

**SBTIC  
2019**

VIRTUALIZAÇÃO INTELIGENTE

NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO

2º Simpósio Brasileiro de Tecnologia  
da Informação e Comunicação na  
Construção

UNICAMP | 19 a 21 de agosto

# UTILIZAÇÃO DO BIM E DA RA NA AEC: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

## Use of BIM and AR in AEC: a systematic literature review

**Michele Natsumi Sato**

Universidade Tecnológica Federal do PR | Londrina, PR | satonatsumi@hotmail.com

**Sergio Scheer**

Universidade Federal do Paraná | Curitiba, PR | scheer@ufpr.com

### RESUMO

O objetivo deste artigo é identificar, analisar e classificar através da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) artigos científicos, em inglês e português brasileiro, relacionados a integração do *Building Information Modeling* (BIM) e Realidade Aumentada (RA) com aplicação na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Os resultados mostraram que desde 2010 tem crescido o interesse dos pesquisadores por esse tema no mundo. Os EUA lideram em relação a quantidade de publicações de artigos em inglês, e a maior parte dos trabalhos em inglês focaram na questão da visualização do projeto BIM através de RA. No Brasil, os primeiros registros são de 2013; a Unicamp tem liderado em quantidade de publicações, sendo que, as pesquisas nacionais focam mais no desenvolvimento e experimentação de aplicativos que integram BIM e RA. Através deste estudo pode-se perceber que as pesquisas relacionadas ao tema começaram tarde, mas têm crescido nos últimos tempos e ainda há muitas oportunidades de pesquisas com enfoque nesse tema.

Keywords: Modelagem da Informação da Construção; Realidade Aumentada; BIM; AR; AEC.

### ABSTRACT

*The objective of this article is to identify, analyze and classify through Systematic Literature Review (SLR), studies, in English and Brazilian Portuguese, on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Augmented Reality (AR) applied to Architecture, Engineering and Construction (AEC). The results showed that the interest of researchers all around the world on this subject has grown since 2010. The USA produced the largest number of publications in English, and most of the works in English focused on the issue of visualization of BIM project through AR. In Brazil, the first work found in the review was published in 2013; University of Campinas produced the majority of works in Brazilian Portuguese, and national researches were more interested in development and experimentation of applications that integrate BIM and AR. Through this study, we can notice that the researches on the subject have started late, but they have increased in recent times and there are still many opportunities to explore this subject.*

Keywords: Building Information Modeling; Augmented Reality; BIM; AR; AEC.

## 1 INTRODUÇÃO

Os profissionais da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) costumavam usar prancheta, lápis e papel para desenhar seus projetos de arquitetura, elétrica e hidráulica, entre outros. Esse processo foi substituído pelos aplicativos de desenho e projeto do tipo *Computer-Aided Design* (CAD) que por sua vez pode ser substituído por aplicativos de modelagem *Building Information Modeling* (BIM), ou em português, Modelagem da Informação da Construção.

No BIM, enquanto o profissional modela seu projeto em 3D, são agregadas informações ao objeto. O *software* entende que está sendo modelado uma parede, piso, telhado, etc. Informações como por exemplo o custo, o tempo e o material utilizado podem ser incluídos em cada elemento do projeto, e no final da modelagem é possível extrair em questão de segundos o orçamento, o quantitativo dos materiais, a estimativa da duração da obra etc. Além disso, se algum elemento é alterado no projeto, é modificado simultaneamente como por exemplo nas plantas, cortes e vista 3D. “Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para a realização da construção” (Eastman et al, 2014, p.1). O BIM é uma simulação inteligente da construção.

Uma outra inovação tecnológica é a realidade aumentada (RA), que segundo Kirner e Siscoutto (2007) permite “a sobreposição de objetos e ambientes virtuais com o ambiente físico, através de algum dispositivo tecnológico”. Segundo Kirner e Zorzal (2005) “o usuário, utilizando as mãos, consegue manipular os objetos reais e virtuais do cenário misturado, sem a necessidade de equipamentos especiais”. E não há limites para as aplicações da RA. Em jogos é possível projetar os personagens do jogo ao mundo real, por exemplo, no Pokémon Go o jogador visualiza através do celular um Pokémon na rua e consegue lançar virtualmente uma bola para capturá-lo e também ver batalhas com outros Pokémons. Na medicina, o cirurgião pode fazer uma cirurgia guiada pela realidade aumentada, e isso traz mais segurança e redução do tempo de procedimento. Na decoração, o cliente pode visualizar o móvel no cômodo antes de comprar o objeto na loja. Na construção civil, um empreendimento pode ser projetado em 3D na frente de um possível comprador e causar uma boa impressão; há aplicativos no celular que só de apontar o aparelho ao objeto como janelas e portas podem tirar suas medidas dispensando a fita métrica; e pode ser usado para o treinamento dos colaboradores da obra. Conclui-se, portanto, que a RA tem infinitas possibilidades de uso e a tendência é que ela faça cada vez mais parte do nosso dia-a-dia.

O BIM e a RA podem se integrar e há várias pesquisas relacionadas a esta temática. Esse artigo tem como objetivo identificar, analisar e classificar, por meio da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), artigos científicos publicados até dezembro de 2018, que envolvem essas duas tecnologias nas áreas da AEC.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada para esse artigo foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015 apud MACHADO; RUSCHEL, 2018), “é um mecanismo para identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa relevante e disponível relativa a uma determinada questão, tópico ou fenômeno de interesse específico”.

No início do processo da RSL deve ser identificada uma pergunta clara a que a revisão busca responder (SAMPAIO; MANCINI, 2007). A questão deste estudo é: como a tecnologia BIM e a realidade aumentada podem ser utilizadas na AEC. E definida a questão, deve-se escolher os termos de busca, a estratégia de busca e a base de dados, visando incluir todos os artigos que tenham relevância para a pesquisa (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Foram escolhidos os termos de busca: “*building information modeling*”, “*modelagem da informação da construção*” “BIM”, “*augmented reality*” e “*realidade aumentada*”. Foram escolhidas as bases de dados *Science Direct* e *Scopus*, e de forma complementar o portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico. Na busca foram levadas em consideração as publicações feitas em inglês e português (BR), até dezembro de 2018.

Foram aplicados filtros de exclusão nas publicações coletadas nas pesquisas. Na primeira filtragem foram eliminados os trabalhos repetidos. Na segunda filtragem foram eliminados aqueles que não possuíam os termos de busca no título, resumo ou nas palavras-chave da publicação, mas aqueles que tinham os nomes de *softwares* relacionados a BIM e a RA foram considerados. Na terceira filtragem, foram analisados os resumos dos trabalhos, e aqueles que não eram relacionados a AEC ou trabalhos com abordagens fora do contexto aplicados a BIM e a realidade aumentada, foram eliminados. E na quarta filtragem, foram eliminados os que não eram artigos de periódicos acadêmicos ou trabalhos de conferências.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a pesquisa dos termos de busca nos locais especificados na metodologia e passar pelo processo de filtragem, resultou uma amostra final de 115 publicações, sendo 109 artigos em inglês e 6 artigos em português. No Quadro 1 são apresentadas as quantidades de publicações coletadas nas pesquisas e a amostra resultante em cada filtragem.

Quadro 1 - Resultado das pesquisas e aplicação dos critérios de inclusão/exclusão

	Science direct	Scopus	Periódicos CAPES	Google acadêmico
Resultado	5	145	19	230
Total de publicações	399			
1a. Filtragem	372			
2a. Filtragem	165			
3a. Filtragem	130			
4a. Filtragem	115			

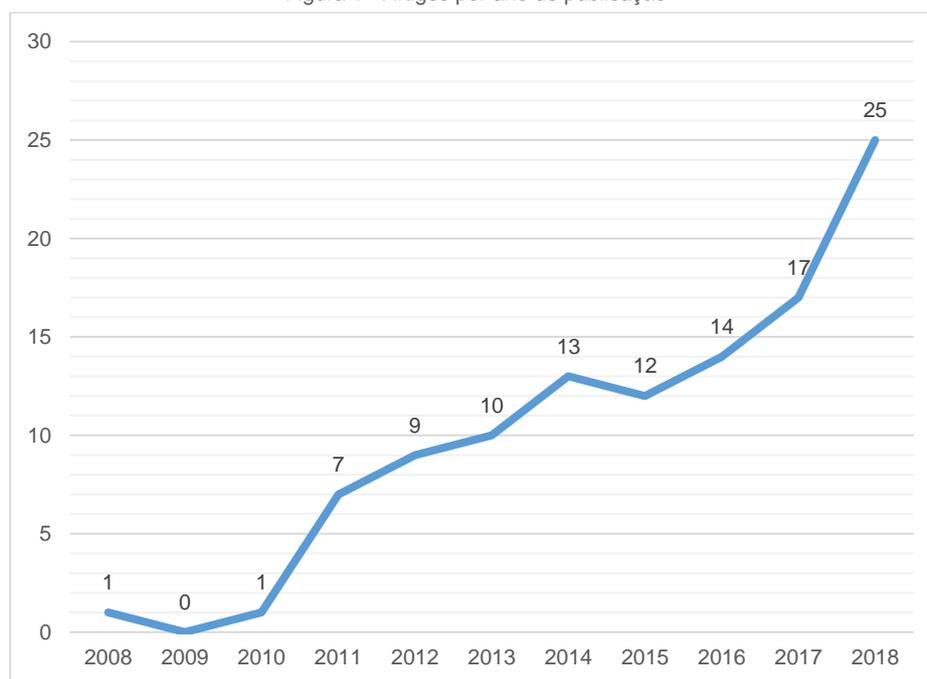
Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.1 Artigos internacionais

Pode-se observar a evolução temporal da quantidade de produções científicas a partir do gráfico da Figura 1. Segundo os resultados, deu-se início à pesquisa em relação à integração de BIM com RA na AEC em 2008. Pode-se considerar isso tardio levando em consideração que BIM surgiu na década de 70 e RA na década de 60.

Em relação ao crescimento, houve um salto entre 2010 e 2011. Um possível motivo para esse fato pode ser a influência de grande divulgação da RA com os lançamentos de jogos e *softwares* que utilizam essa tecnologia como Layar (2009), FLARToolKit (2009) e Nintendo 3DS (2011). Outro salto foi entre 2017 e 2018 que pode ser justificado pelo lançamento do Pokémon Go (2016), Hololens da Microsoft (2016), Oculus Rift do Facebook (2016), vários jogos para o PS4 e Xbox. Por fim, em 2018 foi o ano com mais publicações, com 25 artigos, e desde 2010 tem aumentado significativamente o interesse de pesquisadores na integração de BIM e RA, e a tendência é que os números aumentem conforme as tecnologias fiquem mais conhecidas e os profissionais compreendam seus potenciais benefícios para as diversas etapas do ciclo de vida da edificação.

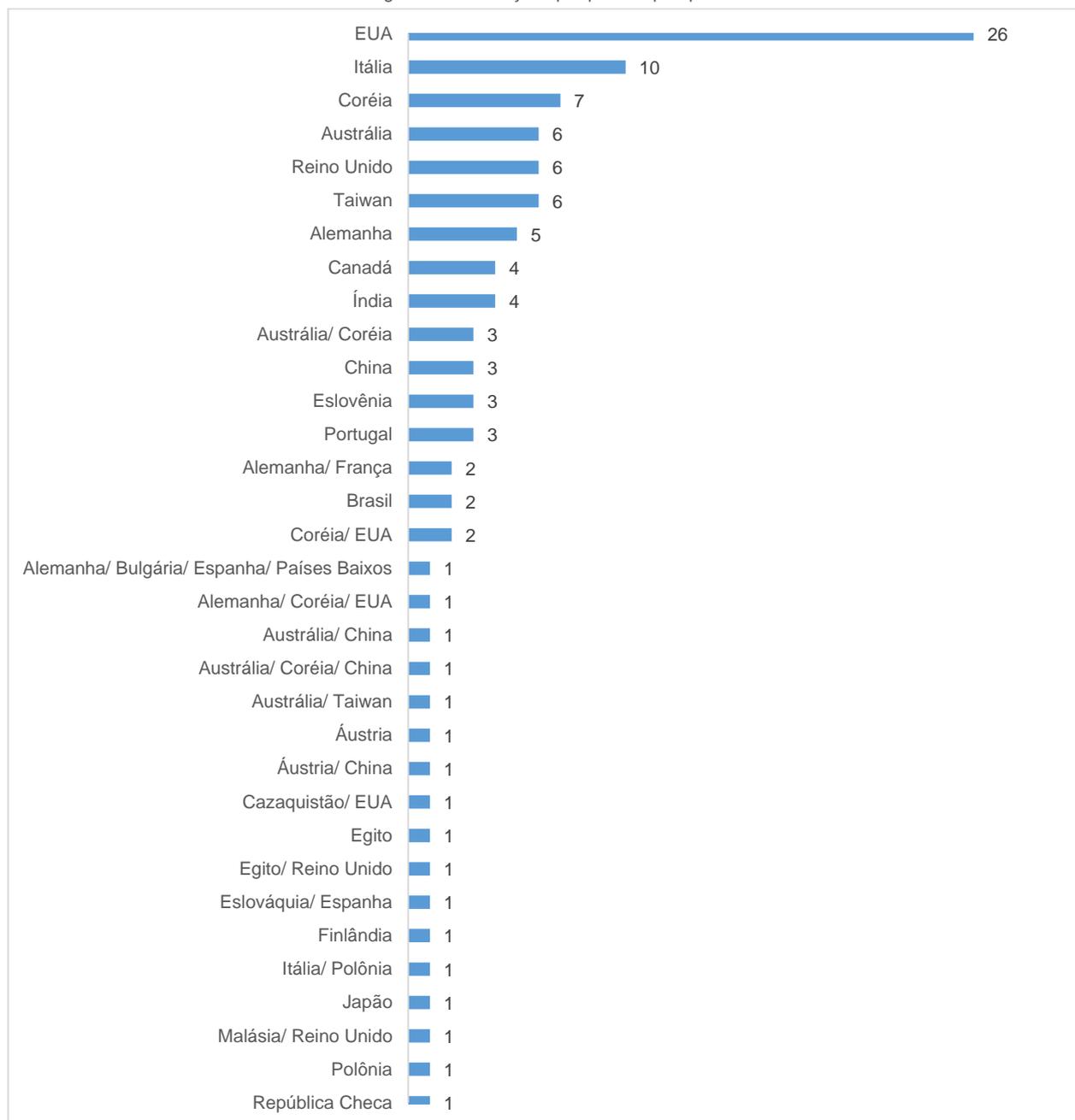
Figura 1 - Artigos por ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

No gráfico da Figura 2 é apresentada a quantidade de publicações por países das instituições ou centros de pesquisas que foram responsáveis pelo trabalho. Alguns artigos foram elaborados em parceria com outros países.

Figura 2 - Publicações por país de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

Levando-se em conta as publicações feitas em parceria, o país que mais fez pesquisas relacionadas com o tema foram os EUA. Esse resultado parece ser coerente pelo fato de eles terem as maiores empresas de *softwares* do mundo, e não se pode ignorar que o Vale do Silício está nos EUA. Vale também destacar que algumas das principais desenvolvedoras de *softwares* BIM como a Autodesk, Bentley e a Trimble são americanas. Outro ponto que chama a atenção é que os países europeus são bastante atuantes; se as produções fossem agrupadas por continentes, a Europa ficaria em primeiro lugar.

Além de classificar os dados por ano de publicação e o país que fez a pesquisa, foi feita uma terceira classificação, em que se identificou o foco da pesquisa (Figura 3).

Figura 3 - Aplicação do BIM+RA por publicações



Fonte: Elaborado pela autora.

Verifica-se que os trabalhos têm focado mais na visualização, gestão de facilidades, experimentação com aplicativos que integram BIM e RA e preservação digital do patrimônio histórico.

Faz-se necessário mais estudos para o desenvolvimento e experimentos dos aplicativos já que *softwares* que integram BIM e RA ainda são limitados. Segundo Cuperschmid et al. (2012), RA na AEC está em constante melhoria e necessita de mais informações técnicas já que “para desenvolver tais aplicativos é necessário conhecimento tanto de programação quanto de modelagem”.

Gestão de facilidades ou *Facilities management*, de forma geral, procura otimizar as atividades de operação e manutenção de uma edificação para diminuir os custos. Segundo Moreira e Ruschel (2015), o interesse do uso de BIM na gestão de facilidades é crescente porque “possibilita incorporar dados consistentes desde as fases de concepção e execução até a fase de operação e manutenção da edificação, obtendo economia e redução de custos”.

Em relação à preservação digital do patrimônio histórico, qualquer construção tem um tempo limitado e a utilização conjunta de BIM e RA é uma alternativa de se “eternizar” a memória da obra. Segundo Canuto et al (2016), é possível “oferecer ao usuário a experiência de vivenciar o espaço de edificações que se encontrem parcial ou totalmente destruídas”. Uma particularidade notada é que dos 8 artigos relacionados ao assunto, 6 artigos foram publicados por instituições da Itália.

Por fim, a visualização e interação com o projeto BIM através da realidade aumentada pode ser aplicada em qualquer etapa da construção e faz com que tantos os profissionais como leigos possam compreender todo o projeto, e isso torna a pesquisa focada em visualização por si só atrativa.

### 3.2 Artigos nacionais

Foram observados seis artigos em português. Embora uma grande quantidade de trabalhos nacionais relevantes ao tema de interesse tenham sido encontrados na revisão, uma grande parte destes trabalhos foram filtrados por não serem trabalhos divulgados em periódicos ou em conferências (como teses e dissertações). No Quadro 2 é apresentada as publicações classificadas por ano, universidade que elaborou o projeto e foco de pesquisa.

Quadro 2 - Publicações em português (BR) classificado por ano, universidade e foco de pesquisa

Nome do artigo	Ano	Universidade	Foco	Refs.
Desenvolvimento de aplicativo de realidade aumentada para uso em projeto participativo de áreas de lazer	2016	Unicamp	Desenvolvimento de aplicativo para RA	Cuperschmid et al. (2016)
Desenvolvimento de modelos 3D para utilização no aplicativo de realidade aumentada equipar!	2013	Unicamp	Desenvolvimento de projeto BIM para RA	Cuperschmid e Ruschel (2013)
Expressão gráfica através da realidade aumentada e BIM: uma experiência de visualização	2013	UFBA	Visualização	Moreira (2013)
Realidade aumentada como auxílio à montagem de parede em <i>wood-frame</i>	2015	USP	Auxílio no processo de montagem	Cuperschmid et al. (2015)
Realidade aumentada: tecnologias inovadoras para o ensino em engenharia e arquitetura	2015	UFPR	Experimento com aplicativos que integram BIM e RA	Ishida et al. (2015)
Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas	2016	UFRJ	Preservação digital do patrimônio histórico	Canuto et al. (2016)

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar pelo quadro que os primeiros registros são de 2013. Segundo esta amostra a Unicamp é a universidade que mais tem pesquisado sobre o assunto com dois artigos, e as pesquisas têm focado mais no desenvolvimento de aplicativos que integram BIM e RA. A pouca produção de artigos pode ser justificada pelo fato de BIM ainda não estar tão difundido pelo Brasil, e ainda menos explorada a possibilidade de integração de BIM e RA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RSL permitiu classificar e analisar uma grande quantidade de artigos relacionados a pesquisas que integram BIM e RA de forma sistemática e objetiva, e através dessa metodologia foi possível mostrar a evolução temporal, os países que mais se aplicam nessa integração e o foco das pesquisas.

Os resultados mostram que a pesquisa sobre o tema começou de forma tardia, mas que seu interesse tem crescido desde 2010 e tende a continuar a crescer. Mostraram que os EUA estão liderando em quantidade de pesquisas. Finalmente, a aplicação de BIM+RA pode ser utilizada em qualquer processo da AEC.

Conclui-se que há muitas oportunidades de pesquisa com enfoque nesse tema, por exemplo: o desenvolvimento de aplicativos de realidade aumentada para AEC; modificação do projeto e interação com o modelo 3D através do toque; treinamento dos colaboradores etc. E sugere-se como um trabalho futuro, pesquisar a integração de BIM e a RA com as produções literárias nacionais, além de artigos, incluir teses, dissertações e monografias etc.

## REFERÊNCIA

- CANUTO, C. L.; MOURA, L. R.; SALGADO, M. S. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 4, p. 252-264, dez. 2016. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8647456>>. Acesso em: 21 de jan. 2018. doi: <https://doi.org/10.20396/parc.v7i4.8647456>.
- CUPERSCHMID, A. R. M.; GRACHET, M. G.; FABRICIO, M. M. Realidade Aumentada como auxílio à montagem de parede em wood-frame. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas**, SP, v. 6, n. 4, p. 266-276, dez. 2015. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8640947>>. Acesso em: 21 de jan. 2018. doi: <https://doi.org/10.20396/parc.v6i4.8640947>.
- CUPERSCHMID, A. R. M.; RUSCHEL, R. C. Desenvolvimento de Modelos 3D para Utilização no Aplicativo de Realidade Aumentada equipar! In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. p. 1-12. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/273143976\\_DESENVOLVIMENTO\\_DE\\_MODELOS\\_3D\\_PARA\\_UTILIZACAO\\_NO\\_APLICATIVO\\_DE\\_REALIDADE\\_AUMENTADA equipAR](https://www.researchgate.net/publication/273143976_DESENVOLVIMENTO_DE_MODELOS_3D_PARA_UTILIZACAO_NO_APLICATIVO_DE_REALIDADE_AUMENTADA equipAR)>. Acesso em: 21 de jan. 2018. doi: [10.13140/2.1.2956.6243](https://doi.org/10.13140/2.1.2956.6243).
- CUPERSCHMID, A. R. M.; RUSCHEL, R.C.; FREITAS, M. R. Tecnologias que suportam Realidade Aumentada empregadas em Arquitetura e Construção. **Cadernos PROARQ**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 47-69, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7376764-Tecnologias-que-suportam-realidade-aumentada-empregadas-em-arquitetura-e-construcao.html>>. Acesso em: 21 de jan. 2018.
- CUPERSCHMID, A. R. M.; MONTEIRO, A. R. G.; RUSCHEL, R. C. Desenvolvimento de aplicativo de Realidade Aumentada para uso em projeto participativo de áreas de lazer. **Educação Gráfica** (UNESP. Bauru), v. 20, p. 44-63, 2016. ISSN 2179-7374. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/315772237\\_DESENVOLVIMENTO\\_DE\\_APLICATIVO\\_DE\\_REALIDADE\\_AUMENTADA\\_PARA\\_USO\\_EM\\_PROJETO\\_PARTICIPATIVO\\_DE\\_AREAS\\_DE\\_LAZER](https://www.researchgate.net/publication/315772237_DESENVOLVIMENTO_DE_APLICATIVO_DE_REALIDADE_AUMENTADA_PARA_USO_EM_PROJETO_PARTICIPATIVO_DE_AREAS_DE_LAZER)>. Acesso em: 21 de jan. 2018.
- EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- ISHIDA, C. Y.; FREITAS, M. C. D.; TSUNODA, D. F.; MACHADO, G. D.; CONCEICAO, F. H. **Realidade Aumentada: Tecnologias Inovadoras para o Ensino em Engenharia e Arquitetura**. Percurso (Curitiba), v. 15, p. 247-258, 2015. Disponível em: <<http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/percurso/article/view/1146>>. Acesso em: 21 de jan. 2018.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007. Livro do Pré-Simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis – RJ, 28 de maio de 2007. Disponível em: <[http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007\\_svrps.pdf](http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf)>. Acesso em 23 de dez. 2018.
- KIRNER, C.; ZORZAL, E. R. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos de Realidade Aumentada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 16., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2005. p. 114-124. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228349806\\_Aplicacoes\\_Educacionais\\_em\\_Ambientes\\_Colaborativos\\_com\\_Realidade\\_Aumentada](https://www.researchgate.net/publication/228349806_Aplicacoes_Educacionais_em_Ambientes_Colaborativos_com_Realidade_Aumentada)>. Acesso em: 23 de dez. 2018.
- MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C. Soluções integrando BIM e Internet das Coisas no ciclo de vida da edificação: uma revisão crítica. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v.9, n.3, p. 204-222, set, 2018. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650216>>. Acesso em: 2 de jan. 2018. doi: <https://doi.org/10.20396/parc.v9i3.8650216>.
- MOREIRA, L. C. S. Expressão Gráfica através da Realidade Aumentada e BIM: uma experiência de visualização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 21.; INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 10., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/275023959\\_EXPRESSAO\\_GRAFICA\\_ATRAVES\\_DA\\_REALIDADE\\_AUMENTADA\\_E\\_BIM\\_UMA\\_EXPERIENCIA\\_DE\\_VISUALIZACAO](https://www.researchgate.net/publication/275023959_EXPRESSAO_GRAFICA_ATRAVES_DA_REALIDADE_AUMENTADA_E_BIM_UMA_EXPERIENCIA_DE_VISUALIZACAO)>. Acesso em 21 de jan. 2018.
- MOREIRA, L. C. S.; RUSCHEL, R.C. Impacto da adoção de BIM em facility management: uma classificação. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 6, n. 4, p. 277-290, dez, 2015. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634982>>. Acesso em: 21 de jan. 2018. doi: <https://doi.org/10.20396/parc.v6i4.8634982>.
- SAMPAIO, R. F; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007. ISSN 1413-3555. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>>. Acesso em 2 de jan. 2018.