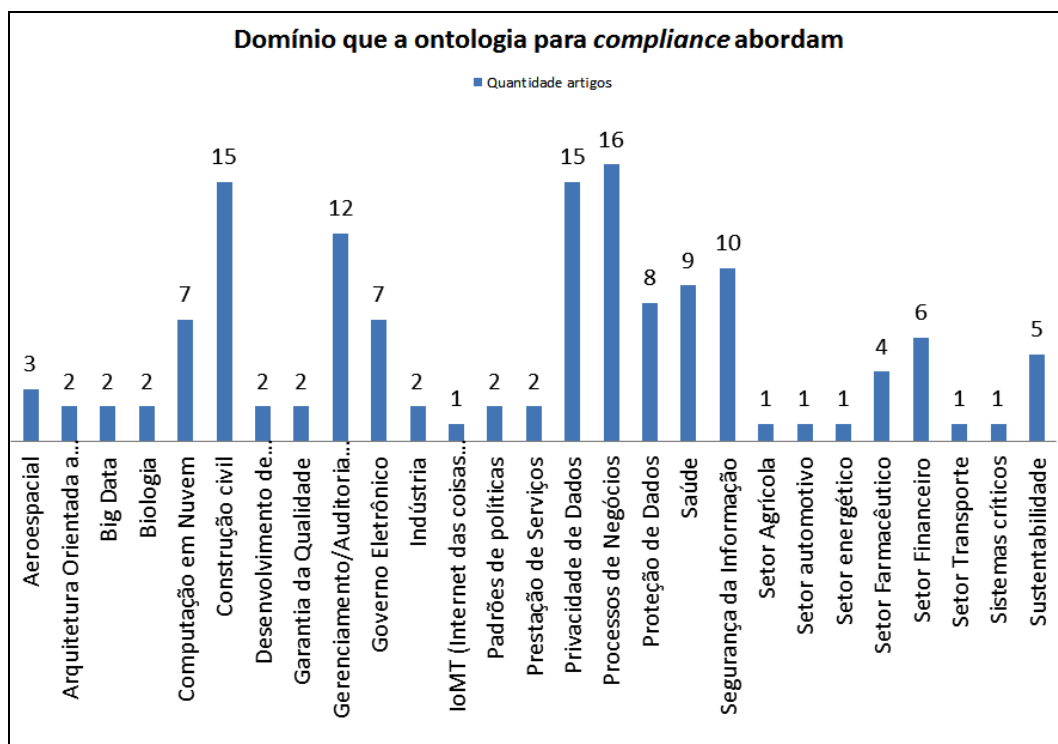


Figura 5. Domínios que as ontologias para *compliance* abordam.

QP3 – Existe *compliance* em sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existem conceitos de *compliance* para desenvolvimento de sistemas AAL. Essa pergunta é importante, para saber se os aspectos de *compliance* são considerados no desenvolvimento de sistemas AAL. A Figura 6 apresenta o resultado da QP3, onde apenas 3, dos 210 trabalhos que foram lidos na Fase IV trataram sobre o aspecto de *compliance* em Sistemas AAL. A intenção dessa questão é levantar como é abordada a *compliance* em sistemas AAL e as normas que foram tratadas nessas abordagens. Conforme visto na Figura 6, um dos trabalhos (id 5183) trata de arquitetura de redes para assistência médica e para isso segue os padrões OPC UA, ISO/IEEE 11073 e HL7; o trabalho de id 4838 aborda a *compliance* no tocante ao atendimento do sistema aos requisitos não funcionais conforme o que está disposto no Documento de Especificação de Requisitos; e o trabalho de id 5797 aborda a *compliance* no atendimento de padrão para interoperabilidade entre dispositivos no domínio de monitoramento remoto de pacientes baseando-se na norma ISO/IEEE 11073. O resultado desta questão de pesquisa é importante para identificar as diferentes normas que podem ser consideradas quando no desenvolvimento de sistemas AAL.

Id do estudo	Qual abordagem de compliance em AAL?	Norma(s) abordada(s)
5183	Arquitetura de redes heterogêneas em aplicativos e implantações de assistência médica	OPC UA; ISO/IEEE 11073; HL7
4838	Verificação (conforme Documento de Especificação de Requisitos) do cumprimento de requisitos não funcionais em sistemas AAL	-----
5797	Interoperabilidade entre dispositivos no domínio de Monitoramento Remoto de Pacientes	ISO/IEEE 11073

Figura 6. Resultado da QP3 (compliance em sistemas AAL).

Id do estudo	Apresenta taxonomia para AAL?	O que a taxonomia aborda?
102738	Sim	A Taxonomia categoriza os sistemas AAL de maneira descendente, destacando as categorias mais importantes
102752	Sim	A Taxonomia para classificar estruturas de protocolo sistemas AAL, com recursos relevantes para sistemas DRE (sistemas distribuídos em tempo real) adaptativos.
102753	Sim	Taxonomia específica de domínio para o design da interação do usuário em sistemas AAL

Figura 7. Resultado da QP4 (taxonomia para sistemas AAL).

QP4 – Quais taxonomias existentes para sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existem taxonomias para desenvolvimento de sistemas AAL. A Figura 6 apresenta o resultado da QP4, onde apenas 3 (três), dos 210 (duzentos e dez) trabalhos que foram lidos na Fase IV trataram/abordaram/apresentaram taxonomia para Sistemas AAL. Conforme visto na Figura 7, um dos trabalhos (id 102738) trata da categorização dos tipos de sistemas AAL; o trabalho de id 102752 apresenta uma

taxonomia para classificar estruturas de protocolo de sistemas AAL com foco em sistemas DRE adaptativos (sistemas distribuídos em tempo real); e o trabalho de id 102753 aborda uma taxonomia específica de domínio para o design da interação do usuário em sistemas AAL.

QP5 – Quais ontologias existentes para *compliance* para sistemas AAL?

O objetivo é identificar se existe alguma ontologia que englobe os conceitos de *compliance* para desenvolvimento de sistemas AAL. Não foi encontrado nenhum trabalho que abordasse conjuntamente ontologia, *compliance* e sistema AAL.

6. Conclusões

Por se tratar de uma área com vários subdomínios e especificidades, o desenvolvimento de sistemas AAL requer que uma cadeia de requisitos seja considerada, uma vez que são sistemas tidos como multidisciplinares, estando dentro dessa cadeia à necessidade de atenção às restrições éticas, legais, sociais, médicas e técnicas que devem ser reunidas e consolidadas em uma especificação de requisitos. Com isso, surge a necessidade de tratar a *Compliance*. Os desafios em desenvolvimento de sistemas AAL em relação à conformidade destes com regras e regulamentos estabelecidos, assim como a necessidade de formalização da especificação de requisitos para tais sistemas, tem levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento de sistemas AAL e integrá-las a diferentes áreas do conhecimento, tais como ontologia e *compliance*.

Este trabalho representa um mapeamento sistemático da literatura, no qual foi possível identificar trabalhos relevantes que ajudaram a responder às cinco questões de pesquisa estabelecidas para contribuir no atendimento a *compliance* em sistemas AAL. Dos 1774 estudos primários encontrados, 210 artigos foram selecionados para o grupo final a ser estudado. O MSL permitiu observar que, apesar de 30,47% dos trabalhos terem tratado sobre ontologia para sistemas AAL, nenhum deles aborda o uso de ontologia para tratar *compliance* nesse tipo de sistema. Além disso, observou-se que muitas dessas ontologias foram desenvolvidas para domínios específicos de sistemas AAL, uma vez que cada área possui características específicas.

Portanto, a partir deste estudo, identificamos algumas direções para futuras pesquisas na área. Dentre elas, é necessário refinar esse MSL, buscando, por exemplo, legislações/normas/regulamentos que tratem de desenvolvimentos de sistemas AAL. Além disso, diante das áreas AAL abordadas, será dado prosseguimento na análise de qual delas possui uma maior demanda e ao mesmo tempo déficit na abordagem do atendimento a *compliance*. Uma das intenções é propor uma ontologia que possa auxiliar no desenvolvimento de sistemas AAL, indicando as relações entre as legislações/normas/regulamentos que tratem desses sistemas, dando um suporte aos desenvolvedores de como cumprir tais requisitos legais no aspecto da engenharia de requisitos.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 19600/2016 – Sistema de Gestão de Compliance: Diretrizes. Rio de Janeiro, ABNT, 2016.
- Bailey, K. D. Typologies and taxonomies: an introduction to classification techniques (No. 102). Sage, 1994.
- Benghazi, K., Hurtado, M. V., Hornos, M. J., Rodríguez, M. L., Rodríguez-Domínguez, C., Pelegrina, A. B., & Rodríguez-Fórtiz, M. J. Enabling correct design and formal analysis of Ambient Assisted Living systems. *Journal of Systems and Software*, 85(3), 498-510, 2012.
- Cheng, D. C., Villamarin, J. B., Cu, G., & Lim-Cheng, N. R. Towards Compliance Management Automation thru Ontology mapping of Requirements to Activities and Controls. In *2018 Cyber Resilience Conference (CRC)* (pp. 1-3). IEEE, 2018.
- Coimbra, M.A; Manzi, V.A. Manual de Compliance. São Paulo: Atlas, 2010.
- Culmone, R., et al. "AAL domain ontology for event-based human activity recognition." *IEEE/ASME 10th International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)*. IEEE, 2014.
- da Silva, L. F. et al. C&L: uma ferramenta de apoio à engenharia de requisitos. PUC, 2004.
- Disi, E. O., & Zualkernan, I. A. Compliance-Oriented Process Maps and SLA Ontology to Facilitate Six Sigma Define Phase for SLA Compliance Processes. In *2009 International Conference on Management and Service Science* (pp. 1-4). IEEE, 2009.
- Jorshari, F. Z., & Tawil, R. H. A High-Level Scheme for an Ontology-Based Compliance Framework in Software Development. *IEEE 17th International Conference on High Performance Computing and Communications, 2015 IEEE 7th International Symposium on Cyberspace Safety and Security, and IEEE 12th International Conference on Embedded Software and Systems* (pp. 1479-1487). IEEE, 2015.
- Kitchenham, B. Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Keele University, EBSE Technical Report-2007-01, 2007.
- Kleinberger, T., Becker, M., Ras, E., Holzinger, A., Muller, P. Ambient intelligence in assisted living: enable elderly people to handle future interfaces. 2007.
- Lentzas, A., & Vrakas, D. (2019). Non-intrusive human activity recognition and abnormal behavior detection on elderly people: a review. *Artificial Intelligence Review*, 1-47.
- Machado, A., Maran, V., Augustin, I., Wives, L. K., & de Oliveira, J. P. M. Reactive, proactive, and extensible situation-awareness in ambient assisted living. *Expert Systems with Applications*, 76, 21-35, 2017.

- Nakagawa, E. Y., Antonino, P. O., Becker, M., Maldonado, J. C., Storf, H., Villela, K. B., & Rombach, D. Relevance and perspectives of AAL in Brazil. *Journal of Systems and Software*, 86(4), 985-996, 2013.
- Ras, E., Becker, M., & Koch, J. Engineering tele-health solutions in the ambient assisted living lab. In *21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW'07)* (Vol. 2, pp. 804-809). IEEE, 2007.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(1), 83-89, 2007.
- Sousa, A. et al. Use of Ontologies in Embedded Systems: A Systematic Mapping. In: *2016 10th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*. IEEE, p. 1-8, 2016.
- Spoladore, D., Arlati, S., & Sacco, M. Semantic and Virtual Reality-enhanced configuration of domestic environments: the Smart Home Simulator. *Mobile Information Systems*, 2017.
- Zhong, B. T., et al. Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking. *Automation in Construction*, 28: 58-70, 2012.