

Brasília, DF / Abril, 2026

## Seleção de clones canadenses de batata em Canoinhas, no estado de Santa Catarina

Giovani Olegario da Silva<sup>(1)</sup>, Antonio César Bortoletto<sup>(2)</sup>, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho<sup>(1)</sup>, Arione da Silva Pereira<sup>(3)</sup>, Beatriz Marti Emygdio<sup>(3)</sup>, Carlos Francisco Ragassi<sup>(1)</sup>, Carlos Alberto Lopes<sup>(1)</sup> e Nelson Pires Feldberg<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisadores, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. <sup>(2)</sup> Analistas, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>(3)</sup> Pesquisadores, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

**Resumo** — A demanda por cultivares de batata adequadas ao processamento industrial, principalmente na forma de palitos pré-fritos congelados, é crescente no Brasil. A expertise canadense no desenvolvimento de cultivares com características favoráveis ao processamento é amplamente conhecida; no entanto, as condições edafoclimáticas do Canadá diferem significativamente daquelas observadas no Brasil. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar potencial de rendimento de tubérculos, a qualidade de fritura e o ciclo vegetativo de clones de batata de origem canadense em Canoinhas, SC. O experimento foi realizado na primavera de 2017, avaliando-se 12 clones provenientes do Centre de Recherche Les Buissons, Quebec, Canadá, em comparação com três cultivares testemunhas recomendadas para processamento na forma frita. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três repetições, sendo as parcelas constituídas por duas linhas de 20 plantas. Foram avaliados o rendimento de tubérculos comerciais, caracteres relacionados à qualidade de fritura e o ciclo vegetativo das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao agrupamento de médias. Verificou-se a possibilidade de seleção de genótipos de batata de origem canadense na região Sul do Brasil, com maior rendimento de tubérculos e melhor qualidade de fritura. Entretanto, observou-se dificuldade em associar essas características a um ciclo vegetativo mais precoce. A cultivar Atlantic destacou-se por apresentar o melhor desempenho no conjunto de caracteres avaliados. Na tentativa de selecionar genótipos produtivos, com boa qualidade de fritura e com precocidade comparáveis às cultivares testemunhas Asterix e BRSIPR Bel, destacaram-se os clones 14, 19, 24, 27 e 33.

**Termos para indexação:** *Solanum tuberosum* L., cor de fritura, peso específico, ciclo vegetativo.

## Selection of Canadian potato clones in Canoinhas, Santa Catarina state

**Abstract** — The demand for cultivars suitable for industrial processing, especially as frozen pre-fried French fries, is increasing in Brazil. The Canadian expertise is high regarding the development of cultivars with

### Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, Km 09 (Brasília/  
Anápolis), Fazenda Tamanduá  
Caixa Postal 7816  
72.305-970 Samambaia Sul, DF  
<https://www.embrapa.br/hortalicas>  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### Comitê Local de Publicações

Presidente  
Ítalo Ludke

Secretário-executivo  
William Marques

#### Membros

Danielle Biscaia,  
Giovani Olegario da Silva,  
Marcos Brandão Braga,  
Margarida de Jesus Teixeira e  
Gorga, Miguel Michereff Filho,  
Milza Moreira Lana,  
Mirtes Freitas Lima,  
Oscar Fontão de Lima Filho,  
Paula Fernandes Rodrigues e  
Raphael Augusto de Castro e Melo

Edição executiva  
Danielle Biscaia  
Milza Moreira

Iara Del Fiaco Rocha

Revisão de texto  
Francisca Eljani do Nascimento

Normalização bibliográfica  
Antonia Veras de Sousa  
(CRB-1/2003)

Projeto gráfico  
Leandro Sousa Fazio

Diagramação  
Ana Szerman

Publicação digital: PDF

Todos os direitos  
reservados à Embrapa.

processing characteristics; however, the conditions of cultivation in Canada are quite different from those observed in Brazil. Thus, the aim of this work was to evaluate Canadian potato clones for yield potential, fry quality, plant vigor and vegetative cycle in Canoinhas, SC. The experiment was conducted in spring of 2017. A set of 12 advanced Canadian potato clones belonging to the Centre de Recherche Les Buissons, QB, Canada, were compared to three control cultivars used for processing. A randomized complete block design with three replications were used, with two rows of 20 plants each per plot. Commercial tuber yield, fry quality characters, and vegetative cycle were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and grouping of mean test. It was verified that it was possible to select Canadian potato genotypes in the southern region of Brazil, with higher tuber yield and better frying quality, but there was difficulty also associate an earlier vegetative cycle, with the Atlantic cultivar being the genotype that stood out the most for this character set. In an attempt to select productive genotypes, with good frying quality and with vegetative cycle comparable to the Asterix and BRSIPR Bel controls, clones 14, 19, 24, 27 and 33 stand out.

**Index terms:** *Solanum tuberosum* L., fry color, specific gravity, vegetative cycle.

## Introdução

A demanda por cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) adequadas ao processamento industrial, principalmente na forma de palitos pré-fritos congelados, é crescente no Brasil. A expertise canadense no desenvolvimento de cultivares com características favoráveis ao processamento é amplamente conhecida; entretanto, as condições de cultivo no Canadá diferem significativamente daquelas observadas no Brasil em vários aspectos. Na província de Quebec, no sudeste do Canadá, onde os clones avaliados neste trabalho foram previamente selecionados, o cultivo de batata ocorre no período primavera-verão, de maio a setembro. Nesse intervalo, o fotoperíodo médio varia de 16 a 18 horas, e as temperaturas oscilam entre 6 e 30 °C (Silva et al., 2020a).

Em contraste, no Sul do Brasil, a batata é cultivada, predominantemente, em duas safras principais – primavera e outono –, visando evitar temperaturas excessivamente elevadas no verão e a ocorrência de geadas no inverno. Nessas safras, o fotoperíodo médio é próximo de 12 horas, enquanto as temperaturas variam entre 8 e 26 °C.

Em resposta ao fotoperíodo reduzido, a batateira apresenta encurtamento do ciclo vegetativo, tuberculização mais precoce e maior competição pelos fotoassimilados entre o crescimento vegetativo e o enchimento dos tubérculos. Além disso, a menor duração diária de luz resulta em menor produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, em menor rendimento de tubérculos (Silva et al., 2020a; Ai et al., 2021). Dessa forma, para a identificação de genótipos superiores provenientes do hemisfério norte, torna-se fundamental a realização de avaliações em condições edafoclimáticas brasileiras.

A batata pode ser destinada tanto ao mercado in natura quanto ao processamento industrial. Para o mercado in natura, a aparência dos tubérculos constitui um dos principais critérios de aceitação. Por sua vez, no processamento industrial na forma frita, são prioritários os caracteres relacionados à qualidade de fritura, como baixo teor de açúcares redutores, alto peso específico e ausência de distúrbios fisiológicos (Souza et al., 2011). O reduzido teor de açúcares redutores evita o escurecimento dos produtos processados, que compromete a aparência e o sabor do produto, enquanto o maior peso específico está associado ao maior teor de massa seca nos tubérculos. Quanto mais elevado o teor de massa seca, maior é o rendimento industrial, devido a menor absorção de gordura durante a fritura, além de influência positiva na textura e no sabor do produto (Ticsihua-Huamán et al., 2022).

Além do rendimento de tubérculos e da qualidade de fritura, o ciclo vegetativo das plantas constitui uma característica importante para avaliação da adaptação dos genótipos. Em regiões de clima temperado, em razão das temperaturas mais amenas e do fotoperíodo mais longo, as cultivares tendem a apresentar ciclo mais prolongado e maior potencial produtivo. Entretanto, sob a ótica do produtor, há preferência por cultivares mais precoces, pois estas possibilitam maior número de cultivos ao longo do ano, menor exposição das plantas às intempéries, redução dos riscos associados a doenças e pragas e menor demanda de irrigação. Ademais, a precocidade pode permitir a colheita antecipada, de acordo com a cotação do produto no mercado. Todavia, o equilíbrio entre ciclo mais curto e elevada produtividade é difícil de ser alcançado (Silva et al., 2020b), sendo a busca por genótipos moderadamente precoces e produtivos um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético da cultura.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de tubérculos, a qualidade de fritura e o ciclo vegetativo de clones de batata de

origem canadense cultivadas em Canoinhas, em Santa Catarina.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Canoinhas, SC (26°S, 50°W e 839 m de altitude), durante a safra da primavera de 2017.

Foi avaliado um conjunto de 12 clones provenientes do Centre de Recherche Les Buissons (CRLB), província de Quebec, Canadá, em comparação com as cultivares testemunhas recomendadas para a fritura Asterix, Atlantic e BRSIPR Bel.

O plantio foi realizado em 11 de agosto de 2017. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas com 20 plantas cada, utilizando-se espaçamento de 0,75 m entre linhas e 0,35 m entre plantas.

A adubação de plantio consistiu na aplicação de 3 t ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial NPK 04-14-08, incorporada ao sulco de plantio. A operação de amontoa foi realizada aos 30 dias após o plantio, e os demais tratos culturais e fitossanitários seguiram as recomendações técnicas para a cultura da região (Silva; Lopes, 2016).

Aos 100 dias após o plantio, imediatamente antes da colheita, foi avaliado o ciclo vegetativo das plantas em cada parcela, utilizando-se escala de notas de 1 a 9 (1 = mais tardio; 9 = mais precoce), conforme metodologia descrita por Silva et al. (2012).

A colheita foi realizada aos 100 dias após o plantio. Os tubérculos foram classificados em comerciais (diâmetro transversal > 45 mm) e não comerciais (≤ 45 mm), sendo obtida a massa de tubérculos comerciais (kg por parcela). A massa média de tubérculos (g) foi determinada pela razão entre a massa

total de tubérculos e o número total de tubérculos por parcela.

O peso específico foi determinado em amostras padronizadas de tubérculos comerciais, utilizando-se balança eletrônica com capacidade de 3.630 g e densímetro da Snack Food Association (Arlington, VA, EUA).

A cor de fritura foi avaliada em amostras por três tubérculos comerciais e sadios por parcela. Foram obtidas 15 fatias de 2,0 mm de espessura, as quais foram fritas em gordura vegetal à temperatura inicial de 180 °C, até cessar a formação de bolhas. A avaliação da cor de fritura foi realizada por meio da escala de notas de 1 a 9 (1 = escura, 9 = clara), segundo metodologia utilizada por Silva et al. (2012).

Os dados de massa de tubérculos foram convertidos em tonelada por hectare (t ha<sup>-1</sup>). Inicialmente, foi verificada a normalidade da distribuição dos erros pelo teste de Lilliefors. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (p < 0,05) e ao agrupamento de médias por Scott & Knott.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (Cruz, 2013).

## Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas entre os genótipos para todos os caracteres avaliados. Os coeficientes de variação foram mais elevados para os caracteres relacionados ao rendimento de tubérculos. Caracteres como massa de tubérculos apresentam herança quantitativa, governada por grande número de genes e, portanto, estão mais sujeitos à influência ambiental (Pereira et al., 2017), o que explica a menor precisão experimental observada para a massa comercial de tubérculos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias de caracteres agrônômicos e de qualidade de fritura de 12 clones avançados e três cultivares de batata, avaliados na safra de primavera de 2017, em Canoinhas, SC.<sup>(1)</sup>

Genótipo	MTC (t ha <sup>-1</sup> )	MMT (g)	PE	Cor	Ciclo
4	15,51 b	73,10 b	1,079 b	7,00 a	5,50 c
6	23,98 b	120,99 a	1,085 a	7,00 a	2,00 d
13	18,27 b	90,01 b	1,072 c	6,50 b	8,25 a
14	23,52 b	119,18 a	1,077 b	6,00 b	7,25 b
15	28,37 a	96,85 b	1,083 a	7,00 a	6,00 c
16	33,80 a	94,45 b	1,079 b	7,50 a	6,00 c
19	22,77 b	98,90 b	1,078 b	6,00 b	7,25 b
24	11,86 b	61,45 b	1,084 a	7,00 a	8,25 a

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Genótipo	MTC (t ha <sup>-1</sup> )	MMT (g)	PE	Cor	Ciclo
27	25,11 b	97,84 b	1,085 a	7,50 a	5,75 c
29	41,12 a	112,20 a	1,080 b	6,50 b	2,75 d
31	30,46 a	113,41 a	1,074 c	7,00 a	6,50 c
33	21,35 b	119,75 a	1,083 a	5,50 c	7,25 b
Atlantic	29,46 a	123,25 a	1,083 a	7,50 a	9,00 a
Asterix	19,73 b	81,47 b	1,076 b	5,50 c	7,00 b
BRSIPR Bel	17,18 b	79,51 b	1,081 a	7,50 a	7,50 b
Média	24,17	98,82	1,080	6,73	6,42
CV	30,64	19,80	3,70	7,76	10,33

(<sup>1</sup>)MTC: massa de tubérculos comerciais (t ha<sup>-1</sup>); MMT: massa média de tubérculo (grama por tubérculo); PE: peso específico; Cor: cor de fritura (notas de 1 - escuro a 9 - claro); Ciclo: ciclo vegetativo de planta (notas de 1 - tardia a 9 - precoce). CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Embrapa (2018).

O rendimento médio de tubérculos comerciais foi de 24,17 t ha<sup>-1</sup>, valor próximo à produtividade média do estado de Santa Catarina (23,55 t ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2021). Para esse caráter, destacaram-se os clones 15, 16, 29, 31 e a cultivar Atlantic, que apresentaram as maiores produtividades. Esses genótipos exibiram média de produtividade de tubérculos comerciais de 33,43 t ha<sup>-1</sup>, correspondente a 38,31% superior à média geral do experimento e 51,13% superior à média das cultivares testemunhas. O clone 29 apresentou maior desempenho, com produtividade de 41,12 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos comerciais.

Os genótipos que apresentaram maior massa média de tubérculos – indicativa de maior tamanho – foram os clones 6, 14, 29, 31, 33, e a cultivar Atlantic, com valores variando de 112,20 a 123,25 g.

Em relação aos caracteres de qualidade de fritura, considerando conjuntamente o peso específico e cor de fritura, os clones 6, 15, 24 e 27 apresentaram desempenho comparável ao das cultivares testemunhas BRSIPR Bel e Atlantic, ambas recomendadas para fritura na forma de chips. Quando comparados à cultivar Asterix, amplamente utilizada na indústria de palitos fritos no País, apenas os clones 13 e 31 apresentaram desempenho inferior.

Os valores de peso específico foram de 1,076 para 'Asterix', 1,086 para 'Atlantic' e 1,081 para 'BRSIPR Bel', situando-se dentro dos intervalos relatados por Pereira et al. (2015), que, em sete ambientes nos três estados da região Sul do Brasil, observaram médias de 1,083 (1,075 a 1,096), 1,092 (1,082 a 1,110) e 1,088 (1,075 a 1,093), para 'Asterix', 'Atlantic' e 'BRSIPR Bel', respectivamente. Esses resultados indicam que o ambiente experimental proporcionou adequada expressão dessa característica.

Considerando conjuntamente o maior rendimento de tubérculos comerciais e a melhor qualidade de fritura, destacaram-se principalmente o clone 15, e, também, os clones 16 e 29. Em média, esses clones apresentaram rendimento de tubérculos comerciais 50% superior à média do experimento, aumento do peso específico médio de 1,080 para 1,081 e melhoria na nota de cor de fritura de 6,73 para 7,12. Em relação ao peso específico, a indústria prefere lotes com elevado teor de matéria seca, em geral, no mínimo de 20% (Araújo et al., 2016), equivalente a peso específico de 1,078.

Quanto ao ciclo vegetativo, os clones 13, 14, 19, 24 e 33 apresentaram maior precocidade, com desempenho semelhante ao das três cultivares testemunhas; entretanto, esses genótipos não configuram entre os mais produtivos, confirmando a dificuldade de associar elevada produtividade e ciclo vegetativo curto na cultura da batata (Silva et al., 2020b). O único genótipo que reuniu maior produtividade de tubérculos, boa qualidade de fritura e ciclo vegetativo mais precoce foi a cultivar Atlantic. Além dela, os clones 14, 19, 24, 27 e 33 apresentaram desempenho comparáveis ao das testemunhas 'Asterix' e 'BRSIPR Bel'.

Em estudo anterior com esses mesmos clones, avaliados em um conjunto mais amplo de genótipos de origem canadense, Silva et al. (2018) também identificaram os clones 14, 19 e 27 como superiores para esses caracteres. Naquele estudo preliminar, os clones 15 e 16 também foram selecionados e, no presente estudo, destacaram-se novamente para produtividade e qualidade de fritura; contudo, apresentaram ciclo vegetativo mais longo do que o das testemunhas avaliadas, característica que não havia sido avaliada anteriormente.

## Conclusões

- 1) Foi possível selecionar genótipos de batata de origem canadense adaptados às condições da região Sul do Brasil, com maior rendimento de tubérculos e melhor qualidade de fritura; entretanto, observou-se dificuldade em associar simultaneamente essas características a ciclo vegetativo mais precoce, destacando-se a cultivar Atlantic pelo melhor desempenho no conjunto de caracteres avaliados.
- 2) Considerando a busca por genótipos produtivos, com boa qualidade de fritura e precocidade comparável às cultivares testemunhas Asterix e BR-SIPR Bel, destacaram-se os clones 14, 19, 24, 27 e 33.

## Referências

- AI, Y.; JING, S.; CHENG, Z.; SONG, B.; XIE, C.; LIU, J.; ZHOU, J. DNA methylation affects photoperiodic tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.) by mediating the expression of genes related to the photoperiod and GA pathways. **Horticulture Research**, v. 8, e.181, 2021. DOI: 10.1038/s41438-021-00619-7.
- ARAÚJO, T. H.; PÁDUA, J. G.; SPOTO, M. H. F.; ORTIZ, V. D. G.; MARGOSSIAN, P. L.; DIAS, C. T. S.; MELO, P. C. T. Productivity and quality of potato cultivars for processing as shoestrings and chips. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 554-560, Oct./Dec. 2016. DOI: 10.1590/S0102-053620160415.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i3.21251.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2021**: informações sobre culturas temporárias. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- PEREIRA, A. S.; NAZARENO, N. R. X.; SILVA, G. O.; BERTONCINI, O.; CASTRO, C. M.; HIRANO, E.; BORTOLETTO, A. C.; TREPTOW, R. O.; DUTRA, L. F.; LIMA, M. F.; GOMES, C. B.; KROLOW, A. C. R.; MEDEIROS, C. A. B.; CASTRO, L. A. S.; SUINAGA, F. A.; LOPES, C. A.; MELO, P. E. BRSIPR Bel: Cultivar de batata para chips com tubérculos de boa aparência. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 135-139, 2015.
- PEREIRA, A. S.; NAZARENO, N. R. X.; SILVA, G. O.; BERTONCINI, O.; CASTRO, C. M.; HIRANO, E.; BORTOLETTO, A. C.; TREPTOW, R. O.; DUTRA, L. F.; LIMA, M. F.; GOMES, C. B.; KROLOW, A. C. R.; MEDEIROS, C. A. B.; CASTRO, L. A. S.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F.; PONIJALEKI, R. S. Performance of advanced potato clones: plant vigor, tuber yield and specific gravity. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 440-444, Jul./Sept. 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1079049>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- SILVA, G. O. da; PEREIRA, A. da S.; AZEVEDO, F. Q.; CARVALHO, A. D. F. de. Seleção de clones canadenses de batata para produtividade de tubérculos e qualidade de fritura no sul do Brasil. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 22, p. 67-75, 2018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1095349>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- SILVA, G. O.; CASTRO, C. M.; AZEVEDO, F. Q.; PEREIRA, A. S.; CARVALHO, A. D. F. de; BORTOLETTO, A. C.; PINHEIRO, J. B. Selection of Chilean potato clones for tuber yield, frying quality, plant vigor and vegetative cycle. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 217-223, 2020b. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1127517>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- SILVA, G. O.; CASTRO, C. M.; TERRES, L. R.; ROHR, A.; SUINAGA, F. A.; PEREIRA, A. da S. Desempenho agrônomo de clones elite de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 557-560, 2012. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/935728>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- SILVA, G. O.; LOPES, C. A. **Sistema de produção da batata**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1028425>. Disponível em: 4 mar. 2023.
- SILVA, G. O.; PEREIRA, A. da S.; AZEVEDO, F. Q.; CARVALHO, A. D. F.; CASTRO, C. M.; HIRANO, E. Seleção de clones canadenses de batata para caracteres agrônômicos e de qualidade de fritura, no Sul do Brasil. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 24, n. 1, p. 50-60, 2020a. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1124008>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- SOUZA, Z. S.; BISOGNIN, D. A.; JUNIOR, G. R. M.; GNOCATO, F. S. Seleção de clones de batata para processamento industrial em condições de clima subtropical e temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1503-1512, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54288/1/46n11a12.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- TICSIHUA-HUAMÁN, J.; ARTEAGA-LLACZA, P.; MIRANDA-JARA, A.; QUISPE-BARRANTES, P.; MIRANDA-CHÁVEZ, H.; QUISPE-SOLANO, M. Á.; CHUQUILÍN-GOICOCHEA, R. Changes in sugars, dry matter, and characteristics sensory of chip of native potato in the Chopcca Region. In: IANO, Y.; SAOTOME, O.; KEMPER VÁSQUEZ, G. L.; PEZZUTO, C. C.; ARTHUR, R.; OLIVEIRA, G. G. de

(ed.). **Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSym-21)**: emerging trends in systems engineering mathematics and physical sciences. [S.l.]: Springer Nature, 2022. p. 554-559. (Smart Innovation, Systems and Technologies, v. 295). DOI: 10.1007/978-3-031-08545-1\_54.