



INOVAÇÃO FRUGAL E TECNOLOGIAS MÓVEIS

¹Sérgio Silva Oliveira, ²Maria Emília Camargo, ³Suzana Leitão Russo, ⁴Carlos Tadeu Santana Tatum, ⁵Letícia-Maria Macedo Tatum

^{1,2,3,4,5} Universidade Federal de Sergipe, Programa de Ciência da Propriedade Intelectual – PPGPI
¹sergiosoliveira11@gmail.com, ²kamargo@uol.com.br, ³suzana.ufs@gmail.com, ⁴tadeu.tatum@gmail.com, ⁵leticiaatum@gmail.com

Resumo

A pesquisa destaca possíveis aplicações com a temática da inovação frugal envolvida às tecnologias móveis, ressaltando recursos como inteligência artificial, computação de nuvem, internet das coisas e realidade aumentada. A consulta dos artigos indexados pela *Science Direct* apoiado pela plataforma Capes representou uma amostra de 245 documentos iniciais e no processo de filtragem por artigos “open access” e “open archive” foi possível alcançar 38 documentos que caracterizaram questões com abordagem nas áreas da agricultura, saúde, indústria e educação 4.0. De forma conclusiva foi possível compreender que fatores associados da inovação frugal às tecnologias móveis podem elucidar lacunas que apresentam um ganho exponencial às cadeias produtivas nos diversos segmentos, sejam governamentais, industriais, agricultura, saúde e educação.

Palavras-chave: Frugalidade, Internet das coisas, soluções móveis.

1 Introdução

Segundo Winkler *et al.*, (2019) a inovação frugal nos mercados desenvolvidos difere da inovação frugal nos mercados em desenvolvimento, especialmente em relação à usabilidade, qualidade e diferença de preço, sabendo-se que a “inovação frugal de segundo grau” é introduzida para se referir à inovação frugal em mercados desenvolvidos, enquanto que àquela em desenvolvimento atender a camada mais básica da economia.

Jagtap; Larsson (2019), baseando-se em estudos frugais, destacaram que soluções de design integradas são cruciais para apoiar o desenvolvimento de comunidades marginalizadas, e a pobreza é uma questão multidimensional com privações nos níveis individuais, institucionais, econômicos e tecnológicos.

Rong *et al.*, (2020) identificaram na inteligência artificial (IA) aplicada em saúde uma forma econômica da utilização de recursos de *hardware*, em que denominaram de “*frugal amount of resources*” para monitoramento qualitativo e quantitativo na decodificação da atividade neural aos produzidos por sensores naturais da bexiga, enquanto que outra implementação via IA pôde associar-se a um sistema móvel por meio de dispositivos ultrassônicos portáteis.

Harmonizar temas como a Inovação Frugal às tecnologias móveis é investigar a vanguarda acadêmica de produzir conhecimentos na fronteira científica, baseando-se em todo arcabouço de

assertivas apresentados nesta pesquisa. Dessa forma como objetivo geral, busca-se compreender o quanto a inovação frugal pode contribuir quando associadas às tecnologias móveis, respondendo a *priori*, lacunas de duas variáveis capazes de desobstruir problemáticas envolvendo as necessidades humanas e organizacionais. Assim, espera-se que essa investigação possa contribuir com o meio acadêmico, inspirando novas reflexões, e quiçá, inovações práticas com transferências tecnológicas.

2 Metodologia

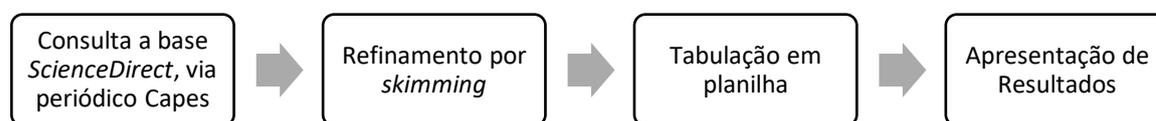
A manufatura está caminhando à inovação frugal, explorando práticas de customização e regionalização, utilizando e adaptando a mobilidade ao mercado com soluções de baixo custo e alto valor para o cliente. Essas aplicações móveis com utilização de ferramentas avançadas em tomada de decisão estão se tornando cada vez mais necessárias para atender às necessidades e preferências individuais dos clientes e mercados (MOURTZIS, D. *et al.*, 2016).

Nas colocações de Mourtzis *et al.*, (2016) pode-se levar a compreender que a inovação frugal e as variáveis que se relacionam com as tecnologias móveis são fundamentais para avaliação de novas soluções que envolvam neste segmento variáveis correlatas, a exemplo da realidade aumentada, Internet das coisas e aplicativos para dispositivos móveis de um modo geral.

A pesquisa bibliográfica realizada em 14 de julho de 2020 consultou a base de periódicos *Science Direct*, do grupo Elsevier, acessada através do banco de periódicos Capes. Em modo avançado, explorou-se com os termos “*frugal innovation and mobile technologies*”, resultando inicialmente em 245 documentos, de modo que foram refinados àqueles que tivessem permissão de acesso “*Open access*” e “*Open archive*”, resultando em 36 documentos possíveis de serem referenciados na investigação com acesso completo às obras Tabela 2.

Uma vez definidos os critérios verificados pela pesquisa, procedeu-se com a indexação por período, sendo do mais recente ao mais antigo. Ao utilizar-se da técnica de leitura *skimming* dos conteúdos, pôde-se realizar destaques das principais reflexões que se associam aos termos mencionados pela “inovação frugal” e “tecnologias móveis”.

Em síntese seguiram-se as seguintes etapas:



Para confecção da pesquisa, utilizou-se Excel 2019 na tabulação e classificação dos dados encontrados, e a ferramenta *Wordcloud* para construção da nuvem de palavras, sendo a primeira de uso privado, e a segunda de acesso livre, de forma *online*.

A pesquisa limitou-se ao volume de conteúdo explorado na base *Science Direct* e foi explorado todo o limite temporal da base.

3 Resultados e discussões

3.1. Da amostra

Quanto aos resultados obtidos em nível de documentos encontrados, é possível ter uma visão geral em documentos por período, tipos de artigos e de publicação a partir da Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil de documentos investigados

Ano	Tipo Artigo	Tipos de publicação
2020 (5)	Artigos de revisão (5)	Procedia CIRP (5)
2019 (11)	Artigos de pesquisa (29)	Política Energética (2)
2018 (8)	Resumos da conferência (2)	Engenharia (2)
2017 (3)	Relatos de casos (1)	Gestão (2)
2016 (5)	Outros (1)	Processo Fabril (2)
2015 (3)		Design, economia e inovação (2)
2014 (2)		Inovação Ambiental e Transições
2013 (1)		Sociais (1)
2005 (1)		Tecnologia de processamento de
2003 (1)		combustível (1)
		Computadores e Engenharia Industrial
		(1)
		Computadores e Aplicações
		Matemática (1)

Fonte: Autores. Extraído de *Science Direct* (2020)

Na tabela 2, verificou-se que o ano de 2019 ressalta maior índice em número de documentos produzidos com 11 unidades, sendo o tipo de artigo como de pesquisa, com destaque de 29 unidades, assim como os artigos de procedimentos apresentados em conferência, conhecido por Procedia Cirp, destacaram-se com 5 documentos.

Tabela 2 – Títulos resultantes da consulta com os termos investigados “Frugal Innovation and Mobile Technologies”

ID	Ano	Título	DOI
1	2020	Frugality in multi-actor interactions and absorptive capacity of Addis-Ababa light-rail transport	https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.11.003
2	2020	Techno-economic review of biogas cleaning technologies for small scale off-grid solid oxide fuel cell applications	https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2019.106215
3	2020	Disruptive and uncertain: Policy makers' perceptions on UK heat decarbonisation	https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111494
4	2020	Artificial Intelligence in Healthcare: Review and Prediction Case Studies	https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.08.015
5	2019	Digital service teams in government	https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.07.001
6	2019	Frugal innovation in developed markets – Adaption of a criteria-based evaluation model	10.1016/j.jik.2019.11.004
7	2019	Cyber-physical systems as part of frugal manufacturing systems	10.1016/j.procir.2019.03.046
8	2019	Engaging with startups: MNC perspectives	10.1016/j.iimb.2019.01.003
9	2019	Resource-Limited Societies, Integrated Design Solutions, and Stakeholder Input	https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.10.001
10	2019	Connecting intention to use online banking, commitment to environmental sustainability, and happiness: The role of nature relatedness	10.1016/j.procs.2019.11.132
11	2019	A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda	10.1016/j.njas.2019.10.0315
12	2019	How do sharing organisations create and disrupt institutions? Towards a framework for institutional work in the sharing economy	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.057
13	2019	Conceptualizing inclusiveness of smallholder value chain integration	https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.08.006
14	2019	Modelling of customer oriented applications in product lifecycle using RAMI 4.0	10.1016/j.promfg.2018.12.006
15	2019	Where is the politics? E-bike mobility in urban China and civilizational government	10.1016/j.eist.2018.07.002

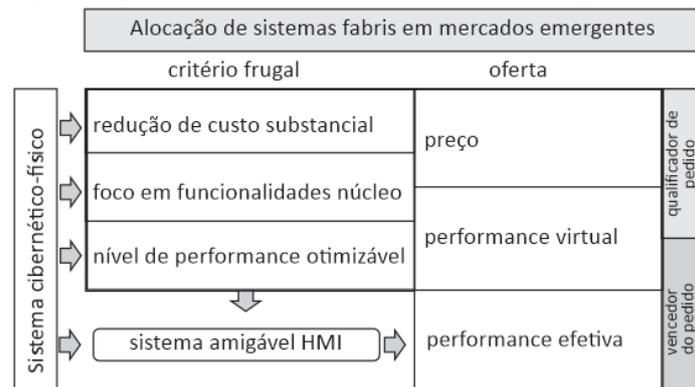
Tabela 2 – Títulos resultantes da consulta com os termos investigados
 “Frugal Innovation and Mobile Technologies”

<i>ID</i>	<i>Ano</i>	<i>Título</i>	<i>DOI</i>
16	2018	Frugal innovation and the digital divide: Developing an extended model of the diffusion of innovations	10.1016/j.ijis.2018.06.001
17	2018	Customer feedback gathering and management tools for product-service system design	https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.264
18	2018	The influencing factors of urban household embedded carbon emissions based on quantile regression	10.1016/j.egypro.2018.09.238
19	2018	Gathering, evaluating and managing customer feedback during aircraft production	10.1016/j.cie.2017.12.012
20	2018	Innovation at the middle of the pyramid: State policy, market segmentation, and the Chinese automotive sector	https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.007
21	2018	A conceptual framework for technology-enabled and technology-dependent user behavior toward device mesh and mesh app	https://doi.org/10.1016/j.fbj.2018.03.003
22	2018	Cyber- Physical Systems and Education 4.0 -The Teaching Factory 4.0 Concept	10.1016/j.promfg.2018.04.005
23	2018	Towards Operable Criteria of Eco-innovation and Eco-ideation Tools for the Early Design Phases	https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.146
24	2017	Mobile Feedback Gathering App for Frugal Product Design	10.1016/j.procir.2017.01.042
25	2017	Panacea in progress: CRISPR and the future of its biological research introduction	10.1016/j.micres.2017.04.012
26	2016	Applications for Frugal Product Customization and Design of Manufacturing Networks	
27	2016	Social Means Do Not Justify Corruptible Ends: A Realist Perspective of Social Innovation and Design	10.1016/j.sheji.2017.07.002
28	2016	Developing Frugal IS Innovations: Applied insights from Weqia.com	10.1016/j.ijinfomgt.2016.08.008
29	2016	How to deal with the rebound effect? A policy-oriented approach	10.1016/j.enpol.2016.03.054
30	2016	Frugal Automation of Sustainable Practices in Kerala	10.1016/j.protcy.2016.05.080
31	2015	Distant peer-tutoring of clinical skills, using tablets with instructional videos and Skype: A pilot study in the UK and Malaysia	10.1016/j.aogh.2015.02.949
32	2015	Supply Chain Social Sustainability: A Comparative Case Analysis in Indian Manufacturing Industries	https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.03.219
33	2015	Leveraging Existing Tools to Help Social Enterprises: A Case Study	10.1016/j.proeng.2015.06.062
34	2014	Transforming crippling company politics	https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2014.03.002
35	2014	Toward a new field of Development Engineering : Linking technology design to the demands of the poor	10.1016/j.proeng.2014.07.032
36	2013	Local innovation: The key to globalisation	10.1016/j.iimb.2013.07.002

Análise semântica por nuvem de palavras

Dentro do escopo da pesquisa, extraiu-se a produção de uma nuvem de palavras a fim de compreender melhor as relações encontradas com os termos pesquisados e principais palavras envolvidas com os títulos dos artigos, destacando-se os principais termos em imagem (Figura 1).

Figura 2 – Implantação de sistemas fabris em mercados para base da pirâmide



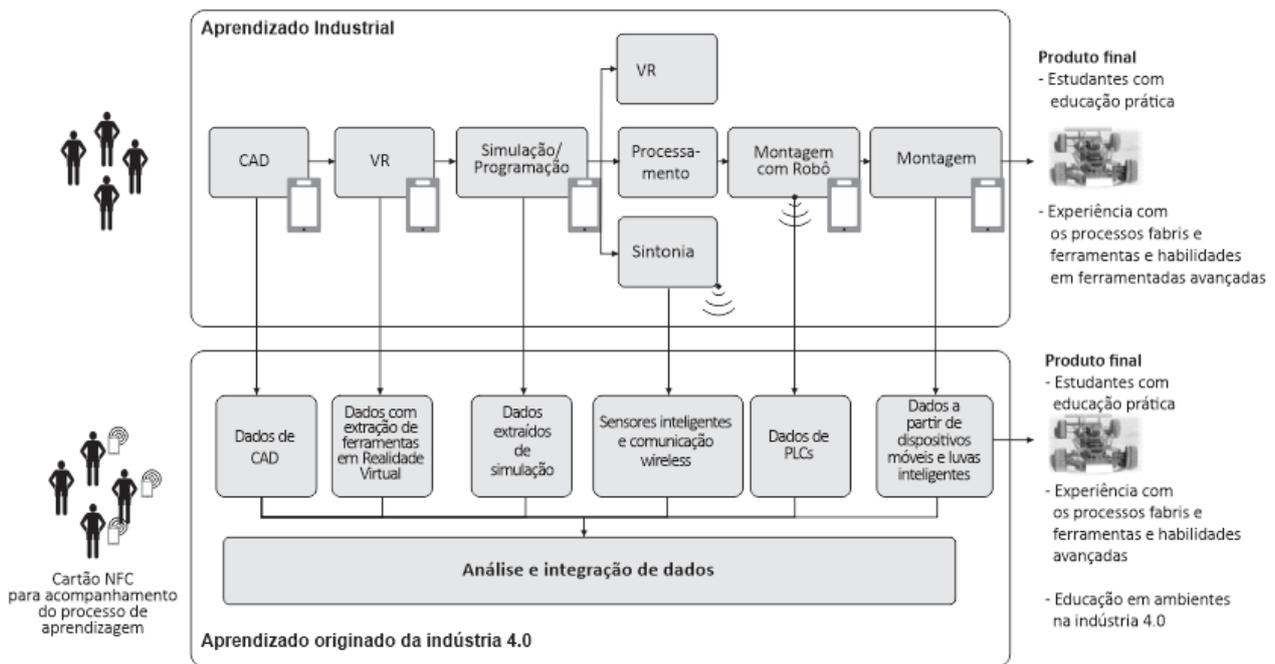
Fonte: (SCHLEINKOFER *et al.*, 2019)

Ao exemplificar-se a modelagem de aplicativos orientados ao cliente que pode fornecer dados valiosos para o fabricante melhorar o produto em seu ciclo de vida, apoiado pela tecnologia RAMI 4.0 às indústrias, pôde-se verificar a demonstração que através da realidade virtual aumentada associada às tecnologias móveis aumentou a performance de relação cliente-fabricante, estreitando essas relações e possibilitando um *feedback* sobre o produto, oportunizando chances de fechar o *loop*, mantendo a conexão aos próximos produtos lançados pelos fabricantes (MOURTZIS, DIMITRIS; GARGALLIS; ZOGOPOULOS, 2019).

Essas ferramentas, anteriormente citadas, foram classificadas utilizando-se uma arquitetura de referência bem recebida para apoiar sua integração nos modelos existentes e futuros, esclarecendo seu impacto no ciclo de vida do produto. O trabalho futuro se concentrará em explorar essa classificação para conectar ferramentas adicionais baseadas na Indústria 4.0, apoiando o esforço global de fabricação para a digitalização e integração de tecnologias emergentes nos modelos de negócios atuais (MOURTZIS, DIMITRIS; GARGALLIS; ZOGOPOULOS, 2019).

Mourtzis *et al.* (2018) mencionaram no processo fabril, através do conceito Indústria 4.0 apoiada por tecnologias inovadoras, como Internet das Coisas, tecnologia em *cloud*, Realidade Aumentada e Virtual, em que também desempenhará papel semelhante na educação por meio de treinamento avançado com uso de mão-de-obra qualificada, denominando essa educação avançada como Educação 4.0. A Figura 3 destaca essa proposta.

Figura 3 – Modelo de Educação 4.0 com incursão de tecnologias móveis



Adaptado pelos autores. Extraído de: (MOURTZIS, D *et al.*, 2018)

Do modelo apresentado pôde-se verificar uma série de estágios apoiados pelos desenvolvimentos em aplicações CAD e realidade virtual, apoiadas por ferramentas de simulação e programas de processamento fabril com integração de ações robóticas de montagem para indústria 4.0, em que analogamente aplicado à educação 4.0 verificou-se o resultado de uma prática integrativa com análise de dados resultante em uma educação voltada a estudantes com processos com educação prática, apoiadas por experiências em processos fabris e ferramentas com habilidades avançadas neste ambiente das indústrias 4.0.

4 Considerações Finais

Diante das assertivas apresentadas como resultados da pesquisa, foi possível compreender que fatores associados da inovação frugal às tecnologias móveis podem elucidar lacunas que apresentam um ganho geral às cadeias produtivas nos diversos segmentos, sejam governamentais, industriais, agricultura, saúde e educação.

Com a Inovação Frugal às tecnologias móveis foi possível investigar a vanguarda acadêmica quanto a produção de conhecimentos na fronteira científica, desobstruindo problemáticas com o envolvimento das necessidades humanas e organizacionais, pois verificou-se propostas em áreas da Política Energética, Engenharia, Gestão, Processo Fabril, Design, Economia e inovação, Inovação Ambiental e Transições Sociais, Tecnologia de processamento de combustível, Computadores e Engenharia Industrial, Computadores e Aplicações Matemática.

Em destaque como soluções inventivas frugais digitais apoiadas pela IoT, observaram-se aplicações a agricultura 4.0 e indústria 4.0, em que foi possível destacar a relação dos sistemas de informação de mercado e provisionamento consultivo neste último; modelos de serviços digitais requisitados por governos de países desenvolvidos apoiadas por unidades de TI, fora do escritório sede do governo.

A Educação 4.0 apresenta-se em estudo de modelo frugal, embasando-se na Indústria 4.0 apoiada por tecnologias inovadoras, como Internet das Coisas, tecnologia em *cloud*, Realidade Aumentada e Virtual, em que também desempenhará papel semelhante na educação por meio de

treinamento avançado com uso de mão-de-obra qualificada, denominando essa educação avançada como Educação 4.0

Espera-se que essa investigação possa contribuir com o meio acadêmico, inspirando novas reflexões, e quiçá, inovações práticas com transferências tecnológicas.

Referências

JAGTAP, Santosh; LARSSON, Tobias. Resource-Limited Societies, Integrated Design Solutions, and Stakeholder Input. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, v. 5, n. 4, p. 285–303, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405872619300942>.

KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90–91, n. November, p. 100315, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

MERGEL, Ines. Digital service teams in government. *Government Information Quarterly*, v. 36, n. 4, p. 101389, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X17304963>.

MOURTZIS, D. *et al.* Applications for Frugal Product Customization and Design of Manufacturing Networks. *Procedia CIRP*, v. 52, p. 228–233, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.055>. Acesso em: 19 jun. 2017.

MOURTZIS, D *et al.* Cyber- Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept. *Procedia Manufacturing*, v. 23, p. 129–134, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304773>.

MOURTZIS, Dimitris; GARGALLIS, Antonis; ZOGOPOULOS, Vasilios. Modelling of Customer Oriented Applications in Product Lifecycle using RAMI 4.0. *Procedia Manufacturing*, v. 28, p. 31–36, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918313489>.

RONG, Guoguang *et al.* Artificial Intelligence in Healthcare: Review and Prediction Case Studies. *Engineering*, v. 6, n. 3, p. 291–301, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809919301535>.

SCHLEINKOFER, Uwe *et al.* Cyber-physical Systems as Part of Frugal Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, v. 81, p. 264–269, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119303518>.

WASAJJA, Henry *et al.* Techno-economic review of biogas cleaning technologies for small scale off-grid solid oxide fuel cell applications. *Fuel Processing Technology*, v. 197, p. 106215, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382019310227>.

WINKLER, Thomas *et al.* Frugal innovation in developed markets – Adaption of a criteria-based evaluation model. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X19300587>.

ZHANG, Xiaoqun. Frugal innovation and the digital divide: Developing an extended model of the diffusion of innovations. *International Journal of Innovation Studies*, v. 2, n. 2, p. 53–64, jun. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096248718300201>.