

Validação de elementos para composição de ontologia para Sistemas AAL (Ambient Assisted Living): Survey com especialistas do domínio

Timóteo G. Silva¹, Fernanda Alencar^{1,2}

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Eletrônica e Sistemas,
50.740-560 – Recife – PE – Brazil

²Universidade de Pernambuco, Departamento de Computação,
50.720-001 Recife – PE- Brasil

timoteogomes@yahoo.com.br, fernanda.ralencar@ufpe.br,
fernandaalenc@ecomp.poli.br

Abstract. *Ambient Assisted Living (AAL) is a technological approach that emerged to meet the demands of the elderly and people with disabilities. AAL systems are complex, and it is necessary to be able to identify and define which modules need to compose these systems. These challenges and the need for assistance in specifying requirements led the academic community to explore and establish new approaches (ontology integrated with requirements engineering). Therefore, this work presents the results of a survey on the development of AAL systems, carried out with 28 specialists (academy and industry), with the aim of gathering information about what should be part of these systems.*

Resumo. *O Ambient Assisted Living (AAL) se constitui em uma abordagem tecnológica que surgiu para atender às demandas do público idoso e pessoas com deficiência. Os sistemas AAL são complexos, sendo necessário se ter como identificar e definir quais módulos precisam compor esses sistemas. Esses desafios e a necessidade de auxílio na especificação de requisitos levaram a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens (ontologia integrada a engenharia de requisitos). Diante disso, nesse trabalho é apresentado o resultado de um survey sobre o desenvolvimento de sistemas AAL, realizado com 28 especialistas (academia e indústria), com o intuito de levantar informações sobre o que deve compor esses sistemas.*

1. Introdução

As projeções das Nações Unidas indicam que a população mundial aumentará para 9,8 bilhões até 2050, sendo que aproximadamente 2,1 bilhões (15% da população mundial) será de pessoas com mais de 60 anos [Lentzas & Vrakas 2019], mostrando-se, assim, que a soci-idade moderna está envelhecendo em alta velocidade. Esse aumento da média de idade da população traz consigo, conseqüentemente, um crescimento considerável da necessidade de auxílio e assistência médica a esse tipo de público [Ras,

Becker & Koch 2007] assim como introduz novos desafios científicos que precisam ser considerados e estudados [Benghazi et al. 2012]. Existem vários desafios de engenharia a serem enfrentados no desenvolvimento de sistemas AAL [Ras, Becker & Koch 2007], visto que esses sistemas são multidisciplinares, são adaptáveis ao contexto e devem estar alinhados com os requisitos de conformidade [Cheng et al. 2018].

Esses desafios em desenvolver sistemas AAL têm levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento desses sistemas e integrá-las a diferentes áreas do conhecimento, tais como compliance e ontologia.

Nesse contexto, buscamos na literatura evidências sobre o uso de ontologias para o desenvolvimento de sistemas AAL [Silva & Alencar 2020]. A partir das evidências levantadas na literatura, foi construído o modelo de uma ontologia para sistemas AAL [Gomes & Alencar 2021]. Para validar a completude dos módulos propostos nesse modelo, foi realizado um survey com especialistas, identificando-se algumas contribuições de melhoria, sendo isso apresentado neste trabalho.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na Seção 2, são apresentados os conceitos de Ambient Assisted Living (AAL), Ontologia, Compliance e Desenvolvimento de Sistemas AAL; na Seção 3, apresenta-se aplicação do Survey e resultados obtidos; na Seção 4 é apresentado o modelo UML da ontologia proposta; Seção 5 são apresentados os trabalhos relacionados; na Seção 6 são apresentadas as limitações e os trabalhos futuros e na Seção 7 são apresentadas as conclusões.

2. Referencial Teórico

Nesta seção apresentamos o conhecimento de base sobre a temática deste trabalho.

2.1. Sistemas AAL (Ambient Assisted Living)

Ambient Assisted Living (AAL) é uma abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgiu para atender às demandas dos idosos [Benghazi et al. 2012]. O AAL caracteriza um ambiente doméstico automatizado no qual os usuários interagem com objetos físicos [Machado et al. 2017].

Diante disso, Spoladore [Spoladore et al. 2017] considera que as soluções para AAL visam melhorar a qualidade de vida, o conforto e o bem-estar e podem ser personalizadas para abordar problemas específicos para segmentos específicos (idosos ou pessoas afetadas por deficiências).

2.2. Ontologia

No contexto da Ciência da Informação, conforme apresenta Netto [2017], 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 [Gruber 1993], 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 [Felicíssimo & Breitman 2004], além de definir uma especificação conceitual para “os conhecimentos” de um determinado domínio.

2.3. Compliance

A NBR ISO 19600 [2016] conceitua *compliance* como um conjunto de mecanismos que visam atender normas, políticas e diretrizes de um negócio.

De acordo com Zhong [Zhong et al. 2012], 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. 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 [Jorshari & Tawil 2015].

2.4. Desenvolvimento de sistemas AAL

As abordagens de construção de sistemas AAL que garantem que os requisitos sejam atendidos e as ferramentas de verificação que provam que a implementação do sistema atende aos requisitos do sistema ainda estão em sua fase de concepção e, segundo Nehmer et. al. [Nehmer et al. 2006], sem uma metodologia apropriada para a especificação e desenvolvimento dos sistemas, nunca será possível construir sistemas AAL confiáveis.

Apesar dos sistemas AAL serem projetados para tomar decisões sobre situações que podem resultar em risco de perda de vidas ou danos às pessoas vulneráveis a quem eles tentam ajudar, existem poucos trabalhos na literatura sobre metodologias de desenvolvimento para melhorar a confiabilidade e a correção desses sistemas [Benghazi et al. 2012]. Com isso, ainda há ausência de soluções capazes de apoiar os projetistas no estágio inicial de desenvolvimento de tais sistemas.

Foi proposto então um modelo inicial de elementos para compor uma ontologia para auxiliar no desenvolvimento de sistemas AAL. Em seguida, foi realizado o processo de validação através de um *Survey*, o que será apresentado na próxima seção.

3. Aplicação e Resultados do Survey

Nesta seção são apresentados os procedimentos realizados durante o desenvolvimento e aplicação deste *Survey*, assim como, os resultados obtidos após a extração dos dados.

3.1. Sistemas AAL (Ambient Assisted Living)

Ambient Assisted Living (AAL) é uma abordagem, baseada em soluções tecnológicas, que surgiu para atender às demandas dos idosos [Benghazi et al. 2012]. O AAL caracteriza um ambiente doméstico automatizado no qual os usuários interagem com objetos físicos [Machado et al. 2017].

Diante disso, Spoladore [2017] considera que as soluções para AAL visam melhorar a qualidade de vida, o conforto e o bem-estar e podem ser personalizadas para abordar

3.2. Características dos Entrevistados

O Survey foi respondido por 28 entrevistados, sendo 20 do Brasil, 2 de Portugal, 3 da França, 2 da Tunísia e 1 da Itália, conforme a Figura 1. Já em relação a situação acadêmica dos entrevistados, foi observado que 47% deles atuam como docentes que trabalham em linhas de pesquisa ligadas a sistemas AAL, outros 31% como integrante do time de desenvolvimento, 13% como discentes e 9% como usuário final.

Em relação ao nível acadêmico dos entrevistados, 80% são doutores, 5% é mestre, 5% é mestrando e 10% é graduado. Vale destacar que as solicitações enviadas para o grupo da academia contemplaram aqueles que eram: mestrando, doutorando, mestres ou doutores. Com isso, podemos inferir que, possivelmente, os graduados participantes são pessoas da indústria. Quando tratado sobre o tempo em que atuam na área de sistemas AAL, 32% possuem até 2 anos de atuação; outros 28% possuem até 5 anos; 12% possuem até 10 anos de atuação e 28% atuam a mais de 10 anos.

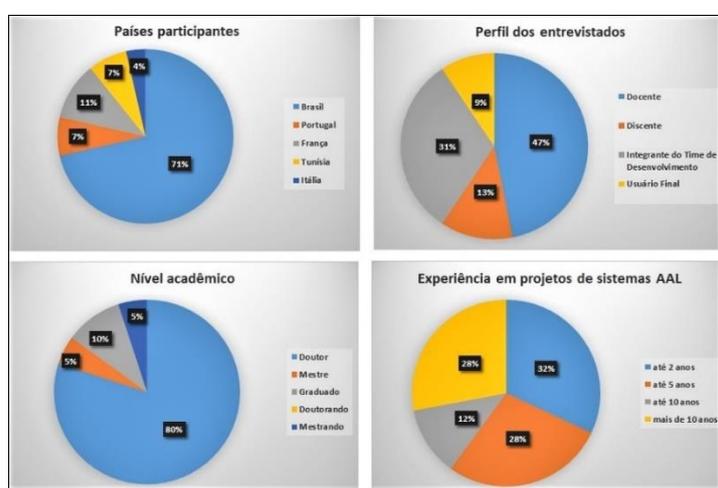


Figura 1. Características dos entrevistados. (Autor, 2022)

3.3. Características dos Sistemas AAL

Essa parte do questionário se propôs a investigar sobre as características específicas dos sistemas AAL, buscando validar/consultar o que foi proposto para permitir ao desenvolvedor permear os diversos elementos que podem constituir esse tipo de sistema.

De início, questionamos sobre a completude da classificação de sistemas AAL que foi proposta (baseada em Nehmer et al. [2006]), onde 26 entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 46% responderam que existiam outros tipos de sistemas AAL (conforme a Figura 2). Foi questionado quais tipos estariam faltando, onde as respostas citaram: Serviços de acompanhamento; Ambientes com foco em Tecnologia Assistiva; Atividades profissionais; Serviço Educacional; Serviços governamentais. É possível perceber que houve uma expansão na aplicação de sistemas AAL. Com isso, houve uma complementação da classificação proposta inicialmente, conforme Figura 10.

Quando questionados sobre se existia mais algum agente a ser acrescido no modelo inicial, 18 entrevistados responderam essa pergunta (conforme Figura 2), onde 50% disseram que existem outros agentes associados a sistemas AAL e que deveriam ser incorporados. Diante disso, foi questionado quais seriam esses agentes e as respostas abordaram: Familiares; Agente de entretenimento e leitura; Educadores; Empregador; Colegas; Fornecedores dos equipamentos e serviços; Organizações e Acompanhantes domésticos. Mediante as sugestões, houve uma complementação no modelo inicial sobre os tipos de agentes, conforme pode ser visto na Figura 10.

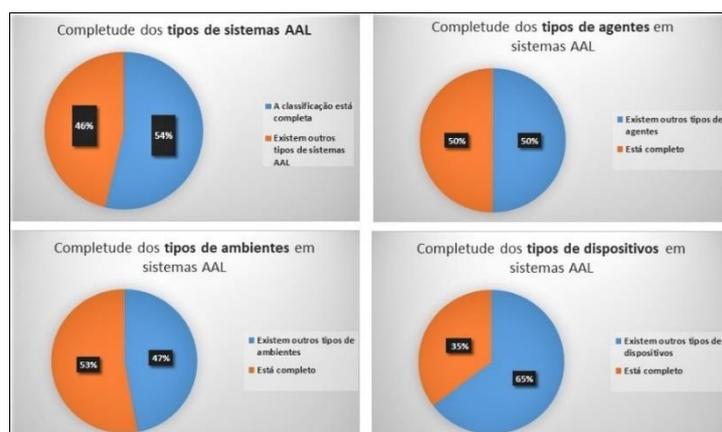


Figura 2. Características dos sistemas AAL (Autor, 2022)

Em relação aos tipos de ambientes onde podem ser aplicados sistemas AAL, 17 entrevistados responderam essa questão, 47% responderam que existem outros ambientes que deveriam ser levados em consideração. Os ambientes citados como complemento foram: casas geriátricas; clínicas; ONG; mobilidade (dentro de algum veículo); lojas de comércio de produtos especializados para o usuário final; centros de reabilitação; escola; estruturas especializadas, como habitações médicas (não hospitalares) e ambiente de trabalho. Podemos perceber a evolução na visão de ambientes que podem ser considerados no uso de sistemas AAL, conforme pode ser visto na Figura 10.

Em relação aos dispositivos que podem fazer parte de um sistema AAL, 17 entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 65% responderam que existem outros dispositivos que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, foi questionado quais seriam esses dispositivos, tendo como respostas: wearable; dispositivo de comando por voz; câmeras; caixa de som e aparelho celular; recipiente (no caso de um administrador de pílulas automático, por exemplo); atuador e switches. Dentre os sugeridos, o destaque está para os dispositivos vestíveis (wearable), sendo algo que vem sendo cada vez mais demandado pela população [Pandelo 2016], onde o seu uso pode contribuir para a redução dos gastos em saúde, minimização dos erros médicos e ampliação das possibilidades de interação entre pacientes e profissionais de saúde [Rocha et al. 2016]. Houve uma complementação dos tipos de dispositivos, conforme pode ser visto na Figura 10.

Com relação à classificação de sistemas AAL que são desenvolvidos/abordados pelo entrevistado, pode-se verificar que os sistemas AAL do tipo Assistência Alimentar

foi o que mais se destacou, ficando com 11% das menções, vindo em seguida os sistemas do tipo Detecção Interna de Emergência, ficando com 10% das menções, e logo após, os sistemas do tipo Serviços de Transporte, ficando com 8%, conforme Figura 3.

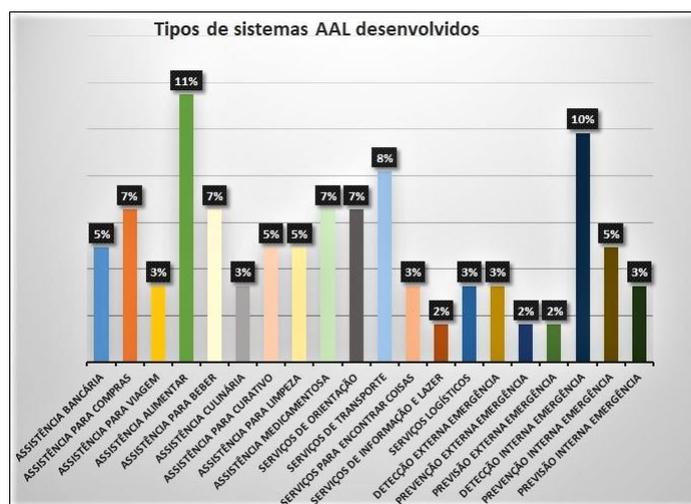


Figura 3. Tipos de sistemas AAL desenvolvidos (Autor, 2022)

3.4. Compliance em projetos de sistemas AAL

A terceira parte do questionário teve como objetivo levantar como é tratada a questão de *compliance* em projetos de sistemas AAL. Quando perguntado aos entrevistados sobre a questão de levarem em consideração *compliance* na execução dos seus projetos de sistemas AAL, 17 deles chegaram a responder a essa pergunta, onde 12% responderam que não levam em consideração *compliance* para desenvolvimento de sistemas AAL. Em contrapartida, 88% responderam que levam em consideração *compliance*, conforme pode ser visto na Figura 4. Diante disso, foi questionado quais seriam os tipos de legislação/documentação que eles levam em consideração para os seus projetos de sistemas AAL. Essa pergunta obteve 84 respostas, uma vez que, foi facultado aos entrevistados marcarem mais de uma opção, tendo como resultado que a Especificação de Requisitos foi a mais citada, ficando com 10% das menções, conforme a Figura 5.

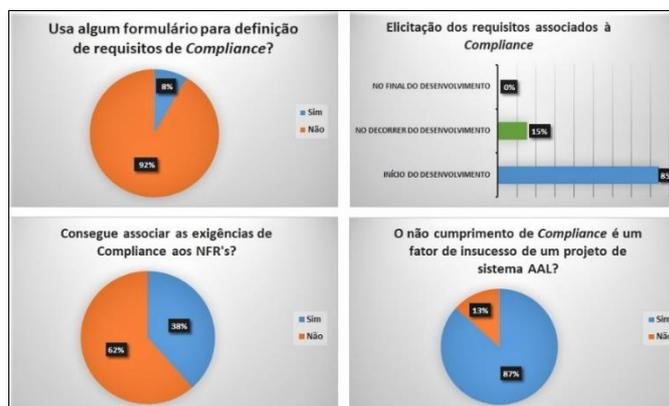


Figura 4. Compliance em projetos de sistemas AAL (Autor, 2022)

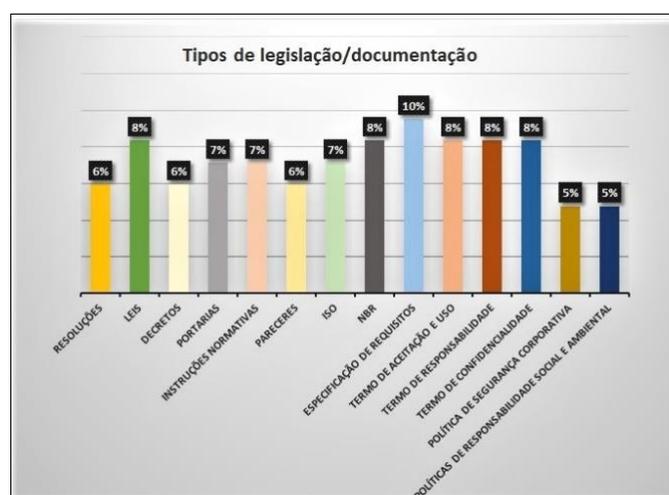


Figura 5. Tipos de legislação/documentação (Autor, 2022)

Ao ser avaliado se os entrevistados utilizam algum formulário no processo de definição dessas legislações, 12 entrevistados responderam a essa questão, onde 92% responderam que “Não” utilizam qualquer formulário, conforme a Figura 4.

Quando tratado com os entrevistados sobre se eles conseguiam associar as exigências de *compliance* aos Requisitos Não Funcionais (NFR's) na execução dos seus projetos de sistemas AAL, 13 entrevistados responderam essa pergunta, tendo 62% respondido que não conseguem fazer essa associação, conforme Figura 4. Diante disso, foi possível verificar que existe uma deficiência por parte dos *stakeholders* de projetos de sistemas AAL no tocante a conseguir correlacionar *compliance* e o atendimento aos Requisitos Não Funcionais. Foi questionado também se eles consideram que o não cumprimento de *compliance* pode ser um dos fatores de insucesso em um projeto de sistema AAL, onde 15 entrevistados responderam a essa pergunta, onde 87% responderam que é um fator de insucesso.

Com isso, é possível verificar que existe uma prevalência no entendimento, por parte dos *stakeholders* de projetos de sistemas AAL, de que não levar em consideração aspectos de *compliance* ou o seu descumprimento, é de fato um fator de insucesso em projetos de Sistemas AAL.

3.5. Requisitos Não Funcionais em Projetos de Sistemas AAL

A quarta parte do questionário teve como objetivo levantar como é tratada a questão de NFR's em projetos de sistemas AAL. Quando perguntado aos entrevistados sobre a questão de levarem em consideração esses requisitos para execução de um projeto de sistemas AAL, 15 entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 100% responderam que levam em consideração os NFR's, demonstrando assim a importância que os NFR's possuem no desenvolvimento desse tipo de sistema.

Quando tratado com os entrevistados sobre os NFR's ligados a qualidade do produto, tomando por base as 31 subclassificações de NFR's ligados a qualidade do produto, sendo esses aqueles sugeridos na taxonomia de Garcés [Garcés et al. 2017], foi perguntado se havia mais algum tipo de NFR que fazia parte desse tipo de sistema que não constava na referida lista. Quinze entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 27% responderam que existem outros tipos de NFR's ligados a qualidade do produto e que deveriam ser levados em consideração, conforme a Figura 6. Diante disso, os possíveis requisitos não funcionais sugeridos para complementação do modelo da ontologia proposta abordaram: Rastreabilidade; Privacidade (dos dados); Dependability. O destaque aqui se dá para o requisito privacidade (dos dados), principalmente, tendo em vista a instituição da LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais) no Brasil.

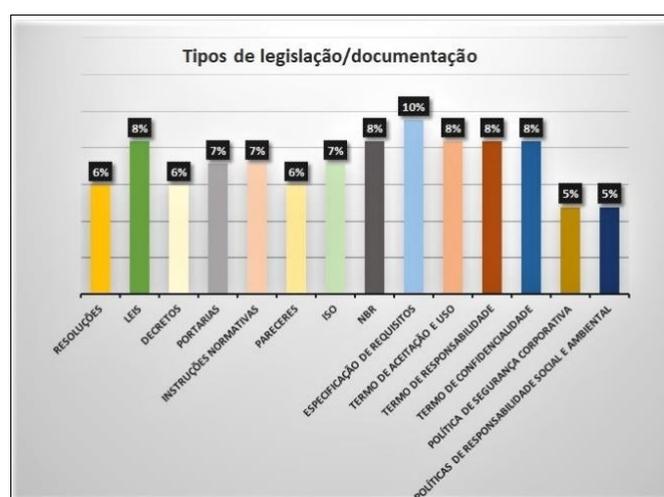


Figura 6. Requisitos Não-funcionais em projetos de sistemas AAL (Autor, 2022)

É importante destacar também a sugestão de acréscimo do requisito confiança, sendo essa associada a segurança e diferente de confiabilidade (que já está contemplada na taxonomia de Garcés [2017]). A confiança, segundo Sommerville [2011], inclui uma

série de características como confiabilidade, proteção e segurança, onde um software confiável não deve causar prejuízos físicos ou econômicos no caso de falha de sistema.

Ao ser avaliado se os entrevistados utilizam algum formulário para auxiliar no processo de definição dos NFR, 15 (quinze) entrevistados responderam a essa questão, onde 80% responderam que “Não” utiliza qualquer formulário, conforme a Figura 6. Quando tratado sobre os NFR's ligados a qualidade de uso, tomando por base as subclassificações apresentadas (taxonomia de Garcés [2017]), foi questionado se havia mais algum NFR que fazia parte desse tipo de sistema e que não constava na referida lista. Essa pergunta foi respondida por 15 entrevistados, onde 20% responderam que existem outros tipos de NFR's ligados a qualidade de uso e que deveriam ser levados em consideração, conforme pode ser visto na Figura 6. Diante disso, foi questionado quais seriam esses possíveis requisitos não funcionais. As respostas apontaram: Mitigação do Risco Social e Privacidade (no uso). Vale destacar o requisito Mitigação do Risco Social, que se constitui num fenômeno que comprometa a capacidade dos indivíduos de assegurar-se e garantir a sua independência social por si só [Alvarenga 2012].

Em relação às quais requisitos não funcionais ligados a qualidade do produto que seriam os considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, as opções (subtipo de NFR ligado a qualidade do produto) apresentadas foram marcadas 124 vezes, uma vez que, cada entrevistado poderia marcar mais de uma opção, onde ao final, pode-se verificar que o NFR do tipo Usabilidade - Acessibilidade foi o que mais se destacou, ficando com 7% das menções, vindo em seguida os NFR's dos tipos Segurança - Integridade, Confiabilidade – Tolerância ao Erro e Segurança – Confidencialidade, ficando com 6%, conforme Figura 7.



Figura 7. NFR's ligados à qualidade do produto considerados mais críticos. (Autor, 2022)



Figura 8. NFR's ligados à qualidade de uso considerados mais críticos (Autor, 2022)

Em relação às quais requisitos não funcionais ligados a qualidade de uso seriam os considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, as opções foram marcadas 56 vezes, uma vez que, cada entrevistado poderia marcar mais de uma opção (subtipo de NFR ligado a qualidade de uso). Essa pergunta foi respondida por 15 entrevistados e pode-se verificar que o requisito Livre de Risco - Mitigação de Risco de Saúde e Segurança e o requisito Satisfação - Confiança foram os que mais se destacaram, ficando com 14%, conforme a Figura 8.

3.6. Requisitos Éticos em Projetos de Sistemas AAL

A quinta parte do questionário teve como objetivo verificar a visão dos entrevistados a respeito dos requisitos éticos e como eles são tratados em projetos de sistemas AAL.

Quando perguntado sobre a questão de os requisitos éticos serem levados em consideração para execução de um projeto de sistemas AAL, 14 entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 86% responderam que levam em consideração tais requisitos. Os outros 14% responderam que “Não”, conforme Fig 9. Isso mostra que a maioria dos *stakeholders* envolvidos em projetos de Sistemas AAL se preocupa em atender os requisitos classificados como éticos.

Quando tratado com os entrevistados sobre os subtipos de requisitos éticos, tomando por base o proposto por Panico et al. [2020], foi perguntado se havia mais algum tipo de requisito ético que fazia parte desse tipo de sistema e que não constava na referida lista, 15 entrevistados chegaram a responder a essa questão, onde 20% responderam que existem outros tipos de NFR's que deveriam ser levados em consideração. Diante disso, foi questionado quais seriam esses possíveis requisitos éticos, onde as respostas abordaram: Privacidade; Aceitação social e Bondade moral.

Em relação às quais requisitos éticos que seriam considerados mais críticos e que não podem deixar de ser observados em qualquer tipo de sistema AAL, as opções foram marcadas 40 vezes e pode-se verificar que o requisito ético do tipo Não Maleficência foi o que mais se destacou, ficando com 25% das menções, vindo em seguida o requisito ético do tipo Utilidade, ficando com 20% das menções, e logo após, os requisitos do tipo Autonomia, ficando com 18%, conforme Figura 9. Por fim, quando questionados se consideram que seja importante a análise de *Compliance*, de NFR e de requisitos éticos no desenvolvimento de sistemas AAL, 14 entrevistados chegaram a responder a essa pergunta, onde 93% consideram importante analisar cada uma dessas variáveis.

Após a extração dos dados e sugestões obtidas no *Survey*, os novos elementos foram adicionados ao modelo inicial de proposição da futura ontologia, conforme apresentado na Figura 10, onde os novos elementos estão destacados com as bordas pontilhadas em vermelho. É possível perceber que houve contribuições importantes, principalmente nos aspectos dos tipos de ambientes nos quais são aplicados os sistemas AAL, assim como em relação aos dispositivos usados nesses sistemas.

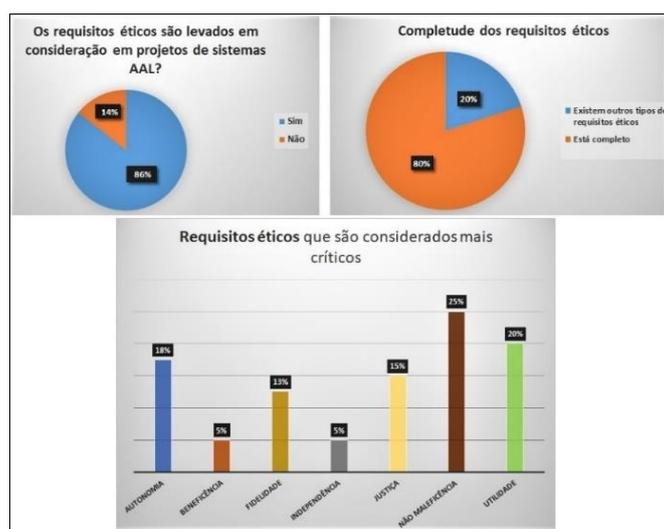


Figura 9. Requisitos éticos em sistemas AAL. (Autor, 2022)

4. Modelagem UML da Ontologia

A ontologia de referência que será proposta compreende uma definição formal dos módulos e requisitos para sistemas AAL. A referida ontologia contempla os aspectos de compliance, NFRs (de qualidade, de produto e requisitos éticos), dispositivos, ambientes, stakeholders e tipos de sistemas, assim como as relações entre esses elementos, podendo contribuir no processo de especificação desse tipo de sistema. A Figura 10 apresenta a modelagem de todos os módulos associados à ontologia, onde foram consideradas as sugestões propostas pelos entrevistados do survey (os acréscimos oriundos do survey estão destacados nas caixas com bordas pontilhadas em vermelho). Essa modelagem foi realizada utilizando o princípio da UFO (ontologia de

fundamentação) proposta por Guizzardi [2005] e modelada pela OntoUML2 [Guizzardi & Wagner, 2012], que é uma extensão da UML para modelagem de ontologias a partir da UFO. Para realizar a modelagem, foi utilizado um plugin da ferramenta Visual Paradigm.

Na OntoUML2, as regras sintáticas evoluíram com base no feedback de usuários e em análises de como a linguagem era usada na prática (Guizzardi et al. 2021). Diante disso, os conceitos são considerados como classes UML, as relações assumem o papel de herança e associações, e as instâncias são descritas por meio de diagramas de objetos.

Para simplificar a apresentação da ontologia, a Onto4CAAL será dividida em sete módulos, conforme apresenta a Figura 10, sendo eles: SistemasALL, Compliance, Requisito, Agent-UFO (Stakeholders), Ambiente, Hardware e Software.

5. Trabalhos Relacionados

Rashidi [Rashidi & Mihailidis, 2012] realizou um *Survey* sobre ferramentas AAL para idosos e verificou que ainda existem muitos desafios que precisam ser enfrentados pelos pesquisadores de sistemas AAL, desafios esses associados a: fatores humanos, questões de usabilidade e experiência do usuário, partes interessadas, as questões legais e éticas. É importante destacar que, atualmente, não há regulamentos estruturados sobre o desenvolvimento de ferramentas AAL.

Já o trabalho de Memon et al. [2014] realizou uma pesquisa bibliográfica sobre frameworks, sistemas e plataformas AAL para identificar os aspectos essenciais dos sistemas AAL e investigar as questões críticas de design, tecnologia, qualidade de serviço e perspectivas de experiência do usuário. Verificou-se que a maioria dos sistemas AAL está confinada a um conjunto limitado de recursos, ignorando muitos dos aspectos essenciais desses sistemas, onde os atributos de qualidade são frequentemente tratados de forma insuficiente. Foi concluído também que maiores esforços de padronização são necessários para alcançar soluções AAL mais interoperáveis e sinérgicas.

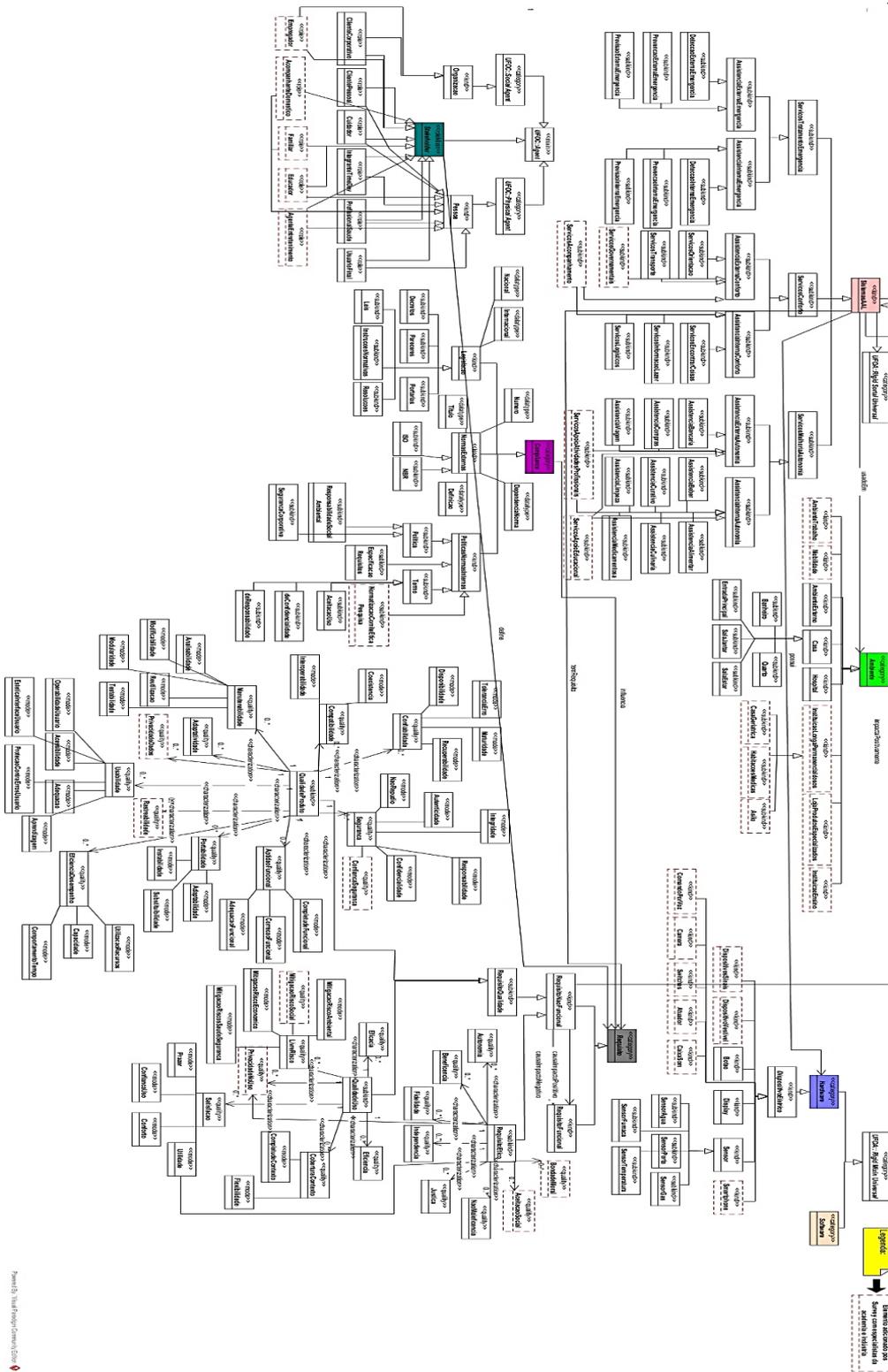


Figura 10. Modelagem da ontologia com OntoUML. (Autor, 2022)

Em [Dunne, Morris & Harper 2021] foi realizado em Survey sobre os últimos 10 anos de estudos sobre Ambientes Inteligentes (AmI) e Sistemas AAL, sendo discutido uma visão geral dessas áreas, tratando sobre a avaliação das questões sociais, culturais e éticas; análise de domínios; questões de usabilidade; entre outros. A referida pesquisa concluiu que os maiores desafios de pesquisa virão do desenvolvimento da sensibilidade ao contexto para esses sistemas, onde será preciso entender como desenvolver tais sistemas, mas também investigar como entender todo o cenário ou ambiente, a partir de uma perspectiva de design centrada no usuário, em vez de ferramentas, aparelhos e dispositivos individuais.

6. Limitações e Trabalhos Futuros

Para este Survey identificamos como principal limitação o tamanho da amostra utilizada. Levando em consideração que o método de amostragem utilizado foi o não probabilístico, sendo esse um método que não define o tamanho da amostra [Kitchenham & Pfleeger 2002], pois a representatividade da população é praticamente impossível de medir (não há como determinar a quantidade exata de pesquisadores e profissionais da indústria que atuam em desenvolvimento de sistemas AAL), assim como, a porcentagem de entrevistados que responderam ao questionário. Como trabalho futuro, será proposta uma ontologia central que compreende uma definição formal dos módulos e requisitos para sistemas AAL, onde será realizada a axiomatização, sendo essa ilustrada através da notação UML, e formalizada por axiomas na lógica descritiva (DL).

7. Conclusão

Por se tratar de uma área com vários subdomínios e especificidades, o desenvolvimento de sistemas AAL requer uma especificação de requisitos que contemple os diversos fatores envolvidos. Os desafios em desenvolvimento de sistemas AAL tem levado a comunidade acadêmica a explorar e estabelecer novas abordagens para o desenvolvimento desse tipo de sistema, tais como o uso de ontologias. Baseado nisso, foi construída uma base para proposta de uma ontologia e, como foi visto neste trabalho, foi realizado um *Survey* com especialista para verificação da completude.

Foi possível ainda analisar quais os NFR's que são levados em consideração e tidos como os mais críticos para esses sistemas, assim como, avaliar a visão a respeito da relação *Compliance* e NFR's em sistemas AAL e o tratamento dado aos requisitos éticos nesses sistemas. Através do *Survey*, também foi possível identificar melhorias nos elementos de cada módulo inicialmente proposto para criação da ontologia Onto4CAAL. Além disso, foi referendado pelos entrevistados, a importância de uma abordagem de auxílio à especificação de requisitos para sistemas AAL que contemplem NFR's, *Compliance* e requisitos éticos.

8. Agradecimentos

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

7. References

- Alvarenga, M. S. (2012). “Risco e vulnerabilidade: razões e implicações para o uso na Política Nacional de Assistência Social”. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Espírito Santo.
- Benghazi, K., et. al. (2012) “Enabling correct design and formal analysis of Ambient Assisted Living systems”. *Journal of Systems and Software*.
- Cheng, D. C., Villamarin, J. B., Cu, G., & Lim-Cheng, N. R. (2018) “Towards Compliance Man-agement Automation thru Ontology mapping of Requirements to Activities and Controls”. In *2018 Cyber Resilience Conference (CRC)* (pp. 1-3). IEEE.
- Dunne, R., Morris, T., & Harper, S. (2021) A Survey of Ambient Intelligence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(4), 1-27.
- Felicíssimo, C. H., & Breitman, K. K. (2004) “Taxonomic Ontology Alignment Implementation”. In *WER* (pp. 152-163).
- Garcés, L., et al. (2017) “Quality attributes and quality models for ambient assisted living software systems: A systematic mapping”. *Information and Software Technology*.
- Gomes, T., & Alencar, F. (2021) “Análise de Ontologias para Sistemas AAL (Ambient Assisted Living) e o suporte a Compliance”, *24th WER*.
- Gruber, T. R. (1993) “A translation approach to portable ontology specifications”. *Knowledge acquisition*, 5(2), 199-220.
- Guizzardi, G. (2005) *Ontological foundations for structural conceptual models*. [S. l.].
- Guizzardi, G. et al. (2021) Types and taxonomic structures in conceptual modeling: A novel ontological theory and engineering support. *Data & Knowledge Engineering*, [S. l.], v. 134, n. May, p. 101891.
- Guizzardi, G.; Wagner, G. (2012) Conceptual simulation modeling with ONTO-UML advanced tutorial. In: *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*. IEEE, p. 1-15.
- Jorshari, F. Z., & Tawil, R. H. (2015) “A High-Level Scheme for an Ontology-Based Compliance Framework in Software Development”. *IEEE 17th International Conference on High Performance Computing and Communications*, IEEE.
- Kitchenham, B.; Pfleeger, S. L. (2002) “Principles of survey research”. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 27, n. 5, p. 17-20.
- 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. (2017) "Reactive, pro-active, and extensible situation-awareness in ambient assisted living". *Expert Systems with Applications*, 76, 21-35.
- Memon, Mukhtiar, et al. (2014) "Ambient assisted living healthcare frameworks, platforms, standards, and quality attributes." *Sensors* 14.3: 4312-4341.
- NBR ISO 19600/2016 – (2016) "Sistema de Gestão de Compliance: Diretrizes". ABNT.
- Nehmer, J., Becker, M., Karshmer, A., & Lamm, R. (2006) "Living assistance systems: an ambient intelligence approach". In *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering* (pp. 43-50). ACM.
- Netto, C. M. (2017) "Proposta de modelo de requisitos para ferramentas de visualização de ontologia de domínio". UFMG.
- Pandelo, H. R. (2016) "IoT e Dispositivos Vestíveis Aplicados à Área da Saúde".
- Panico, F. et al. (2020) "Ethical issues in assistive ambient living technologies for ageing well". *Multimedia Tools and Applications*, v. 79, n. 47, p. 36077-36089.
- Ras, E., Becker, M., & Koch, J. (2007) "Engineering tele-health solutions in the ambient assisted living lab". In *21st AINAW'07* (Vol. 2, pp. 804-809). IEEE.
- Rashidi, Parisa, and Alex Mihailidis. (2012) "A survey on ambient-assisted living tools for older adults." *IEEE journal of biomedical and health informatics* 17: 579-590.
- Rocha, T. A. H. et al., (2016) "Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*", v. 25, p. 159-170.
- Silva, T. G., & Alencar, F. M. (2020) "Ontologias para Sistemas AAL que abordem Compliance: um mapeamento sistemático da literature", 13º ONTOBRAS.
- Sommerville, I. (2011) "Engenharia de Software". ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall.
- Spoladore, D., et al. (2017) "Semantic and Virtual Reality-enhanced configuration of domestic environments: the Smart Home Simulator". *Mobile Information Systems*.
- Zhong, B. T., et al. (2012) "Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking". *Automation in Construction*.