

Jogos Sérios Multimodais para a Saúde: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Jhonatan Thallisson Cabral Néry, Yuri Andreas May Henrique, Marcelo da Silva Hounsell, Avanilde Kemczinski

DCC - Departamento de Ciência da Computação

PPGCA - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

Joinville, Santa Catarina, Brasil.

jhonatanhallisson@gmail.com, m.yuri@outlook.com, {marcelo.hounsell, avanilde.kemczinski}@udesc.br

Resumo—Este artigo apresenta um mapeamento sistemático da literatura, de modo a traçar o perfil das pesquisas atuais sobre Jogos Sérios Multimodais (JSMM) para a Saúde; como é feito o desenvolvimento destes jogos e de seus modos de interação; com quais objetivos são criados; dispositivos e sensores mais usados; qual a nomenclatura mais usada para descrever jogos deste tipo; além de mostrar qual a motivação para a inserção de interações multimodais nos projetos. A conclusão que se chegou é que as interações multimodais são mecanismos relevantes para a criação de Jogos Sérios focados em saúde e geram novas possibilidades de conhecimento e maleabilidade para estes jogos.

Keywords—jogos sérios; sistemas multimodais; saúde; mapeamento sistemático.

Abstract—This article presents a systematic mapping of the literature, in order to outline the current research on Multimodal Serious Games (MMSG) for Health; how these games and their modes of interaction are developed; with which objectives are created, most used devices and sensors, which is the most used nomenclature to describe games of this type, besides showing the motivation for the insertion of multimodal interactions in the projects. The conclusion reached is that multimodal interactions are relevant mechanisms for the creation of Serious Games focused on Health and generate new possibilities of knowledge and malleability for these games.

Keywords—serious games; multimodal systems; health; systematic mapping.

I. INTRODUÇÃO

A primeira definição de Jogo Sério foi feita em um livro [1], a partir daí o conceito veio se aprimorando com a consolidação dos jogos digitais [2]. Jogos Sérios por definição são jogos que surgem desde seu projeto com um propósito específico que vai além do entretenimento [3], podendo ser dividido em vários tipos, como por exemplo jogos para o aprendizado, para treinamento, político/sociais, para a saúde, dentre outros.

No entanto não se tem visto nos Jogos Sérios focados em Saúde, menção a alguns aspectos desejáveis em jogos desta natureza, como "segurança", para que seja possível identificar efeitos colaterais nocivos aos pacientes durante o uso dos jogos, "complementariedade" (completude de informações) conseguida através da combinação de leituras

de diferentes fontes, que é relatada por [4] como outro fator importante a se observar em jogos para a saúde, pois ter uma maior clareza de informações sobre o paciente pode fazer com que sejam detectados e corrigidos padrões incorretos de exercícios. Como terceiro fator importante tem-se a "flexibilidade", porque o funcionamento do jogo com apenas um único dispositivo/sensor pode limitar a versatilidade do mesmo e para corrigir este aspecto, uma possibilidade é a disponibilização de múltiplas modalidades (dispositivos/sensores) possibilitando ao paciente escolher a melhor forma de utilização do Jogo Sério, para que o uso se adapte à sua realidade [4]. Para resolver estas questões foi observado o conceito de sistemas de interação multimodal, que em resumo são sistemas que usam pelo menos duas modalidades diferentes de entrada e/ou saída [5] e tem o potencial de suprir os aspectos desejáveis para um Jogo Sério para a Saúde citado anteriormente.

Este mapeamento apresentará o estado das publicações sobre JSMM para a Saúde. Optou-se por um mapeamento sistemático, pois este fornece um resumo (mapa) dos resultados da pesquisa, de forma a mostrar quantitativamente as respostas desejadas [6].

A sessão II deste artigo mostrará alguns dos trabalhos secundários relacionados a este e os motivos pelos quais foi necessário realizar uma nova pesquisa bibliográfica sistemática. A sessão III mostrará o planejamento deste mapeamento, com a questão de pesquisa e suas demais definições, seguida da sessão IV, que mostrará os resultados obtidos após a realização do mapeamento, posteriormente virá a sessão V com algumas discussões e por último na sessão VI as conclusões advindas desta pesquisa sistemática.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Foram encontrados alguns trabalhos secundários relacionados parcialmente a este, porém nenhum deles contempla todas as vertentes pretendidas, que é a junção de Jogos Sérios, Sistemas de Interação Multimodal (SIM) e Saúde.

Como exemplo o trabalho de [7] realizou um mapeamento sistemático de Jogos Sérios para a reabilitação respiratória, sendo que este não abordou os demais tipos de Jogos Sérios

para a Saúde, nem abordou os SIM. O trabalho de [8] mostrou uma revisão sistemática dos Jogos Sérios Aplicados para reabilitação do equilíbrio, sendo que este também foi um trabalho focado e fugiu ao tema dos SIM.

III. PLANEJAMENTO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Por meio da proposta de estruturação do processo de mapeamento sistemático [6], foram definidas as etapas deste mapeamento, sendo elas: a definição das questões de pesquisa; a condução da busca; a triagem de estudos relevantes através dos critérios de inclusão e exclusão; e a extração dos dados.

Todas as questões primária/secundárias deste trabalho, também a string de busca, Mecanismos de Busca Acadêmica selecionados, Critérios Objetivos, Critérios Subjetivos de Inclusão, Critérios Subjetivos de Exclusão e Dados a serem extraídos, foram todos aspectos definidos por dois pesquisadores (p1 e p2), de modo a dar maior credibilidade a pesquisa sistemática, assim como descrito por [9]. Houve quatro encontros, onde as definições ocorreram, após o término das definições foi feito um teste piloto com a triagem de 10 publicações, isto para atestar se o protocolo de mapeamento estava correto e as dúvidas que poderiam surgir. O protocolo foi então retificado após o teste inicial e se deu origem a estrutura descrita a seguir neste artigo. A realização das buscas/triagens restantes foi realizada pelo segundo pesquisador (p2) e um terceiro (p3), as dúvidas que surgiram foram discutidas com p1. Ao todo a pesquisa contou com a participação de três pesquisadores.

A. Questões de pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa deve ser respondido através da Pergunta Primária (PP) a seguir:

PP: Como se dá a pesquisa/desenvolvimento de Jogos Sérios Multimodais para a área da Saúde?

Como objetivos suplementares, devem ser respondidas as seguintes Perguntas Secundárias (PS):

PS1: A área está em ascensão, ou declínio?

PS2: Quais os focos de pesquisa?

PS3: Quais recursos estão envolvidos com os Jogos Sérios Multimodais para a Saúde? Quais *softwares/frameworks* usados? Quais sensores/dispositivos estão sendo usados?

B. Definições de busca

Os Mecanismos de Busca Acadêmica (MBA) utilizados neste mapeamento foram: o *Science Direct*, pois [10] mostra que este mecanismo contém um número maior de publicações sobre Jogos Sérios que os demais; O *IEEE Xplore*, escolhido porque publicações sobre sistemas de interação multimodal são encontrados em grande escala nas áreas de engenharia elétrica e eletrônica; *ACM DL*,

por ser referência em artigos de alta qualidade nas áreas de Computação e Tecnologia da Informação e; o *MBA PubMed*, porque este possui mais de 28 milhões de citações da literatura biomédica e é de acesso gratuito.

A frase de busca definida para a pesquisa é mostrada a seguir, sendo que foi pesquisada dentre os títulos, resumos e palavras chave.

(*game* OR “virtual reality”) AND (multimodal* OR sensor* OR device*) AND health*

Muitos jogos são descritos como realidade virtual em algumas publicações, então o termo “virtual reality” será usado como sinônimo de “game” na busca.

SIMs também são descritos como sendo o uso de vários sensores, ou vários dispositivos, então as palavras “sensor” e “device” foram adicionadas como sinônimos.

C. Critérios Objetivos e Subjetivos (definição/triagem)

1) *Critérios Objetivos*: Quanto aos Critérios Objetivos (CO), foram aplicados os seguintes:

CO1: Publicações de 2009 a 2019 (10 anos, pois foi observado que este é um período relevante para a área e as publicações relatam conceitos que não estão ultrapassados);

CO2: Publicações em Inglês (pois o maior número de publicações nas áreas pesquisadas se encontra nesta língua);

CO3: Artigos maiores que 4 páginas (para eliminar publicações pouco detalhadas como short papers);

CO4: Artigos revisados por pares, publicado em periódico ou evento com revisores (maior credibilidade);

CO5: Publicações com acesso completo gratuito (pela Capes ou *Open Access*);

CO6: Apenas estudos primários.

2) *Critérios Subjetivos*: Os Critérios Subjetivos são divididos em Critérios de Exclusão (CE) e Critérios de Inclusão (CI), definidos a seguir:

CE1: O sistema proposto não é um jogo (Não atende aos três requisitos básicos para ser um jogo, regras, objetivos e situações de vencer/perder(feedback) [11].

CE2: Publicações que só falem da aplicação de jogos, não do método de criação do mesmo, ou da interação multimodal com ele.

CE3: Publicações semelhantes e do mesmo autor (escolher apenas uma, prioridade 1: publicada em jornal, prioridade 2: mais recente).

CE4: Não possui multimodalidade de entrada através de dispositivos/sensores diferentes (pois pretende-se medir dados do paciente [multimodalidade de entrada] e através de tecnologias diferentes [dispositivos ou sensores diferentes]).

CE5: Não é um estudo primário, pois mesmo selecionando este pré-requisito no CO6 pode passar pelo filtro algum artigo secundário.

CE6: Usa o jogo somente para Educação ou Treinamento.

Abaixo são vistos os CIs, que confirmarão se as publicações restantes realmente abordam o tema proposto.

CI1: Publicações que falem de jogos multimodais aplicados a saúde humana.

CI2: Publicações que mostrem variedade/desenvolvimento de modos de interação.

A Tabela I mostra a aplicação de todos os critérios, sendo que a aplicação inicial da string de busca retornou um total de 1479 artigos, ao acabar a aplicação dos COs este número caiu para 925, no fim dos CEs já se tinha 49 e na confirmação de pertinência feita pelos CIs sobrou um total de 35 artigos a serem investigados.

TABELA I
TABELA DE CRITÉRIOS OBJETIVOS E SUBJETIVOS

MBA	Busca Inicial	CO1	CO2	CO3	CO4	CO5
<i>Science Direct</i>	60	60	58	53	53	53
<i>ACM DL</i>	109	108	108	61	61	61
<i>IEEE Xplore</i>	673	673	671	446	446	446
<i>PubMed</i>	637	637	636	595	595	440
Total	1479	1478	1473	1155	1155	1000

CO6	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CI1	CI2
48	21	15	15	6	6	4	4	4
60	21	14	14	5	4	3	3	3
421	130	95	95	27	27	23	19	10
396	171	124	122	22	21	19	18	18
925	343	248	246	60	58	49	44	35

A Tabela II mostra todos os artigos obtidos através deste mapeamento sistemático da literatura.

D. Extração dos dados

Os dados a serem extraídos das publicações, de modo a permitir a análise e dar uma visão do estado da arte foram divididos em três tipos, dados inerentes a "Publicação", a "Técnica" e ao "Resultado" de cada estudo, são eles:

1) **PUBLICAÇÃO**: Caracterização das publicações da área.

D01: Qual a curva da quantidade de publicações?

D02: Qual a nomenclatura usada, "Game", "Serious Game", etc.?

2) **TÉCNICA**: Dados sobre a construção dos jogos multimodais.

D03: Quais os dispositivos/sensores usados?

D04: Quais os dados/informações extraídos (Sinais)?

D05: Quais são as ações biológicas que os pacientes manifestam durante o jogo?

TABELA II
ARTIGOS RESULTANTES DO MAPEAMENTO

ID	Artigo
A01	L. Chittaro e R. Sioni, "Affective computing vs. affective placebo: Study of a biofeedback-controlled game for relaxation training" em <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> , vol. 72, no. 8, pp. 663 – 673, 2014, designing for emotional wellbeing.
A02	S. Y. S. Kim, N. Prestopnik, e F. A. Biocca, "Body in the interactive game: How interface embodiment affects physical activity and health behavior change" em <i>Computers in Human Behavior</i> , vol. 36, pp. 376 – 384, 2014.
A03	A. Alamri, M. M. Hassan, M. A. Hossain, M. Al-Qurishi, Y. Aldukhayil, e M. S. Hossain, "Evaluating the impact of a cloud-based serious game on obese people" em <i>Computers in Human Behavior</i> , vol. 30, pp. 468 – 475, 2014.
A04	S. N. King, L. Davis, J. J. Lehman, e B. H. Ruddy, "A model for treating voice disorders in school-age children within a video gaming environment" em <i>Journal of Voice</i> , vol. 26, no. 5, pp. 656 – 663, 2012.
A05	E. Vonach, M. Ternek, G. Gerstweiler, e H. Kaufmann, "Design of a health monitoring toy for children" em <i>Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children</i> . IDC '16. New York, NY, USA: ACM, 2016, pp. 58–67.
A06	I. Afyouni, F. U. Rehman, A. Qamar, A. Ahmad, M. A. Rahman, S. Ghani, e S. Basalamah, "Gamifying hand physical therapy with intelligent 3d navigation" em <i>SIGSPATIAL Special</i> , vol. 8, no. 1, pp. 42–49, Jun. 2016.
A07	A. Santos, V. Guimarães, N. Matos, J. a. Cevada, C. Ferreira, e I. Sousa, "Multi-sensor exercise-based interactive games for fall prevention and rehabilitation" em <i>Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare</i> , ser. Pervasive Health '15. ICST, 2015, pp. 65–71.
A08	J. E. Muñoz, R. Chavarriaga, J. F. Villada, e D. Sebastian-Lopez, "Bci and motion capture technologies for rehabilitation based on videogames" em <i>IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC 2014)</i> , Out 2014, pp. 396–401.
A09	M. A. F. Rodrigues, D. V. Macedo, H. P. Pontes, Y. R. Serpa, e Y. R. Serpa, "A serious game to improve posture and spinal health while having fun" em <i>2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)</i> , Mai 2016, pp. 1–8.
A10	J. E. Muñoz, D. S. Lopez, J. F. Lopez, e A. Lopez, "Design and creation of a bci videogame to train sustained attention in children with adhd" em <i>2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC)</i> , Set 2015, pp. 194–199.
A11	Z. Wang, A. Parnandi, e R. Gutierrez-Osuna, "Biopad: Leveraging off-the-shelf video games for stress self-regulation" em <i>IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics</i> , vol. 22, no. 1, pp. 47–55, Jan 2018

D06: Quais são as ações do personagem no jogo (pular, correr, etc...)?

D07: Cita o uso intencional da multimodalidade (sinônimos: *multimodal*, *multi-sensor*, *multi-modality*, *modality*, *modal*, *multi-modal*, *multiple devices*, *multiple sensory*, *multiple sources of device*)?

D08: Usa a multimodalidade para atingir qual objetivo?

D09: Quais as Arquiteturas usadas?

D10: Quais os *Frameworks* usados?

D11: Descreve os conceitos de Fusão ou Fissão de sinais?

ID	Artigo
A12	M. Saleh, “Adaptive ubiquitous mobile gaming system for youth obesity rehabilitation” em <i>2015 Wireless Telecommunications Symposium (WTS)</i> , Abril 2015, pp. 1–6.
A13	E. I. Konstantinidis, G. Bamparopoulos, e P. D. Bamidis, “Moving real exergaming engines on the web: The web-fitforall case study in an active and healthy ageing livinglab environment” em <i>IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics</i> , vol. 21, no. 3, pp. 859–866, Mai 2017.
A14	C. Yang, C. Yang, W. Fang, W. Huang, S. Hung, C. Wang, H. Lin, e Y. Huang, “An innovative breathing game applied with textile sensors” em <i>2010 2nd International IEEE Consumer Electronics Society’s Games Innovations Conference</i> , Dez 2010, pp. 1–6.
A15	J. E. Muñoz Cardona, M. S. Cameirao, T. Paulino, S. Bermudez, e E. Rubio, “Modulation of physiological responses and activity levels during exergame experiences” em <i>2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)</i> , Set 2016, pp. 1–8.
A16	A. Oikonomou e D. Day, “Using serious games to motivate children with cystic fibrosis to engage with mucus clearance physiotherapy” em <i>2012 Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems</i> , Jul 2012, pp. 34–39.
A17	R. N. Madeira, N. Correia, A. C. Dias, M. Guerra, O. Postolache, e G. Postolache, “Designing personalized therapeutic serious games for a pervasive assistive environment” em <i>2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)</i> , Nov 2011, pp. 1–10.
A18	I. L. Trevizan, T. D. Silva, H. Dawes, T. Massetti, T. B. Crocetta, F. M. Favero, A. S. B. Oliveira, L. V. de Araujo, A. C. C. Santos, L. C. de Abreu, S. Coe, e C. B. M. Monteiro, “Efficacy of different interaction devices using non-immersive virtual tasks in individuals with Amyotrophic Lateral Sclerosis: a cross-sectional randomized trial” em <i>BMC Neurol</i> , vol. 18, no. 1, p. 209, Dez 2018.
A19	M. Oliver, M. A. Teruel, J. P. Molina, D. Romero-Ayuso, e P. Gonzalez, “Ambient Intelligence Environment for Home-Cognitive Telerehabilitation” em <i>Sensors (Basel)</i> , vol. 18, no. 11, Out 2018.
A20	R. Klaassen, K. C. M. Bul, R. Op den Akker, G. J. van der Burg, P. M. Kato, e P. Di Bitonto, “Design and Evaluation of a Pervasive Coaching and Gamification Platform for Young Diabetes Patients” em <i>Sensors (Basel)</i> , vol. 18, no. 2, Jan 2018.
A21	J. P. Held, B. Ferrer, R. Mainetti, A. Steblin, B. Hertler, A. Moreno-Conde, A. Duenas, M. Pajaro, C. L. Parra-Calderon, E. Vargiu, M. Jose Zarco, M. Barrera, C. Echevarria, F. Jodar-Sanchez, A. R. Luft, e N. A. Borghese, “Autonomous rehabilitation at stroke patients home for balance and gait: safety, usability and compliance of a virtual reality system” em <i>Eur J Phys Rehabil Med</i> , vol. 54, no. 4, pp. 545–553, Ago 2018.
A22	N. G. Murray, N. R. D’Amico, D. Powell, M. E. Mormile, K. E. Grimes, B. A. Munkasy, R. K. Gore, e R. J. Reed-Jones, “ASB clinical biomechanics award winner 2016: Assessment of gaze stability within 24–48 hours post-concussion” em <i>Clin Biomech (Bristol, Avon)</i> , vol. 44, pp. 21–27, Mai 2017.
A23	L. Lopez-Samaniego e B. Garcia-Zapirain, “A Robot-Based Tool for Physical and Cognitive Rehabilitation of Elderly People Using Biofeedback” em <i>Int J Environ Res Public Health</i> , vol. 13, no. 12, 11 2016.

ID	Artigo
A24	P. A. Rego, R. Rocha, B. M. Faria, L. P. Reis, e P. M. Moreira, “A Serious Games Platform for Cognitive Rehabilitation with Preliminary Evaluation” em <i>J Med Syst</i> , vol. 41, no. 1, p. 10, Jan 2017.
A25	F. Wittmann, J. P. Held, O. Lambercy, M. L. Starkey, A. Curt, R. Hover, R. Gassert, A. R. Luft, e R. R. Gonzenbach, “Self-directed arm therapy at home after stroke with a sensor-based virtual reality training system” em <i>J Neuroeng Rehabil</i> , vol. 13, no. 1, p. 75, 08 2016.
A26	N. J. Seo, J. Arun Kumar, P. Hur, V. Crocher, B. Motawar, e K. Lakshminarayanan, “Usability evaluation of low-cost virtual reality hand and arm rehabilitation games” em <i>J Rehabil Res Dev</i> , vol. 53, no. 3, pp. 321–334, 2016.
A27	V. Hasselmann, P. Oesch, L. Fernandez-Luque, e S. Bachmann, “Are exergames promoting mobility an attractive alternative to conventional self-regulated exercises for elderly people in a rehabilitation setting? Study protocol of a randomized controlled trial” em <i>BMC Geriatr</i> , vol. 15, p. 108, Set 2015.
A28	T. Naumann, S. Kindermann, M. Joch, J. Munzert, e M. Reiser, “No transfer between conditions in balance training regimes relying on tasks with different postural demands: Specificity effects of two different serious games” em <i>Gait Posture</i> , vol. 41, no. 3, pp. 774–779, Mar 2015.
A29	M. R. van den Heuvel, G. Kwakkel, P. J. Beek, H. W. Berendse, A. Daffertshofer, e E. E. van Wegen, “Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson’s disease: a pilot randomized clinical trial” em <i>Parkinsonism Relat. Disord.</i> , vol. 20, no. 12, pp. 1352–1358, Dez 2014.
A30	Y. J. Gschwind, S. Eichberg, H. R. Marston, A. Ejupi, H. d. Rosario, M. Kroll, M. Drobnics, J. Annegarn, R. Wieching, S. R. Lord, K. Aal, e K. Delbaere, “ICT-based system to predict and prevent falls (iStoppFalls): study protocol for an international multicenter randomized controlled trial” em <i>BMC Geriatr</i> , vol. 14, p. 91, Ago 2014.
A31	M. S. Cameirao, S. B. Badia, E. Duarte, A. Frisoli, e P. F. Verschure, “The combined impact of virtual reality neurorehabilitation and its interfaces on upper extremity functional recovery in patients with chronic stroke” em <i>Stroke</i> , vol. 43, no. 10, pp. 2720–2728, Out 2012.
A32	F. van Wijck, D. Knox, C. Dodds, G. Cassidy, G. Alexander, e R. MacDonald, “Making music after stroke: using musical activities to enhance arm function” em <i>Ann. N. Y. Acad. Sci.</i> , vol. 1252, pp. 305–311, Abr 2012.
A33	K. Kahol, “Integrative gaming: a framework for sustainable game-based diabetes management” em <i>J Diabetes Sci Technol</i> , vol. 5, no. 2, pp. 293–300, Mar 2011.
A34	L. A. Harvey, S. A. Dunlop, L. Churilov, Y. S. Hsueh, e M. P. Galea, “Early intensive hand rehabilitation after spinal cord injury (“Hands On”): a protocol for a randomised controlled trial” em <i>Trials</i> , vol. 12, p. 14, Jan 2011.
A35	A. Gorini, F. Pallavicini, D. Algeri, C. Repetto, A. Gaggioli, e G. Riva, “Virtual reality in the treatment of generalized anxiety disorders” em <i>Stud Health Technol Inform</i> , vol. 154, pp. 39–43, 2010.

3) RESULTADO: Motivação e prova de conceito.

D12: Quais os objetivos almejados (aplicação)?

D13: Ocorre experimento do dispositivo ou do sistema multimodal?

IV. RESULTADOS

As buscas e análises foram realizadas de fevereiro a julho de 2019. Como toda pesquisa possui fatores de risco, os

riscos associados a esta incluem a falta de algum termo chave na busca, que pode deixar de fora trabalhos importantes; o mecanismo de busca pode não ser o melhor para o tema, mesmo havendo indícios do contrário; podem ocorrer erros na aplicação dos critérios de seleção (CO, CE e CI).

Ao analisar os artigos, foi observado que as publicações da área tiveram crescimento até o ano de 2016 (D01), o que pode ser observado na Figura 1.

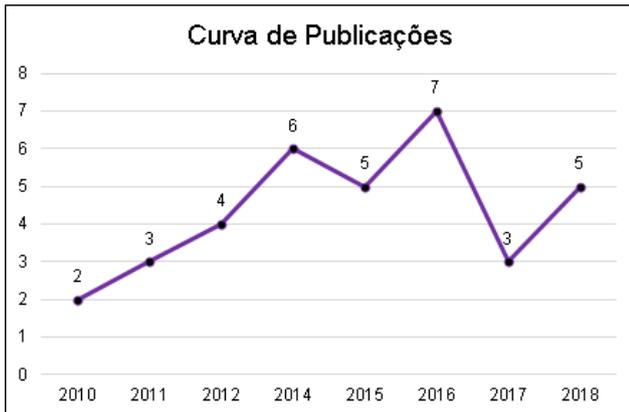


Figure 1. Curva de trabalhos na área de JSMM para a Saúde.

Outro fator importante é a nomenclatura usada para descrever os jogos citados nos artigos (Figura 2), em sua maioria foram descritos como *Serious Games*, mas outros termos também apareceram, como *Game*, *Exergame*, *Virtual Reality* e ainda mais de um termo na mesma obra fazendo referência ao jogo, sendo eles *Game/Virtual Reality* e também *Exergame/Virtual Reality* (D02).

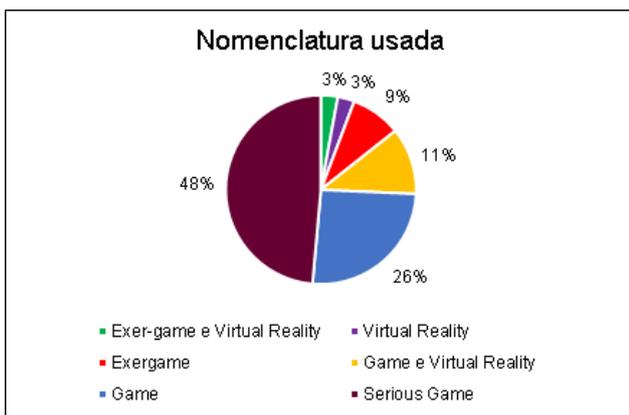


Figure 2. Nomenclaturas citadas nos trabalhos.

Dentre os dispositivos/sensores usados como interface, o dispositivo *Kinect* foi o mais usado, seguido de sensores eletroencefalográficos, oxímetro, mouse e o *Wii Balance Board* (Nintendo®) (D03), como pode ser visto na Figura 3.

A Figura 4 expõe os dados/informações que foram extraídos dos pacientes durante o uso dos Jogos Sérios (D04),

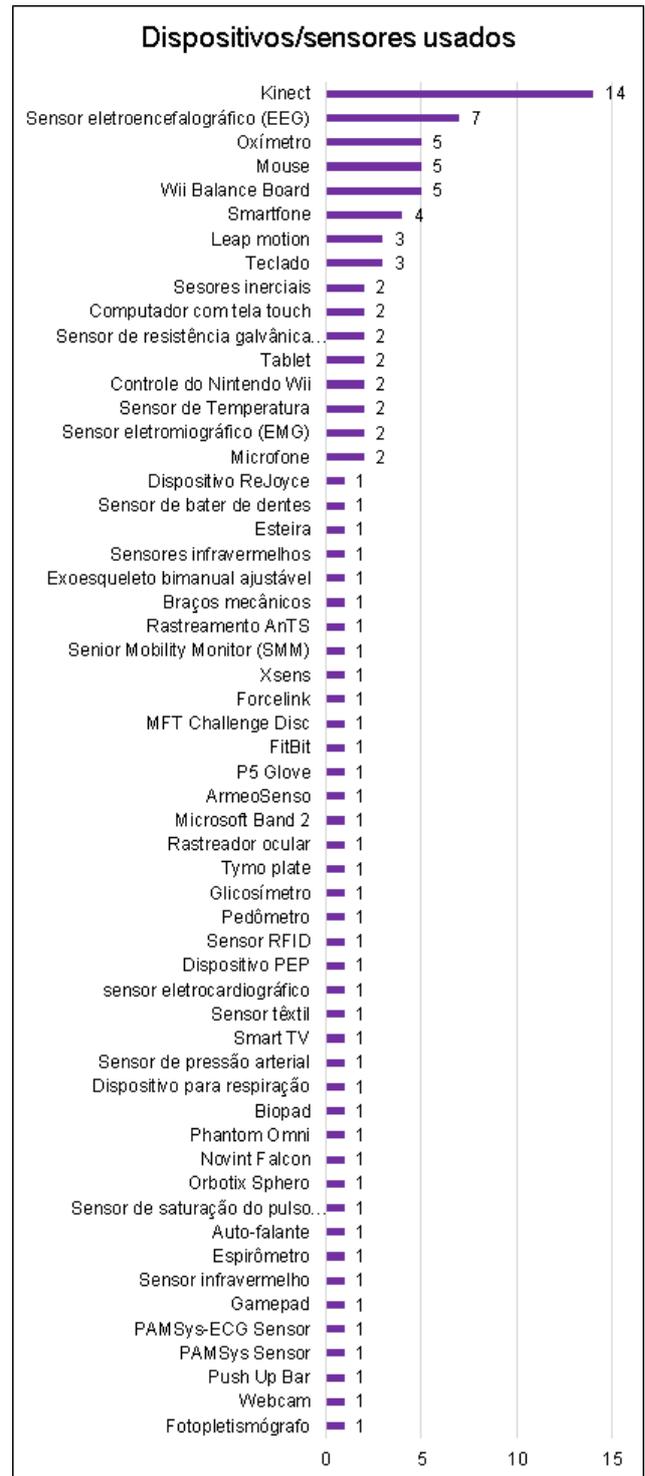


Figure 3. Dispositivos e sensores usados nos trabalhos

onde pode ser percebido que o que mais foi capturado nos jogos foram o mapeamento corporal por inteiro, a frequência

cardíaca e a movimentação isolada de membros superiores.

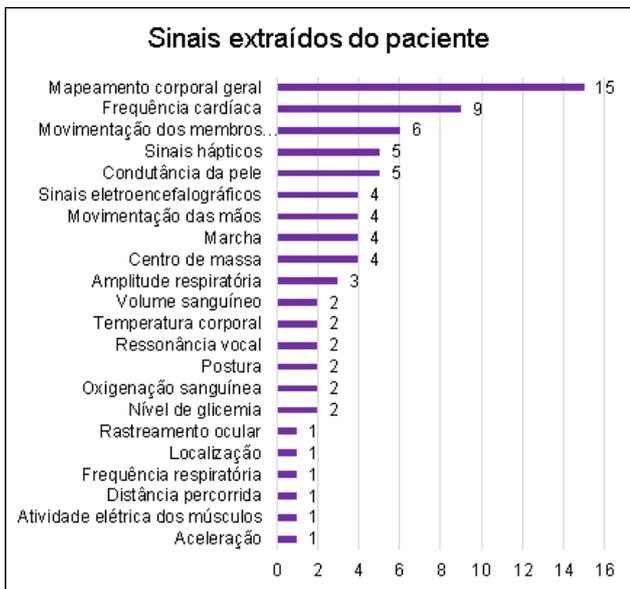


Figure 4. Informações extraídas dos pacientes

As ações biológicas que os jogadores precisavam fazer para que os personagens efetuassem suas ações foi em sua maioria movimentos corporais de corpo inteiro, movimentos apenas com os membros superiores e a simulação de caminhada (D05), estas e as demais ações estão expostas na (Figura 5).

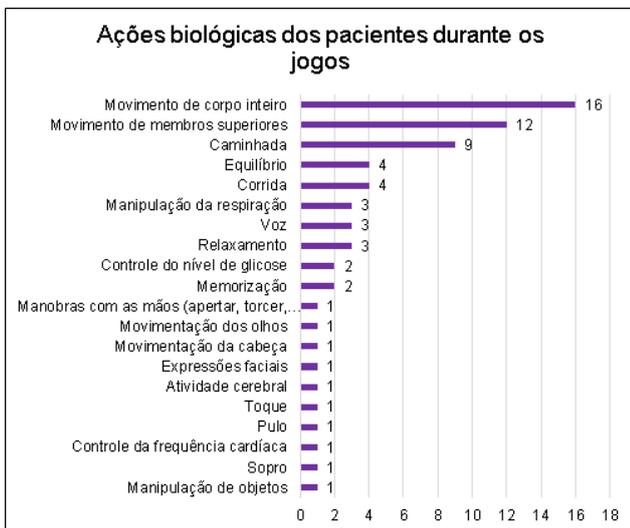


Figure 5. Ações necessárias para jogar

As ações mais recorrentes (Figura 6) feitas pelos personagens nos jogos foram a de "escolher figuras" (para o jogador memorizar) e a de "andar" pelos cenários (D06).

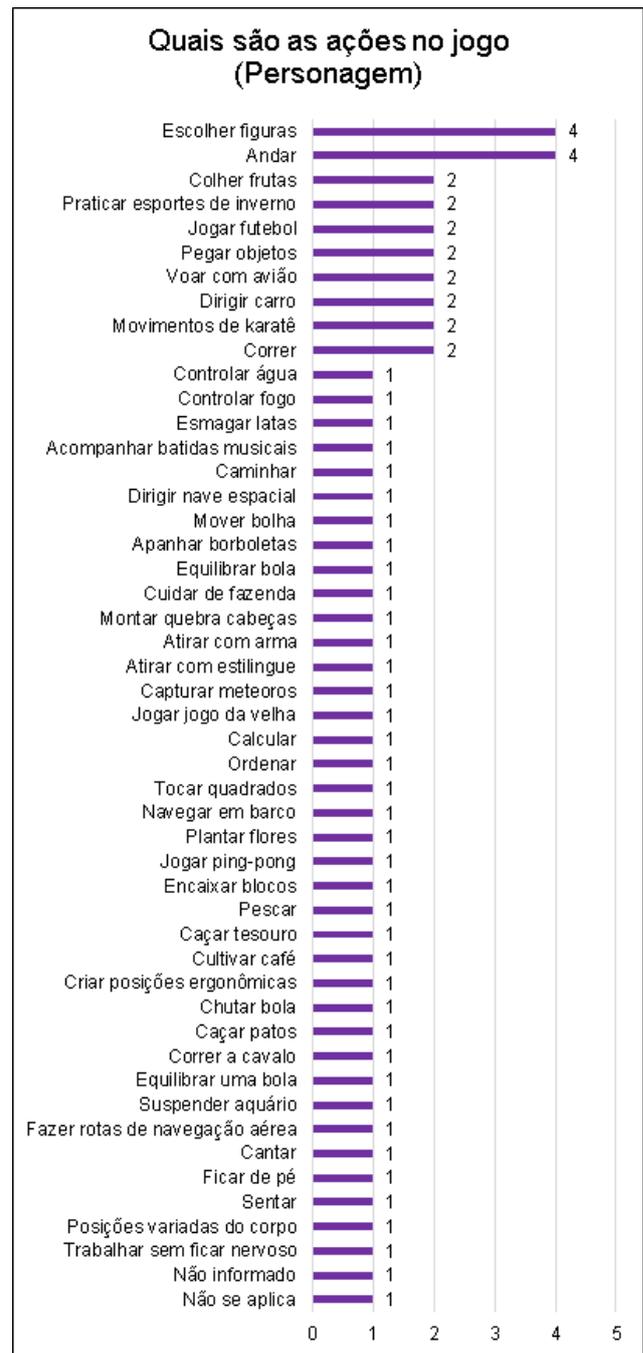


Figure 6. Ações feitas pelos personagens

Dos trabalhos observados, 20% descreveram utilizar propositalmente a multimodalidade como ferramenta (Figura 7), isto é, 7 dos 35 trabalhos (A04, A08, A11, A12, A17, A19 e A24) (D07). Sendo que é visto na Figura 8 que a mesma foi utilizada na maioria dos trabalhos com o objetivo de gerar complementariedade, ou seja, juntar dados de fontes diversas para obter informações mais completas,

seguida do objetivo de flexibilizar o controle dos jogos, proporcionando seu funcionamento através de dispositivos diferentes e ainda usando a multimodalidade com mais de um objetivo (D08).



Figure 7. Uso consciente da multimodalidade de interações.

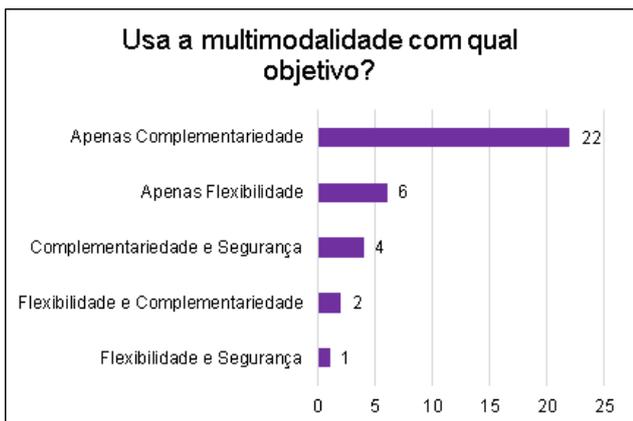


Figure 8. Objetivo do uso da multimodalidade.

Quanto as arquiteturas usadas (D09), 24 dos 35 artigos não informaram a arquitetura de seus trabalhos, 10 desenvolveram uma arquitetura própria de construção do sistema multimodal/jogo e 1 artigo citou o uso de uma arquitetura já criada chamada WBASN, que monta uma rede sem fio para comunicação entre sensores (Figura 9).

A Figura 10 descreve os *frameworks* para proporcionar a utilização/manipulação das interfaces multimodais e para criação de jogos, que facilitam a criação estes processos, 26 dos artigos não informaram uso de *frameworks*, porém, os 9 restantes usaram *frameworks* variados (D10), como *Framework* para Jogos Sérios (*Serious Games*) baseados em nuvem, para Jogos Sérios aplicados a pessoas com deficiência junto a informações geográficas, para jogos de manejo da diabetes, para transformar jogos de prateleira em jogos de exercícios, *framework* para recuperar dados de múltiplos

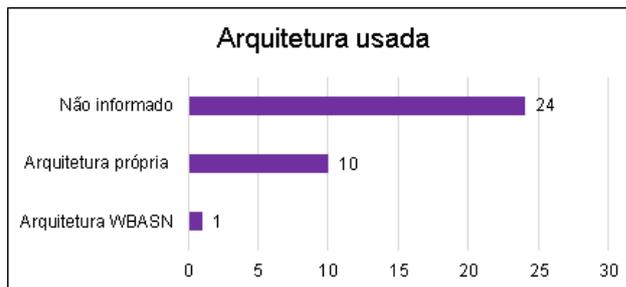


Figure 9. Uso de arquiteturas já existentes.

padrões de dispositivos e sensores baseados em movimento, *framework* para interfaces multimodais (*WSPC*), para comunicação entre aplicação e controles (*CAC-framework*), para serviços (*PERGAMON*) e *framework* para aquisição de dados de sensores *MYO* (*MyoKit*).

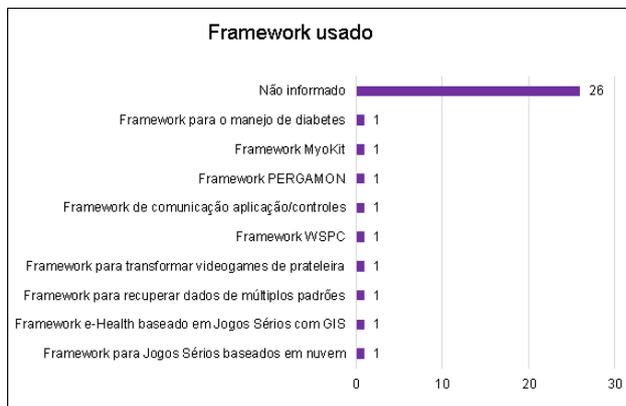


Figure 10. Frameworks para facilitar a criação de JSMM para a Saúde.

A maioria dos artigos (Figura 11) não descrevem nenhum tipo de fusão ou fissão de modalidades, todavia 5 deles (A1, A7, A12, A19 e A24) citam arranjos que podem ser entendidos como fusões (D11).

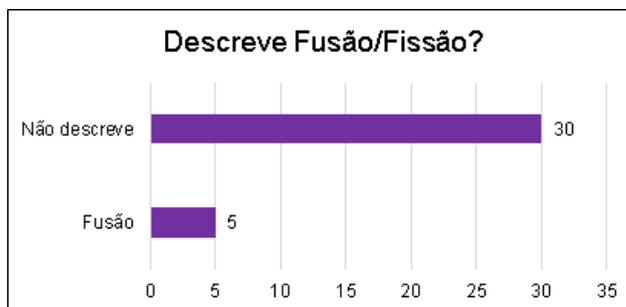


Figure 11. Conceitos de Fusão e Fissão de modalidades.

Quanto ao objetivo de cada artigo (D12), o mais recorrente foi a reabilitação de membros superiores de pacientes

hemiplégicos, seguido de reabilitação do equilíbrio e criação de estímulo para uma vida mais ativa através de exercícios físicos (Figura 12).

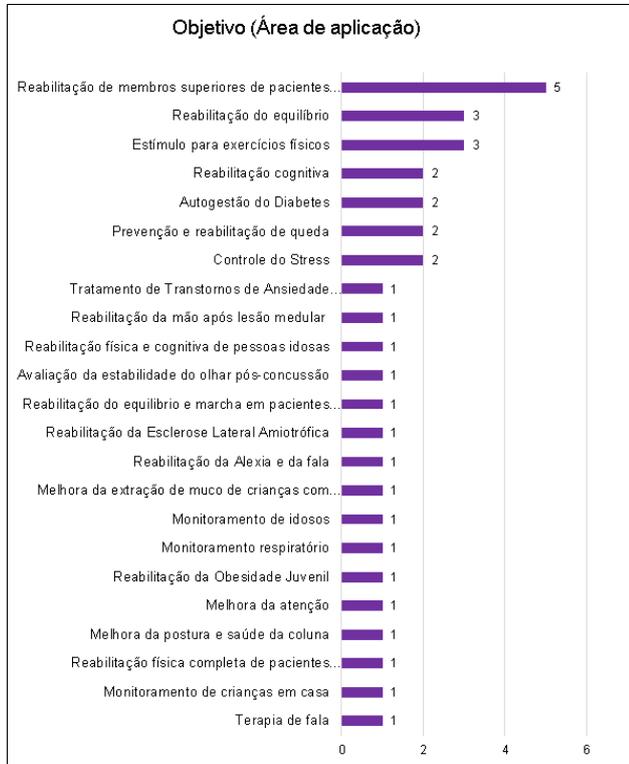


Figure 12. Objetivo para a criação do jogo e SIM.

Por fim, outro quesito importante quando se envolve jogos para a saúde é a experimentação (D13), para saber se um trabalho realmente está desempenhando o objetivo para o qual foi criado. Dos trabalhos observados 89% realizaram experimentos, ao passo que 11% não cita nada sobre a aplicação prática dos jogos multimodais criados, são estes 4 trabalhos (A04, A10, A13 e A32). (Figura 13).

V. DISCUSSÃO

Os dados deste mapeamento mostra que a área está em ascensão. A nomenclatura mais usada para descrever os Jogos Sérios Multimodais para a Saúde é "Serious Game", ou "Jogos Sérios" em Língua Portuguesa.

Existe uma gama de dispositivos e sensores que comprovadamente podem compor uma arquitetura de JSMM para a Saúde, sendo o *kinect* o dispositivo mais usado. Vários sinais podem ser extraídos dos pacientes, alguns como controles de jogo e outros para verificação da saúde dos pacientes. Para jogar os JSMM para a Saúde foram encontrados trabalhos que exigiam movimentos dos membros, da voz, da respiração e ainda uma série de outros meios com jogabilidades incomuns (diferente de mouse e teclado).



Figure 13. Ocorrência de experimentação de algum tipo.

Foi observado também que apenas uma pequena parte dos artigos cita o uso intencional de interações multimodais, o que pode ser devido a indiferença ao termo, ou indiferença ao potencial que os SIMs representam. Na análise feita dos estudos, todos carregam a multimodalidade com sigilo, no entanto nenhum deles aproveita todo o potencial da multimodalidade (segurança, complementariedade e flexibilidade), para que se tenha um JSMM mais abrangente e completo.

Apenas 1 dos trabalhos aproveita uma arquitetura criada anteriormente e 10 criam novas arquiteturas, destes 10, nenhum observou se uma arquitetura existente poderia suprir a necessidade desejada.

Foram encontrados vários *frameworks* que podem ajudar futuramente na manipulação de dispositivos, junção de informações, criação de jogos e desenvolvimentos com foco em saúde.

A gama de sensores/dispositivos trouxe uma base sobre o que pode ser desenvolvido/acoplado em JSMM para a Saúde.

VI. CONCLUSÃO

Como visto na sessão IV, foram respondidas as Perguntas Secundárias (PS), sendo que a área de JSMM para a Saúde cresceu e ainda parece possuir certo grau de pertinência (PS1). O foco das pesquisas da área se dá em aspectos de reabilitação de pacientes debilitados, seja por Hemiparesia, obesidade, falta de equilíbrio, etc... (PS2). Por fim quanto aos recursos envolvidos com JSMM para a Saúde, apareceram uma série de *frameworks* para desenvolvimento e os sensores mais usados também foi respondido (*Kinect*, EEG, Oxímetro) (PS3).

O objetivo principal deste mapeamento era saber como os JSMM para a Saúde estão sendo construídos (PP), pode se dizer que várias respostas foram conseguidas e agora ao criar JSMM para a Saúde já se tem um mapa que pode auxiliar neste desafio.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela bolsa de Mestrado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq) pela bolsa produtividade DT2, pela bolsa PIBITI, à FAPESC T.O. No.: 2019TR712 e à UDESC, pelo apoio financeiro parcial.

REFERENCES

- [1] C. C. Abt, *Serious games*. University press of America, 1987.
- [2] D. Djaouti, J. Alvarez, J.-P. Jessel, e O. Rampnoux, “Origins of serious games,” em *Serious games and edutainment applications*. Springer, 2011, pp. 25–43.
- [3] E. Boyle, T. M. Connolly, e T. Hainey, “The role of psychology in understanding the impact of computer games,” *Entertainment Computing*, vol. 2, no. 2, pp. 69–74, 2011.
- [4] P. A. Rego, P. M. Moreira, e L. P. Reis, “Architecture for serious games in health rehabilitation,” em *New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 2*. Springer, 2014, pp. 307–317.
- [5] D. Tzovaras, *Multimodal user interfaces: from signals to interaction*. Springer Science & Business Media, 2008.
- [6] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, e M. Mattsson, “Systematic mapping studies in software engineering,” em *Ease*, vol. 8, 2008, pp. 68–77.
- [7] R. Grimes, “Um sistema biomédico com jogo sério e dispositivo especial para reabilitação respiratória,” Dissertação de Mestrado, Mestrado profissional em Engenharia Elétrica, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2018.
- [8] R. B. Schroeder, “Wobu-bubble-jogo sério para o equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia,” Dissertação de Mestrado, Mestrado em Computação Aplicada, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.
- [9] S. RF, “Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica,” *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 2007.
- [10] T. M. Connolly, E. A. Boyle, E. MacArthur, T. Hainey, e J. M. Boyle, “A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games,” *Computers & education*, vol. 59, no. 2, pp. 661–686, 2012.
- [11] M. Prensky, “Aprendizagem baseada em jogos digitais,” *São Paulo: SENAC*, p. 575, 2012.