

Section: survey

Um Mapeamento Sistemático sobre Acessibilidade e Usabilidade no Desenvolvimento de Jogos Digitais para Idosos

Title: A systematic mapping of accessibility and usability in the process of development of digital games for the elderly

Flávia de Souza Santos¹, André de Lima Salgado¹, Renata Pontin de Mattos Fortes¹

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos – SP – Brasil

{flaviasantos, alsalgado}@usp.br, renata@icmc.usp.br

Abstract. *This study explored how, when and where accessibility and usability are approached during digital game development aiming the elderly users. We covered 20,270 initial results, from which we sampled 1,755 and obtained 46 publications after the mapping process. Our results evidenced a preference of the field for studies about evaluation of accessibility and/or usability in this domain. It also suggests that studies only approached accessibility during digital game development for the elderly when they also approached usability. Our analysis showed a significant ($p - \text{value} < .01$) higher number of studies approaching usability (43) in comparison to accessibility (11). We suggest research questions for future systematic reviews in the field.*

Keywords: *Acessibility; Usability; Elderly; Digital Games*

Resumo. *Este estudo explorou como, quando e onde acessibilidade e usabilidade são abordadas durante o desenvolvimento de jogos digitais para usuários idosos. Abordamos 20.270 resultados iniciais, dos quais amostramos 1.755 e obtivemos 46 publicações após o processo do mapeamento. Nossos resultados evidenciaram uma preferência no campo por pesquisas sobre avaliação de acessibilidade e/ou usabilidade neste domínio. Os resultados ainda sugeriram que pesquisas apenas abordaram acessibilidade durante o desenvolvimento de jogos digitais para idosos quando também abordaram usabilidade. Análises de resultados mostraram uma predominância significativa ($p - \text{valor} < .01$) de abordagens que consideram usabilidade (43) sobre abordagens que consideram acessibilidade (11). Nesse contexto, sugerimos questões de pesquisa para revisões sistemáticas futuras na área.*

Palavras-chave: *Acessibilidade; Usabilidade; Idosos; Jogos Digitais*

1. Introdução

O envelhecimento populacional é fato constatado mundialmente. É esperado que a população idosa mundial duplique de 962 milhões em 2017 para 2.1 bilhões em 2050 [WHO 2015]. Esta constatação impacta os diversos setores produtivos da indústria. Consequentemente, impacta os campos das Ciências da Computação e Sistemas de Informação. Ao passo que novas tecnologias são requisitadas pelo mercado devido ao crescimento da população idosa, torna-se necessário que tais tecnologias considerem as características deste público para que alcancem a qualidade esperada [ISO/IEC 25066, 2016]. Nesse contexto, cresce também a demanda por pesquisas que explorem o fenômeno do envelhecimento populacional e sua relação com o desenvolvimento de interfaces acessíveis [de Lara et al. 2016, Crabb and Hanson 2016].

A interação de usuários idosos com tecnologias é influenciada por diversos fatores, dentre os quais, destacam-se: preocupações com custo, benefícios esperados, necessidade da tecnologia e influência familiar e social [Peek et al. 2014]. Além dos fatores identificados, barreiras de acessibilidade também são de impacto importante na interação de idosos com tecnologias computacionais. Dentre as barreiras, destacam-se a falta de conhecimento sobre tecnologia e mudanças motoras relativas à idade [Gitlow 2014]. Assim, a população idosa é parte dos grupos de usuários beneficiados por aspectos de acessibilidade em software [Petrie et al. 2015]. Acessibilidade na Web, segundo Petrie *et al.* [2015, p. 3], pode ser definida como:

Todas as pessoas, especialmente as com deficiência e idosos, podem usar sites em uma variedade de contextos de uso, incluindo dispositivos diversos e recursos de Tecnologia Assistiva; para isso os sites precisam ser projetados e desenvolvidos para apoiar a usabilidade nesses contextos.

Jogos digitais oferecem muitas possibilidades de estímulos e podem melhorar a qualidade de vida da população idosa [Cota et al. 2015]. Especialmente, existem jogos digitais que oferecem benefícios para um envelhecimento saudável [Li 2014]. Para tanto, esses jogos precisam considerar as diversas características da população idosa a fim de obter qualidade esperada nos jogos ao final de seu desenvolvimento [ISO/IEC 25066, 2016]. Assim, jogos digitais devem atender aspectos de usabilidade e de acessibilidade.

No contexto de jogos digitais, usabilidade e acessibilidade para idosos é tema desafiador e está relacionado com outros conceitos, como jogabilidade [Fortes et al. 2017]. Jogabilidade, usabilidade e acessibilidade são conceitos distintos. Enquanto usabilidade e acessibilidade estão majoritariamente voltadas para a produtividade no alcance de objetivos durante o uso da aplicação, a jogabilidade está majoritariamente voltada para o entretenimento dos usuários [Novick et al. 2014]. Ressaltamos que a usabilidade e a acessibilidade são aspectos essenciais na esfera de controles e interfaces de usuários, necessários para início e/ou alteração de preferências em diversos jogos, enquanto a jogabilidade é aspecto fundamental na esfera do jogo em execução [Korhonen and Koivisto 2006]. Ainda assim, existem demandas de usabilidade e acessibilidade (e.g. para jogadores com deficiência visual) que podem ser requisitos para que os usuários consigam jogar o jogo durante sua execução. Por exemplo, usabilidade e acessibilidade podem se relacionar ao controle do jogo e a elementos interativos necessários ao longo da história do jogo

[Molnar and Kostkova 2014]. Portanto, conhecer as metodologias existentes para desenvolvimento de jogos usáveis e acessíveis é de suma importância para profissionais da área.

A literatura apresenta estudos bibliográficos sobre as questões relacionadas à acessibilidade em jogos digitais. Yuan *et al.* [2011] conduziram um *survey* de literatura abordando pesquisas sobre como barreiras de acessibilidade afetam a habilidade de jogadores em jogos digitais. Além do conteúdo de estado-da-arte revisado, Yuan *et al.* [2011] identificaram estratégias abrangentes para tornar jogos acessíveis. De maneira similar, Fortes *et al.* [2017] também conduziram um *survey* de literatura para revisar os principais métodos de avaliação de acessibilidade em jogos digitais para dispositivos móveis. No referido estudo, os autores revisaram quais métodos são abordados por pesquisas sobre acessibilidade para jogos digitais em dispositivos móveis e características do contexto de avaliação (e.g. perfil de usuários e outros aspectos de jogos avaliados em conjunto). Em síntese, ambos os estudos mencionados abordaram aspectos específicos de avaliação. Portanto, ainda é necessário conhecer como acessibilidade e usabilidade são abordadas durante todo o ciclo de desenvolvimento de jogos digitais para usuários idosos.

Este estudo exploratório teve como objetivo principal conhecer como, quando e onde os aspectos de acessibilidade e usabilidade são abordados durante o desenvolvimento de jogos digitais para usuários idosos. Por isso, realizamos um mapeamento sistemático da literatura [Kitchenham *et al.* 2009]. Esse tipo de estudo é realizado para fornecer uma visão geral ampla sobre uma área de pesquisa, para estabelecer se há evidências de pesquisa em um tópico e indicar a quantidade de tais evidências [Petersen *et al.* 2008]. Ressaltamos que para o escopo deste estudo não foram discutidas potenciais diferenças e semelhanças entre os termos acessibilidade e usabilidade. Assumimos a premissa de que usabilidade possa influenciar em aspectos de acessibilidade, conforme destacado em publicações da área [Petrie *et al.* 2015, ISO/IEC 25066:2016(en) 2016]. Assim, mapeamos publicações que abordavam ambos os termos, ou apenas um deles (acessibilidade ou usabilidade), e assumimos a perspectiva adotada pelos autores de cada trabalho no momento de referenciar sua abordagem como de acessibilidade, usabilidade ou abordagem para ambos os atributos de qualidade.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 está descrito o método adotado nesse mapeamento; na Seção 3 é apresentado como foi realizado o mapeamento; na Seção 4 descreve-se a análise dos resultados obtidos; a Seção 5 discute como mitigamos as ameaças à validade deste estudo; e a Seção 6 apresenta considerações finais e discussões para trabalhos futuros.

2. Método de Mapeamento Sistemático

O método de mapeamento adotado neste estudo está fundamentado nas diretrizes de Kitchenham *et al.* [2007]. Para a primeira fase, de *Planejamento*, conduzimos as seguintes etapas:

1. Identificação da necessidade de realização do mapeamento (vide Seção 1).
2. Desenvolvimento de um protocolo do mapeamento.

Para a segunda fase, de *Condução*, realizamos as seguintes atividades:

1. Identificação de pesquisas publicadas.
2. Seleção de estudos primários.
3. Remoção de duplicatas.
4. Inclusão e Exclusão de estudos, de acordo com critérios previamente definidos no protocolo do mapeamento.

A fase final, de *Reportar* o mapeamento, consistiu na revisão de todo o processo de mapeamento, extração e análise de dados, geração de mapas e publicação.

Protocolo de Mapeamento

O protocolo de mapeamento elaborado foi estabelecido para evitar que a revisão seguisse as expectativas dos pesquisadores envolvidos, como alertado por Kitchenham *et al.* [2007]. Assim, o protocolo de nosso mapeamento foi definido em termos de seus objetivos, questões de pesquisa, as fontes bibliográficas consultadas, formulação das *strings* de busca, e os critérios de inclusão e de exclusão dos estudos obtidos.

Os **objetivos** deste mapeamento foram:

Objetivo primário: mapear o estado da arte sobre a abordagem da acessibilidade e da usabilidade no desenvolvimento de jogos para o público idoso dentro de ciclos ou processos de software.

Objetivos secundários:

- Identificar como a acessibilidade e a usabilidade são abordadas durante o desenvolvimento de jogos para idosos.
- Identificar evidências de estágios, do desenvolvimento de jogos digitais, quando a acessibilidade e usabilidade para o público idoso são abordadas.
- Identificar centros de pesquisa, veículos de publicação e países onde são pesquisados e publicados estudos relacionados ao tópico deste mapeamento.

As **questões de pesquisa** deste estudo foram:

Questão 1 – Como a acessibilidade (ou a usabilidade) é abordada no ciclo de vida de desenvolvimento de jogos para idosos?

Questão 2 – Quando a acessibilidade (ou a usabilidade) é abordada no ciclo de vida de desenvolvimento de jogos para idosos?

Questão 3 – Onde pesquisas sobre os tópicos de acessibilidade e usabilidade em ciclo de vida de desenvolvimento de jogos para idosos são publicadas?

O **método de pesquisa nas fontes** adotado foi o de buscas com *strings* em bibliotecas (vide Tabela 1) e bases de metabuscas digitais (vide Tabela 2), disponíveis na Internet. O levantamento de artigos e outros trabalhos foi realizado por meio de buscas nas 7 (sete) seguintes Bases de Metadados e Bibliotecas Digitais: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *ISI Web of Science*, *Science@Direct*, *Scopus*, *Springer Link* e *Taylor & Francis*. Optamos por não utilizar a base de metabuscas *Google Acadêmico* neste estudo pois as bases utilizadas são complementares e representam os principais veículos de publicação da área de Interação Humano-Computador.

Tabela 1. Bibliotecas digitais consultadas

Bibliotecas Digitais	Endereços
<i>ACM Digital Library</i>	http://portal.acm.org
<i>IEEE Xplore</i>	http://ieeexplore.ieee.org
<i>Springer Link</i>	http://link.springer.com
<i>Science@Direct</i>	http://www.sciencedirect.com
<i>Taylor & Francis</i>	http://www.tandfonline.com

Tabela 2. Bases de metabuscas consultadas

Bibliotecas Digitais	Endereços
<i>ISI Web of Science</i>	http://www.isiknowledge.com
<i>Scopus</i>	http://www.scopus.com

Neste estudo, utilizamos **palavras-chave** em Língua Inglesa para priorizar artigos publicados nesta língua. Estudos publicados em outras línguas, que não o Inglês, não estavam no escopo deste mapeamento. As palavras-chave utilizadas foram: *game, elder, aged, disability, older, senior, software, system, model, code, application, program, document, artefact, life cycle, process, project, activity, task, evaluation, design, requirement, assessment, accessibility* e *usability*. Estruturamos a *string* de busca para contemplar variações destas palavras. Definimos as palavras-chave a partir do protocolo PICO (apresentado adiante) e seguindo a terminologia apresentada pelo padrão ISO/IEC/IEEE 12207 [2017]. Definimos os termos que integrariam a *string*, a partir de sugestões de três pesquisadores da área, autores deste artigo com experiência no tópico de pesquisa [Fortes et al. 2017]. Vale ressaltar que não houve necessidade da utilização de termos para “Comparação (C)”, pois limitaria a abrangência das buscas. Ainda, nós refinamos a *string* para que a mesma funcionasse em todas as bases de busca utilizadas. Conforme protocolo PICO, definimos a seguinte *string* de busca:

P - População:

(game) AND (elder* OR aged OR disabilit* OR older* OR senior*) AND (software OR system* OR model* OR cod* OR app* OR program* OR document* OR artefact*)*

I - Intervenção:

(life cycle OR process OR project* OR activit* OR task* OR evaluat* OR design* OR requeriment* OR assess*)*

C - Comparação: não se aplica.

O - Saídas:

(accessibility OR usability)

A *string* final utilizada nas bases de busca ficou como segue:

(game) AND (elder* OR aged OR disabilit* OR older* OR senior*) AND (software OR system* OR model* OR cod* OR app* OR program* OR document* OR artefact*) AND (life cycle OR process* OR project* OR activit* OR task* OR evaluat* OR design* OR requeriment* OR assess*) AND (accessibility OR usability)*

Alguns ajustes, por exigência das próprias bases, foram feitos na *string* durante a busca, mas estes não alteraram a cobertura da *string* teórica, respeitando o protocolo PICO. Além disso, não se restringiu a um período delimitado de publicação ou por área de publicação, em nenhuma das bases utilizadas.

Os **critérios de inclusão** objetivaram incluir estudos primários, escritos em Inglês, com texto completo disponível e cujas conclusões fornecessem indícios em seus resumos sobre o seguinte tópico: “*O estudo primário aborda acessibilidade ou usabilidade no desenvolvimento de jogos para idosos*”.

Ressaltamos que, em primeira instância, o critério de inclusão definido também atuou como critério de exclusão; resultados de busca que não satisfizeram os critérios de inclusão foram, lógica e simultaneamente, excluídos na mesma etapa. Em seguida, aplicamos critérios de exclusão complementares, a fim de refinar a adequação dos resultados incluídos previamente para reforçar a adequação dos mesmos enquanto conjunto de evidências para responder às questões de pesquisa. Assim, os **critérios de exclusão** adotados foram:

1. Estudos primários que não tenham resumos informados pela base de busca, exigindo a aquisição do texto completo.
2. Estudos primários que não apresentem indícios de conclusões para a área de Ciência da Computação.
3. Versões resumidas de um mesmo estudo.
4. Estudos primários sem texto completo disponível.

3. Condução do Mapeamento

Após a definição do protocolo de mapeamento, ele foi conduzido por dois dos pesquisadores envolvidos, e revisado pelo terceiro.

A etapa de *identificação de pesquisas* ocorreu no mês de maio de 2017. O total de pesquisas identificadas foi 20.270. A Figura 1 ilustra a síntese de todo o processo de mapeamento, considerando a quantidade de resultados retornados, mantidos e removidos a cada etapa do mapeamento.

Como indicado na Figura 1, o número total de resultados iniciais (20.270) foi determinado pela quantidade de trabalhos de pesquisa retornados pela base da *Springer Link* (19.515), enquanto *ACM Digital Library* retornou 99 publicações, a *IEEE Xplore* retornou 79 publicações, *ISI Web of Science* retornou 161 publicações, a *Science@Direct* retornou 25 publicações, a *Scopus* retornou 357 publicações e a *Taylor & Francis* retornou 34 publicações. A Figura 1 mostra essas quantidades e a predominância dos resultados obtidos na *Springer Link* em comparação com as demais bases. Neste contexto, para viabilizar este mapeamento, filtramos os 1.000 resultados mais relevantes obtidos na *Springer Link*. Determinamos a relevância e quantidade de resultados filtrados a partir das funcionalidades da própria base, que oferece ordenação dos resultados por relevância e opção de salvar os 1.000 resultados mais relevantes. O tamanho da amostra foi limitado pela própria ferramenta de busca na base, que oferece opção para salvar, no máximo, os 1.000 resultados mais relevantes de uma busca. Cientes de que buscas com a mesma

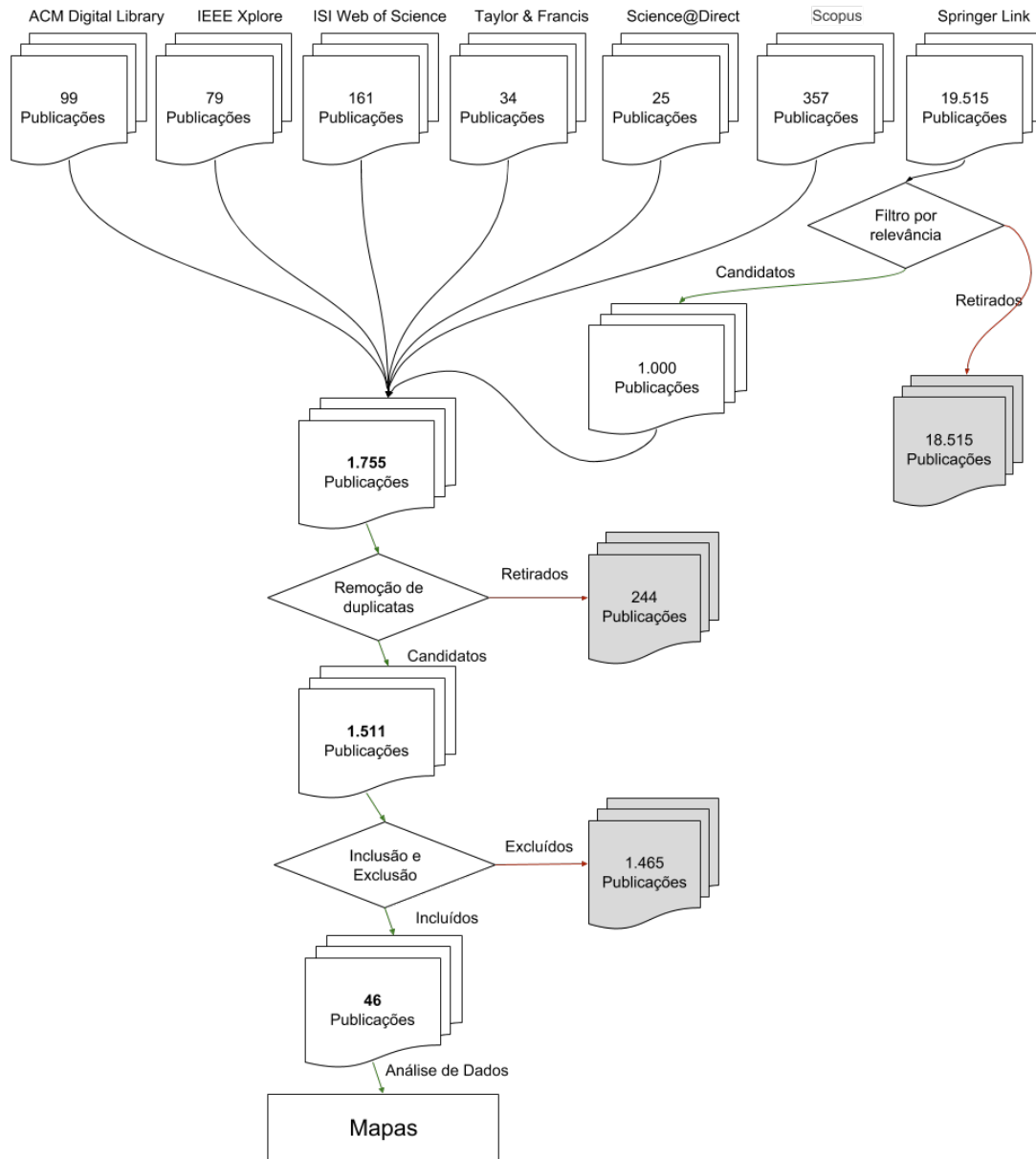


Figura 1. Quantidades de artigos retornados de cada base consultada e selecionados durante as etapas de *Condução do Mapeamento*

string de busca, realizadas em momentos diferentes, poderiam retornar resultados diferentes, decidimos limitar a amostra em 1.000 resultados. Ainda, entendemos que a relevância dos resultados, neste caso, foi definida pela base, e não pelos pesquisadores. Entretanto, consideramos a *Springer Link* uma base de confiança e com o mais alto domínio de conhecimento sobre os dados das publicações. Assim, assumimos que esta base usou de seus melhores mecanismos para sugerir as publicações mais relevantes para nossa pesquisa a partir da *string* de busca.

Após a realização das buscas, identificamos 244 publicações duplicadas. Todas foram removidas a fim de que não houvesse nenhuma duplicata. Assim, permaneceram

1.511 publicações como candidatas às análises.

A seguir, aplicamos os critérios de inclusão e exclusão nas 1.511 publicações remanescentes. Nesta etapa, excluímos 1.432 publicações com base na leitura de título, resumo e palavras-chave; permaneceram 79 publicações. Neste estágio ainda não era possível afirmar que as 79 publicações remanescentes de fato atendiam aos critérios de inclusão e exclusão. Portanto, os pesquisadores leram o texto completo de todas as 79 publicações remanescentes. Em consequência, foram também excluídas mais 33 publicações com base nos critérios de inclusão e exclusão. Finalmente, 46 publicações foram admitidas (satisfizeram os critérios de inclusão e exclusão) para compor os mapas deste estudo.

A Figura 2 ilustra a relação dos estudos encontrados, duplicados e selecionados, agrupados por base bibliográfica. Nessa figura, destacamos que, apesar da alta quantidade de publicações obtidas pelo buscador da *Springer Link*, o número final de publicações aceitas vindas desta base foi inferior ao número da *ACM Digital Library*, cujo retorno inicial contabilizou 99 publicações.

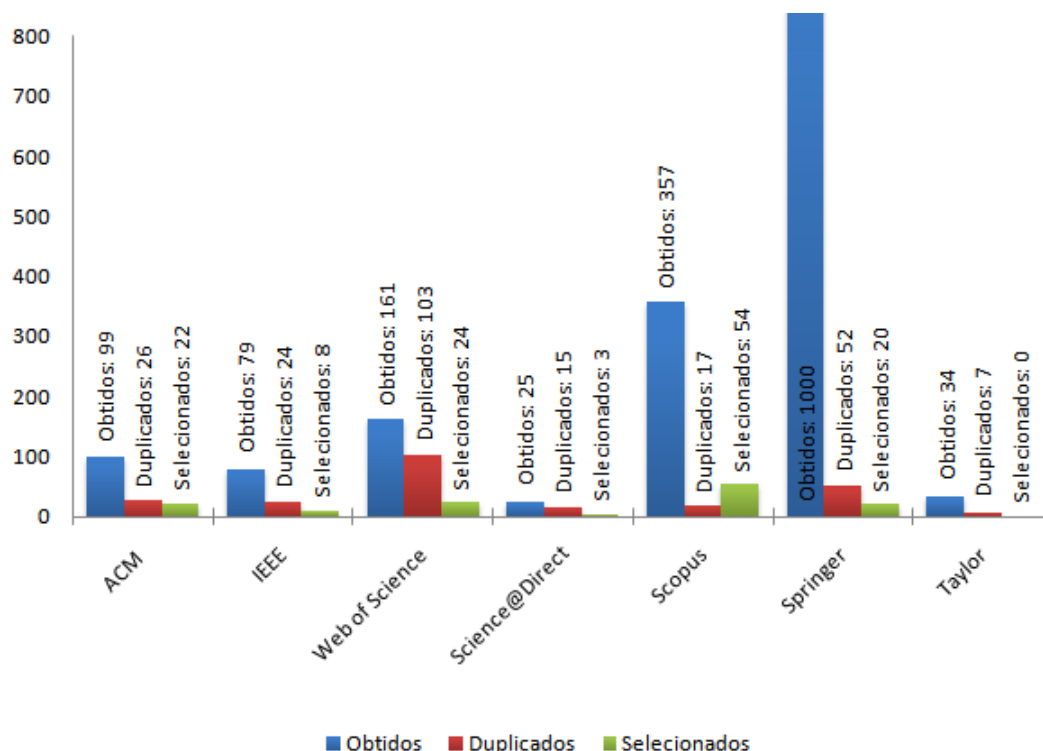


Figura 2. Quantidade de trabalhos encontrados, duplicados e selecionados, agrupados por base de Biblioteca Digital consultada

A seção seguinte apresenta, categoriza e discute os resultados obtidos por este mapeamento.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os resultados do mapeamento realizado, segmentados pelos três objetivos específicos, definidos previamente. Assim, dividimos esta seção com discussões nos seguintes três tópicos:

- (1.) *Como a acessibilidade e/ou usabilidade foram abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos (vide Seção 4.1).*
- (2.) *Quando a acessibilidade e/ou usabilidade foram abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos (vide Seção 4.2).*
- (3.) *Onde pesquisas sobre os tópicos de acessibilidade e/ou usabilidade abordados no desenvolvimento de jogos para idosos foram publicadas (vide Seção 4.3).*

Para cada um desses tópicos, discutimos possíveis implicações dos resultados obtidos na literatura da área. Ainda ressaltamos que não foi escopo deste estudo aprofundar em discussões sobre possíveis diferenças e semelhanças entre os termos acessibilidade e usabilidade, mas mapear as publicações que abordavam ambos, ou apenas um desses aspectos, e assumir a perspectiva adotada pelos autores de cada trabalho no momento de referenciar sua abordagem como de acessibilidade, usabilidade ou abordagem para ambos os termos.

4.1. Como a acessibilidade e/ou usabilidade foram abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos

Este mapeamento totalizou 46 publicações. Os resultados deste mapeamento mostram que onze (11) publicações abordaram acessibilidade no desenvolvimento de jogos digitais para idosos, enquanto 43 publicações abordaram usabilidade no desenvolvimento de jogos digitais para idosos. Considerando a terminologia adotada pelas próprias publicações, a quantidade de publicações sobre usabilidade (43) foi significativamente superior à quantidade de publicações sobre acessibilidade (11) no desenvolvimento de jogos digitais para idosos ($\chi^2 = 45.9103$, $p - \text{valor} < .00001$). Isso pode indicar que usabilidade é mais abordada que acessibilidade em estudos no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para idosos. Adicionalmente, isso pode indicar que, quando acessibilidade é estudada no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para idosos, ela é estudada a partir da perspectiva de usabilidade para o público idoso. Estas discussões estão limitadas pela amostragem de estudos na área, mas fornecem novas hipóteses para pesquisas futuras neste campo.

Das 46 publicações resultantes deste mapeamento, três (3) abordaram somente **acessibilidade** no desenvolvimento de jogos digitais para idosos. Esses três (3) trabalhos abordaram questões específicas de acessibilidade: (a) Motti *et al.* [2015] abordaram a utilização de requisitos de menor precisão tátil como forma de acessibilidade para o jogo proposto; (b) Gerling *et al.* [2013] basearam-se na literatura disponível e também na execução de teste com “*adultos mais jovens*” para corrigir os problemas de acessibilidade encontrados por estes usuários antes de testar com os idosos, público alvo; e (c) Park [2009] descreveu um novo método, denominado Projeto para Diversidade Dinâmica (do Inglês *Design for Dynamic Diversity*), o qual foi testado durante o estudo.

Além desses 3 estudos identificados que abordaram apenas acessibilidade no desenvolvimento de jogos digitais para idosos, outros oito (8) estudos abordaram **aces-sibilidade e usabilidade** em suas pesquisas neste domínio. Desses oito, destacamos que quatro (4) utilizaram métodos já existentes na literatura. O trabalho de Birn *et al.* [2014] seguiu as diretrizes para interfaces gráficas para adultos mais velhos (diretrizes de [Zajicek 2001, Planinc et al. 2013, Kurniawan 2008]), usou de fontes consideradas grandes, um esquema de cores de alto contraste e aplicou o questionário SUS (*System Usability Scale*) em avaliação com usuários potenciais. No estudo de Nap *et al.* [2015], destaca-se a utilização do questionário de usabilidade da IBM [Lewis 1995] para avaliar a usabilidade e a acessibilidade do jogo desenvolvido. No estudo de Gerling *et al.* [2011], destaca-se a execução do projeto de jogo participativo, que visa proporcionar aos idosos que estão em casas de repouso, geralmente frágeis, uma nova atividade de lazer que possa ser desenvolvida no ambiente dessas casas. Por fim, o estudo de Marinelli e Rogers [2014] menciona a utilização de avaliação heurística.

Dos outros quatro (4) estudos que reportam sobre **aces-sibilidade e usabilidade** em suas pesquisas, três (3) propuseram um novo método para abordar acessibilidade e usabilidade [Gerling et al. 2010, Gamberini et al. 2006, Hardy et al. 2015]. Gerling *et al.* [2010] identificaram quatro (4) diretrizes para melhorar a adequação dos jogos de esforço para idosos. Gamberini *et al.* [2006] apresentaram diretrizes para criação de jogos acessíveis e usáveis para idosos. Hardy *et al.* [2015] realizaram levantamento de requisitos e implementaram uma plataforma de desenvolvimento de jogos acessíveis e usáveis para idosos. Finalmente, Shim *et al.* [2010] foi o único destes estudos que não propôs nenhum método novo, optando por realizar várias sessões com usuários, mesmo com o *design* ainda em papel, as quais continuaram durante todo o desenvolvimento do jogo.

Foram 35 as publicações resultantes deste mapeamento que abordaram somente **usabilidade** no desenvolvimento de jogos digitais para idosos. Dentre elas, 29 publicações mostraram indícios e características das abordagens conduzidas visando a melhoria da usabilidade do jogo; essas publicações estão indicadas na Tabela 3.

Conforme apresentamos na Tabela 3, foi possível identificar as principais abordagens de pesquisa utilizadas nos trabalhos mapeados, que abordaram somente **usabilidade** no desenvolvimento de jogos digitais para idosos: (i) avaliações com base na participação de usuários, (ii) proposição de novos princípios ou recomendações para o desenvolvimento de jogos usáveis para este público, (iii) adoção de princípios ou recomendações já existentes para o desenvolvimento de jogos usáveis para o público idoso e (iv) adoção de modelo de desenvolvimento centrado no usuário. Essas abordagens estão indicadas na primeira coluna da Tabela 3, enquanto a segunda coluna apresenta breve descrição da respectiva abordagem. A terceira coluna da Tabela 3 contabiliza o número de publicações que adotam a referida abordagem, enquanto a quarta coluna referencia tais publicações.

Das demais seis (6) publicações que abordaram somente **usabilidade** no desenvolvimento de jogos digitais para idosos, tem-se que: três (3) indicam a realização de avaliação de usabilidade sem fornecer detalhes que identifiquem a abordagem [Lin and Wu 2013, McLaughlin et al. 2013, Ganesan and Anthony 2012]; e outras três

Tabela 3. Estratégias identificadas dentre os estudos que abordam somente a usabilidade

Abordagens	Breve descrição	Nº referências	Referências
Avaliações diversas, com base na participação de usuários	Condução de testes com usuários (observação), entrevistas ou questionários.	20	[Liu et al. 2014], [Palacio et al. 2017] [Hwang et al. 2009], [Ben-Sadoun et al. 2016], [Garcia-Sanjuan et al. 2017], [Tong and Chignell 2013], [Ahn et al. 2014], [Pyae et al. 2016b], [Sunwoo et al. 2010], [Wang 2016], [Kwon and So 2014], [Silva et al. 2013], [Rand et al. 2008], [Vallejo et al. 2015], [Boletsis and McCallum 2016b], [Frutos-Pascual et al. 2012], [Liukkonen et al. 2015], [Buiza et al. 2009], [Gamberini et al. 2009], [Billis et al. 2011]
Princípios ou recomendações para o domínio (novos)	Propõem diretrizes ou recomendações para o desenvolvimento de jogos digitais para idosos	4	[Whitlock et al. 2014], [Meza-Kubo and Morán 2013], [Pyae et al. 2016a], [Tong and Chignell 2014]
Princípios ou diretrizes gerais de usabilidade (tradicionais)	Seguem diretrizes ou princípios de usabilidade já existentes, não focados no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para idosos	2	[Konstantinidis et al. 2017], [Boletsis and McCallum 2016a]
Projeto Centrado no Usuário	Adoção da abordagem de Projeto Centrado no Usuário - UCD (<i>User Centered Design</i>).	3	[Rice et al. 2011], [Brox et al. 2017], [Khoo et al. 2008]

(3) discutem a importância de abordar usabilidade no desenvolvimento de jogos para idosos [Pyae et al. 2015, Ijsselsteijn et al. 2007, Konstantinidis et al. 2016]. Ainda, ressaltamos que Gamberini *et al.* [2009] também aplicaram questionários com especialistas no domínio de usuários idosos.

A próxima seção discute os resultados obtidos sobre quando a acessibilidade e/ou usabilidade foram abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos, considerando as publicações mapeadas.

4.2. Quando a acessibilidade e/ou usabilidade foram abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos

Esta seção apresenta os resultados deste mapeamento segundo o momento (quando) em que os aspectos de acessibilidade e/ou usabilidade foram abordados pelas publicações mapeadas. A partir desses resultados, discutimos possíveis causas e implicações.

As publicações resultantes deste mapeamento não ofereceram indícios suficientes sobre correlações entre abordagens utilizadas (sobre acessibilidade ou usabilidade) e fases do processo de desenvolvimento do jogo segundo padrões de processo de software. Assim, os poucos indícios fornecidos foram agrupados em três fases abrangentes: *Levantamento de requisitos*, *Implementação* e *Avaliação*. O agrupamento e nomenclatura dessas fases foram feitas a partir de discussões entre os autores sobre a similaridade entre os indícios identificados nas publicações, tendo como base as fases do ciclo de projeto centrado no usuário [Norman 2013], que são: especificar contexto de uso e especificar requisitos, iterativamente criar soluções de *design* e desenvolver, e, avaliar o produto desenvolvido.

A Tabela 4 apresenta o número total de publicações que mostraram indícios de práticas para abordar acessibilidade ou usabilidade em cada uma das três fases consideradas nesta análise, representadas por linhas da tabela. Na Tabela 4, a coluna “Acessibilidade” contém as quantidades de publicações que mostraram indícios de abordagens para acessibilidade (segundo a terminologia adotada pelas próprias publicações) apenas em cada uma das fases; a coluna “Acessibilidade e usabilidade” contém as quantidades de publicações que mostraram indícios de abordagem distinta para acessibilidade e usabilidade (não foi escopo de nosso estudo aprofundar nas distinções feitas entre os termos); e a coluna “Usabilidade” mostra as quantidades de publicações que mostraram indícios de abordagens para usabilidade (segundo a terminologia adotada pelas próprias publicações).

Tabela 4. Identificação das fases do desenvolvimento de jogos com abordagens de acessibilidade e/ou usabilidade, e quantidade de publicações

	Acessibilidade e			Total
	Acessibilidade	usabilidade	Usabilidade	
<i>Levantamento de requisitos</i>	1	0	4	5
<i>Implementação</i>	0	5	7	12
<i>Avaliação</i>	0	2	16	18
<i>Não mostra indícios da fase</i>	2	1	8	11

Em uma visão geral, considerando a coluna indicativa do total por fases na Tabela 4, a maioria das publicações resultantes deste mapeamento abordou usabilidade e/ou

acessibilidade durante a fase de avaliação (18 referências). Este resultado sugere que abordagens de avaliação de usabilidade e/ou acessibilidade têm maior interesse da comunidade. Outro resultado que destacamos em uma visão geral é a quantidade de publicações que não forneceram indícios sobre em qual fase do desenvolvimento, o que limitou suas contribuições para este estudo. Em resumo, dos 46 artigos selecionados, aproximadamente 10% abordaram a usabilidade e a acessibilidade durante o levantamento de requisitos do jogo (5 artigos); 26% abordaram durante alguma fase da implementação do jogo; mais de 39% abordaram somente durante a fase de avaliação (18 artigos); e aproximadamente 24% não mostraram indícios sobre a fase em que abordaram acessibilidade e/ou usabilidade (11 artigos).

Os resultados representados na Tabela 4 indicam a escassez de estudos que abordam técnicas para avaliação de acessibilidade. Neste contexto, nenhum estudo mostrou indícios sobre abordagem de avaliação de acessibilidade unicamente; os únicos estudos que mostraram indícios de abordagem de avaliação de acessibilidade foram os dois (2) estudos que abordaram acessibilidade e usabilidade. Entretanto, estes resultados também sugerem que, no contexto de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso, estudos abordam acessibilidade como usabilidade para fins de avaliação. Ainda, este mapeamento evidenciou que, na amostragem considerada, acessibilidade em jogos digitais para o público idoso apenas é considerada em fases de implementação e avaliação quando em conjunto com usabilidade, ou quando usabilidade é considerada pelos autores como requisito para acessibilidade do jogo.

Considerando a quantidade de publicações que indicaram abordagem de ambos aspectos, acessibilidade e usabilidade (segundo distinções dos próprios estudos), identificamos uma maioria de abordagens na fase de implementação sobre abordagens nas demais fases. Este resultado sugere que ainda sejam necessários estudos sobre como levantar requisitos para aplicações visando ambos os aspectos de acessibilidade e usabilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso.

Finalmente, usabilidade foi o aspecto mais abordado dentre as publicações mapeadas neste estudo. Os resultados deste mapeamento indicam a predominância de abordagens de usabilidade sobre abordagens que consideram acessibilidade unicamente. Isso reforça a discussão de Petrie *et al.* [2015] sobre a necessidade de abordar usabilidade para o público idoso a fim de que, conseqüentemente, a acessibilidade também seja trabalhada. Especulamos que isso represente a necessidade de incentivos na área para o desenvolvimento de pesquisas focadas em acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso. Sugerimos que estudos futuros explorem os benefícios de abordagens focadas em acessibilidade para o desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso.

A seção seguinte discute resultados de onde (países e veículos) pesquisas sobre acessibilidade e/ou usabilidade, abordadas durante o desenvolvimento de jogos para idosos, foram identificadas nas publicações mapeadas.

4.3. Onde pesquisas sobre o tópico de acessibilidade e/ou usabilidade, abordadas no desenvolvimento de jogos para idosos, foram publicadas

Esta seção apresenta um mapa destacando geograficamente os países em que têm sido estudadas as questões de acessibilidade e/ou usabilidade durante o desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso, com base nos resultados obtidos neste mapeamento. Também indicamos os veículos de publicação onde estão publicados os estudos mapeados e as universidades onde ocorreram os estudos mapeados.

A Figura 3 apresenta um mapa de temperatura, em escala de cinza. Nesse mapa, os países com maior participação em pesquisas estão em tom mais escuro, enquanto os países com menor participação estão em tom mais claro, na escala de cinza. Para contabilizar a participação de um país em determinada pesquisa, verificamos se havia pelo menos um autor da pesquisa com vínculo institucional no respectivo país, o qual está indicado na seção de autoria. Múltiplos autores de um mesmo país, em uma mesma pesquisa, não aumentam a participação de um país na pesquisa (a qual permanece quantificada como uma).

Na Figura 3, destacaram-se no mapa os Estados Unidos e a Espanha como principais locais de pesquisa no tópico de abordagens para acessibilidade e/ou usabilidade durante o desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso. Os Estados Unidos apresentaram sete (7) dessas publicações, Espanha seis (6), Canadá cinco (5), Finlândia e Grécia quatro (4), Alemanha, Noruega e Taiwan três (3), Áustria, França, Itália, México, Nova Zelândia, Singapura, Coreia do Sul e Holanda duas (2), China, Israel, Portugal, Eslovênia, Suíça e Reino Unido com apenas uma (1) publicação.

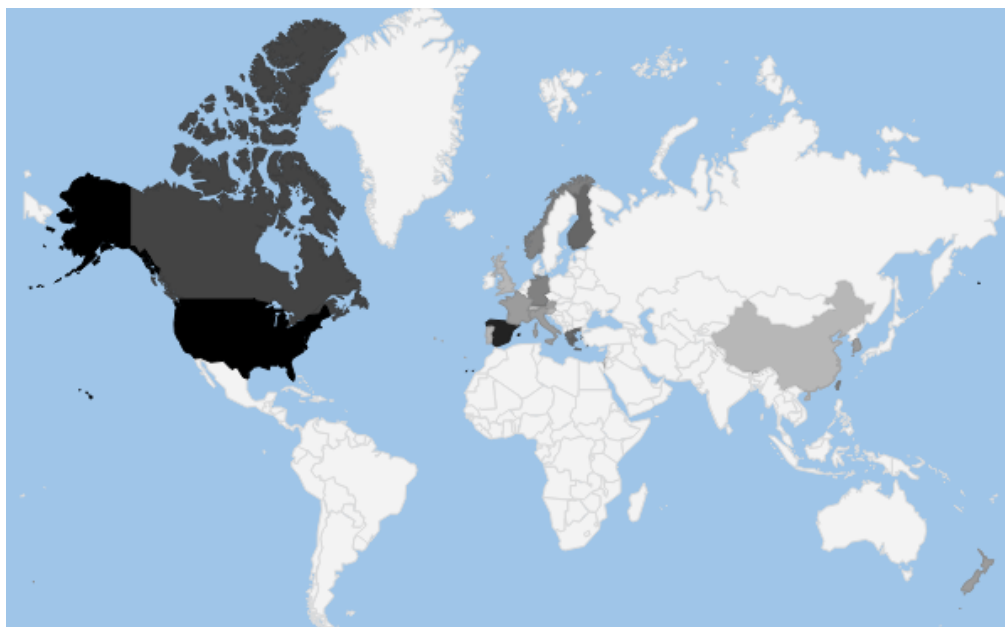


Figura 3. Mapa de temperatura: países onde ocorreram pesquisas sobre usabilidade e/ou acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso

Ainda na Figura 3, é possível observar que pesquisas sobre abordagens para aces-

sibilidade e/ou usabilidade durante o desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso estão, predominantemente, nos países do hemisfério norte, com exceção da Nova Zelândia. Neste contexto, o Brasil (país onde desenvolvemos esta pesquisa) aparece em branco, pois nenhuma publicação mapeada foi originada de pesquisas que ocorreram no Brasil.

A Tabela 5 é complemento à Figura 3. A Tabela 5 indica a quantidade de publicações mapeadas por países (dentre os identificados nas publicações apenas).

Na Tabela 5, a coluna “**Países**” apresenta os nomes dos países compreendidos nas publicações resultantes deste mapeamento; a coluna “**Nº referências**” indica o total de publicações originadas nos referidos países, enquanto a coluna “**Referências**” indica as publicações de cada país. Os Estados Unidos, país com maior quantidade de publicações neste tópico, contabilizou sete (7) publicações mapeadas, enquanto China, Eslovênia, Israel, Portugal, Reino Unido e Suíça apareceram apenas uma vez (cada país) nas publicações mapeadas.

Pesquisas futuras podem investigar as causas das diferenças na quantidade de publicações entre tais países. Especialmente, pesquisas futuras podem investigar se organizações de pesquisa (incluindo-se instituições de ensino, ou de pesquisa & desenvolvimento, ou ainda do setor empresarial) no cenário brasileiro estão desenvolvendo jogos para o público idoso conforme a legislação vigente sobre acessibilidade [BRASIL 2015].

Tabela 5: Países com pesquisas sobre usabilidade e/ou acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso

Países	Nº referências	Referências
Estados Unidos	7	[Marinelli and Rogers 2014] [Whitlock et al. 2014] [Nap et al. 2015] [Shim et al. 2010] [McLaughlin et al. 2013] [Ganesan and Anthony 2012] [Silva et al. 2013]
Espanha	6	[Gamberini et al. 2006] [Buiza et al. 2009] [Gamberini et al. 2009] [Frutos-Pascual et al. 2012] [Nap et al. 2015] [Garcia-Sanjuan et al. 2017]
Canadá	5	[Gerling et al. 2011] [Tong and Chignell 2013] [Tong and Chignell 2014] [Shim et al. 2010] [Gerling et al. 2013]
Finlândia	4	[Pyae et al. 2015] [Liukkonen et al. 2015] [Pyae et al. 2016b] [Pyae et al. 2016a]

Grécia	4	[Konstantinidis et al. 2016] [Billis et al. 2011] [Konstantinidis et al. 2017] [Nap et al. 2015]
Alemanha	3	[Gerling et al. 2011] [Gerling et al. 2010] [Hardy et al. 2015]
Noruega	3	[Boletsis and McCallum 2016a] [Boletsis and McCallum 2016b] [Brox et al. 2017]
Taiwan	3	[Lin and Wu 2013] [Wang 2016] [Hwang et al. 2009]
Áustria	2	[Birn et al. 2014] [Silva et al. 2013]
Coreia do Sul	2	[Kwon and So 2014] [Park 2009]
França	2	[Motti et al. 2015] [Ben-Sadoun et al. 2016]
Holanda	2	[Ijsselsteijn et al. 2007] [Nap et al. 2015]
Itália	2	[Gamberini et al. 2006] [Gamberini et al. 2009]
México	2	[Meza-Kubo and Morán 2013] [Palacio et al. 2017]
Nova Zelândia	2	[Ahn et al. 2014] [Sunwoo et al. 2010]
Singapura	2	[Khoo et al. 2008] [Rice et al. 2011]
China	1	[Liu et al. 2014]
Eslovênia	1	[Nap et al. 2015]
Israel	1	[Rand et al. 2008]
Portugal	1	[Silva et al. 2013]
Reino Unido	1	[Brox et al. 2017]
Suíça	1	[Vallejo et al. 2015]

A Tabela 6 destaca os veículos de publicação (coluna “**Veículo**”) identificados neste mapeamento, a quantidade de publicações relacionadas a cada veículo (coluna “**Nº referências**”) e a referência para cada uma dessas publicações (coluna “**Referências**”). Na referida tabela, 63% dos veículos identificados são anais de conferências ou similares, enquanto 37% são periódicos de áreas relacionadas. Neste contexto, verificamos que nenhum veículo se destaca em quantidade de publicações no tópico, pois as quantidades de publicação por veículo variam entre uma (1) e três (3) publicações, sendo que apenas a conferência *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (Springer) teve três (3) publicações incluídas neste mapeamento. Por isso, mantivemos a Tabela 6 organizada por ordem alfabética segundo o nome dos veículos de publicação. Este fato pode sugerir uma oportunidade para que a literatura ofereça veículos focados para publicações nesta vertente de pesquisa.

Tabela 6: Veículos com publicações sobre usabilidade e/ou acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso

Veículo	Nº referências	Referências
<i>Annual Intl. Conf. of the IEEE</i>	1	[Vallejo et al. 2015]
<i>Biomedical Engineering, Intl. Workshop on, IEEE</i>	1	[Billis et al. 2011]
<i>CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems</i>	1	[Ganesan and Anthony 2012]
<i>Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), IEEE Intl. Conf. on</i>	1	[Pyae et al. 2015]
<i>Computer Applications for Graphics, Grid Computing, and Industrial Environment. Springer</i>	1	[Frutos-Pascual et al. 2012]
<i>Games and Learning Alliance. Springer Intl. Publishing</i>	1	[Boletsis and McCallum 2016b]
<i>Games for Health Journal. Research, Development, and Clinical Applications</i>	1	[Nap et al. 2015]
<i>Human System Interactions, HSI. IEEE</i>	1	[Gamberini et al. 2009]
<i>IADIS Intl. Journal on Computer Science and Information Systems</i>	1	[Liukkonen et al. 2015]
<i>IEEE journal of biomedical and health informatics</i>	2	[Konstantinidis et al. 2016, Konstantinidis et al. 2017]
<i>Information Science and Control Engineering (ICISCE), IEEE</i>	1	[Wang 2016]
<i>Int. J. Serious Games</i>	1	[Boletsis and McCallum 2016a]
<i>Interacting with computers</i>	1	[Khoo et al. 2008]
<i>Intl. Conf. on Augmented Cognition. Springer</i>	1	[Silva et al. 2013]
<i>Intl. Conf. on Cross-Cultural Design. Springer</i>	2	[Lin and Wu 2013, Liu et al. 2014]
<i>Intl. Conf. on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Springer</i>	1	[McLaughlin et al. 2013]
<i>Intl. Conf. on Social Robotics. Springer</i>	1	[Ahn et al. 2014]
<i>Intl. Conf. on Universal Access in Human-Computer Interaction. Springer</i>	3	[Park 2009, Buiza et al. 2009, Birn et al. 2014]
<i>Intl. J. of Networking and Virtual Organisations</i>	1	[Pyae et al. 2016b]
<i>JMIR serious games</i>	1	[Brox et al. 2017]
<i>Journal of Alzheimer's Disease</i>	1	[Ben-Sadoun et al. 2016]
<i>Journal of neurologic physical therapy</i>	1	[Rand et al. 2008]
<i>Journal of Usability Studies</i>	1	[Pyae et al. 2016a]
<i>Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development</i>	1	[Hwang et al. 2009]
<i>Multimedia Tools and Applications</i>	1	[Hardy et al. 2015]
<i>Personal and ubiquitous computing</i>	1	[Meza-Kubo and Morán 2013]
<i>Pervasive and Mobile Computing</i>	1	[Garcia-Sanjuan et al. 2017]
<i>Procedia Computer Science</i>	1	[Motti et al. 2015]
<i>Proc. of HCI Korea, Hanbit Media</i>	1	[Kwon and So 2014]

<i>Proc. of the Intl. Conf. of the NZ Chapter of the ACM SIG on Human-Computer Interaction</i>	1	[Sunwoo et al. 2010]
<i>Proc. of the Intl. ACM SIGACCESS Conf. on Computers and Accessibility</i>	1	[Gerling et al. 2013]
<i>Proc. of the Conf. on Future Play, ACM</i>	1	[Ijsselsteijn et al. 2007]
<i>Proc. of the ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games</i>	1	[Rice et al. 2011]
<i>Proc. of the Intl. Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology, ACM</i>	2	[Gerling et al. 2010, Gerling et al. 2011]
<i>Proc. of the ACM CHI PLAY Annual Symp. on Computer-human interaction in play</i>	1	[Whitlock et al. 2014]
<i>Proc. of the Intl. Conf. on Gameful design, research, and applications, ACM</i>	1	[Tong and Chignell 2013]
<i>Proc. of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting</i>	1	[Marinelli and Rogers 2014]
<i>Proc. of the Intl. Academic Conf. on the Future of Game Design and Technology, ACM</i>	1	[Shim et al. 2010]
<i>Proc. of the Intl. Symposium of Chinese CHI - ACM</i>	1	[Tong and Chignell 2014]
<i>PsychNology Journal</i>	1	[Gamberini et al. 2006]
<i>Universal Access in the Inform. Society</i>	1	[Palacio et al. 2017]

Finalmente, as universidades e demais organizações envolvidas nos estudos mapeados, em seus respectivos países, estão listadas a seguir. A relação está apresentada por nomes dos países, em ordem alfabética:

- *Alemanha* - Technische Universität Darmstadt, Darmstadt
University of Duisburg-Essen, Duisburg
- *Áustria* - University of Applied Sciences Upper Áustria, Hagenberg
Vienna University of Technology, Vienna
- *Canadá* - University of Saskatchewan, Saskatoon
University of Toronto, Toronto
- *China* - Northeastern University, Shenyang
Tsinghua University, Beijing
- *Coreia do Sul* - Hoseo University, Asan, Chungnam
Pohang University of Science and Technology, Pohang
- *Eslovênia* - University of Ljubljana

- *Espanha* - AIJU, Alicante
DeustoTech Institute of Technology, Bilbao
Fundación Instituto Gerontológico Matia – INGEMA, San Sebastián
Nesplora, Donostia-San Sebastian
Universitat Politècnica de València, Valencia
University of Santiago de Compostela
Vicomtech Research Centre
- *Estados Unidos da América* - Clemson University, Clemson, SC
Cornell University, Ithaca, NY
Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA
Miami University
University of Hawaii POST Building, Honolulu
University of Maryland, Baltimore County
University Raleigh, North Carolina State, NC
- *Finlândia* - Turku University of Applied Sciences, Turku
University of Turku, Turku
- *França* - Association Innovation Alzheimer, Claude Pompidou Institute, Nice
Group GENIOUS Serious Games, Montpellier
University of Nice Sophia-Antipolis, Nice
University of Toulon, La Garde
University of Toulouse, Toulouse
- *Grécia* - 50plus Hellas
Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki
Brainstorm Multimedia
East European Research Center (SEERC), Thessaloniki
Greek Association of Alzheimer's Disease and Related Disorders, Thessaloniki
- *Holanda* - Eindhoven University of Technology, Eindhoven
Smart Homes, Holanda
- *Israel* - University of Haifa, Mount Carmel, Haifa
- *Itália* - HTLab, University of Padova
- *México* - Autonomous University of Baja California, Ensenada, B.C.
- *Noruega* - Gjøvik University College
Norut Northern Research Institute, Tromsø, Noruega
Norwegian University of Science and Technology, Gjøvik
- *Nova Zelândia* - University of Auckland, Auckland
- *Portugal* - Fraunhofer Portugal - AICOS, Porto
- *Reino Unido* - The University of Nottingham, Nottingham
- *Singapura* - Institute for Infocomm Research, A*STAR
National University of Singapura

- *Suíça* - University of Bern
- *Taiwan* - Lunghwa University of Science and Technology, Taoyuan County
National Taiwan Normal University, Taipei City
National University of Kaohsiung, Kaohsiung City

A próxima seção discute ameaças à validade dos resultados obtidos e como essas ameaças foram mitigadas pela metodologia adotada.

5. Ameaças à validade

Esta seção apresenta discussões sobre aspectos deste estudo que podem ameaçar a validade do mesmo. Discutimos também como, mesmo considerando tais ameaças, nossas contribuições permanecem relevantes e de interesse à literatura da área. Os tópicos abordados nesta seção estão fundamentados conforme a discussão apresentada por Silva *et al.* [2017].

Viés de seleção: o principal viés de seleção deste estudo está na definição das palavras-chave para o conteúdo de *Interseção (I)*, do protocolo PICO, para a *String* de busca. Todas as palavras-chave foram definidas a partir de discussões entre os autores deste estudo, com base em suas pesquisas prévias em temas relacionados com as áreas de conhecimento envolvidas neste mapeamento. Levamos em consideração tópicos considerados importantes no desenvolvimento de software, como: ciclo de vida, processo de software, desenvolvimento, projeto e avaliação. Pesquisadores diferentes podem considerar outros termos importantes, os quais, se aplicados a mapeamento similar, poderão servir de complemento ao nosso mapeamento. Assim, as contribuições de nosso mapeamento não são negadas por este viés, mas apenas limitadas em escopo. Outro viés de seleção está na categorização das publicações e extração de dados. Para mitigar as ameaças deste viés, discutimos todo o protocolo entre os pesquisadores envolvidos, como sugerido por Silva *et al.* [2017].

Validade de construção: assim como discutido por Silva *et al.* [2017], as questões de pesquisa deste estudo também não se restringem à área de Ciências de Computação. Por isso, incluímos em nosso protocolo a verificação de indícios de contribuições para a área de Ciências de Computação como critério de permanência de publicações para o mapeamento.

Extração de dados: o principal viés que ameaça a validade do processo de extração de dados está nas diferenças entre pesquisadores que conduziram a extração. Para mitigar os efeitos desse viés, seguimos as sugestões de Silva *et al.* [2017] e a extração dos dados foi realizada por dois dos pesquisadores envolvidos. Caso não houvesse consenso entre os dois pesquisadores, foi requisitada a opinião do terceiro pesquisador como estratégia de imparcialidade na solução do conflito.

Validade externa: a principal ameaça à validade externa deste estudo está na filtragem conduzida nos resultados iniciais de busca na base *Springer Link*, que inicialmente retornou 19.515 resultados e, em seguida, foi reduzido por filtragem dos 1.000 mais relevantes segundo a própria base. Nesse sentido, a quantidade de publicações removidas nesta etapa é muito superior à quantidade de publicações abordadas neste estudo. As 18.515 publicações removidas nesse momento podem evidenciar respostas diferentes das evidenciadas neste estudo. Entretanto, a quantidade de publicações mantidas da *Springer Link* ao final do mapeamento indicam que, provavelmente, as publicações removidas não trariam evidências relevantes para nosso estudo, visto que a própria base de busca as classifica como menos relevantes à busca do que as 1.000 publicações consideradas.

6. Considerações Finais

Este estudo exploratório teve como principal objetivo conhecer como, quando e onde os aspectos de acessibilidade e usabilidade são abordados durante o desenvolvimento de jogos digitais para usuários idosos. Por isso, realizamos um mapeamento sistemático da literatura [Kitchenham et al. 2009], buscando identificar os seguintes quesitos:

- Como a acessibilidade e a usabilidade são abordadas durante o desenvolvimento de jogos para idosos.
- Evidências de estágios, do desenvolvimento de jogos digitais, quando a acessibilidade e usabilidade para o público idoso são abordadas.
- Centros de pesquisa, veículos de publicação e países onde são pesquisados e publicados estudos relacionados ao tópico deste mapeamento.

Os resultados deste mapeamento evidenciaram o alto interesse em pesquisas que abordem técnicas e métodos de avaliação de acessibilidade e/ou usabilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso. Este mapeamento também evidenciou que, na amostragem considerada, acessibilidade em jogos digitais para o público idoso apenas é considerada predominantemente nas fases de implementação e avaliação quando em conjunto com usabilidade, ou quando usabilidade é considerada pelos autores como requisito para acessibilidade do jogo. Ainda, os resultados deste mapeamento indicam a predominância de abordagens de usabilidade sobre abordagens que consideram acessibilidade unicamente. A quantidade de publicações sobre usabilidade foi significativamente superior à quantidade de publicações sobre acessibilidade no desenvolvimento de jogos digitais para idosos ($\chi^2 = 45.9103$, $p - \text{valor} < .01$). Isso reforça a discussão de Petrie *et al.* [2015] sobre a necessidade de abordar usabilidade para o público idoso a fim de que, conseqüentemente, a acessibilidade também seja trabalhada. A partir desses resultados, sugerimos que estudos futuros conduzam uma revisão sistemática a partir das seguintes questões de pesquisa (ou variações geradas a partir de nossos resultados):

- *Quais as diferenças entre aspectos de usabilidade e acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso?*

- *Quais os principais desafios de usabilidade enfrentados durante o desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso?*

Também verificamos que nenhum veículo se destaca em quantidade de publicações no tópico de abordagens sobre usabilidade e/ou acessibilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso, pois as quantidades de publicação por veículo variam entre uma (1) e duas (2) publicações apenas (vide Seção 4.3). Isso sugere que existe uma oportunidade na literatura para a criação de eventos ou periódicos focados neste tópico.

A principal limitação deste estudo está na definição da *string* de buscas e amostragens dos resultados da base *Springer Link*. Na Seção 5, discutimos os possíveis impactos desta contenção e outras limitações, além de como as contribuições deste estudo permanecem importantes mesmo considerando tais limitações.

Finalmente, este mapeamento evidenciou que pesquisas neste tópico são uma lacuna nas universidades e centros de pesquisas brasileiros. Foi também possível constatar-se que são poucos os países que se destacam no cenário de pesquisas sobre acessibilidade e/ou usabilidade no domínio de desenvolvimento de jogos digitais para o público idoso. Portanto, considerando que poucos países abordam pesquisas neste tópico, torna-se oportuno que grupos de pesquisa brasileiros explorem o tópico e despontem como novo centro de estudos no cenário mundial.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq e FAPESP (processos nº 2017/15239-0 e nº 2015/24525-0) pelos financiamentos parciais e bolsas concedidas durante a realização desta pesquisa.

Referências

- Ahn, H. S., Santos, M. P. G., Wadhwa, C., and MacDonald, B. (2014). Development of brain training games for a healthcare service robot for older people. In *International Conference on Social Robotics*, pages 1–10, Sydney, NSW, Australia. Springer.
- Ben-Sadoun, G., Sacco, G., Manera, V., Bourgeois, J., König, A., Foulon, P., Fosty, B., Bremond, F., d'Arripe Longueville, F., and Robert, P. (2016). Physical and cognitive stimulation using an exergame in subjects with normal aging, mild and moderate cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 53(4):1299–1314.
- Billis, A. S., Konstantinidis, E. I., Ladas, A. I., Tsolaki, M. N., Pappas, C., and Bamidis, P. D. (2011). Evaluating affective usability experiences of an exergaming platform for seniors. In *Biomedical Engineering, 2011 10th International Workshop on*, pages 1–4, Kos, Greece. IEEE.
- Birn, T., Holzmann, C., and Stech, W. (2014). Mobilequiz: A serious game for enhancing the physical and cognitive abilities of older adults. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 3–14, Heraklion, Crete, Greece. Springer.

- Boletsis, C. and McCallum, S. (2016a). Augmented reality cubes for cognitive gaming: preliminary usability and game experience testing. *Int. J. Serious Games*, 3(1):3–18.
- Boletsis, C. and McCallum, S. (2016b). Evaluating a gaming system for cognitive screening and sleep duration assessment of elderly players: a pilot study. In *Games and Learning Alliance*, pages 107–119. Springer, Utrecht, The Netherlands.
- BRASIL (2015). LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. *Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm.
- Brox, E., Konstantinidis, S. T., and Evertsen, G. (2017). User-centered design of serious games for older adults following 3 years of experience with exergames for seniors: A study design. *JMIR serious games*, 5(1).
- Buiza, C., Gonzalez, M. F., Facal, D., Martinez, V., Diaz, U., Etxaniz, A., Urdaneta, E., and Yanguas, J. (2009). Efficacy of cognitive training experiences in the elderly: Can technology help? In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 324–333, San Diego, CA, USA. Springer.
- Cota, T. T., Ishitani, L., and Vieira, N. (2015). Mobile game design for the elderly: A study with focus on the motivation to play. *Computers in Human Behavior*, 51(Part A):96 – 105.
- Crabb, M. and Hanson, V. L. (2016). An analysis of age, technology usage, and cognitive characteristics within information retrieval tasks. *ACM Trans. Access. Comput.*, 8(3):10:1–10:26.
- de Lara, S. M. A., Fortes, R. P. d. M., Russo, C. M., and Freire, A. P. (2016). A study on the acceptance of website interaction aids by older adults. *Universal Access in the Information Society*, 15(3):445–460.
- Fortes, R. P. M., de Lima Salgado, A., de Souza Santos, F., Amaral, L. A., and Silva, E. A. N. (2017). *Game Accessibility Evaluation Methods: A Literature Survey*, pages 182–192. Springer International Publishing, Vancouver, BC, Canada.
- Frutos-Pascual, M., García-Zapirain, B., and Méndez-Zorrilla, A. (2012). Improvement in cognitive therapies aimed at the elderly using a mixed-reality tool based on tangram game. In *Computer Applications for Graphics, Grid Computing, and Industrial Environment*, pages 68–75. Springer, Gangneung, Korea.
- Gamberini, L., Martino, F., Seraglia, B., Spagnolli, A., Fabregat, M., Ibanez, F., Alcaniz, M., and Andrés, J. M. (2009). Eldergames project: An innovative mixed reality table-top solution to preserve cognitive functions in elderly people. In *Human System Interactions, 2009. HSI'09. 2nd Conference on*, pages 164–169, Catania, Italy. IEEE.
- Gamberini, L., Raya, M. A., Barresi, G., Fabregat, M., Ibanez, F., and Prontu, L. (2006). Cognition, technology and games for the elderly: An introduction to eldergames project. *PsychNology Journal*, 4(3):285–308.

- Ganesan, S. and Anthony, L. (2012). Using the kinect to encourage older adults to exercise: a prototype. In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 2297–2302, Austin, Texas, USA. ACM.
- Garcia-Sanjuan, F., Jaen, J., and Nacher, V. (2017). Tangibot: a tangible-mediated robot to support cognitive games for ageing people—a usability study. *Pervasive and Mobile Computing*, 34:91–105.
- Gerling, K. M., Mandryk, R. L., and Kalyn, M. R. (2013). Wheelchair-based game design for older adults. In *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, page 27, Bellevue, Washington. ACM.
- Gerling, K. M., Schild, J., and Masuch, M. (2010). Exergame design for elderly users: the case study of silverbalance. In *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pages 66–69, Taipei, Taiwan. ACM.
- Gerling, K. M., Schulte, F. P., and Masuch, M. (2011). Designing and evaluating digital games for frail elderly persons. In *Proceedings of the 8th international conference on advances in computer entertainment technology*, page 62, Lisbon, Portugal. ACM.
- Gitlow, L. (2014). Technology use by older adults and barriers to using technology. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, 32(3):271–280.
- Hardy, S., Dutz, T., Wiemeyer, J., Göbel, S., and Steinmetz, R. (2015). Framework for personalized and adaptive game-based training programs in health sport. *Multimedia Tools and Applications*, 74(14):5289–5311.
- Hwang, M.-Y., Hong, J.-C., Jong, J.-T., Lee, C.-K., and Chang, H.-Y. (2009). From fingers to embodiment: A study on the relations of the usability, dependability of the embodied interactive video games and the elders' flow experience. *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development*, pages 464–472.
- Ijsselsteijn, W., Nap, H. H., de Kort, Y., and Poels, K. (2007). Digital game design for elderly users. In *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*, pages 17–22, Toronto, Canada. ACM.
- ISO/IEC 25066:2016(en) (2016). Sys. and software engineering — Sys. and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) — Common Industry Format (CIF) for Usability — Evaluation Report. Technical report.
- ISO/IEC/IEEE 12207 (2017). ISO/IEC/IEEE 12207 - Systems and software engineering – Software life cycle processes.
- Khoo, E. T., Merritt, T., and Cheok, A. D. (2008). Designing physical and social intergenerational family entertainment. *Interacting with computers*, 21(1-2):76–87.
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., and Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1):7–15.

- Konstantinidis, E. I., Bamparopoulos, G., and Bamidis, P. D. (2017). Moving real exergaming engines on the web: The webfitforall case study in an active and healthy ageing living lab environment. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 21(3):859–866.
- Konstantinidis, E. I., Billis, A. S., Mouzakidis, C. A., Zilidou, V. I., Antoniou, P. E., and Bamidis, P. D. (2016). Design, implementation, and wide pilot deployment of fitforall: an easy to use exergaming platform improving physical fitness and life quality of senior citizens. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 20(1):189–200.
- Korhonen, H. and Koivisto, E. M. I. (2006). Playability heuristics for mobile games. In *Proceedings of the 8th Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '06, pages 9–16, New York, NY, USA. ACM.
- Kurniawan, S. (2008). Older people and mobile phones: A multi-method investigation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(12):889–901.
- Kwon, S.-M. and So, H.-J. (2014). Investigating the needs of brain fitness programs in a mobile platform among older users: an initial user study. In *Proceedings of HCI Korea*, pages 98–103, Seoul, Republic of Korea. Hanbit Media, Inc.
- Lewis, J. R. (1995). Ibm computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1):57–78.
- Li, J. (2014). Examining the impact of game interventions on depression among older adults. In *Proceedings of the First ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-human Interaction in Play*, CHI PLAY '14, pages 291–294, New York, NY, USA. ACM.
- Lin, D.-Y. M. and Wu, L.-C. (2013). Design and assessing the usability of an interactive digital game in assisting the older adult's prescriptive medication behavior. In *International Conference on Cross-Cultural Design*, pages 121–126, Las Vegas, NV, USA. Springer.
- Liu, Z., Liao, C., and Choe, P. (2014). An approach of indoor exercise: Kinect-based video game for elderly people. In *International Conference on Cross-Cultural Design*, pages 193–200, Crete, Greece. Springer.
- Liukkonen, T. N., Ahtosalo, H., Heinonen, T., Raitoharju, R., Pitkakangas, P., and Makila, T. (2015). Motion tracking exergames for elderly users. *IADIS - International Journal on Computer Science and Information Systems*, 10(2):52–64.
- Marinelli, E. C. and Rogers, W. A. (2014). Identifying potential usability challenges for xbox 360 kinect exergames for older adults. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 58(1):1247–1251.
- McLaughlin, A. C., Bryant, M. R., Sprufera, J. F., Allaire, J. C., and Gandy, M. (2013). Usability an important goal for the design of therapeutic games for older adults. In *In-*

- ternational Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, pages 358–364, Las Vegas, NV, USA. Springer.
- Meza-Kubo, V. and Morán, A. L. (2013). Ucsa: a design framework for usable cognitive systems for the worried-well. *Personal and ubiquitous computing*, 17(6):1135–1145.
- Molnar, A. and Kostkova, P. (2014). Gaming to master the game - game usability and game mechanics. In *2014 IEEE 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, pages 1–7.
- Motti, L. G., Vigouroux, N., and Gorce, P. (2015). Improving accessibility of tactile interaction for older users: lowering accuracy requirements to support drag-and-drop interaction. *Procedia Computer Science*, 67:366–375.
- Nap, H., Diaz-orueta, U., Fernández González, M., Lozar-Manfreda, K., Facal, D., Dolničar, V., Oyarzun, D., Ranga, M., and De Schutter, B. (2015). Older people's perceptions and experiences of a digital learning game.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic Books (AZ).
- Novick, D., Vicario, J., Santaella, B., and Gris, I. (2014). *Empirical Analysis of Playability vs. Usability in a Computer Game*, pages 720–731. Springer International Publishing, Cham.
- Palacio, R. R., Acosta, C. O., Cortez, J., and Morán, A. L. (2017). Usability perception of different video game devices in elderly users. *Universal Access in the Information Society*, 16(1):103–113.
- Park, C. (2009). Intelligent interface for elderly games. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pages 704–710, San Diego, CA, USA. Springer.
- Peek, S. T., Wouters, E. J., van Hoof, J., Luijkx, K. G., Boeije, H. R., and Vrijhoef, H. J. (2014). Factors influencing acceptance of technology for aging in place: a systematic review. *International journal of medical informatics*, 83(4):235–248.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., and Mattsson, M. (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. In *EASE*, volume 8, pages 68–77.
- Petrie, H., Savva, A., and Power, C. (2015). Towards a unified definition of web accessibility. In *Proceedings of the 12th Web for All Conference, W4A '15*, pages 35:1–35:13, New York, NY, USA. ACM.
- Planinc, R., Nake, I., and Kampel, M. (2013). Exergame design guidelines for enhancing elderly's physical and social activities. In *AMBIENT 2013, The Third International Conference on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies*, pages 58–63.

- Pyae, A., Liukkonen, T. N., Saarenpää, T., Luimula, M., Granholm, P., and Smed, J. (2016a). When japanese elderly people play a finnish physical exercise game: a usability study. *Journal of Usability Studies*, 11(4):131–152.
- Pyae, A., Luimula, M., and Smed, J. (2015). Investigating the usability of interactive physical activity games for elderly: A pilot study. In *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 2015 6th IEEE International Conference on*, pages 185–193, Gyor, Hungary. IEEE.
- Pyae, A., Raitoharju, R., Luimula, M., Pitkäkangas, P., and Smed, J. (2016b). Serious games and active healthy ageing: a pilot usability testing of existing games. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 16(1):103–120.
- Rand, D., Kizony, R., and Weiss, P. T. L. (2008). The sony playstation ii eyetoy: low-cost virtual reality for use in rehabilitation. *Journal of neurologic physical therapy*, 32(4):155–163.
- Rice, M., Wan, M., Foo, M.-H., Ng, J., Wai, Z., Kwok, J., Lee, S., and Teo, L. (2011). Evaluating gesture-based games with older adults on a large screen display. In *Proceedings of the 2011 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, pages 17–24, Vancouver, British Columbia, Canada. ACM.
- Shim, N., Baecker, R., Birnholtz, J., and Moffatt, K. (2010). Tabletalk poker: an online social gaming environment for seniors. In *Proceedings of the International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology*, pages 98–104, Vancouver, British Columbia, Canada. ACM.
- Silva, M. B. D. d., Nascimento, R. P. C. d., Nunes, I. D., and Nunes, M. A. S. N. (2017). Iniciativas Nacionais de Governança de TIC que sugerem Modelos, Técnicas e Boas Práticas para a Administração Pública Federal: um Mapeamento Sistemático. *iSys - Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, 10(1):39–51.
- Silva, P. A., Nunes, F., Vasconcelos, A., Kerwin, M., Moutinho, R., and Teixeira, P. (2013). Using the smartphone accelerometer to monitor fall risk while playing a game: the design and usability evaluation of dance! don't fall. In *International Conference on Augmented Cognition*, pages 754–763, Las Vegas, NV, USA. Springer.
- Sunwoo, J., Yuen, W., Lutteroth, C., and Wünsche, B. (2010). Mobile games for elderly healthcare. In *Proceedings of the 11th International Conference of the NZ Chapter of the ACM Special Interest Group on Human-Computer Interaction*, pages 73–76, Auckland, New Zealand. ACM.
- Tong, T. and Chignell, M. (2013). Designing game-based cognitive assessments for elderly adults. In *Proceedings of the First International Conference on Gameful design, research, and applications*, pages 127–130, Toronto, Ontario, Canada. ACM.

- Tong, T. and Chignell, M. (2014). Developing a serious game for cognitive assessment: choosing settings and measuring performance. In *Proceedings of the second international symposium of Chinese CHI*, pages 70–79, Toronto, Ontario, Canada. ACM.
- Vallejo, V., Mitache, A. V., Tarnanas, I., Müri, R., Mosimann, U. P., and Nef, T. (2015). Combining qualitative and quantitative methods to analyze serious games outcomes: A pilot study for a new cognitive screening tool. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE*, pages 1327–1330, Milan, Italy. IEEE.
- Wang, J.-Y. (2016). Designing brain training games and evaluating the usability between young and elderly. In *Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2016 3rd International Conference on*, pages 308–312, Beijing, China. IEEE.
- Whitlock, L. A., McLaughlin, A. C., Leidheiser, W., Gandy, M., and Allaire, J. C. (2014). Know before you go: feelings of flow for older players depends on game and player characteristics. In *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, pages 277–286, Toronto, Ontario, Canada. ACM.
- WHO, M. C. (2015). Who: Number of people over 60 years set to double by 2050; major societal changes required.
- Yuan, B., Folmer, E., and Harris, F. C. (2011). Game accessibility: a survey. *Universal Access in the Information Society*, 10(1):81–100.
- Zajicek, M. (2001). Interface design for older adults. In *Proceedings of the 2001 EC/NSF workshop on Universal accessibility of ubiquitous computing: providing for the elderly*, pages 60–65, Alcácer do Sal, Portugal. ACM.