

Design de informação para instruções de montagem em sistemas de realidade aumentada: uma revisão sistemática integrativa

Information design for assembly instructions on augmented reality systems: an integrative systematic review

Christian Cambuzzi da SILVA¹
Cristiano José Castro de Almeida CUNHA²

Resumo

A Realidade Aumentada, popularmente conhecida pela sobreposição de informações virtuais em ambientes reais, é uma tecnologia presente em diversas áreas, inclusive em processos de montagem. Nessa perspectiva, o Design de Informação pode se somar a RA de modo a contribuir na organização de informações em operações de montagem. O objetivo do artigo é discutir publicações científicas sobre aspectos da informação para instruções de montagem em sistemas de Realidade Aumentada. O estudo percorre 5 etapas bem definidas de uma revisão sistemática integrativa da literatura: (i) identificação da temática; (ii) critérios de inclusão e exclusão; (iii) estudos pré-selecionados e selecionados; (iv) categorias informadas por meio da extração dos dados; (v) análise e interpretação dos resultados. O trabalho resulta em três categorias para a discussão: (i) informação em sistema de RA; (ii) interação com a informação; e (iii) o uso de interfaces para exibir a informação virtual.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Informação. Instrução de montagem.

Abstract

Augmented Reality, known for overlapping virtual information in real environments, is a technology presente in many áreas, including assembly processes. From this perspective, Information Design can be added to AR to contribute to the organization of information in assembly operations. The purpose of this paper is to discuss scientific publications on information aspects for assembly instructions in AR systems. The study goes through 5 well-defined stages of an integrative review: (i) identification of the theme; (ii) inclusion and exclusion criteria; (iii) pre-selected and selected studies; (iv) categories through data extraction; (v) analysis and interpretation of results. The work

¹ Mestrando em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista CAPES. E-mail: christiancambuzzi@gmail.com

² Doutor em Administração de Empresas pela Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, (RWTH). Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: 01cunha@gmail.com

results in three categories for the discussion: (i) information in AR system; (ii) interaction with information; and (iii) the use of interfaces to display virtual information.

Keywords: Augmented Reality. Information. Assembly instruction.

Introdução

A Realidade Aumentada (RA) se caracteriza como um paradigma de interação, popularmente conhecido pela sobreposição de informações virtuais em ambientes reais, admitindo que os objetos reais e aqueles gerados por computador coexistam no mesmo espaço e em tempo real (AZUMA, 1997; KIRNER; SISCOOTTO, 2007). Parcela significativa da coleta de dados sobre a Realidade Aumentada surge na década de 90, como os estudos levantados por Azuma (1997) que, por sua vez, abordam propriedades essenciais da tecnologia discutidas até hoje. O autor destaca três características desse sistema de interação, são elas: (i) combinação do real e virtual; (ii) interatividade em tempo real; e (iii) registro em três dimensões.

As informações resultantes da combinação de elementos virtuais e reais podem contribuir para que as pessoas possam desempenhar tarefas cotidianas, como aquelas realizadas em seus espaços de trabalho. Nesse contexto, são muitas as áreas que fazem uso da tecnologia no desenvolvimento de diversas aplicações. Destacam-se projetos de Realidade Aumentada no setor da saúde e de entretenimento (AZUMA, 1997; KIRNER; SISCOOTTO, 2007; KREVELEN; POELMAN, 2010; SCHMALSTIEG; HÖLLERER, 2016), assim como aplicações em educação e treinamento, anotação, planejamento de caminho de robôs, sistemas de navegação, aplicações militares, além de setores de montagem, manutenção e reparo.

Aplicações com RA, compreendendo montagem, manutenção e reparo de objetos começaram a se desenvolver ainda no final do século XX. Aqui, o uso de informações gerados por computador, combinadas com objetos ou ambientes reais tem como propósito tornar as instruções de um manual ainda mais inteligíveis (AZUMA, 1997). Este artigo delimita seu escopo para instruções que dizem respeito às operações de montagem.

De modo a pensar a preparação e o tratamento das informações em instruções de montagem somadas as técnicas de RA, a pesquisa se apoia na área do Design de

Informação. Para Horn (1999), o Design de Informação se caracteriza por sua preocupação com a estrutura, contexto, e apresentação dos dados e informações, de forma clara. O autor destaca que a área é responsável pela preparação de informações para que os seres humanos possam usá-las de modo eficiente e eficaz.

Nesse contexto, este artigo visa responder a seguinte questão de pesquisa: Qual a relação do Design de Informação em sistemas que fazem uso de técnicas de Realidade Aumentada para instruções de montagem? Para responder a esta questão, optou-se por realizar uma revisão sistemática integrativa das últimas três décadas sobre aspectos que envolvem a relação entre instruções de montagem, Realidade Aumentada e Informação.

O artigo está estruturado em 4 seções: (i) a primeira busca introduzir conceitos que dizem respeito a RA e ao Design de Informação, além de informar a questão de pesquisa que busca guiar a revisão da literatura; (ii) na segunda seção, apresenta-se uma breve discussão sobre o Design de Informação no contexto das instruções de montagem; (iii) a terceira seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados; (iv) por fim, na quarta seção, levantam-se considerações sobre o trabalho desenvolvido e sugestões para pesquisas futuras.

1 Design de Informação em Instruções de Montagem

O propósito de pensar o Design de Informação no contexto da Realidade Aumentada e, em particular, sua aplicação em instruções de montagem, decorre da necessidade de apresentar a informação correta para as pessoas certas em um tempo determinado. Esse aspecto dialoga com a RA, devido seu caráter de sobrepor uma informação digital na cena do mundo físico, em tempo real. Em outras palavras, espera-se que a informação gerada por computador, seja recuperada e apresentada ao usuário por meio de um dispositivo tecnológico.

No contexto de instruções de montagem, o Design de Informação pode servir para apoiar a preparação da informação a partir de três objetivos primários levantados por Horn (1999) que compreendem o (i) desenvolvimento de documentos de fácil e rápida compreensão e recuperação; (ii) projeto de interações para equipamentos fáceis, naturais e agradáveis de usar (iii) conforto e segurança dos agentes nos ambientes real e virtual.

O objetivo primário, que diz respeito as interações, pode ser complementado com o Design de Interação que, de acordo com Preece, Rogers e Sharp (2005), é uma área que oferece estratégias para apoiar melhores experiências para os usuários. A interação pode ser estruturada em ações por meio diversos tipos de interfaces e suas múltiplas modalidades. A interface, por sua vez, é responsável por estabelecer a interação com a informação digital em instruções de montagem. Bürdek (2006) considera a interface como uma superfície de uso que se materializa em algum *display*, de modo a apoiar informações visuais, sonoras, táteis e de outros órgãos do sentido humano.

2 Procedimentos metodológicos

Este artigo adotou a revisão sistemática integrativa como método para revisão da literatura com base nos procedimentos de Kitchenham (2004) e Whitemore e Knafl (2005). Aqui o método foi abordado em cinco etapas bem definidas: (i) identificação da temática e apresentação da questão de pesquisa; (ii) determinação dos critérios de inclusão e exclusão; (iii) identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; (iv) categorização dos estudos selecionados; e (v) Análise e Interpretação dos resultados;

A ferramenta StArt (State of the Art through Systematic Review), desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da UFSCar, foi utilizada para apoiar o método de revisão sistemática. Essa ferramenta busca auxiliar o pesquisador por meio de três etapas: (i) planejamento; (ii) execução; e (iii) sumarização. Destas, somente as duas primeiras foram produzidas com a ferramenta, enquanto a última foi realizada manualmente.

Na etapa de (i) planejamento, a ferramenta apresenta um espaço para estruturação do protocolo que, por sua vez, tem base nas publicações de Barbara Kitchenham. Destacam-se os seguintes campos do protocolo: objetivo; questão principal; palavras-chave e sinônimos; definição de critério de seleção; idiomas; bases de dados; critérios de inclusão e exclusão; definição dos tipos de estudos; sumarização; entre outros.

A etapa de (ii) execução inicia na (a) identificação dos estudos, passando por um processo de (b) seleção, seguido pela etapa de (c) extração. Neste artigo, o processo de extração iniciou na ferramenta StArt e foi finalizada manualmente.

2.1 Identificação do tema e questão de pesquisa

Esta pesquisa busca entender como ocorre a visualização das informações em sistemas de Realidade Aumentada para instruções de montagem. Desse modo, o presente trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: Qual a relação do Design de Informação em sistemas que fazem uso de técnicas de Realidade Aumentada para instruções de montagem?

Para a estratégia de busca, serão utilizados descritores para a construção de *strings* por meio das seguintes temáticas, com base em dois idiomas (Português e Inglês):

(a) Realidade Aumentada

("augmented reality" OR "mixed reality" OR "hybrid reality" OR "extended reality" OR "realidade aumentada" OR "realidade misturada" OR "realidade estendida" OR "realidade híbrida" OR "realidade mista" OR "realidade mesclada")

(b) Informação

("information design" OR infodesign OR "information" OR "design for information" OR "information system design" OR "information science" OR "information system" OR "design to information" OR "information visualization")

(c) Instrução / montagem

(instruction OR "instruction manual" OR "user manual" OR manual OR assembl* OR "assembly instruction" OR "assistance system" OR "instrucional media" OR "assembly operation" OR "assembly manual" OR "computer assisted instruction" OR "interactive manual")

Os descritores e operadores booleanos foram adaptados de acordo com as seguintes bases de dados selecionadas para a revisão sistemática integrativa: (i) *Scopus*; (ii) *Web of Science* - WoS; e (iii) ScieLo. Na *Scopus*, obteve-se 386 documentos; Na WoS, 191; e na ScieLo, 58 documentos. Totalizando, desse modo, 635 documentos. Entre eles, destacam-se artigos de periódicos, artigos de conferências e capítulos de livros.

As buscas foram exportadas de suas bases em arquivos no formato de lista de referência. Posteriormente, o arquivo foi importado para o software StArt.

2.2 Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão

A ferramenta StArt detectou 33 artigos duplicados que, por sua vez, foram excluídos. Essa ação implicou em um dos critérios de exclusão. Contudo, haviam ainda 28 documentos duplicados, que não foram identificados pelo software. Desse modo, o processo de exclusão ocorreu manualmente, totalizando 574 artigos.

Durante o processo de identificação dos estudos, foram excluídos todos os documentos da base de dados ScieLo, pois o resultado não apresentou artigos que contribuíssem para este estudo.

Na sequência, os documentos que tratavam de instruções aplicadas a outros contextos, como treinamento e educação, visualização médica, sistemas de navegação, entre outras áreas, foram rejeitados. Além disso, artigos que tratavam de instruções de manutenção e reparo também foram descartados. Por fim, 28 artigos publicados no ano de 2019 também foram excluídos, optando-se por trabalhos publicados entre os anos 1990 e 2018.

2.3 Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados

Para esta etapa, 64 artigos foram pré-selecionados para uma leitura criteriosa dos títulos, resumos e palavras-chave. Para delimitar o escopo, optou-se por selecionar somente artigos publicados em revistas. Restaram, desse modo, 19 artigos para realizar a leitura na íntegra. Destes, 3 não estavam disponíveis e 2 não se adequaram a esta pesquisa. Portanto, 14 artigos foram selecionados para a etapa de categorização dos estudos.

2.4 Categorização dos estudos selecionados

A matriz de síntese (KLOPPER; LUBBE; RUGBEER, 2007) foi utilizada para a extração e organização dos dados, de modo a resumir aspectos que dizem respeito às questões de informação para instruções de montagem em sistemas de Realidade Aumentada. Buscou-se categorizar e considerar dados quanto a (i) informação no ambiente de RA; a (ii) interação com a informação; e (iii) possíveis interfaces a serem

usadas para interagir com a informação. Busca-se entender como as informações se estruturam ou como elas se comportam em sistemas que fazem uso da Realidade Aumentada em operações de montagem. Considera-se visualizar possibilidades de interação com a informação digital, além da diversidade de interfaces que apoiam as múltiplas modalidades de interação. Desse modo, a categoria referente a Interface busca apresentar outros dispositivos ou objetos que fazem interface para/com a informação durante atividade interativa.

A próxima seção discute as categorias e as relaciona ao contexto do Design de Interação.

2.5 Análise e interpretação dos resultados

Após a etapa de categorização dos estudos selecionados, cada uma das categorias será discutida nas próximas subseções. O objetivo desta etapa é responder a seguinte questão de pesquisa: Como o Design de Informação pode auxiliar sistemas que fazem uso de técnicas de Realidade Aumentada para instruções de montagem?

Desse modo, busca-se entender o Design de Informação como a área responsável pela preparação da informação que, por sua vez, pode ser usada por agentes humanos (HORN, 1999) e/ou agentes tecnológicos. Retoma-se aqui os objetivos primários do Design de Informação, abordados por Horn (1999) e adaptados para o contexto de instruções de montagem em sistemas de RA: (i) desenvolvimento de instruções que sejam compreensíveis, de fácil e rápida recuperação e que possam ser traduzidas em uma estrutura de ações efetivas para sistemas, ferramentas e aplicações com RA; (ii) definir interações que dialoguem com equipamentos que sejam fáceis e agradáveis de usar, assim como desenvolvimento de interfaces naturais; por fim, esses dois objetivos implicam em um terceiro, de modo a (iii) permitir conforto e segurança do agente humano tanto no ambiente real quanto no ambiente virtual.

Os próximos tópicos discutem os dados apresentados nas categorias da etapa anterior, relacionando cada categoria ao contexto do Design de Informação

2.5.1 Quanto à informação em ambientes de RA

Nesta categoria, busca-se discutir como a informação preparada é exibida na diversidade de sistemas, ferramentas e aplicações de RA. Desse modo, tem-se a intenção de mostrar o que é comum ser informado em ambientes de RA no contexto das operações de montagem. Os artigos selecionados discutem principalmente a arquitetura de sistemas, entendendo a Realidade Aumentada como parte dele. Ou seja, a RA se estabelece como instrumento, ferramenta, técnica de todo um sistema de mediação. Nesses trabalhos, a RA se trata de uma mídia relevante para materializar a informação e fazer interface para permitir as múltiplas possibilidades de interação com o objeto informado. Contudo, esse artigo não tem a intenção de discutir detalhadamente as arquiteturas de cada sistema, mas levantar questões sobre como ou em qual momento a informação é preparada, tratada ou exibida no *display* dos agentes tecnológicos envolvidos no processo de montagem.

Wang et al. (2018) descrevem um sistema que tem o propósito de auxiliar a montagem com base na instrução informada na mídia RA. Essa proposta dialoga com as ideias dos demais autores dessa seção. O objetivo do seu sistema é informar instruções para operadores de montagem, possibilitando uma interação direta com o objeto. Trata-se de um processo que ocorre em duas fases: (i) uma primeira fase que trata da preparação e tratamento dos dados para informar a sequência de montagem, a posição dos componentes, entre outras variáveis; e (ii) uma segunda fase, que gera instruções de montagem a partir do planejamento da fase anterior. Esse processo vai ao encontro dos objetivos do Design de Interação, ao entender que um correto processamento da informação na primeira fase é necessário para produzir instruções corretas na fase seguinte.

São diversos os tipos de arquivos que podem ser preparados e tratados para serem informados em um sistema de RA. Por exemplo, Sadik e Lam (2017) estabelecem que no sistema proposto por eles, as instruções de montagem podem ser informadas em modelos tridimensionais ou animações. É comum que o registro da informação ocorra em três dimensões em qualquer aplicação de RA, mas outros arquivos de mídia podem ser informados em um mesmo sistema, como arquivos de vídeo, áudio, imagens bidimensionais, entre outros, que, por sua vez, ficam

armazenados em um banco de dados (WANG; ONG; NEE, 2016) e podem ser recuperados e exibidos em tempo real assim que solicitados pelos agentes humano ou tecnológico. Na perspectiva do Design de Interação, a recuperação da informação precisa ser rápida e precisa. Esse ponto de vista reflete na característica da Realidade Aumentada que diz respeito a visualização da informação em tempo real. Ou seja, as instruções precisam ser preparadas para que sejam rapidamente recuperadas e informadas na interface de RA no local e tempo correto.

O sistema de RA pode fornecer informações sobre a sequência de montagem e posição dos componentes (RAGHAVAN; MOLINEROS; SHARMA, 1999; ZHANG; ONG; NEE, 2011; OSORIO-GOMEZ; VIGANÒ; ARBELÁEZ, 2016; WANG; et al., 2018), quanto a produção e processo de montagem (MAKRIS; et al., 2016), a geometria dos componentes (WANG; ONG; NEE, 2013) e posição e orientação de partes do ambiente de trabalho e limitações espaciais (ONG; PANG; NEE, 2007). Vale destacar que alguns trabalhos focam na avaliação da sequência de montagem (RAGHAVAN; MOLINEROS; SHARMA, 1999; OSORIO-GOMEZ; VIGANÒ; ARBELÁEZ, 2016). Nesses casos, utiliza-se a informação registrada por um dispositivo durante o processo de montagem. Compilam-se todas as sequências de montagem realizadas por um operador, para então ocorrer um processo de seleção da sequência de montagem mais adequada (RAGHAVAN; MOLINEROS; SARMA, 1999). Nesse contexto, o registro da sequência por meio da RA, permite que o sistema seja colaborador no processo de preparação de informação, ao avaliar a sequência de montagem. Em uma avaliação da sequência de montagem, Osorio-Gomez, Viganò e Arbeláez (2016), argumentam que o sistema pode considerar tanto componentes virtuais quanto componentes físicos. Nesse processo, os autores ainda apontam que as informações relacionadas às instruções de montagem podem ser compartilhadas em um ambiente remoto e colaborativo, permitindo que outros agentes possam fazer uso do banco de dados.

Para complementar, outras ferramentas e técnicas são implementadas nos sistemas, além das técnicas de RA. Por exemplo, Wang, Ong e Nee (2013) implementam uma estrutura de dados com o propósito de auxiliar a gestão da informação da montagem. Zhang, Ong e Nee (2011) propõem um sistema com leitor RFID (Identificação por radiofrequência) que informa detalhes da operação de montagem, assim como possibilita a localização de cada componente. Os autores ainda destacam uma árvore hierárquica para determinar a melhor sequência de montagem,

além de um detector de atividades da montagem que facilita a navegação e auxilia no reconhecimento dos componentes. Yuan, Ong e Nee (2008) também destacam uma estrutura para gestão do fluxo de dados durante o processo de montagem dos componentes.

Deshpande e Kim (2018) buscam apresentar uma aplicação que informa a instrução visual e interativa para auxiliar a montagem de móveis, enquanto os demais autores tratam de sistemas mais complexos com foco no espaço de trabalho do setor industrial. Nesse setor, Makris; et al. (2016) apresentam uma ferramenta de RA que auxilia operações de montagem a partir da relação humano-robô. Nesse contexto, além das instruções de montagem, é possível visualizar a trajetória do robô por meio de técnicas de Realidade Aumentada. Aqui, a informação é exibida diretamente sobre o robô.

Um dos aspectos levantados durante a leitura estabelece que as instruções precisam estar no campo de visão do operador ou qualquer outro agente envolvido no processo de montagem (ONG; PANG; NEE, 2007; ONG; YUAN; NEE, 2008; WEIDENMAIER; et al., 2009) para serem lidas e interpretadas de modo eficiente e eficaz. Desse modo, a visualização da informação no campo de visão pode ajudar a reduzir o tempo da montagem e dos movimentos dos olhos e da cabeça (REINHART; PATRON, 2003), permitindo que o usuário mantenha a concentração nas tarefas, refletindo na produtividade e custos de produção. Além disso, permite que a informação possa ser recebida e processada com mais conforto (WANG; ONG; NEE, 2016).

2.5.2 Quanto as possibilidades interativas com a informação

Um dos objetivos primários do Design de Informação diz respeito ao desenvolvimento de interações que sejam fáceis e agradáveis de usar, apoiadas por interfaces naturais. Esta subseção tem a intenção de apontar as possibilidades de interação extraídas dos artigos selecionados. Aqui, retomam-se considerações sobre o Design de Interação, entendendo como a área contribui na criação de melhores experiências (PREECE; ROGERS E SHARP, 2005), de modo a oferecer suporte para que os agentes envolvidos nos processos de montagem possam se comunicar, trabalhar e interagir de modo mais eficaz e eficiente. Em muitos casos, a interação ocorre por meio de um contato físico (motor ou perceptivo), de modo a permitir a ação sobre as

interfaces (BARBOSA; SILVA, 2010). As interfaces serão discutidas no próximo tópico.

No sistema discutidos em Wang; et al. (2018), Wang, Ong e Nee (2016) e Osorio-Gomez, Viganò e Arbeláez (2016), a interação com a informação digital possibilita a modificação, escalonamento e rotação dos objetos virtuais. Além do objeto tridimensional, é possível manipular e interagir com textos e imagens (WANG; ONG; NEE, 2016). Do mesmo modo, é possível inserir ou remover informações geradas por computador.

Existe uma preocupação em manter as mãos livres para a interação com o objeto virtual durante as operações de montagem (WEIDENMAIER; et al., 2009; WANG; ONG; NEE, 2013). Essa liberdade estabelece que o usuário não precise fazer uso de dispositivos ou interfaces tradicionais, como mouses, teclados, joysticks, entre outros. De acordo com Wang; Ong e Nee (2013), o uso das mãos como instrumento de interação é menos intrusivo e mais conveniente para o operador de montagem interagir com a informação digital. Essa perspectiva implica no desenvolvimento de interações intuitivas e naturais para sistemas de realidade aumentada. A RA tem a capacidade de fornecer uma abordagem natural durante o processo de interação com a informação digital (ONG; YUAN; NEE, 2008). Desse modo, entende-se que nas operações de montagem, faz-se necessário preparar a informação para um sistema interativo natural.

A interação pode ocorrer na relação dos componentes virtuais com os componentes físicos da montagem (RAGHAVAN; MOLINEROS; SHARMA, 1999). Para Raghavan; Molineros e Shara (1999), são múltiplas as modalidades que podem ser consideradas para a interação com a informação virtual, ou seja, os agentes podem interagir por meio de gestos das mãos, comandos de voz, rastreamento do olhar, movimento da cabeça, controle remoto (SADIK; LAM, 2017; DESHPANDE; KIM, 2018). Essas modalidades permitem enriquecer as possibilidades interativas, além de garantir que o usuário tenha liberdade para alocar as informações em locais apropriados. Na modalidade que diz respeito ao gesto das mãos, existe a possibilidade de usar as pontas dos dedos para interagir com as informações digitais (WANG; ONG; NEE, 2016). Wang, Ong e Nee (2016), implementam em seu sistema um método de detecção de colisão. Esse método permite determinar o contato entre o componente de montagem gerado por computador e sua interação com a modalidade tátil. Tem-se desse modo, um *feedback* háptico que contribui no desempenho do usuário. Essa alternativa faz uso de

um dispositivo de vibração que recebe sinais de erro quando, por exemplo, o operador de montagem seleciona o componente errado. De acordo com os autores, esse método colabora na redução de tempo e aumento do foco na tarefa.

Em seu sistema, Deshpande e Kim (2018) apontam que o operador de montagem tem a possibilidade de solicitar a instrução visual ou sonora, por meio de gestos das mãos ou por comando de voz. Raghavan, Molineros e Sharma (1999) destacam que as modalidades sonoras podem indicar que tarefas de montagem foram concluídas ou alertar sobre erros de montagem.

2.5.3 Quanto à diversidade de interfaces

Aqui, a interface pode ser entendida a partir da área de Design de Interface que, por sua vez, se estabelece como aquela responsável pela produção de uma superfície de uso materializada em algum *display* (BÜRDEK, 2006) ou qualquer dispositivo ou objeto que suporte uma informação visual, sonora ou tátil, por exemplo. É a interface que permite realizar as múltiplas possibilidades de interações com as informações digitais discutidas na subseção anterior.

Para permitir a liberdade das mãos durante a interação com a informação digital, considera-se fazer uso de interface *barehand* (WANG; ONG; NEE, 2013; WANG; ONG; NEE, 2016). Essa interface permite que os usuários mantenham as mãos livres durante o processo de operação de montagem, permitindo selecionar componentes físicos ou virtuais da montagem. Desse modo, as instruções do usuário se tornam instrumento e faz interface para acessar a informação digital. De acordo com Wang, Ong e Nee (2016), a interface do tipo *barehand* é capaz de reconhecer gestos estáticos e em movimento.

Outro dispositivo capaz de fazer interface com as informações virtuais, são os controles remotos. Osorio-Gomez, Viganó e Arbeláez (2016), por exemplo, estabelecem o uso de um controle de *video game* para interagir com os componentes da montagem. O *feedback* é informado por meio da vibração do controle. Yuan; Ong e Nee (2008) destacam o uso de um objeto semelhante ao formato de uma caneta, que possibilita acionar botões em um Painel de Interação Virtual (VirIP). Já Sadik e Lam (2017) propõem o uso de um *touch pad* para permitir a interação por meio do toque. Além

disso, os autores complementam o sistema com um microfone, servindo como dispositivo de entrada para os comandos de voz.

Por fim, um dos dispositivos mais comuns em operações de montagem são os dispositivos montados na cabeça do operador, os HMD (*Head-Mounted Display*). Esses dispositivos podem ser óculos de Realidade Aumentada ou mesmo um *smartphone* acoplado em algum aparato preso na cabeça do usuário. O HMD é o equipamento que propõe fazer interface para interações mais naturais e agradáveis durante as instruções de montagem. O dispositivo é discutido e utilizado em todos os artigos selecionados, pois permite a mobilidade do usuário em todo o processo de montagem.

Considerações finais

Este estudo visou contribuir com uma revisão sistemática integrativa da literatura sobre aspectos quanto a sistemas de informação para instruções de montagem em ambiente de Realidade Aumentada. Dados de publicações científicas foram extraídos e organizados, de modo a entender a relação do Design de Informação em sistemas de mediação que fazem uso de técnicas de RA para instruções de montagem. Três categorias resultaram do processo de categorização dos artigos: (i) informação no contexto da RA; (ii) interação e (iii) interface com a informação. Na etapa de análise, buscou-se relacionar objetivos primários do Design de Informações com os dados resultantes de etapa de extração. O trabalho possibilitou visualizar a preparação da informação a ser usadas por operadores de montagem ou outros agentes envolvidos no processo, assim como as possibilidades de interação e interface com a informação em sistemas de RA.

As etapas bem definidas, descritas ao longo deste trabalho, permitem que os leitores possam reproduzir o estudo de modo a recuperar os dados. Desse modo, o pesquisador pode refazer a pesquisa com a possibilidade de propor novas análises e interpretações. Sugere-se ler os artigos na íntegra para compreender a arquitetura detalhada de cada um dos sistemas, ferramentas, aplicações e protótipos.

Referências

- AZUMA, R. A survey of augmented reality. In: **Presence: teleop. Virtual Environment**, v. 6, n. 3, 1997.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação humano computador**. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- BURDEK, B. E. **História, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Blücher, 2006.
- DESHPANDE, A.; KIM, I. The effects of augmented reality on improving spatial problem solving for object assembly. In: **Advanced Engineering Informatics**, v. 38, n. 3, p. 760-775, 2018.
- HORN, R. E. Information Design: emergence of a new profession. In: JACOBSON, R. **Information design**. Cambridge: MIT Press, 1999
- KREVELEN, D. W. F. V.; POELMAN, R. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. In: **The International Journal of Virtual Reality**, v. 9, n. 2, p. 1-20, 2010.
- KIRNER, C; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for performing Systematic Reviews**. Keele University. Keele, 2004.
- KLOPPER, R.; LUBBE, S.; RUGBEER, H. The matrix method of literature review. In: **Alternation**, Cape Town, v. 14, n.1, p. 262-276, 2007.
- MAKRIS, S.; et al. Augmented reality systems for operator support in human-robot collaborative assembly. In: **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v. 65, n.1, p. 61-64, 2016.
- ONG, S. K.; PANG, Y.; NEE, A. Y. C. Augmented reality aided assembly design and planning. In: **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v. 56, n. 1, p. 49-52, 2007.
- ONG, S. K.; YUAN, M. L.; NEE, A. Y. C. Augmented reality applications in manufacturing: a survey. In: **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 10, p. 2707-2742, 2008.
- OSORIO-GÓMEZ, G.; VIGANÒ, R.; ARBELÁEZ, J. C. An augmented reality tool to validate the assembly sequence of a discrete product. In: **International Journal of Computer Aided Engineering and Technology**, v. 8, n. 2, p. 164-178, 2016.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

RAGHAVAN, V.; MOLINEROS, J.; SHARMA, R. Interactive evaluation of assembly sequences using augmented reality. In: **Transactions on Robotics and Automation**, v. 15, n. 3, p. 435-449, 1999.

REINHART, G.; PATRON, C. Integrating augmented reality in the assembly domain – fundamentals, benefits and applications. In: **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, v. 52, n. 1, p. 5-8, 2003.

SADIK, M. J.; LAM, M. C. Stereoscopic vision mobile augmented reality system architecture in assembly tasks. In: **Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 12, n. 8, p. 2098-2015, 2017.

SCHMALSTIEG, D.; HÖLLERER, T. **Augmented reality: principles and practice**. Boston: Addison-Wesley Professional, 2016.

WANG, X.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. Multi-modal augmented reality assembly guidance based on bare-hand interface. In: **Advanced Engineering Informatics**, v. 30, n. 3, p. 406-421, 2016.

WANG, Y.; et al. Mechanical assembly assistance using marker-less augmented reality system. In: **Assembly Automation**, v. 38, n. 1, p. 77-87, 2018.

WANG, Z. B.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. Augmented reality aided interactive manual assembly design. In: **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 69, n. 5, p. 1311-1321, 2013.

WEIDENMAIER, S.; et al. Augmented Reality (AR) for assembly processes design and experimental evaluation. In: **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 16, n. 3, p. 497-514, 2009.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*. In: **Oxford**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

YUAN, M. L.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. Augmented reality for assembly guidance using a virtual interactive tool. In: **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 7, p. 1745-1767, 2008.

ZHANG, J.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. RFID-assisted assembly guidance system in an augmented reality environment. In: **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 13, p. 3919-3938, 2011.