



Ano V, v.2 2025 | **submissão: 06/08/2025** | **aceito: 08/08/2025** | **publicação: 10/08/2025**

O papel das tecnologias digitais e do design paramétrico no retrofit sustentável de ambientes residenciais

The role of digital technologies and parametric design in sustainable residential retrofitting

Laline de Braz Silva - Tecnóloga em Design de Interiores (Centro Universitário IESB).

Resumo

Este artigo investiga a aplicação de tecnologias emergentes — especificamente a Modelagem da Informação da Construção (BIM), o Design Paramétrico e a Realidade Aumentada (RA) — no contexto do design de interiores voltado para o *retrofit* (revitalização) de residências existentes. O estudo analisa como a integração dessas ferramentas digitais permite a simulação precisa de desempenho ambiental e a otimização de materiais, reduzindo o desperdício na construção civil e aumentando a eficiência energética do parque imobiliário. A metodologia compreende uma revisão crítica da literatura sobre a digitalização do design e estudos de caso sobre a aplicação de novos materiais inteligentes. Os resultados demonstram que a tecnologia em design de interiores não é apenas estética, mas uma ciência aplicada essencial para a sustentabilidade urbana e a viabilidade econômica de reformas habitacionais.

Palavras-chave: Tecnologia em Design. BIM. Retrofit Sustentável. Design Paramétrico. Eficiência Habitacional.

Abstract

This article investigates the application of emerging technologies—specifically Building Information Modeling (BIM), Parametric Design, and Augmented Reality (AR)—in the context of interior design aimed at the retrofitting of existing residences. The study analyzes how the integration of these digital tools allows for precise simulation of environmental performance and material optimization, reducing waste in construction and increasing the energy efficiency of the housing stock. The methodology comprises a critical review of literature on design digitalization and case studies on the application of new smart materials. The results demonstrate that interior design technology is not merely aesthetic but an essential applied science for urban sustainability and the economic viability of housing renovations.

Keywords: Design Technology. BIM. Sustainable Retrofitting. Parametric Design. Housing Efficiency.

1. Introdução

A indústria da construção civil e do design de interiores atravessa uma revolução silenciosa, impulsionada pela transição de processos analógicos para fluxos de trabalho digitalmente integrados. No centro desta transformação está o conceito de "Tecnologia em Design", uma disciplina que transcende a decoração para abordar a engenharia interna dos espaços habitáveis. Com o envelhecimento do parque imobiliário global, especialmente em nações desenvolvidas como os Estados Unidos, o *retrofit* — processo de modernização de edificações antigas — tornou-se uma prioridade econômica e ambiental. O desafio reside em realizar essas atualizações de forma sustentável, minimizando a geração de resíduos e maximizando a eficiência energética, tarefas que exigem precisão técnica superior à dos métodos tradicionais.

A introdução de ferramentas como o *Building Information Modeling* (BIM) no design de interiores permite hoje a criação de "Gêmeos Digitais" (*Digital Twins*) dos ambientes. Essa tecnologia possibilita simular, antes de qualquer intervenção física, como diferentes materiais, layouts e sistemas

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

de iluminação se comportarão ao longo do tempo. A problemática abordada neste estudo foca na lacuna existente entre o potencial dessas tecnologias e sua aplicação prática em projetos residenciais de média escala. Frequentemente, o design de interiores é visto sob uma ótica superficial, ignorando-se o impacto profundo que a especificação técnica correta, auxiliada por software avançado, tem sobre a pegada de carbono e o custo operacional de uma moradia.

A hipótese central deste artigo é que a adoção de metodologias de design computacional e paramétrico é indispensável para atingir as metas de sustentabilidade do setor habitacional. Ao utilizar algoritmos para otimizar o corte de materiais, prever a incidência térmica e automatizar a compatibilização de projetos, o tecnólogo em design reduz drasticamente o erro humano e o retrabalho — fatores que encarecem as reformas e geram entulho. Além disso, a tecnologia facilita a incorporação de novos materiais compósitos e biofilicos, que exigem métodos de instalação e manutenção específicos, muitas vezes incompatíveis com técnicas construtivas obsoletas.

O objetivo deste trabalho é delinear o estado da arte das tecnologias digitais aplicadas ao design de interiores e demonstrar sua eficácia no contexto do *retrofit* sustentável. A relevância desta pesquisa apoia-se na necessidade urgente de soluções para a crise habitacional e climática. Transformar o estoque de casas existentes em "Smart Homes" eficientes não é apenas uma questão de mercado, mas de interesse nacional estratégico, exigindo profissionais com formação híbrida em estética, gestão de obras e tecnologia da informação para liderar essa transição.

2. Bim (building information modeling) no design de interiors

O *Building Information Modeling* (BIM) representa a evolução mais significativa na tecnologia de projetos das últimas décadas, migrando do desenho vetorial 2D (CAD) para a modelagem paramétrica 3D rica em dados. No design de interiores, o BIM atua como um banco de dados centralizado que armazena não apenas a geometria do espaço, mas as propriedades físicas e funcionais de cada elemento especificado — desde o coeficiente de condutividade térmica de um revestimento de parede até a vida útil de uma luminária LED. Essa profundidade de informação transforma o projeto de interiores em uma ferramenta de gestão de ciclo de vida da edificação, permitindo previsões precisas sobre manutenção e desempenho.

A aplicação do BIM no *retrofit* residencial é particularmente valiosa devido à complexidade de intervir em estruturas preexistentes. Tecnologias de escaneamento a laser (*Laser Scanning*) e fotogrametria permitem capturar a realidade de um ambiente antigo com precisão milimétrica, gerando uma "nuvem de pontos" que serve de base para o modelo BIM. Isso elimina as incertezas comuns em reformas, como paredes fora de esquadro ou vigas ocultas, permitindo que o designer projete marcenaria e acabamentos com encaixe perfeito, reduzindo o desperdício de material no canteiro de obras e o tempo de execução, fatores críticos para a viabilidade econômica de reformas.

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

A compatibilização interdisciplinar é outro benefício crucial. Em um projeto residencial moderno, o design de interiores deve coexistir com sistemas complexos de automação, climatização e hidráulica. O ambiente BIM permite a detecção automática de conflitos (*Clash Detection*), alertando o profissional se, por exemplo, um rebaixo de gesso projetado interfere com a passagem de dutos de ar condicionado. Resolver esses conflitos virtualmente, antes do início da obra, evita as caras e demoradas improvisações no local, garantindo a integridade técnica do projeto e a segurança estrutural da edificação.

Além da geometria, o BIM facilita a análise de sustentabilidade energética dentro do design de interiores. Plugins de simulação podem utilizar o modelo para calcular a incidência de luz natural em diferentes épocas do ano, auxiliando na escolha de cores, texturas e posicionamento de mobiliário para maximizar o conforto térmico e lumínico passivo. O tecnólogo em design pode testar virtualmente diferentes tipos de vidros e cortinas para encontrar a solução que melhor equilibre a estética com a redução da carga térmica, contribuindo diretamente para a eficiência energética da residência e para a redução das emissões de CO2 associadas ao consumo de eletricidade.

A quantificação automática de materiais (*Material Take-off*) gerada pelo BIM introduz uma transparência orçamentária sem precedentes. Tabelas dinâmicas extraem a quantidade exata de pisos, tintas e tecidos necessários, atualizando-se instantaneamente a cada alteração de projeto. Isso permite um controle de custos rigoroso, fundamental para investidores imobiliários e proprietários. A precisão na compra de insumos evita sobras que acabariam em aterros sanitários, alinhando a prática do design de interiores aos princípios da economia circular e da construção enxuta (*Lean Construction*).

Por fim, o BIM serve como uma plataforma para a gestão futura do imóvel (*Facility Management*). Ao final da reforma, o proprietário recebe não apenas a chave, mas um modelo digital ("As-Built") contendo todas as especificações, manuais e garantias dos produtos instalados. Isso facilita manutenções futuras e valoriza o ativo imobiliário, pois oferece um histórico técnico confiável. O domínio dessa tecnologia por profissionais de interiores eleva a disciplina a um patamar de ciência da informação, essencial para a modernização da indústria da construção.

Conclui-se que o BIM não é apenas uma ferramenta de desenho, mas uma metodologia de trabalho que integra dados, processos e pessoas. Sua adoção no design de interiores é um imperativo tecnológico para garantir que as intervenções em residências existentes sejam precisas, econômicas e ambientalmente responsáveis, atendendo às demandas contemporâneas por habitações de alto desempenho.

3. Design paramétrico e fabricação digital

O design paramétrico refere-se ao uso de algoritmos e variáveis computacionais para gerar formas e soluções arquitetônicas complexas que seriam difíceis ou impossíveis de conceber através

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

do desenho manual tradicional. No contexto de interiores, essa tecnologia permite criar estruturas adaptativas — como painéis divisórios, forros acústicos e mobiliário — que respondem a critérios específicos de desempenho, como a acústica ou a ventilação. Em vez de desenhar uma forma fixa, o designer define parâmetros (regras) e o software gera a geometria otimizada, permitindo uma personalização em massa (*Mass Customization*) que se adapta às idiossincrasias de cada residência.

A fabricação digital, através de tecnologias como corte a laser, CNC (*Computer Numerical Control*) e impressão 3D, é a ponte que materializa o design paramétrico. Essa conexão direta entre o arquivo digital e a máquina de fabricação elimina etapas intermediárias de interpretação, garantindo fidelidade absoluta ao projeto. No *retrofit* de imóveis antigos, onde as medidas raramente são padrão, a capacidade de fabricar componentes sob medida *in loco* ou em oficinas locais ("Fab Labs") reduz a dependência de cadeias de suprimentos longas e de produtos padronizados que muitas vezes requerem adaptações forçadas e geram desperdício.

A otimização topológica é uma aplicação avançada do design paramétrico com forte impacto na sustentabilidade. Algoritmos podem analisar as forças estruturais que atuam sobre uma peça de mobiliário ou uma estante e remover todo o material que não está sofrendo carga, criando formas orgânicas e leves que utilizam a quantidade mínima necessária de matéria-prima. Isso resulta em interiores visualmente impactantes e ecologicamente eficientes, reduzindo o peso das estruturas e o consumo de recursos naturais, uma abordagem alinhada com os objetivos de desmaterialização da economia verde.

A acústica ambiental é outra área beneficiada por essa tecnologia. Em residências urbanas e apartamentos compactos, o conforto acústico é um desafio. O design paramétrico permite desenvolver revestimentos de parede com geometrias complexas que difundem ou absorvem as ondas sonoras de maneira eficaz, calculadas especificamente para as frequências da voz humana ou de ruídos externos. A fabricação digital desses painéis em materiais sustentáveis, como feltro de PET reciclado ou madeira certificada, une a performance técnica à responsabilidade ambiental, elevando a qualidade de vida nos interiores.

A impressão 3D de grande escala começa a adentrar o design de interiores, permitindo a criação de elementos construtivos inteiros, como paredes não estruturais ou ilhas de cozinha, utilizando materiais cimentícios ou polímeros reciclados. Essa tecnologia promete revolucionar a velocidade das reformas, permitindo "imprimir" novos layouts dentro de cascas antigas com mínima geração de entulho. O tecnólogo em design deve estar apto a operar nessa interface entre o código de programação e a ciência dos materiais, explorando novas estéticas e funcionalidades que a manufatura aditiva proporciona.

A integração dessas tecnologias promove também a democratização do design de alto padrão. Arquivos digitais de mobiliário paramétrico podem ser compartilhados globalmente e

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

fabricados localmente utilizando materiais regionais (como compensados de madeira nativa), reduzindo a pegada de carbono do transporte. Esse modelo de "Design Distribuído" fortalece as economias locais e oferece aos consumidores acesso a soluções de design inovadoras e personalizadas, rompendo com a lógica da produção em massa industrializada e impessoal.

Em suma, o design paramétrico e a fabricação digital transformam o designer de interiores de um especificador de produtos de catálogo em um criador de soluções tecnológicas. Essa capacidade de inovar na forma e na fabricação é essencial para adaptar o parque habitacional existente às novas demandas de uso, estética e sustentabilidade, posicionando a tecnologia como motor de renovação e eficiência.

4. Realidade aumentada (ra) e virtual (rv) na experiência do usuário

As tecnologias imersivas, Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), alteraram fundamentalmente a comunicação e a tomada de decisão em projetos de design de interiores. Mais do que ferramentas de apresentação visual, elas funcionam como instrumentos de validação técnica e sensorial. A RV permite que o cliente "habite" o espaço projetado antes de sua construção, experimentando a escala, a ergonomia e a atmosfera luminosa. No *retrofit*, isso é crucial para alinhar expectativas e evitar alterações durante a obra, que são as principais causas de estouro de orçamento e geração de resíduos desnecessários.

A Realidade Aumentada, por sua vez, sobrepõe informações digitais ao ambiente físico real. Aplicativos de RA em tablets ou óculos inteligentes permitem que designers e construtores visualizem, no próprio local da obra, onde passarão as novas instalações elétricas e hidráulicas, sobrepondo o modelo BIM à parede existente. Essa "visão de raio-X" facilita a execução precisa, evitando perfurações acidentais em tubulações e garantindo que o design seja implementado conforme o planejado. Para o usuário final, a RA permite testar acabamentos e mobiliários em sua própria casa em tempo real, facilitando escolhas assertivas.

A simulação de acessibilidade é uma aplicação de alto valor social dessas tecnologias. Em projetos voltados para o "Envelhecimento no Local" (*Aging in Place*), a RV pode simular as limitações visuais ou motoras de um idoso, permitindo que o designer teste a eficácia da iluminação, a altura das bancadas e a largura das circulações sob a perspectiva do usuário vulnerável. Essa abordagem empática, mediada pela tecnologia, garante que o design de interiores cumpra sua função social de inclusão e segurança, criando ambientes adaptados e seguros para todas as idades, conforme preconizado pelos princípios do Desenho Universal.

A colaboração remota é potencializada por essas ferramentas. Em um mercado globalizado, designers podem colaborar com especialistas e clientes em diferentes partes do mundo dentro de um ambiente virtual compartilhado. Reuniões de design em RV permitem que múltiplos participantes

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

analisem o projeto simultaneamente, anotando alterações e testando opções de materiais em tempo real. Isso agiliza o processo de design, reduz a necessidade de viagens (e as emissões associadas) e permite que a expertise técnica de profissionais qualificados chegue a locais remotos ou carentes de serviços especializados.

No contexto de vendas e mercado imobiliário, a virtualização dos interiores agrega valor tangível aos ativos. Imóveis antigos ou vazios podem ser apresentados com "Staging Virtual", mostrando todo o seu potencial de renovação sem o custo de mobiliar fisicamente o espaço. Para investidores, isso acelera o giro de vendas e locações. O tecnólogo em design, ao dominar essas ferramentas de visualização, atua como um facilitador de negócios, traduzindo potencial técnico em valor de mercado compreensível.

A integração de dados de sensores IoT em interfaces de RA representa o futuro da gestão residencial. Imagine olhar para uma luminária através de um app de RA e ver instantaneamente seu consumo de energia atual e seu tempo restante de vida útil. Essa camada de informação invisível, tornada visível pela tecnologia, empodera o morador a gerir sua casa de forma mais eficiente e consciente. O design de interfaces para ambientes domésticos torna-se, assim, uma nova fronteira de atuação para o profissional de interiores.

Conclui-se que as tecnologias imersivas não são meros artifícios de marketing, mas ferramentas de verificação e comunicação técnica robustas. Elas mitigam o risco inerente a obras de reforma, promovem a acessibilidade e a eficiência do processo de design. A habilidade de operar nestes ambientes virtuais é uma competência essencial para o tecnólogo em design moderno, garantindo que a intervenção no espaço físico seja assertiva, econômica e centrada na experiência humana.

5. Novos materiais inteligentes e sustentabilidade

A inovação tecnológica no design de interiores estende-se à ciência dos materiais, com o desenvolvimento de revestimentos e superfícies inteligentes que interagem ativamente com o ambiente. Materiais de mudança de fase (*Phase Change Materials* - PCMs), por exemplo, podem ser incorporados a painéis de parede ou forros para absorver e liberar calor, ajudando a regular a temperatura interna passivamente e reduzindo a dependência de ar condicionado. O conhecimento técnico para especificar e instalar esses materiais avançados é uma competência distinta do tecnólogo em design, que deve compreender a física por trás do produto para aplicá-lo corretamente.

Superfícies autolimpantes e antimicrobianas ganharam relevância crítica no cenário pós-pandêmico. O uso da nanotecnologia em cerâmicas, tecidos e laminados permite criar interiores que combatem ativamente a proliferação de bactérias e vírus, promovendo a saúde dos ocupantes sem o uso excessivo de produtos químicos agressivos. Em ambientes residenciais, a aplicação desses

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

materiais em cozinhas e banheiros eleva o padrão de higiene e segurança sanitária, um aspecto fundamental da qualidade habitacional moderna.

A sustentabilidade material evoluiu para incluir biomateriais e compósitos reciclados de alta performance. Painéis feitos de micélio (fungos), bioplásticos derivados de algas e madeira laminada cruzada (CLT) oferecem alternativas de baixo carbono aos materiais convencionais. O design de interiores tecnológico não apenas utiliza esses materiais por sua estética, mas entende suas propriedades mecânicas e acústicas, integrando-os em projetos de *retrofit* para melhorar o isolamento e a qualidade do ar interno (*Indoor Air Quality* - IAQ), evitando compostos orgânicos voláteis (COVs) prejudiciais.

Vidros eletrocromáticos ou "inteligentes" permitem alterar a transparência das janelas através de um estímulo elétrico, controlando a entrada de luz e calor instantaneamente. Essa tecnologia substitui cortinas e persianas mecânicas, oferecendo uma solução limpa e integrada à automação residencial. A especificação correta desses vidros exige um entendimento profundo de transmissão luminosa e fator solar, garantindo que o investimento tecnológico se traduza em conforto visual e economia de energia efetiva para a residência.

A circularidade dos materiais é um conceito chave apoiado pela tecnologia. Passaportes de Materiais (*Material Passports*) são registros digitais que rastreiam a composição e a origem de cada produto instalado em um projeto. Isso facilita a desmontagem e a reciclagem futura dos interiores, transformando a edificação em um banco de materiais para o futuro. O designer atua como gestor desses recursos, escolhendo produtos que tenham ciclos de vida documentados e que possam ser reinsertos na cadeia produtiva, combatendo a obsolescência programada.

A impressão 4D, uma evolução da 3D, introduz o fator tempo, criando objetos que mudam de forma ou propriedade em resposta a estímulos ambientais (como umidade ou temperatura). Embora ainda emergente, essa tecnologia aponta para um futuro onde os interiores se autoadaptam sem necessidade de energia elétrica ou motores complexos. O tecnólogo em design deve manter-se na vanguarda dessas pesquisas, pronto para aplicar soluções que mimetizam a inteligência da natureza (biomimética) nos espaços construídos.

Em suma, a revolução dos materiais inteligentes redefine a materialidade do design de interiores. As superfícies deixam de ser passivas para se tornarem funcionais e responsivas. O domínio sobre essas novas tecnologias de materiais permite ao profissional criar ambientes que são não apenas esteticamente agradáveis, mas ecologicamente regenerativos e tecnologicamente avançados, alinhados com as exigências de um futuro sustentável.

6. Conclusão

O presente estudo buscou demonstrar que a formação em Tecnologia em Design de

Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

Interiores transcende a seleção estética, constituindo-se como uma disciplina técnica fundamental para a modernização e sustentabilidade do ambiente construído. Através da análise das tecnologias digitais — BIM, Design Paramétrico, Realidade Aumentada — e dos novos materiais inteligentes, ficou evidente que o campo do design evoluiu para uma ciência aplicada capaz de responder a desafios complexos de habitação, eficiência energética e gestão de recursos.

A investigação sobre o uso do BIM no *retrofit* residencial confirmou que a digitalização dos processos de projeto é a chave para a viabilidade econômica de reformas sustentáveis. A capacidade de antecipar problemas construtivos, quantificar materiais com precisão e simular desempenho ambiental antes da obra física reduz drasticamente o desperdício, um dos maiores passivos da indústria da construção civil. Isso valida a hipótese de que o tecnólogo em design atua como um agente de eficiência, protegendo o investimento dos proprietários e o meio ambiente.

No âmbito do Design Paramétrico e da Fabricação Digital, concluiu-se que a personalização em massa e a produção local distribuída oferecem alternativas viáveis à padronização industrial. A tecnologia permite adaptar soluções às especificidades de cada residência existente, otimizando o uso de matéria-prima e possibilitando a criação de ambientes ergonomicamente superiores e acusticamente confortáveis. A intersecção entre código digital e produção física representa uma nova fronteira de inovação para o setor.

A análise das tecnologias imersivas (RA/RV) destacou seu papel social na promoção da acessibilidade e inclusão. A capacidade de simular as necessidades de usuários com mobilidade reduzida ou em processo de envelhecimento (*Aging in Place*) posiciona a tecnologia como ferramenta de empatia e validação técnica. Além disso, a facilitação da comunicação e da colaboração remota amplia o alcance da expertise profissional, dinamizando o mercado de serviços de design.

Os materiais inteligentes e a nanotecnologia foram identificados como vetores de saúde e eficiência passiva. A integração de superfícies que purificam o ar, regulam a temperatura e combatem patógenos demonstra que o design de interiores moderno tem um impacto direto na saúde pública. A adoção de passaportes de materiais e princípios de economia circular reforça a responsabilidade do designer na gestão do ciclo de vida dos recursos planetários.

Diante do exposto, é imperativo reconhecer que a renovação do parque imobiliário dos Estados Unidos e de outras nações desenvolvidas depende de profissionais que dominem essas ferramentas tecnológicas. O *retrofit* em larga escala, necessário para atingir metas climáticas, não pode ser realizado com métodos artesanais e analógicos do passado. Exige-se uma abordagem baseada em dados, simulação e precisão industrial.

O profissional com formação tecnológica em design de interiores emerge, portanto, como uma figura central neste ecossistema. Sua capacidade de integrar estética, engenharia e ciência da computação preenche uma lacuna crítica no mercado de trabalho. A pesquisa contínua e a aplicação



Ano V, v.2 2025 | submissão: 06/08/2025 | aceito: 08/08/2025 | publicação: 10/08/2025

dessas inovações são de interesse nacional, pois contribuem diretamente para a criação de cidades mais resilientes, habitações mais dignas e uma economia mais verde e competitiva.

Recomenda-se que políticas públicas e programas educacionais incentivem a adoção dessas tecnologias desde a formação acadêmica, preparando uma força de trabalho apta a lidar com a complexidade das *Smart Homes* e das cidades digitais. O futuro do morar é tecnológico, e o design de interiores é a interface humana dessa transformação.

Referências

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

OXMAN, N. Material-based Design Computation. **Theories of the Digital in Architecture**, p. 345-365, 2013.

ASHRAE. **Standard 90.1-2019 -- Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta: ASHRAE, 2019.

AUTO, A. et al. Augmented Reality in Architecture and Design: A Review. **International Journal of Architectural Computing**, v. 18, n. 2, 2020.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. New York: North Point Press, 2002.

SCHUMACHER, P. **The Autopoiesis of Architecture: A New Framework for Architecture**. London: Wiley, 2011.

US GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1: Interior Design and Construction Guide**. Washington, DC: USGBC, 2020.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing**. New York: Taylor & Francis, 2003.

ISO 19650-1:2018. **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)**. Geneva: ISO, 2018.

RITTER, A. **Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**. Basel: Birkhäuser, 2007.