

Análise de Ontologias para Sistemas AAL (*Ambient Assisted Living*) e o suporte a *Compliance*

Timóteo Gomes¹ e Fernanda Alencar^{1,2}

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Eletrônica e Sistemas, 50.740-560,

² Universidade de Pernambuco, Departamento de Computação, 50.720-001

Recife – PE- Brasil

timoteogomes@yahoo.com.br, fernanda.ralencar@ufpe.br,

fernandaalenc@ecomp.poli.br

Abstract. O ambiente de vida assistida (do inglês, *Ambient Assisted Living*-AAL) se constitui em uma abordagem tecnológica, que tem por objetivo atender às demandas do público idoso e das pessoas com deficiências. 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 o resultado da análise de ontologias para sistemas AAL e a verificação da existência ou não do suporte ao atendimento aos aspectos de *compliance* por parte dessas ontologias. Para levantamento das ontologias existentes para AAL, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de ontologias no desenvolvimento de sistemas AAL e ontologias para suporte a *compliance*. Após a aplicação do protocolo da MSL, 63 artigos responderam a questão de pesquisa sobre ontologia para sistemas AAL. Nenhum dos trabalhos retornados abordou em suas ontologias o aspecto de *compliance*. Logo, a principal evidência encontrada está relacionada à falta de aplicação conjunta da ontologia e *compliance* em sistemas AAL. Diante disso, é apresentada uma proposta (ainda em fase inicial) de uma ontologia para sistemas AAL que aborde aspectos de *compliance*.

Keywords: *Ambient Assisted Living*. AAL. Ontologia. *Compliance*.

1 Introdução

Segundo Lentzas & Vrakas [1], 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), mostrando que a sociedade moderna está envelhecendo em alta velocidade.

Esse 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 [2]. Isso, associado à acessibilidade dos dispositivos inteligentes, 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 [3].

Nesse contexto, o ambiente de vida assistida (do inglês, *Ambient Assisted Living-AAL*) se constitui em uma abordagem baseada em soluções tecnológicas, que surgem para atender às demandas do público idoso e das pessoas com deficiências.

Para Ras et. al. [2] existem desafios de engenharia a serem enfrentados no desenvolvimento de sistemas AAL, visto que, são sistemas que requerem interfaces padronizadas, são multidisciplinares, são adaptáveis ao contexto e autointegráveis. Dentre os desafios apontados por Ras et. al. [2] está o atendimento 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. [4], 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. Logo, diante dessas problemáticas apontadas, podemos perceber que surge a necessidade de tratar a *compliance*, que significa conformidade com regras e regulamentos [5].

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.

Nesse contexto, buscamos na literatura evidências sobre o uso de ontologias no desenvolvimento de sistemas AAL. 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*.

Neste trabalho, buscou-se apresentar a análise dos trabalhos retornados para a questão de pesquisa que abordou ontologia para sistemas AAL e a sua ligação com *compliance*. Após a referida análise, é apresentada uma proposta de ontologia para sistemas AAL que aborde aspectos de *compliance*.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os conceitos de *Ambient Assisted Living (AAL)*, ontologia e *compliance*; na Seção 3, apresenta-se o resumo do protocolo de pesquisa utilizado no MSL; na Seção 4 são apresentados os resultados e análise alcançada através da extração dos dados as respostas da questão de pesquisa associada à ontologia para sistemas AAL; na Seção 5 é apresentada uma proposta de ontologia para sistemas AAL que aborde aspectos de *compliance*; na Seção 6 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

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 têm 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. Mocholí et al. [6] refere-se a AAL como ambientes eletrônicos sensíveis e responsivo à presença de pessoas e fornecem propostas de assistência para manter um estilo de vida independente.

Já para Machado et al. [7] 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 e podem ser personalizadas para abordar problemas específicos para segmentos específicos da população, como idosos ou pessoas afetadas por deficiências [8]. Logo, o principal objetivo do AAL é alcançar benefícios para o indivíduo idoso e/ou deficiente, aumentando a segurança e bem-estar, proporcionando melhores padrões de vida.

	Serviços de tratamento de emergência	Serviços de melhoria da autonomia	Serviços de conforto
Assistência interna	previsão de emergência detecção de emergência prevenção de emergências	assistência culinária assistência alimentar assistência para beber assistência de limpeza assistência de curativos assistência medicamentosa	serviços logísticos serviços para encontrar coisas serviços de informação e lazer
Assistência externa	previsão de emergência detecção de emergência prevenção de emergências	assistência de compras assistência de viagem assistência bancária	serviços de transporte serviços de orientação

Fig. 1. Esquema de classificação para o domínio de AAL (adaptado de [10])

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 [9].

Os sistemas AAL, segundo Nehmer et al. [10], podem ser divididos nos seguintes subdomínios: Serviços de tratamento de emergência, Serviços de melhoria de autonomia e Serviços de conforto, conforme a representação da Figura 1.

2.2 Ontologia

No contexto da Ciência da Informação, conforme apresenta Netto[11], foi em meados da década de 1990 que o termo ontologia começou a surgir na literatura científica da área, sendo a definição geralmente mais aceita a desenvolvida por Gruber [12], que a descreve como especificação explícita de uma conceituação.

A ontologia, para área de informática, tem como objetivo facilitar o compartilhamento e reutilização das informações [13], além de definir uma especificação conceitual para “os conhecimentos” de um determinado domínio. Visualizando por esse horizonte, Campos [14] considera que as ontologias estabelecem um vocabulário comum para uma comunidade que precisa compartilhar informação em um determinado domínio de um modo que as definições podem ser interpretáveis computacionalmente, incluindo representações de conceitos e relações.

Para Vital & Café [15], as ontologias são sistemas de organização e representação do conhecimento, representando o conhecimento de um dado domínio em forma de uma rede relacional, intencional, onde as relações se sobrepõem aos possíveis ‘estados da coisa’. Por isso, Culmone et al. [16] 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.

2.3 Compliance

Segundo Coimbra e Manzi [17], *compliance* vem do inglês “*To Comply*”, que significa “cumprir”, “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. A NBR ISO 19600 [18] conceitua *compliance* como um conjunto de mecanismos que visam atender normas, políticas e diretrizes de um negócio.

De acordo com Zhong et al. [19], a fase de construção de um sistema 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 [20], inúmeras obras 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.

Segundo Cheng et al. [4], 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.

3 Metodologia do MSL

Nesta seção são apresentados, de forma resumida, os procedimentos realizados durante o desenvolvimento do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). 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 [21].

Durante a etapa de planejamento foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e foi criado um protocolo de mapeamento, adaptado do modelo de Kitchenham [22].

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 5 (cinco) questões de pesquisa (Tabela 1). A construção das *strings* de busca (Quadro 1) foi realizada seguindo a estratégia: identificação das principais palavras-chave; busca de sinônimos das palavras-chaves em artigos, revisões e mapeamentos sistemáticos; palavras-chaves formuladas no idioma universal inglês.

Tabela 1. Questões de Pesquisa

#	Questão de Pesquisa
QP1	Quais ontologias existentes para sistemas AAL?
QP2	Quais ontologias existentes para <i>compliance</i> ? Qual domínio essa ontologia de <i>compliance</i> aborda?
QP3	Existe <i>compliance</i> em sistemas AAL?
QP4	Quais taxonomias existentes para sistemas AAL?
QP5	Quais ontologias existentes para <i>compliance</i> para sistemas AAL?

Fonte: (Autor, 2021)

Quadro 1 – *Strings* de busca

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"))

Fonte: (Autor, 2021)

3.2 Fontes de busca e Fases de Execução do MSL

A busca por trabalhos foi realizada de forma eletrônica, em web sites especializados e de renome científico-acadêmico. 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; Repositório de dissertações e teses da capes⁹.

Em relação às fases para a execução do MSL (Figura 2), a Fase I consistiu na utilização das *strings* de busca nas fontes definidas, sendo retornados 1774 trabalhos, levando em consideração trabalhos entre 1990 e dez/2019. 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, resultando em 308 trabalhos selecionados. A Fase III consistiu em avaliar os resultados por meio da leitura da introdução e conclusão, dos 308 estudos que ficaram da etapa anterior, tendo 210 trabalhos selecionados para a próxima fase. Na Fase IV, os trabalhos aprovados na fase anterior passaram por uma leitura completa. Durante essa leitura, foi constatado que dois trabalhos tinham títulos distintos, mas o conteúdo era o mesmo, sendo dessa forma considerado como duplicado, restando assim 209 trabalhos na Fase IV.

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/#/>

Para apoiar a extração, registro dos dados e posterior análise, foi utilizada a ferramenta StArt (<http://lapes.dc.ufscar.br/software/start-tool>).

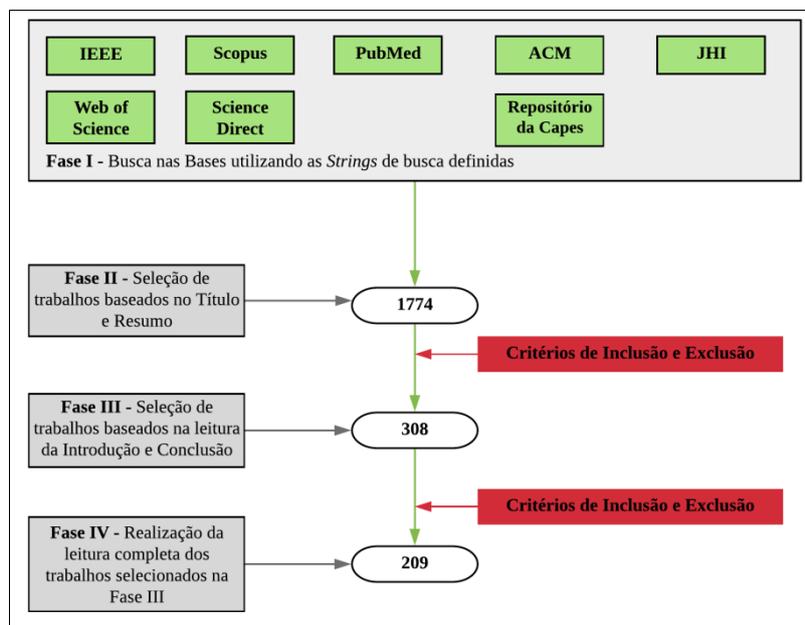


Fig. 2. Fases de execução do MSL (Autor, 2021)

4 Análise dos trabalhos relacionados a ontologias para sistemas AAL

Esta seção apresenta os resultados alcançados através da extração dos dados relacionados à QP 1, que foi a questão de pesquisa que tratou sobre a existência de ontologias para sistemas AAL.

O objetivo foi identificar ontologias para desenvolvimento de sistemas AAL, quais os editores de ontologia que foram utilizados, o subdomínio AAL que foi tratado e a aplicação da ontologia. Dos 209 trabalhos que foram selecionados após a Fase III do MSL, 63 trabalhos trataram sobre ontologias para AAL. Apesar de termos investigado 3 (três) aspectos dentro dessa questão, o foco nessa seção será sobre a aplicação dessas ontologias, uma vez que, esta análise é importante para identificar as abordagens e para quais aplicações as ontologias de AAL estão sendo propostas.

4.1 Aplicação das ontologias para AAL

Conforme pode ser visto, a Figura 3 retrata os tipos de abordagem dos trabalhos em relação ao uso de ontologia, onde 70% dos trabalhos trataram de ontologias específi-

cas 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 e etc). Outros 14% trabalharam com Framework para sistemas AAL baseados em ontologia. Em seguida podemos constatar que 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.

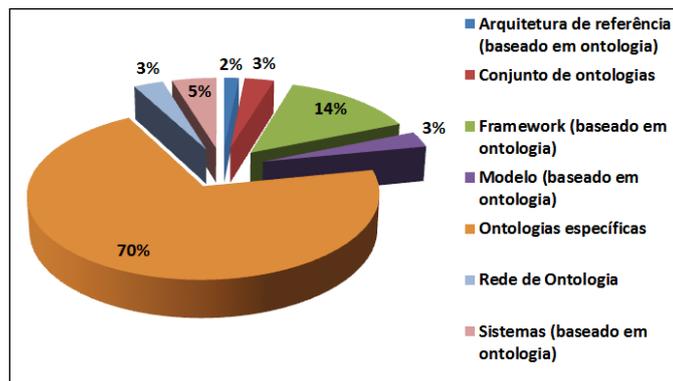


Fig. 3. Aplicações de ontologias em sistemas AAL (Autor, 2021)

4.2 Detalhamento das ontologias para AAL

Por questão de espaço e viabilidade, não será possível detalhar cada um dos 63 trabalhos retornados para a QP1, no entanto, vale destacar que nenhum desses 63 trabalhos tratou sobre ontologia em conjunto com *compliance*, o que também justifica o não detalhamento de todos. Entretanto, iremos detalhar a abordagem da ontologia para AAL de alguns deles (em torno de 10% - a Tabela 2 especifica esses trabalhos), de forma a demonstrar algumas das aplicações. As informações dos demais trabalhos podem ser encontradas em <https://github.com/timoteogomes/Tabela-com-os-artigos-da-QP-1-da-RSL-Ontologia-e-ALL->.

Tabela 2. Trabalhos de Ontologias para sistemas AAL

Id	Título	Autor	Ano
EP 21	GoAAL: An Ontology for Goal-oriented Development of AAL Environments	Cameranesi, M., et al.	2016
EP 35	Mobile and ubiquitous architecture for the medical control of chronic diseases through the use of intelligent devices: Using the architecture for patients with diabetes	Villarrea, V., et al.	2014
EP 55	MetaQ: A knowledge-driven framework for context-aware activityrecognition combining SPARQL	Meditkos, G.,	2016

	and OWL 2 activity patterns	et. al.	
EP 58	AAL-Onto: A Formal Representation of RAALI Integration Profiles	Welge, R., et. al.	2015
EP 71	An Ontology and Rule Based Intelligent Information System to Detect and Predict Myocardial Diseases	Jara, A. J., et al.	2009
EP 114	Ontology for modeling interaction in ambient assisted living environments	Mocholí, J. B., et al.	2010

Fonte: (Autor, 2021)

- **Trabalho EP 21:** neste trabalho os autores apontam que ainda faltam modelos e metodologias capazes de fornecer assistência aos projetistas de sistemas AAL durante o desenvolvimento. Por isso foi proposta uma ontologia (GoAAL) para representar formalmente todo o conhecimento relevante no domínio AAL, que varia de objetivos a medidas e sensores.

- **Trabalho EP 35:** neste trabalho é apresentada uma ontologia para classificação de elementos médicos como doenças, recomendações, prevenções, alimentos, dispositivos móveis e sugestões de dieta (MoMOntology). Foi desenvolvido, baseado nessa ontologia, um aplicativo que gera perfis de pacientes individuais, autocontrole e módulos de educação para suas doenças crônicas.

- **Trabalho EP 55:** este trabalho apresenta o framework MetaQ, que é uma estrutura híbrida baseada em ontologia para reconhecimento de atividades em ambientes de vida assistida. Para isso, foi desenvolvida a ontologia DAO, sendo ela uma ontologia para reconhecimento de atividades em AAL. O MetaQ foi implantado em um hospital para monitorar pacientes com doença de Alzheimer, ajudando os médicos a avaliar a condição dos pacientes.

- **Trabalho EP 58:** este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ontologia AAL (AAL-onto), que é uma ontologia para representação formal de componentes de sistemas baseados no conhecimento. Como a integração e o comissionamento dos sistemas AAL são demorados e complicados, a ideia é facilitar a integração e o comissionamento desses sistemas, usando esse método baseado em conhecimento.

- **Trabalho EP 71:** o trabalho propõe uma base de conhecimento para representar informações humanas gerais, detalhes do coração e parâmetros do eletrocardiograma com base em ontologias, de forma a detectar anomalias e padrões das informações do eletrocardiograma. Para isso, é proposta uma ontologia de saúde para padrões das informações cardíacas. Dentre os trabalhos futuros, a ideia é salvar informações no formato CEN / ISO 13606, para que possam ser entregues a outros sistemas de informações médicas.

- **Trabalho EP 114:** o trabalho descreve um conjunto de ontologias criadas no âmbito do projeto europeu VAALID que permite aos projetistas dos serviços para *Ambient Assisted Living* modelar e caracterizar um ambiente AAL, os atores envolvidos e os diferentes tipos de espaços e dispositivos. Essas ontologias também incluem aspectos relacionados às interações entre os diferentes elementos que foram definidos na solução AAL modelada.

5 Ontologia para sistema AAL com aspectos de *compliance*

Diante do que foi detectado no MSL, onde foi verificado que não existe uma ontologia que considere aspectos de *compliance* no desenvolvimento de sistemas AAL, esta seção apresenta uma proposta de ontologia que dê esse suporte ao desenvolvimento de sistemas AAL levando em consideração os aspectos de *compliance*, com o intuito de possibilitar a avaliação de sistemas AAL para verificar se atendem aos requisitos de *compliance*.

Para isso, será visto a *compliance* em sistemas AAL e em seguida será apresentada uma proposta de ontologia.

5.1 *Compliance* em sistemas AAL

A Figura 5 apresenta um esboço de objetos que podem ser levados em consideração no desenvolvimento de sistemas AAL. Conforme pode ser observado, os sistemas AAL podem ser subdivididos em três subdomínios, conforme foi esclarecido na seção 2.1, sendo que, esses subdomínios ainda possuem subclassificações, aumentando drasticamente a gama de aplicações de sistemas AAL.

Como exemplo, poderíamos citar os Serviços de Melhoria de Autonomia, que podem ser de Assistência Interna ou Assistência Externa, onde os de Assistência Interna podem ser subclassificados em Serviços Logísticos, Serviços de Informação e Lazer e Serviço para encontrar coisas. Tomando por exemplo um Serviço Logístico, a ABNT NBR ISO 9386-1:2013 versa sobre plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida, onde trata dos requisitos para segurança, dimensões e operação funcional. Fazendo um paralelo entre essa normativa para o desenvolvimento desse tipo de sistema e analisando a Figura 4, é possível perceber que em relação aos requisitos de Qualidade do Produto, devem ser levados em consideração os requisitos de Segurança e de Adequação Funcional. Além disso, em relação aos requisitos de Qualidade de Uso, devem ser considerados os aspectos de Mitigação de Riscos de Saúde e Segurança e também de Utilidade. No entanto, vale ressaltar que para atendimento da norma ABNT NBR ISO 9386-1:2013, é preciso levar em consideração outras normativas (ou seja, as relações existentes, tais como como cumplicidade ou possíveis conflitos com outras normas), sendo elas: CENELEC HD 360 S2; EN 50214; IEC 60204-1 Ed. 5.1 b; IEC 60335-1 Ed. 5.0 b; IEC 60364 (Todas as partes); IEC 60417-2:1998; IEC 60529:1989; IEC 60617; IEC 60664-1:2007; IEC 60742:1983; IEC 60747-5:1992; IEC 60947-1:1999; IEC 60947-4-1 Ed. 3.1 b; IEC 60947-5-1 Ed. 3.1 b; ISO 3864:1984; ISO 4190-5:2006; ISO 4344:1983; ISO 4413:1998; ISO 606:2004; ISO 606:2015; ISO 7000:1989.

Podemos perceber que o levantamento de todas essas normativas necessárias (do ponto de vista de saber quais normas devem ser consideradas e analisadas) é algo trabalhoso e exaustivo, por parte do desenvolvedor desses tipos de sistemas, para poder se certificar se o referido sistema está cumprindo ou não as normativas que o amparam do ponto de vista legal. Diante disso, a próxima seção falará sobre a proposta de uma ontologia para sistemas AAL que considerem esses aspectos de *compliance*.

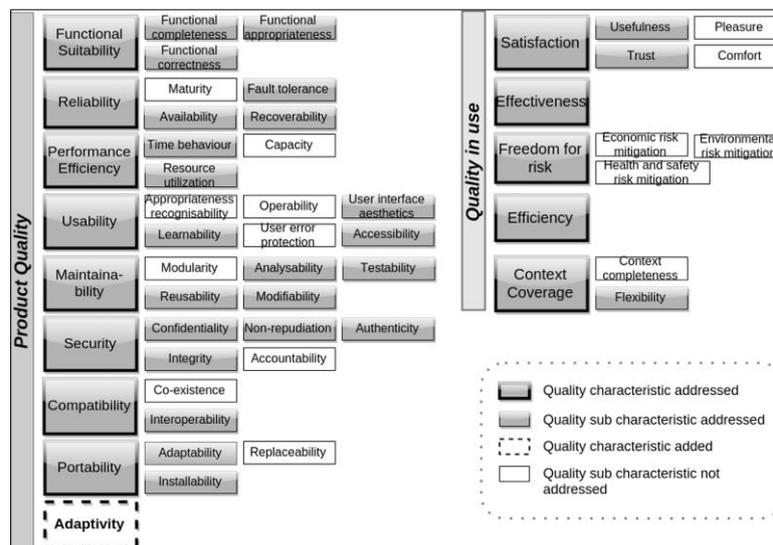


Fig. 4. Representação taxonômica dos Requisitos de Qualidade para sistemas AAL (Garcés et al. [24])

5.2 Ontologia para sistemas AAL com aspectos de *Compliance*

Diante do que foi colocado, é interessante criar mecanismos que possam auxiliar o desenvolvedor de sistemas AAL no tocante ao atendimento de *compliance* no desenvolvimento desses tipos de sistemas. Para isso, foi realizado um levantamento dos tipos de sistemas AAL, do que deve ser considerado para a questão de *compliance* e dos requisitos de qualidade (ou não funcionais) que devem ser considerados para sistemas AAL. Para os tipos de sistemas AAL, foi levado em consideração o trabalho de Nehmer [10], para consideração de *compliance* foi considerado o apontado por Peres & Brizoti [23]. Através da análise da taxonomia de Garcés et. al. [24] foi possível levantar os requisitos de qualidades e seus aspectos, sendo os que estão contidos na Figura 4.

A proposta desse trabalho é construir uma ontologia para sistemas AAL que leve em consideração aspectos de *compliance*, podendo dar subsídio aos *stakeholders* que participam do processo de desenvolvimento de sistemas AAL, de forma a saberem quais normativas devem ser analisadas e consideradas para o atendimento de conformidade aos requisitos legais.

Com a referida ontologia será possível verificar as relações entre essas normas, podendo tanto ter o conhecimento dos alinhamentos entre elas, assim como os

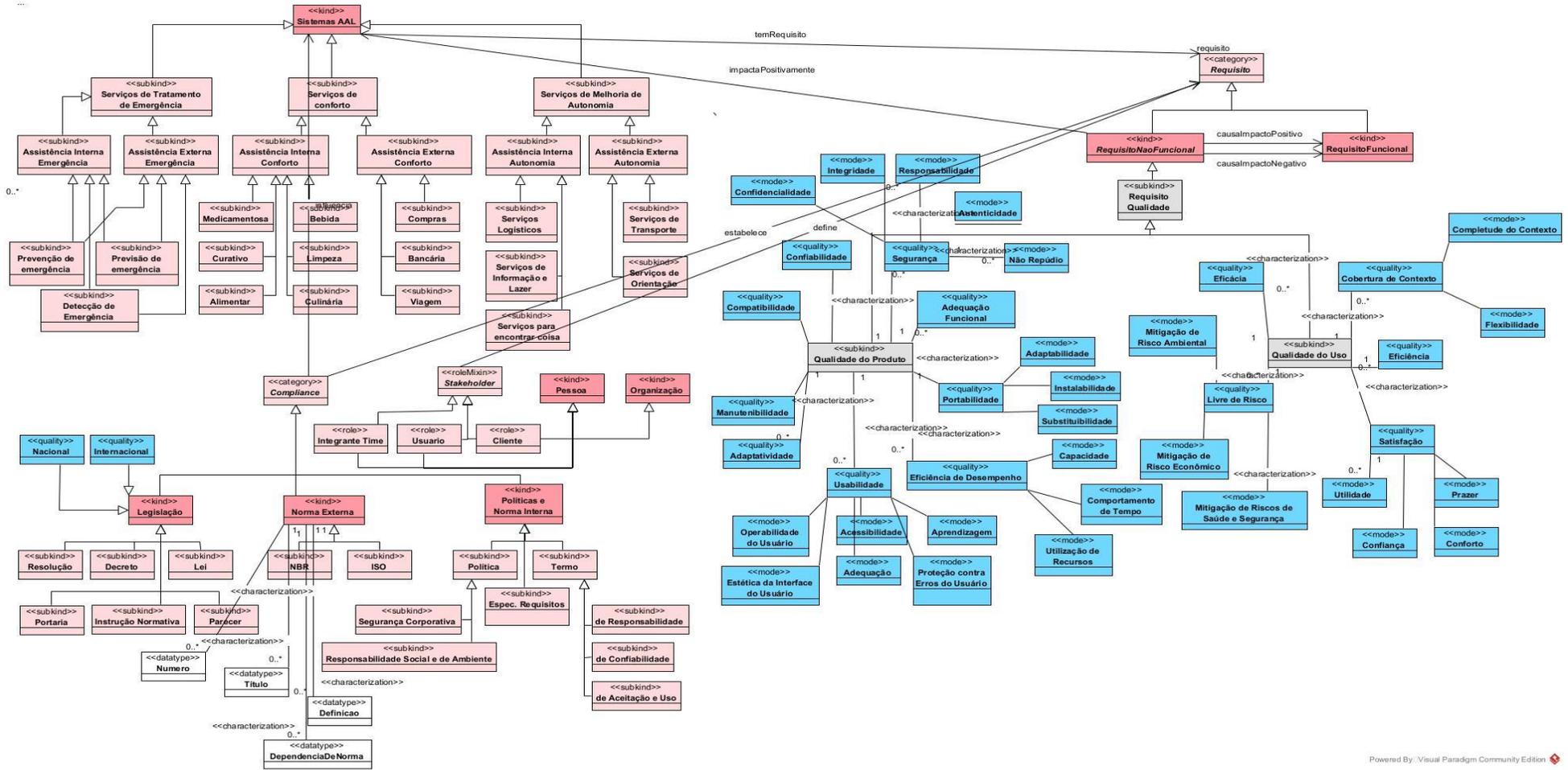


Fig. 5. Modelagem de fatores associados a sistemas AAL, compliance e requisitos de qualidade (Autor, 2021)

possíveis conflitos, além dos impactos nesses sistemas. A Figura 5 apresenta a modelagem de todos os fatores associados a sistemas AAL, *compliance* e requisitos de qualidade. Essa modelagem foi realizada utilizando o princípio da UFO (ontologia de fundamentação) proposta por Guizzardi [25] e modelada pela OntoUML [26], utilizando para isso um plugin da ferramenta Visual Paradigm.

6 Conclusões e trabalhos futuros

Por se tratar de uma área com vários subdomínios e especificidades, o desenvolvimento de sistemas AAL requer que uma cadeia de requisitos seja considerada, 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 tem levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento de sistemas AAL, tais como o uso de ontologias. Conforme foi visto, após o MSL foi constatado que não existem ontologias para sistemas AAL que abordem *compliance*. Vale destacar que entre as ameaças a validade do MSL está a possibilidade de as *strings* não terem contemplado todos os sinônimos relevantes, assim como o fato de somente um dos autores ter realizado a análise dos artigos selecionados.

Portanto, a partir desse estudo, está sendo concebida uma ontologia para sistemas AAL que abordem aspectos de *compliance*, levando em consideração os requisitos de qualidade a serem seguidos. Como trabalhos futuros será dada continuidade as etapas de cumprimento da metodologia escolhida para a construção da ontologia, onde serão realizadas as etapas de especificação, aquisição do conhecimento, conceitualização, formalização, implementação, avaliação, documentação e manutenção.

7 Agradecimentos

Agradecemos a CAPES por disponibilizar os recursos necessários à elaboração do trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE/UFPE).

Referências

1. Lentzas, A., & Vrakas, D. Non-intrusive human activity recognition and abnormal behavior detection on elderly people: a review. *Artificial Intelligence Review*, 1-47, 2019.
2. 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.
3. Benghazi, K., et. al. Enabling correct design and formal analysis of Ambient Assisted Living systems. *Journal of Systems and Software*, 2012.
4. 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.

5. 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.
6. Mocholí, J. B. et al. Ontology for modeling interaction in ambient assisted living environments. In: XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010. Springer, Berlin, Heidelberg. p. 655-658, 2010.
7. 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.
8. Spoladore, D., et al. Semantic and Virtual Reality-enhanced configuration of domestic environments: the Smart Home Simulator. *Mobile Information Systems*, 2017.
9. 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.
10. Nehmer, J., Becker, M., Karshmer, A., & Lamm, R. Living assistance systems: an ambient intelligence approach. In *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering* (pp. 43-50). ACM, 2006.
11. Netto, C. M. Proposta de modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio. UFMG, 2017.
12. Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2), 199-220, 1993.
13. Felicíssimo, C. H., & Breitman, K. K. Taxonomic Ontology Alignment-an Implementation. In *WER* (pp. 152-163), 2004.
14. Campos, M. L. A. O papel das definições na pesquisa em ontologia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p.220-238, jan./abr. 2010.
15. Vital, L. P., & Café, L. M. A. Ontologias e taxonomias: diferenças. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 16(2), 115-130.(2011).
16. 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.
17. Coimbra, M.A.; Manzi, V.A. *Manual de Compliance*. São Paulo: Atlas, 2010.
18. NBR ISO 19600/2016 – Sistema de Gestão de Compliance: Diretrizes. ABNT, 2016.
19. Zhong, B. T., et al. Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking. *Automation in Construction*, 2012.
20. 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*, IEEE, 2015.
21. 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.
22. Kitchenham, B. *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Keele University, EBSE Technical Report-2007-01, 2007.
23. Peres, J.R.; Brizoti, N., *Guia COMPLIANCE - Fundamentos*, 2016.
24. Garcés, L., et al. Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping. *Information and Software Technology*, 2017.
25. Guizzardi, G. *Ontological foundations for structural conceptual models*, 2005.
26. Guizzardi, G., & Wagner, G. Conceptual simulation modeling with ONTO-UML advanced tutorial. In *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*. IEEE. (2012, December).