

GT-8 – Informação e Tecnologia

ISSN 2177-3688

**BRASILIANA MUSEUS: WORKFLOW DO SERVIÇO DE BUSCA E RECUPERAÇÃO DA
INFORMAÇÃO AGREGADA DOS ACERVOS DIGITAIS DO IBRAM**

***BRASILIANA MUSEUS: WORKFLOW OF THE SERVICE FOR SEARCHING AND RETRIEVING
AGGREGATE INFORMATION FROM IBRAM'S DIGITAL COLLECTIONS***

Joyce Siqueira - Universidade Católica de Brasília (UCB), joycitta@gmail.com

Dalton Lopes Martins - Universidade de Brasília (UnB), daltonmartins@unb.br

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: O Instituto Brasileiro de Museus (Ibram) administra diretamente 20 museus federais que possuem seus acervos digitais, parciais ou totais, disponíveis na Web por meio do Tainacan. Esse cenário trouxe importantes desafios à busca e recuperação de informações, levando à necessidade de iniciar pesquisas visando o desenvolvimento de um novo serviço de busca e recuperação agregada para o Ibram. Assim, por meio de estudos complementares, utilizando como metodologia uma pesquisa de natureza aplicada, que empregou as seguintes técnicas de pesquisa: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e revisão sistemática de literatura, e adotando o estudo de casos múltiplos como método de pesquisa, obtivemos como resultado o Serviço de Busca Integrada do Ibram, denominado Brasiliana Museus. Este serviço é composto pelo Painel de Visualização Analítica e pelo Portal Brasiliana Museus. A partir do sucesso dos protótipos, que validaram o fluxo de agregação e suas tecnologias, esta pesquisa buscou desenvolver o modelo conceitual do serviço por meio da criação de um fluxo de agregação que se mostrou eficaz, tanto do ponto de vista da socialização e divulgação dos objetos digitais, quanto na monitorização e acompanhamento das informações dos acervos por meio de painéis analíticos. Além disso, representa uma solução tecnológica econômica e viável de ser implementada.

Palavras-chave: busca; recuperação da informação; Brasiliana Museus; workflow; agregação.

Abstract: The Brazilian Institute of Museums (Ibram) directly manages 20 federal museums that have their digital collections, partial or total, available on the Web through Tainacan. This scenario brought important challenges to the search and retrieval of information, bringing with it the need to start research in favor of the development of a new aggregated search and retrieval service for Ibram. Thus, through studies that complement each other, using as methodology research of an applied nature, which used as research techniques: documentary research; bibliographic research and the Systematic Review of Literature and as a research method, the study of multiple cases, the result was the Integrated Search Service of Ibram, the Brasiliana Museums, composed of the Dashboard and the Brasiliana Museums Portal. Based on the success of the prototypes, which validated the aggregation flow and its technologies, this research sought to develop the conceptual model of the service, through the creation of an aggregation workflow, which proved to be efficient, both from the point of view of socialization and dissemination of digital objects, or in the monitoring and monitoring of collection information through dashboards, in addition to representing a cheap and viable technological solution to be integrated.

Keywords: search; information retrieval; Brasiliana Museums; workflow; aggregation.

INTRODUÇÃO

Instituições responsáveis pela preservação do patrimônio cultural têm investido consideravelmente na digitalização e disseminação de seus acervos, resultando em uma multiplicação de museus digitais acessíveis na Web. Entre os exemplos notáveis estão a Pinacoteca no Brasil, o Museu do Louvre na França, a Casa Anne Frank na Holanda, o Museu Nacional de História Natural nos Estados Unidos da América, entre outros.

Esse crescimento contínuo tem levado os museus a armazenarem uma vasta quantidade de objetos digitais na nuvem, criando um cenário rico e promissor, mas que também apresenta desafios significativos em relação à busca e recuperação de informações. Para enfrentar esses desafios, instituições nacionais e, especialmente, internacionais têm desenvolvido diferentes soluções que oferecem aos usuários uma interface unificada para buscar e recuperar informações por meio de uma plataforma centralizada que direciona o acesso aos museus de origem.

A título de exemplo no Brasil, temos a *Brasiliiana Iconográfica* (BRASILIANA ICONOGRÁFICA, 2017), a *Brasiliiana Fotográfica* (BRASILIANA FOTOGRÁFICA, 2023) e a *Rede Web de Museus* (GOVERNO DO RIO DE JANEIRO, 2023); nos Estados Unidos da América, a *American Art Collaborative* (AAC), a *Digital Public Library of America* (DPLA), a *World Digital Library* e a *Google Arts & Culture*; na Nova Zelândia, a *DigitalNZ*; na Europa, a *Europeana*; no México, a *Mexicana*; na Austrália, a *TROVE* (SIQUEIRA; MARTINS, 2019b, 2020, 2021c; SANTAREM SEGUNDO; SILVA; MARTINS, 2019). São realidades distintas, mas que têm transformado a maneira como coletamos e disseminamos conteúdo digital.

As iniciativas internacionais são mais consolidadas e estruturadas, mas carecem de documentação adequada e são altamente específicas às realidades informacionais de cada contexto em que estão inseridas, tornando praticamente inviável sua adaptação no contexto brasileiro (SIQUEIRA; MARTINS, 2021c). Já as iniciativas nacionais são limitadas, fragmentadas e exigem apoio técnico e modelos de governança escaláveis para o território brasileiro, além de enfrentar a notável ausência de incentivo político e econômico (MARTINS et al., 2022; SANTARÉM SEGUNDO; SILVA; MARTINS, 2019).

Nesse cenário, o Instituto Brasileiro de Museus (Ibram), que atualmente supervisiona 20 museus na Web, com um total de mais de 17 mil objetos digitais acessíveis por meio do software Tainacan, iniciou uma nova pesquisa. Essa pesquisa, em consonância com o desenvolvimento de agregadores internacionais, mas principalmente adaptada às

expectativas e realidades dos museus brasileiros sob a gestão do Ibram, teve como objetivo criar um serviço de busca e recuperação de informações. Esse serviço, alinhado com as práticas de organização dos museus, coleta, agrega, transforma e armazena dados em uma plataforma centralizada.

A agregação de dados requer não apenas uma infraestrutura tecnológica robusta, mas também acervos organizados de forma sólida. Freire et al. (2017), em sua pesquisa sobre tecnologias web aplicadas à agregação de metadados culturais, afirmam que, no campo do patrimônio cultural, o protocolo OAI-PMH (*Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*) não é mais viável devido à heterogeneidade de subdomínios; há a falta de um modelo de dados de referência unificado; os orçamentos são limitados; e há constantes inovações e adoção de novas tecnologias. Harpring (2013) complementa que nem sempre temos informações completas sobre objetos culturais e seus criadores, e que uma recuperação eficiente requer indexação com regras consistentes, terminologia bem definida e controle de vocabulário. Além disso, Freire et al. (2017) argumentam que o agregador deve acompanhar as mudanças nas bases de origem, atualizando periodicamente sua cópia dos dados.

Após uma extensa pesquisa documental, bibliográfica e revisão sistemática de literatura, foi desenvolvido o agregador do Ibram, chamado Brasiliana Museus, que é composto por dois produtos distintos: o Painel de Visualização Analítica (SIQUEIRA; MARTINS, 2021) e o Portal Brasiliana Museus (SIQUEIRA; MARTINS; LEMOS, 2022).

Com o sucesso dos protótipos, tornou-se necessário dar um passo adiante e construir um workflow do Brasiliana Museus para a busca e recuperação de informações agregadas. Isso permitirá que outros pesquisadores tenham acesso a um modelo flexível, mas fundamentado, que pode ser adaptado às suas necessidades.

2 METODOLOGIA

Para construção do modelo foram desenvolvidos estudos de natureza aplicada, de cunho descritivo, com abordagem qualitativa, que utilizou as técnicas de pesquisa: pesquisa documental (SIQUEIRA et al., 2021), pesquisa bibliográfica (SIQUEIRA; MARTINS, 2019; 2020) e Revisão Sistemática de Literatura (SIQUEIRA; MARTINS, 2021), e como método de pesquisa o estudo de casos múltiplos, para prototipagem (SIQUEIRA; MARTINS; LEMOS, 2022; SIQUEIRA; MARTINS, 2021; SIQUEIRA; MARTINS; MEDEIROS, 2022; 2022b; 2022c).

de Bens Culturais Musealizados (INBCM), descrito como "um instrumento de inserção periódica de dados sobre os bens culturais musealizados [...], com o propósito de identificação, proteção e preservação" (BRASIL, 2021).

Esse mapeamento é realizado por meio de um plugin desenvolvido pela equipe do Tainacan (SIQUEIRA; MARTINS; MEDEIROS, 2022a), o qual permite que os profissionais dos museus, que têm conhecimento profundo dos dados, realizem o mapeamento manual dos dados existentes. Essa ação inicial permite que o Tainacan disponibilize todos os dados públicos mapeados em formato aberto, utilizando a API JSON (*Application Programming Interface JavaScript Object Notation*), permitindo a coleta.

Uma vez que os dados públicos e abertos estão disponíveis, o processo de coleta automatizada é iniciado com o uso da tecnologia Elastic Stack, composta por quatro ferramentas: Filebeat, Logstash, Elasticsearch e Kibana (SIQUEIRA; MARTINS; MEDEIROS, 2022a).

Os dados coletados (Filebeat) são agregados e transformados (Logstash) antes de serem armazenados tanto no Tainacan (plugin de submissão de itens) quanto no Elasticsearch. No entanto, no Elasticsearch há uma divisão importante: os dados corretamente submetidos no Tainacan são armazenados em um índice de agregação, enquanto os dados com erros de submissão são armazenados em um índice de erros. Ambos os índices são utilizados no Kibana para criar painéis de visualização analítica dos dados.

Os dados submetidos ao Tainacan compõem o Portal Brasileira Museus, juntamente com as páginas da web desenvolvidas no WordPress. Além disso, foi incorporado ao Tainacan o plugin do WordPress Elasticpress para agilizar as consultas.

O Tainacan também oferece, por padrão, APIs de saída de dados em diferentes formatos, permitindo que os dados agregados sejam utilizados por outras aplicações. No entanto, uma limitação significativa é destacada devido ao uso do INBCM e à prática de catalogação dos museus: não há licenças de uso disponíveis para cada item, o que dificulta sua utilização em diversas atividades e campos de atuação. Portanto, mesmo que o reúso da informação seja tecnologicamente viável, essa questão ainda requer estudo e ações por parte do Ibram.

Após a conclusão da primeira coleta, os dados estão disponíveis para análise pelo Ibram e pelos gestores dos museus, por meio dos painéis analíticos, e estão acessíveis para busca e recuperação no Portal Brasileira Museus. É importante ressaltar que os dados

podem ser alterados nos museus de origem, e, por isso, novas coletas devem ser realizadas com uma frequência determinada pelos próprios museus. Qualquer mudança deve ser refletida nos painéis e no Portal, dando início à parte do fluxo de trabalho relacionada às coletas subsequentes.

3.2 Coletas Subsequentes

Após a inclusão dos dados dos museus no agregador, surge a primeira questão a ser considerada: o museu deseja continuar a agregar seus dados? Se a resposta for negativa, é importante que o museu formalize uma solicitação de exclusão junto ao Ibram. Isso permitirá que nossa equipe técnica proceda à remoção manual dos dados coletados da base, assim como elimine o código responsável pela coleta automática dos dados desse museu.

No entanto, caso o museu não se manifeste, prosseguiremos com coletas periódicas automatizadas, visando manter a base agregada atualizada. É relevante destacar que os dados são de acesso aberto e podem ser coletados sem a necessidade de solicitações adicionais aos museus.

Quando ocorre a atualização ou a inclusão de novos itens, o Filebeat será responsável por reiniciar o processo, realizando nova coleta, atualizando tanto a base de dados do Tainacan quanto do Elasticsearch (e, por consequência, nos painéis analíticos). É importante mencionar que a solução proposta não realiza exclusões automáticas no caso de itens removidos (SIQUEIRA; MARTINS; MEDEIROS, 2022), sendo necessária a intervenção manual da equipe técnica após a devida solicitação nesse sentido.

4 DISCUSSÕES

O desenvolvimento do serviço validou a viabilidade da proposta tecnológica e de suas ferramentas. A primeira versão foi avaliada por meio de uma técnica de Engenharia de Software conhecida como teste funcional, cujo objetivo era identificar se o serviço executava corretamente as principais funções para as quais foi concebido. O teste resultou em algumas melhorias, porém, a versão final ainda apresenta uma limitação significativa: a exclusão dos dados não é realizada automaticamente e requer investigação adicional para ser implementada (SIQUEIRA; MARTINS; MEDEIROS, 2022).

É importante ressaltar a flexibilidade da solução. Embora tenha sido inicialmente projetada para funcionar com o software Tainacan e os elementos descritivos do INBCM, a

solução pode ser facilmente adaptada para instituições que optem por utilizar outros repositórios, como DSpace, Omeka, entre outros, ou que utilizem diferentes formatos de dados, desde que esses dados possam ser consumidos no formato JSON. Em tais casos, apenas poucas modificações no código-fonte seriam necessárias.

Dessa forma, não é estritamente necessário que os dados sejam extraídos exclusivamente do Tainacan, mas sim de qualquer repositório que forneça uma API. A interoperabilidade entre os dados é fundamental, e eles podem ser mapeados para se adequar a outros padrões, o que torna a migração mais simples. Por exemplo, a situação é facilitada se os dados de origem estiverem todos estruturados de acordo com o padrão Dublin Core, reduzindo a necessidade de mapeamentos.

Com a coleta de dados concluída, é possível manter o Tainacan como repositório final, sem a necessidade de alterações no código. No entanto, também é viável adaptá-lo para a submissão em outro software, embora isso demande recursos e a participação de profissionais capacitados para a execução bem-sucedida dessa transição.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O patrimônio cultural está passando por uma transformação significativa à medida que seus objetos são digitalizados e disponibilizados na Web. Essa mudança está alterando a maneira como interagimos com o patrimônio cultural, eliminando as barreiras de tempo e de espaço, de horários de visitação e de possíveis taxas de entrada. Além disso, os acervos não são mais apenas locais de entretenimento, mas também se tornaram fontes valiosas para a busca e recuperação de informações, tanto em nível local quanto global.

Essa nova realidade já é estabelecida em países como a Europa e os Estados Unidos da América, com benefícios e qualidades comprovados. No entanto, no Brasil, estamos progredindo lentamente na mesma direção. Nesse contexto, este estudo se propôs a contribuir para a área de estudo por meio da construção de um serviço de busca e recuperação de informações.

Compreendemos que uma das maneiras de conduzir a pesquisa científica no campo da Ciência da Informação, quando se trata de tecnologia, envolve a pesquisa aplicada que utiliza ou desenvolve tecnologias para criar processos de circulação de informações adaptados aos contextos informacionais locais. Esses contextos locais abrangem não apenas

os padrões de metadados, regras de catalogação e linguagens documentárias usadas por uma comunidade, mas também o histórico sociotécnico da documentação de objetos informacionais, os atores envolvidos e os sistemas de informação utilizados.

As diferentes visualizações dos metadados agregados representam um avanço significativo, pois permitem aos gestores uma compreensão mais profunda de seus acervos. A simples identificação e correção de inconsistências sintáticas ou semânticas já representa um progresso importante na catalogação dos acervos. Quando consideramos a possibilidade de identificar padrões e conexões de interesse, abrimos portas para estudos avançados na área da organização da informação.

À medida que os metadados são analisados mais profundamente, torna-se evidente a importância de buscar a mais alta qualidade dos dados nas bases de origem. Portanto, esta pesquisa destaca a necessidade de um estudo abrangente e complementar para investigar como as práticas de catalogação influenciam os resultados do agregador e quais alterações são necessárias para aprimorá-los.

Além disso, é importante destacar os benefícios sociais dessa solução. Ela facilita o acesso ao patrimônio cultural brasileiro, valoriza esse acervo e o torna disponível para uma variedade de usos, incluindo sala de aula e outras representações educacionais. O Portal Brasileira Museus é um espaço aberto, acessível e centrado na comunicação.

Por fim, o serviço atualmente agrega 17.315 objetos culturais de 20 museus, tornando-se uma porta de entrada organizada e agregada para visitação por diversos públicos, como professores, estudantes, pesquisadores e o público em geral interessado na cultura musealizada brasileira.

O lançamento do serviço “Brasileira Museus — a plataforma do patrimônio museológico brasileiro” ocorreu em setembro de 2023, no Museu Paulista em São Paulo. Foi apresentado como sendo a primeira experiência de agregação de acervos culturais a partir de uma política pública em software livre, alinhada com as diretrizes nacionais, em sintonia com as principais experiências internacionais (BRASILIANA MUSEUS, 2023).

O Brasileira Museus pode servir como uma ferramenta de apoio para várias iniciativas futuras relacionadas à educação, mediação cultural e diferentes formas de alfabetização informacional. Entendemos que este projeto desempenha um papel importante no contexto da política cultural do país e representa uma contribuição significativa do campo da Ciência da Informação para a área em geral.

REFERÊNCIAS

- FREIRE, Nuno; MANGUINHAS, Hugo; ISAAC, Antoine; ROBSON, Glen; HOWARD, John Brooks. Web Technologies: A Survey of Their Applicability to Metadata Aggregation in Cultural Heritage. Expanding Perspectives on Open Science: Communities, Cultures and Diversity in Concepts and Practices, 2017, p. 235 - 244. DOI: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-769-6-235>
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Museus, Resolução Normativa IBRAM n. 6, de 31 de agosto de 2021. Diário Oficial. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-normativa-ibram-n-6-de-31-de-agosto-de-2021-342359740>. Acesso em 09 jul. 2023.
- BRASILIANA FOTOGRAFICA. Objetivos. 2023. Disponível em: https://brasilianafotografica.bn.gov.br/?page_id=96. Acesso em 09 jul. 2023
- BRASILIANA ICONOGRÁFICA. Sobre o Projeto. 2017. Disponível em: <https://www.brasilianaiconografica.art.br/sobre-o-projeto>. Acesso em 10 jan. 2023
- BRASILIANA MUSEUS. 2023. Lançamento do Brasiliana Museus. Disponível em: <https://brasiliana.museus.gov.br/lançamento-do-brasiliana-museus/>. Acesso em 27 set. 2023.
- GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado da Cultura. Museus. Rede Web de Museus. 2023. Disponível em: <http://www.museusdoestado.rj.gov.br/rede-web-de-museus/>. Acesso em 11 jan. 2023
- HARPRING, Patricia. Introduction to controlled vocabularies: terminology for art, architecture, and other cultural works. Getty Publications, 2013.
- MARTINS, Dalton Lopes; LEMOS, Daniela Lucas da Silva, OLIVEIRA, Luís Felipe Rosa de; SIQUEIRA, Joyce, CARMO, Danielle do, & MEDEIROS, Vinícius Nunes, 2022. Information organization and representation in digital cultural heritage in Brazil: Systematic mapping of information infrastructure in digital collections for data science applications. Journal of the Association for Information Science and Technology. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.24650>
- SANTAREM SEGUNDO, José Eduardo; SILVA, Marcel Ferrante; MARTINS, Dalton Lopes. Revisitando a interoperabilidade no contexto dos acervos digitais, 2019. Informação & Sociedade: Estudos, [S. l.], v. 29, n. 2. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/38107>. Acesso em 11 jan. 2023
- SIQUEIRA, Joyce; CARMO, Danielle do; MARTINS, Dalton Lopes; LEMOS, Daniela Lucas da Silva; MEDEIROS, Vinicius Nunes; OLIVEIRA, Luís Felipe Rosa de. Elements for Constructing a Data Quality Policy to Aggregate Digital Cultural Collections: Cases of the Digital Public Library of America and Europeana Foundation. In: Bisset Álvarez, E. (eds) Data and Information in Online Environments. DIONE 2021. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 378. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77417-2_8

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. LEMOS, Daniela Lucas da Silva. *Brasiliانا Museums: serviço de busca e recuperação da informação agregada dos acervos digitais do Instituto Brasileiro de Museus*. In: XXII Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação, 2022, Porto Alegre. XXII Enancib, 2022. Disponível em:

<https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxiienancib/paper/view/712>. Acesso em 13 jan. 2023

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. *Painel de visualização analítica dos acervos digitais integrados do instituto brasileiro de museus: o uso das tecnologias Tainacan e Elastic Stack*. In: XXI Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciência da Informação, 2021a, Rio de Janeiro. XXI Enancib, 2021. Disponível em:

<https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxienancib/paper/view/95>. Acesso em 12 jan. 2023

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. *Recuperação de informação: descoberta e análise de workflows para agregação de dados do patrimônio cultural*. *Ciência da Informação*, [S. l.], v. 49, n. 3, 2020. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/5399>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. *Workflow de agregação de dados: Processos para criação de uma interface de busca integrada do patrimônio cultural*, 2019. Workshop de informação, dados e tecnologia (3: 2019: Brasília). Workshop de informação, dados e tecnologia (WIDAT 2019): anais do evento/Dalton Lopes Martins ... [et al.], organizadores. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, 2019. ISBN: 978-65-86503-01-2. Disponível em: <http://widat2019.fci.unb.br/index.php/anais-widat-2019>. Acesso em 10 jan. 2023

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. *Workflow models for aggregating cultural heritage data on the web: A systematic literature review*, 2021b. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 1–21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.24498>

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes. *Workflow models for aggregating cultural heritage data on the web: A systematic literature review*, 2021c. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 1–21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.24498>

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes; MEDEIROS, Vinícius Nunes. *Brasiliانا Museums: teste funcional do agregador de dados museais do Instituto Brasileiro de Museus*. Workshop de informação, dados e tecnologia (2022: Espírito Santo). Workshop de informação, dados e tecnologia (WIDAT 2022): anais do evento/Daniela Lucas da Silva Lemos ... [et al.], organizadores. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo. Faculdade de Ciência da Informação, 2022a. Disponível em: <http://widat2022.ufes.br/wp-content/uploads/2022/11/st-1/st1-10-Brasiliانا%20Museus%20teste%20funcional%20do%20agregador%20de%20dados%20museais.pdf>. Acesso em 07 mai. 2023

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes; MEDEIROS, Vinícius Nunes. *Metadata mapping in Tainacan: new functionality for digital museums linked to the Brazilian Institute of Museums*. En T.M.R. Dias (Ed.), *Informação, Dados e Tecnologia*. Advanced Notes in Information

Science, volume 2 (pp. 182-191), 2022b. Tallinn, Estonia: ColNes Publishing. DOI: <https://doi.org/10.47909/anis.978-9916-9760-3-6.92>

SIQUEIRA, Joyce; MARTINS, Dalton Lopes; MEDEIROS, Vinícius Nunes. Workflow with Emphasis in Technologies for the Construction of an Aggregator and a Dashboard of Brazilian Museums Digital Collections. In: Pinto, A.L., Arencibia-Jorge, R. (eds) Data and Information in Online Environments. DIONE 2022. 2022c. Lecture Notes

of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 452. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-22324-2_8