Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais: uma proposta para o Smart Campus Facens

Hackable Cities from Digital Twins: a proposal for the Smart Campus Facens

Giovanna Tomczinski Novellini Brígitte
Centro Universitário Facens | Sorocaba | Brasil | giovanna.novellini@facens.br
Júlia Ramos Costa
Centro Universitário Facens | Sorocaba | Brasil | juliadrcosta@gmail.com
Laura Arochi Bacili
Centro Universitário Facens | Sorocaba | Brasil |lauraabacili@gmail.com

Resumo
A implementação de tecnologias na promoção de Cidades Humanas, Inteligentes, Criativas e Sustentáveis (CHICS), oportunizam novas perspectivas em Arquitetura e Urbanismo. Este artigo discute a aplicação do conceito de Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais em um Smart Campus, como oportunidade de introduzir a exploração prática junto com conteúdo científico. Inclui a revisão dos principais conceitos e uma descrição do Campus como laboratório vivo de cidades inteligentes. Busca-se identificar o problema, sua motivação e definir os objetivos para o desenvolvimento artefatos. O artigo reflete sobre o desenvolvimento de ferramentas para validar tecnologias voltadas à inovação urbana em CHICS.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes. Cidades Hackeáveis. Gêmeos Digitais. Campus Inteligente. CHICS.

Abstract
The implementation of technologies in the promotion of Human, Intelligent, Creative and Sustainable Cities (CHICS), provide opportunities for new perspectives in Architecture and Urbanism. This article discusses the application of the Hackable Cities concept from Digital Twins to a Smart Campus, as an opportunity to introduce practical exploration along with scientific content. Includes a review of key concepts and a description of the Campus as a living laboratory for smart cities. It seeks to identify the problem, its motivation and define the objectives for the development of artifacts. The article reflects on the development of tools to validate technologies aimed at urban innovation in CHICS.

Keywords: Smart Cities. Hackable Cities. Digital Twins. Smart Campus. CHICS

INTRODUÇÃO

'Cidades Inteligentes' apresenta-se como um termo complexo, de diferentes definições e caráter multidisciplinar [1;2]. A Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e

Como citar:
BRÍGITTE , G. T. N. .; COSTA , J. R.; BACILI , L. A. Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais: uma proposta para o Smart Campus Facens. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-10. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/603. Acesso em: 3 ago. 2021.

Humanas identifica três fatores primordiais para uma cidade inteligente: humanos, institucionais e tecnológicos. Diversos pesquisadores reforçam que cidades inteligentes são aquelas que utilizam de forma consciente e planejada a tecnologia para aplacar os problemas urbanos [1;2]. Nesse sentido, a importância do estímulo e incentivo da participação popular para a inovação urbana em Cidades Humanas, Inteligentes, Criativas e Sustentáveis (CHICS), surge como uma solução aos problemas decorrentes do crescimento urbano suportados pela Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

A partir do momento que o urbanismo se preocupa em prover o uso eficiente do espaço e dos serviços urbanos, torna-se importante buscar meios de informação e indicadores que proveem a visualização das necessidades do grupo social. Para tal, uma das soluções criadas, e atualmente adotada em diversas cidades do mundo, é o conceito de Cidades Hackeáveis (CHs).

Assim como no mundo tecnológico, o termo 'hackeável' refere-se à possibilidade se apropriar de sistemas já existentes e modificá-los, no espectro do urbanismo fomentado pela sociedade, o denominado *bottom-up*, o coletivo social assume o papel do *hacker*, adaptando o espaço urbano em prol de alternativas mais participativas, inclusivas, descentralizadas, lúdicas e subversivas às implementações de TICs apenas no monitoramento, gerenciamento e regulação *top-down*. À vista disso, uma CHs propõe, em termos gerais, estimular a participação dos cidadãos em questões comunitárias e intervenções urbanas em prol da construção coletiva de uma cidade melhor [3;4].

Diante de tal cenário, o presente artigo apresenta o resultado parcial de uma pesquisa cujo objetivo principal é investigar a aplicação do conceito de CHs a partir de Gêmeos Digitais (GD) no Smart Campus Facens (SCF). O SCF foi criado com o objetivo de ser um laboratório vivo de cidades inteligentes contou ainda com apoio do G-Lab do MIT[1]. O projeto proporciona uma nova experiência de aprendizagem multidisciplinar, incentivando os alunos no desenvolvimento de soluções que possam ser prototipadas e replicadas nas cidades. As principais preocupações do SCF vinculam-se às ODS e estruturam-se em nove áreas: (1) educação e cultura; (2) Saúde e Qualidade de Vida; (3) Meio Ambiente; (4) TIC; (5) Energia; (6) Mobilidade e Segurança; (7) Urbanização; (8) Indústria e Negócios; e, (9) Governança. No contexto desta pesquisa, buscou-se identificar o problema, sua motivação e definir os objetivos para o desenvolvimento de um ou mais artefatos que permitam aplicar tecnologias voltadas às CHICS no Campus, facilitando o desenvolvimento de produtos e serviços com base na necessidade dos usuários [4], por meio do estímulo da cocriação [5].

GÊMEOS DIGITAIS

Embora não haja uma conceituação ou definição comumente aceita [6;7] GDs podem ser considerados como a construção um protótipo digital a partir da digitalização de

[1] O projeto SCF foi aceito para ser desenvolvido em parceria como o Global Entrepreneurship Lab (G-Lab) – programa de aprendizagem prática oferecido da escola de Administração Sloan no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts).

componentes e sistemas de um ativo atualizados, das propriedades físicas e funcionais do sistema, em tempo real [8]. O conceito de GDs para gerenciamento centrado em dados de um sistema físico surgiu na última década nos domínios da manufatura, produção e operações [9] frente ao avanço tecnológico que trouxe mudanças, principalmente nas indústrias, tratando de conceitos como Internet das Coisas, Indústria 4.0 e Big Data, visando a automação das máquinas [10].

No contexto urbano, GDs podem promover a imagem espelhada de um processo físico, como a representação das edificações de uma cidade e sua operação ou consumo de energia, ou como a representação computacional dos fluxos veiculares em uma cidade [11]. As metáforas de 'espelhamento' ou 'geminação' são usadas para transmitir o alinhamento mútuo e reciprocidade entre o sistema físico e sua contraparte digital ou virtual [12].

Se por um lado, um dos maiores desafios na modelagem de cidades é fundir os processos sociais e econômicos com o ambiente construído e vincular os processos funcionais e físicos às representações socioeconômicas [13], por outro, GDs podem oferecer um meio poderoso e responsivo para modelar sistemas dinâmicos complexos para informar a tomada de decisão também em ambientes urbanos [13][14]15].

CIDADES HACKEÁVEIS

A ascensão de novas tecnologias, englobou também o contexto urbano, o que tornou possível a análise quantitativa e qualitativa de diversos aspectos da vida na cidade. A atualização em tempo real das estatísticas de consumo, uso e expansão dos serviços são apenas alguns dos benefícios que a tecnologia de uma Cidade Inteligente equiparada de sensores e outros indicadores de análise oferece, em prioridade para os modificadores do espaço, na hora de resolver problemas urbanos.

Entretanto, como afirmam os estudiosos Martijn de Waal, professor no Eleitorado de Atividade, Mídia Cívica na Universidade de Ciências Aplicadas de Amsterdam, e Michiel de Lange, Professor assistente em Estudos de Novas Mídias, Departamento de Estudos de Mídia e Cultura, na Universidade de Utrecht:

> *Não é mais útil nem mesmo possível entender a vida urbana separada das tecnologias de informação e comunicação. A forma como as cidades funcionam e como as pessoas vivem nas cidades é profundamente moldada por tecnologias de mídia digital onipresentes, tal como redes sem fio [...]. [4]*

E, é dessa relação interação social com a cidade, e o acesso democratizado dos dados em contrapartida à idealização *top-down* na construção do meio urbano sugerida pelas Cidades Inteligentes, que surge o estímulo para desenvolver os conceitos que embasam os métodos de participação inclusiva na ocupação da cidade, posteriormente dando origem às Cidades Hackeáveis.

As CHs surgem, como ideia oficial, em 2007 como um projeto de pesquisa individual do grupo The Mobile City onde, em conceitos gerais, o termo “hackear” alude a capacidade de se apropriar das TICs existentes a fim de impulsionar as metas ativistas de um conjunto [5]. A iniciativa Holandesa traz o propósito de analisar o poder de efetividade das tecnologias de mídia digital na vida urbana, mais especificamente, a

forma como compartilhamento das bases de dados poderia fomentar a participação cívica no processo de colaborativamente construir uma cidade democrática com capacidade de promover qualidade de vida, mudando assim a idealização que temos sobre qual é o real papel das autoridades governamentais neste processo.

No cenário nacional, encontramos intervenções que seguem a ideia hacker para com a cidade. Um exemplo relevante a se fazer, como estudo de caso, é o projeto de apropriação do espaço de praça pública Largo da Batata, em São Paulo, no bairro de Pinheiros, que por muito tempo foi palco de atividades que desfavoreceram sua imagem com atividades consideradas "marginalizadas". O espaço está sendo reinserido às preferências de paulistanos, dando origem ao coletivo 'A Batata Precisa De Você', que perpetua na área até os dias atuais. Como destaca o trecho abaixo:

> *Essa jornada começou com o Movimento Passe Livre, que luta pelo conceito defendido pelo filósofo Henri Lefèvre de direito à cidade, quando, em janeiro de 2014, reuniu um grupo de ativistas dispostos a se apropriar do espaço como área de lazer […]. [17]*

Após planos de incentivo de uso, como propostas de realização de atividades e eventos públicos na localidade, que são divulgados em redes de comunidade digital, e contribuições voluntárias para disponibilizar mobiliários urbanos improvisados que aperfeiçoam o espaço para o uso da comunidade, o Largo da Batata consegue se desprender de das características que prejudicam a sua imagem enquanto favorece a integração e o fortalecimento das relações entre cidadãos, tudo isso com auxílio do urbanismo tático, tal como defendem as Cidades Hackeáveis.

Para mais, o conceito *hacker* aplicado às cidades é se beneficiar com eficiência daquilo que a tecnologia tem a nos oferecer enquanto nos desenvolvemos como uma comunidade. O exercício de se desenvolver Cidades Hackeáveis é a prática da resiliência em escala urbana e, em frente a isso, podemos relatar que a intenção de participação cívica é uma tendência em avanço nas maneiras de se fazer urbanismo, o que de fato é relevante e, além disso, necessário, até porque "*O que é a cidade se não as pessoas*?" [18].

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória. As pesquisas exploratórias objetivam "[...] criar percepções: identificar, definir e ilustrar fenômenos relevantes, explicar características e efeitos e interrelações [...]" [19]. A estrutura metodológica dar-se-á com base no Método Hipotético-Dedutivo (MHD) de Karl Popper [20][21]. No MHD, deve-se partir da (i) formulação de um problema (ou situação problema), para construímos (ii) tentativas de soluções (hipóteses, conjecturas, teorias) e por meio de (iii) avaliação crítica, descartamos aquelas que não resolvem satisfatoriamente o problema. Apresentam-se a seguir as etapas metodológicas:

i. análise da literatura, para fundamentação e delineamento da pesquisa no intuito de definir o problema e mostrar sua importância; cujos resultados indicaram:

- a importância de Gêmeos Digitais como tecnologia capaz de modelar sistemas dinâmicos complexos também em ambientes urbanos;
- a necessidade de fomentar e estimular o envolvimento dos cidadãos é fundamental para garantir Cidades Humanas, Inteligentes, Criativas e Sustentáveis;
- SCF como laboratório vivo para estudos das soluções que possam ser replicadas nas cidades, através da inserção de indicadores humanizados ao painel;

ii. tentativas de soluções, através da discussão e proposta de indicadores hamanizadores; e

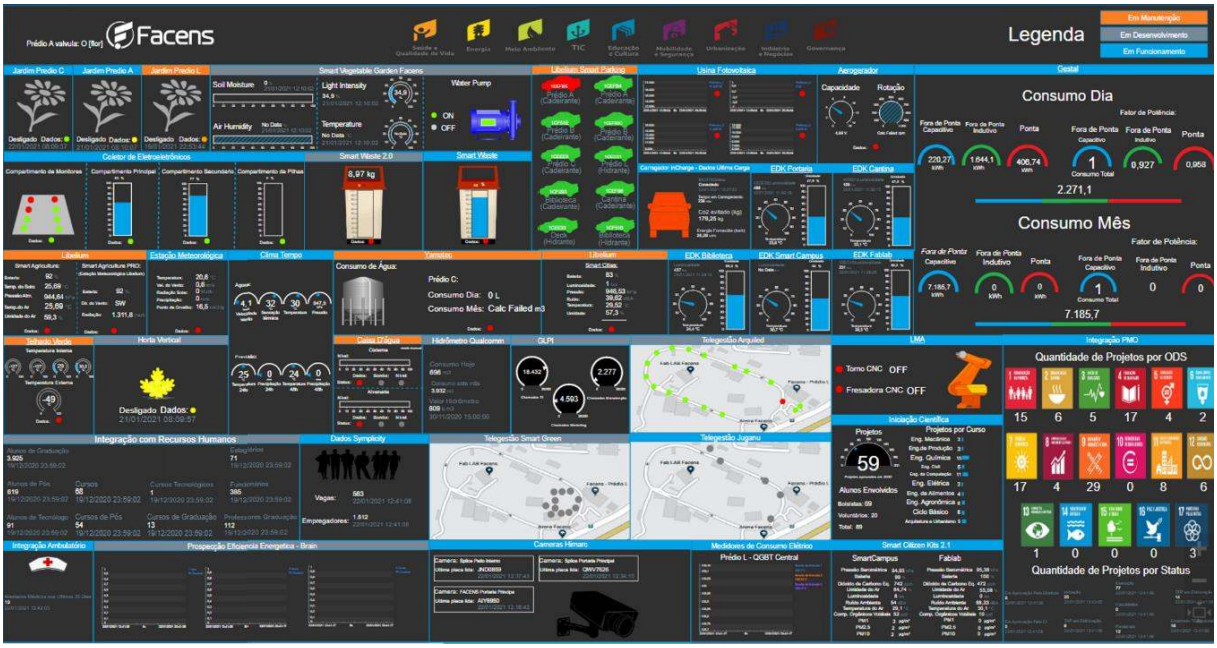
iii. avaliação crítica.

RESULTADOS

SMART CAMPUS FACENS (SCF)

O SCF trata-se da ideia de um projeto interno destinado a apoiar a formação de profissionais que podem identificar oportunidade de mudanças dentro do conceito de cidades inteligentes. O programa tem como objetivo desenvolver, implementar, testar, analisar e replicar soluções para Cidades Inteligentes, utilizando o campus universitário como estudo de amostra para coleta de dados. A aplicação do conceito de GD envolve a coleta dos dados através dos sensores distribuídos no campus, associados a um modelo tridimensional e visualmente disponíveis em um painel em tempo real por diferentes tecnologias de monitoramento (Figura 1), que foram base para análise quanto às características dos dados: qualitativo (humanizado) ou quantitativo.

Figura 1: Painel do Smart Campus Facens



Nota: Observa-se, na imagem acima, o painel aplicado como ferramenta de gestão da informação para auxílio no acompanhamento e exibição de indicadores de performance da universidade. Fonte: SCF.

O Quadro 1 apresenta a caracterização dos dados de acordo com o eixo correlacionado aos ODS, apresenta-se o indicador ao tipo de análise e classifica-os quanto às características dos dados: qualitativo (humanizado) ou quantitativo.

Quadro 1: Indicadores e dados coletados

Áreas	Indicador	Dados (o que analisa?)	Característica
1;5	PMO	Quantidade e status de projetos por ODS	Quantitativo
1;5	ICs	Quantidade de projetos/ curso e alunos envolvidos	Quantitativo
2;5	Smart Agriculture	Bateria dos sensores, luminosidade, pressão, ruído, temperatura, umidade, direção do vento e radiação	Quantitativo
2; 3;5	EDK	Nível de umidade, luminosidade e temperatura	Quantitativo
2;3;4;5	Smart Citizen	Pressão barométrica, bateria dos sensores, dióxido de carbono, umidade do ar, luminosidade, ruído ambiente e temperatura do ar na sala do Smart Campus e no Fablab	Quantitativo
2;5	Ambulatório	Atestados médicos nos últimos 30 dias	Quantitativo
3;5	Jardim Prédios A, C, L	Status dos jardins	Quantitativo
3;5	Vegetable Garden	Umidade do ar e do solo, temperatura, intensidade de luz e status do bombeador de água	Quantitativo
3;5	Coletor Eletrônicos	Status de lotação de compartimento de monitores, principal e secundário e compartimento de pilhas	Quantitativo
3;4;5	Smart Waste	Lotação das lixeiras	Quantitativo
3;5	Consumo de Água	Valores de consumo mensal e diário de água	Quantitativo
3;5	Clima Tempo	Velocidade do vento, sensação térmica, temperatura e pressão no momento e em uma previsão	Quantitativo
3;5	Estação Metereológica	Temperatura, direção do vento, radiação, precipitação e ponto de orvalho	Quantitativo
3;5	Nível de Caixa D'água	Status do nível de água na caixa cisterna e alvenaria	Quantitativo
3;5	Horta Vertical	Status da horta vertical	Quantitativo
3;5	Telhado Verde	Temperatura interna e externa	Quantitativo
3;5	Usina Fotovoltaica	Geração de energia	Quantitativo
4;5	Coletor de Eletrônicos	Status de lotação de compartimento de monitores, principal e secundário e compartimento de pilhas	Quantitativo
4;5	Nível de Caixa Dágua	Nível de água na caixa Cisterna e Alvenaria	Quantitativo
4;5	Aerogerador	Capacidade e rotação	Quantitativo
4;8;5	LMA	Status de operação da Fresadora e Torno	Quantitativo
5	Carregador Carros Elétricos	Dados sobre a última recarga	Quantitativo
5	Consumo de Energia	Consumo mensal e diário de energia	Quantitativo
5	Consumo Elétrico	Valores de consumo por prédio	Quantitativo
5;7	Telegestão	Status das iluminações de LED pelo campus	Quantitativo
5	Eficiência Energética	Nível de eficiência energética em uma, duas e três horas	Quantitativo
5;6	Câmeras	Status da última leitura das câmeras	Quantitativo
5;9	RH	Número de vagas e empregadores	Quantitativo
5;9	População	Número de alunos por graduação e funcionários por cargo	Quantitativo

Legenda: (1) educação e cultura; (2) Saúde e Qualidade de Vida; (3) Meio Ambiente; (4) TIC; (5) Energia; (6) Mobilidade e Segurança; (7) Urbanização; (8) Indústria e Negócios; e, (9) Governança. Fonte: as autoras.

A análise dos indicadores identificados no Quadro 1 permite identificar características quantitativas sobre as nove áreas, não havendo nenhum que envolva questões qualitativas (humanizadas). Destaca-se que a compreensão desses indicadores quantitativos ainda é de extrema importância ao tencionar intervenções no espaço, entretanto dados qualitativos também devem ser considerados como fundamento na formulação de propostas eficientes.

PROPOSTAS DE INDICADORES HUMANIZADORES

Na tentativa de prover um estudo de caso voltado à CH para CHIS, através do SCF, torna-se necessário prover dados humanizadores, uma vez que é importante investigar como os usuários se sentem diante de experiências, promovendo o debate e contribuição às melhorias que podem ser aplicadas através de processos participativos e colaborativos.

O Quadro 2 apresenta a caracterização dos dados propostos de acordo com o eixo correlacionado aos ODS, apresenta-se o indicador ao tipo de análise.

Quadro 2: Indicadores e dados propostos

Área	Indicador	Dados (o que analisar?)
Educação e Cultura	Se Encontre	Informações sobre os programas internos
Saúde e Qualidade de Vida	Bem Viver	Descobre qual local os alunos mais gostam e porquê
Meio Ambiente	ConfortA	Gera dados de conforto ambiental e coleta opinião dos usuários.
Mobilidade e Segurança	Quer Carona?	Promove o encontro e comunicação
Urbanização	Por Aqui	Urbanismo tático
Indústrias e Negócios	Carreiras	Vagas associadas a dodos qualitativos.
Governança	Mural	Percepção dos usuários.

Fonte: as autoras.

Voltado à Educação e Cultura, o projeto **Se Encontre** visa expor os programas existentes na faculdade como as iniciações científicas, grupos de pesquisas e equipes de competições, de maneira que toda a comunidade acadêmica possa interagir através de questionamentos, comentários ou ideias sobre assuntos em discussão. Entende-se ser possível atrair um número maior de estudantes, promover interação e engajamento capaz de proporcionar e estimular a inovação sobre temas relacionados ao meio acadêmico e à sociedade.

No que tange a área de Saúde e Qualidade de Vida, o projeto **Bem Viver** busca implementar o desenvolvimento de um aplicativo no qual é possível colher informações dos usuários do campus sobre quais lugares lhes fazem bem e o que lhes trazem o bem estar, entendendo esses condicionantes e replicando em mais ambientes.

Na área do Meio Ambiente, através do **ConfortA** coletar dados de conforto ambiental nos ambientes da faculdade, de modo que o usuário possa julgar a qualidade e ter um retorno dos parâmetros mensurados em tempo real comparados aos indicados pelas normas.

Para Mobilidade e Segurança, desenvolver um sistema **Quer Carona?** onde os alunos possam inserir o local que moram e assim encontrar caronas solidárias, visando a diminuição do tráfego de veículos dentro do campus e da cidade.

Voltado ao eixo de Urbanização, o projeto **Por Aqui** propõe promover uma ação de urbanismo tático em pontos estratégicos do campus e assim, avaliar melhorias que podem ocorrer de acordo com as atitudes dos usuários na operação.

Na área de Indústrias e Negócios, o projeto **Carreiras** objetiva engajar os alunos a promoverem dados que qualificam e avaliam suas experiências no mercado, além de correlacionar às vagas ofertadas, para diferentes áreas que existem.

Por fim, em Governança, propõem-se criar um **Mural** interativo com todos os dados do campus: atividades, tempos de espera e atendimento ao aluno em diferentes ambientes como biblioteca, cantina, secretaria e tesouraria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo teve como principal objetivo compreender a possibilidade de implementar o conceito de Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais no SCF. Foram compilados e analisados os indicadores fornecidos pelos dados coletados atualmente, o que permitiu constatar características quantitativas em toda a sua totalidade.

Foram apresentadas sete propostas com potencialidade para captação de dados qualitativos e humanizados. A possibilidade da implantação, de uma ou mais, poderá promover a colaboração e comunicação em tempo real, através de manifestações e interações com a própria comunidade de alunos e funcionários.

A principal contribuição desta pesquisa foi identificar a possibilidade de implementar indicadores qualitativos-humanizadores através do desenvolvimento de um ou mais artefatos que permitam aplicar tecnologias como Gêmeos Digitais voltadas às CHICS no SCF. O desenvolvimento e testes do(s) artefato(s) poderá ser uma oportuna ferramenta de colaboração e comunicação para apoio à tomada de decisão no âmbito acadêmico, e futuramente adaptado para implementação na escala urbana.

Como afirmou Batty, “gêmeos digitais urbanos precisam avançar na inclusão de dados sociais, econômicos e ambientais" [14], pois somente assim poderão proporcionar uma melhor compreensão das soluções potenciais para desafios que envolvam a tomada de decisão colaborativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário Facens pelo incentivo e apoio.

REFERÊNCIAS

[1] NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *In:* ANNUAL INTERNATIONAL DIGITAL GOVERNMENT RESEARCH CONFERENCE, 12., 2011, Nova York. **Proceedings[...].** Nova York: ACM, 2011. p. 282-291.

[2] ANGELIDOU, M. **Smart city policies**: A spatial approach. Cities, v. 41, p. S3-S11, 2014.

[3] LANGE, M.; WALL, M.; VERHOEFF, N.; FOTH, M., BRYNSKOV, M. Digital cities 9 workshop - hackable cities: from subversive city making to systemic change. *In:* C&T 15:

COMMUNITIES AND TECHNOLOGIES, 2015. **Proceedings [...]**. Limerick Ireland: ACM, 27 jun. 2015. p. 27-30.

[4] GOMYDE, A. *et al.* (EDS.). **O FUTURO É DAS CHICS:** Como construir agora as Cidades Humanas, Inteligentes, Criativas e Sustentáveis. Brasília: [s.n.]. Acesso em: 19 jan. 2021

[5] DE WAAL, M.; DE LANGE, M. The hackable city - **Digital Media and Collaborative City-Making in the Network Society**. Singapore: Springer Nature Singapore Pte., 2020.

[6] HOSSAIN, M.; LEMINEN, S.; WESTERLUND, M. A systematic review of living lab literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, mar. 2019. p. 976-988. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.257.

[7] KRITZINGER W, KARNER M, TRAAR G, HENJES J AND SIHN W. Digital twin in manufacturing: a categorical literature review and classification. **IFAC-Papers On Line**. v51 n.11. jun. 2018. p. 1016–1022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474.

[8] GERBER D, NGUYEN B AND GAETANI I (2019) Digital twin—towards a meaningful framework. **Arup Research**. Disponível em: https://research. arup.com/publications/digital-twin-towards-a-meaningful-framework. Acesso em: 20 maio 2021.

[9] SACKS, R. *et al*. Construction with digital twin information systems. **Data-Centric Engineering**, v. 1, 2020.

[10] TAO, F. *et al*. Digital twin-driven product design framework. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 12, p. 3935-3953, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1443229

[11] FRANZ, Y.; TAUSZ, K.; THIEL, S. Contextuality and co-creation matter: A qualitative case study comparison of living lab concepts in urban research. **Technology Innovation Management Review**, v. 5, n. 12, dez. 2015. p. 48-55. Disponível em: http://timreview.ca/article/952. Acesso em: 12 janeiro 2021.

[12] NETTO, V. M.; VARGAS, J. C. B.; SABOYA, R. T. A revolução dos dados e a nova ciência das cidades (Editorial). **Revista de Morfologia Urbana**, v. 8, n. 1, p. e00173, jun. 2020. p. 1-9. DOI: https://doi.org/10.47235/rmu.v8i1.173

[13] GRIEVES, M.; VICKERS, J. **Digital twin**: **Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems**. *In:* Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems, Springer, 85– 113, 2017.

[14] BATTY, M. Digital twins. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**. v. 15, n. 1, set. 2018. p. 817-820. DOI: https://doi.org/10.1177/2399808318796416

[15] DAWKINS, O.; DENNETT, A.; HUDSON-SMITH, A. P. Living with a digital twin: Operational management and engagement using IoT and Mixed Realities at UCL's Here East Campus on the Queen Elizabeth Olympic Park. *In:* Giscience and Remote Sensing. **GIS Research UK** (GISRUK), 2018.

[16] BATTY, M.; HUDSON-SMITH, A. Urban Simulacra: London. **Architectural Design**, v. 75, n. 6, p. 42-47, 2005. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/ad.170

[17] MONTUORI, B.; SOBRAL, L.; VICINI, L.; GORECKI, M.; KARPISCHEK, T. **Ocupe Largo do Batata: como fazer ocupações regulares no espaço público**. 2015. Disponível em: https://issuu.com/laurasobral/docs/publicacaobatata-final-web . Acesso em: 21 janeiro 2021.

[18] SHAKESPEARE, W. **Coriolano**. Trad. Barbara Heliodora. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

[19] BREEN, J. Designerly enquiry. *In:* JONG, T. M.; VOORDT, Theo J. M. van der. (ed.). **Ways to study and research**: **urban, architectural and technical design**. Delt: Delft University Press, 2002.

[20] POPPER, K. R. **Conhecimento Objetivo**: uma abordagem evolucionária, São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975.

[21] MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.