

Portfólio E-V eficiente: Bibliometria das evoluções considerando simulação ou métricas do risco com espaço objetivo aumentado

Portfolio E-V efficient: Bibliometrics of developments considering simulation or risk metrics with increased objective space

Portafolio E-V eficiente: Bibliometría de desarrollos considerando simulación o métricas de riesgo con espacio objetivo aumentado

Recebido: 11/03/2021 | Revisado: 18/03/2021 | Aceito: 12/04/2021 | Publicado: 24/04/2021

Marcos Huber Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7203-3552>
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: hubermendes@decisionsupport.com.br

Reinaldo Castro Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0210-3703>
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: reinaldo@puc-rio.br

Marco Aurélio Sanfins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9807-1541>
Universidade Federal Fluminense, Brasil
E-mail: marcosanfins@id.uff.br

Tuany Esthefany Barcellos de Carvalho Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4543-9116>
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: tuanybarcellos@aluno.puc-rio.br

Lucas Mattos Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2677-3277>
Universidade Federal Fluminense, Brasil
E-mail: lucasmattosmartins@id.uff.br

Resumo

A produção científica e a necessidade de indicadores que a quantifique se fortaleceu e cresceu nas últimas décadas, como também a de ferramentas que auxiliem na sua mensuração e a busca por técnicas para analisar de forma temporal, entre outras, o volume de publicações, autores, citações e citações das referências. A bibliometria é uma importante técnica quantitativa e estatística para medir índices de produção e conhecimento científico utilizando softwares, palavras-chaves de interesse e títulos para realizar levantamentos bibliométricos em plataformas de repositórios de artigos científicos, teses e livros. O trabalho objetiva analisar a veracidade de duas suposições sobre as evoluções, até a presente data, do modelo da teoria de portfólio E-V eficiente de Markowitz. A primeira se existe evoluções do modelo, com simulação pelo método de Monte Carlo, que utilizem a simulação como um fim para obter a distribuição de probabilidade empírica de todos os resultados ótimos inerentes à simulação e não, pelo usual método de concentração de dados, sendo apenas um meio para se obter melhores resultados e modelos, para comparação entre modelos ou para análise de resultados dos modelos ou ainda para projeção dos resultados dos modelos em janelas de *holdout*. A segunda se existe evoluções do modelo utilizando métricas do risco com espaço objetivo aumentado, possibilitando a estimação de um maior número de parâmetros. A partir de softwares para análise bibliométrica se conseguiu chegar à conclusão de que na teoria analisada, e nas suas evoluções até a presente data, as duas suposições não são verdadeiras.

Palavras-chave: Portfólio E-V eficiente; Otimização; Simulação; Monte Carlo; Distribuição de probabilidade empírica; Métrica do risco; Espaço objetivo aumentado; Bibliometria.

Abstract

Scientific production and the need for indicators that quantify it have strengthened and grown in the last decades, as well as tools that help in their measurement and the search for techniques to analyze in a temporal way, among others, the volume of publications, authors, citations and citations of references. Bibliometry is an important quantitative and statistical technique for measuring production indexes and scientific knowledge using software, keywords of interest and titles to carry out bibliometrics surveys on platforms for repositories of scientific articles, theses and books. The work aims to analyze the veracity of two assumptions about the evolution, to date, of Markowitz's theory of portfolio model E-V efficient. The first is whether there are evolutions of the model, with simulation by the Monte Carlo method, that use simulation as an end to obtain the empirical probability distribution of all the optimal results inherent to the

simulation and not, by the usual method of data concentration, being just a means to obtain better results and models, to compare models or to analyze the results of the models or even to project the results of the models in *holdout* windows. The second is whether there are evolutions of the model using risk metrics with increased objective space, allowing the estimation of a greater number of parameters. From software for bibliometric analysis it was possible to reach the conclusion that in the analyzed theory, and in its evolution to date, the two assumptions are not true.

Keywords: Portfolio E-V efficient; Optimization; Simulation; Monte Carlo; Empirical probability distribution; Risk metric; Increased objective space; Bibliometry.

Resumen

La producción científica y la necesidad de indicadores que la cuantifiquen se han fortalecido y crecido en las últimas décadas, así como herramientas que ayuden en su medición y la búsqueda de técnicas para analizar de manera temporal, entre otros, el volumen de publicaciones, autores, citas y citas de referencias. La bibliometría es una técnica cuantitativa y estadística importante para medir índices de producción y conocimiento científico utilizando software, palabras clave de interés y títulos para realizar encuestas bibliométricas en plataformas para repositorios de artículos científicos, tesis y libros. El trabajo tiene como objetivo analizar la veracidad de dos supuestos sobre la evolución, hasta la fecha, de lo modelo de Markowitz de la teoría de portfolio E-V eficiente. La primera es que existen evoluciones del modelo, con simulación por el método de Monte Carlo, que utilizan la simulación como fin para obtener la distribución de probabilidad empírica de todos los resultados óptimos inherentes a la simulación y no, por el método habitual de concentración de datos, siendo solo un medio para obtener mejores resultados y modelos, comparar modelos o analizar los resultados de los modelos o incluso proyectar los resultados de los modelos en ventanas de *holdout*. La segunda es que existen evoluciones del modelo utilizando métricas de riesgo con espacio objetivo aumentado, permitiendo la estimación de un mayor número de parámetros. A partir de un software de análisis bibliométrico, pudimos llegar a la conclusión de que en la teoría analizada, y en su evolución hasta la fecha, los dos supuestos no son ciertos.

Palabras clave: Portfolio E-V eficiente; Optimización; Simulación; Monte carlo; Distribución de probabilidad empírica; Métrica de riesgo; Espacio objetivo aumentado; Bibliometría.

1. Introdução

A busca por conhecimento é inerente ao ser humano. Desde os primórdios da civilização, os indivíduos buscam pelo saber, como produzir e guardar novas informações. Atualmente é essencial a busca por ferramentas que auxiliam pesquisadores a obter as informações desejadas sobre temas específicos. Com o avanço tecnológico surgiram ferramentas inovadoras que possibilitam a busca ampla e temporal de assuntos pontuais, uma metodologia muito utilizada no Brasil, a bibliometria. (Chueke, 2015).

A bibliometria pode ser definida como um conjunto de regras que, quando aplicadas junto a métodos quantitativos, buscam organizar, estruturar e disponibilizar a produção científica encontrada em periódicos, autores e em outras apresentações da informação. Essas técnicas quantitativas e estatísticas também podem ser utilizadas a fim de medir os índices de divulgação de materiais científicos (Andre 2012). O estudo bibliométrico tem como finalidade principal a criação de indicadores que possibilitam sumarizar as publicações científicas de instituições, de autores mais buscados, das áreas de estudo mais requeridas e dos países que mais produzem conteúdo científico, entre outros, conforme (Silva, 2016). Pesquisas apontam que o aumento da procura por bibliometria se deve ao fato de que nas últimas décadas os avanços tecnológicos e o acesso à internet trouxeram facilidades na propagação das informações. Assim, desenvolveu-se programas e algoritmos a fim de criar bases de dados, possibilitando o cruzamento das informações de diversas variáveis, a fim de levantar estatísticas a respeito dos conhecimentos científicos (Pimenta, 2017).

Cada vez mais se procura atualizar ou implantar softwares que sejam úteis para os produtores de conhecimento. As ferramentas, que se desenvolvem constantemente, procuram atender as mais variadas necessidades. Atualmente se pode citar como exemplo de bases para busca dentro da web a *Scopus*, a *Web of Science*, a *Tycho* e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Segundo Chueke (2015), seria simplório afirmar que dentro de um conhecimento específico não há a presença de novos desafios a serem resolvidos e que tais desafios estariam prontos para serem colocados em prática e serem difundidos. É grande a importância da realização de pesquisas no meio acadêmico, a fim de possibilitar a evolução dos mais variados estudos, sendo eles novos ou antigos, porém, ainda sem solução. Dessa forma, propiciando o avanço da produção de novos saberes.

Os estudos bibliométricos corroboram para as pesquisas científicas. Alinhado o foco da pesquisa, este método ajuda a dimensionar e direcionar a área de conhecimento, de estudos e de problemas no qual o pesquisador está buscando aprimoramento. Dentro deste processo é possível analisar e ter acesso as literaturas mais relevantes, mapear os conceitos mais profundos, os autores que mais obtiveram sucesso nesta área da ciência e ainda conseguir levantar dados sobre métodos adequados já utilizados em outros trabalhos (Chueke, 2015). Este trabalho realiza uma pesquisa bibliométrica que objetiva analisar duas suposições: primeiro se na teoria de portfólio E-V eficiente de Markowitz (1952) e nas suas evoluções até a presente data, existem modelos de simulação pelo método de Monte Carlo, que utilizem a simulação como um fim para obter a distribuição de frequência de todos os resultados ótimos inerentes à simulação e segundo se na teoria de portfólio E-V eficiente de Markowitz (1952) e nas suas evoluções até a presente data, existem modelos utilizando métricas do risco com espaço objetivo aumentado, possibilitando a estimação de um maior número de parâmetros e, assim, a busca por melhores resultados. Foi utilizada a base de dados da *Scopus* e da *Web of Science* por meio de palavras chaves, de acordo com o objetivo que se pretende alcançar. O banco de dados da *Scopus* é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para monitorar, analisar e visualizar a pesquisa.

2. Metodologia

A pesquisa bibliométrica e o conjunto de palavras chaves de busca foram orientadas conforme o artigo *A comprehensive review of deterministic models and applications for mean-variance portfolio optimization*, Kalayci, C. B. (2019). De acordo com (Wallin, 2012) a análise bibliométrica da produção científica de uma área do conhecimento aumenta a objetividade do pesquisador ao permitir a análise de grandes quantidades de dados e ao identificar relacionamentos difíceis de serem detectados sem o auxílio de computadores, e de métodos estatísticos.

O presente trabalho segundo Gil, A. C. (2008) pode ser considerado como:

- Descritivo – ao pesquisar e descrever a evolução de um determinado método;
- Dedutivo – pois parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis, chegando a conclusões de maneira lógica, considerando que as premissas obtidas para o seu desenvolvimento são generalizadas;
- Aplicado – pois objetiva aplicação prática dos conhecimentos gerais a situações específicas;
- Pesquisa quantitativa – pois requer o uso de recursos computacionais e de técnicas estatísticas para seleção automática de dados e informações;
- Pesquisa qualitativa – pois também recorre a seleção e classificação sem a utilização de técnicas quantitativas;
- Pesquisa exploratória – de acordo com seus objetivos, tendo como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos analisados;

e utiliza a coleta de dados secundários a partir dos repositórios de dados da *Scopus* e da *Web of Science*.

Segundo Domingues (2018), “a criação da bibliometria e seu estabelecimento como ferramenta matemática para dimensionamento da produção científica foram estabelecidas por Otlet (1934) na sua obra “*Traité de documentation: Le Livre Sur Le Livre*” e difundidas por Pritchard (1969) em sua publicação que questiona o uso do termo “Bibliografia Estatística” ou “Bibliometria”. Vanti (2002) mostra as características e interações entre a bibliometria, a cienciometria e a informetria incluindo a webometria como mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento, Araújo, C. A. (2006) estuda a evolução histórica da bibliometria”.

É relevante ressaltar o valor inestimável de quantificar o “saber”, os estudos bibliométricos apresentam métricas robustas com a finalidade de esclarecer de forma ampla e completa o quão importante é sumarizar as buscas por temas pontuais. A criação de indicadores é primordial para alcançar os objetivos por meio de uma busca bibliométrica, é a partir destes indicadores que se consegue ter as informações necessárias para a conclusão do estudo (Penteado, 2002).

Penteado (2002), afirma que para fazer uma manipulação automatizada dos dados se deve seguir quatro etapas, sendo elas a identificação das necessidades de informação, a preparação dos dados, o tratamento bibliométrico e a análise dos resultados. É desta forma que se pode realizar a investigação dos dados com o auxílio de um software que faça análises bibliométricas. A bibliometria pode apresentar o registro de toda a produção científica de um determinado assunto. O uso de tecnologia é indispensável para a criação de um repositório de material científico, assim como para o mapeamento da produção científica. Dessa forma, existem diferentes métodos de pesquisa que se adequam conforme o propósito do estudo bibliométrico. A investigação pode ser feita a partir de palavras chaves ou da quantidade de determinada palavra no título ou no resumo das publicações, entre outras informações (Soares, 2016).

A análise bibliométrica foi elaborada com base nos dados pesquisados na *Scopus* e na *Web of Science* utilizando o software R com o pacote Bibliometrix, Aria e Cuccurullo, (2017), para gerar os Gráfico, Figuras e Tabelas a respeito das pesquisas realizadas.

3. Resultados e Discussão

Foram realizadas seis pesquisas bibliométricas utilizando três conjuntos de palavras chaves, sendo três pesquisas na base de dados da *Scopus* e três pesquisas na base de dados da *Web of Science*.

O banco de dados da *Scopus* é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para monitorar, analisar e visualizar a pesquisa. Segundo informação solicitada a *Scopus* esta dispõe atualmente de:

- 80 milhões de resultados vindos de 24.272 títulos seriais cobertos, 101.000 conferências e 230.000 livros;
- Conteúdo publicado por mais de 5.000 editores em 105 países e mais de 40 idiomas;
- Atualizada diariamente – aproximadamente 10.000 novos documentos indexados por dia;
- 10.807.000 documentos de acesso aberto;
- Cobertura de “articles in press” de mais de 8.075 títulos.

Segundo o site da *Web of Science* esta dispõe de “estatísticas de tendências científicas extraídas de mais de 12 milhões de artigos de mais de 12.000 periódicos globais, o *Essential Science Indicators* oferece a cobertura detalhada que seja necessária para efetivamente analisar e comparar o desempenho da pesquisa, identificar tendências significativas, classificar os melhores desempenhos e avaliar funcionários e colaboradores em potencial. Com base em um arquivo contínuo de 10 anos, os indicadores *Essential Science* são atualizados a cada dois meses”.

Para obter os objetivos desejados, serão realizadas seis pesquisa bibliométricas caracterizadas pelos repositórios utilizados e por um conjunto de palavras chaves. As pesquisas com o primeiro conjunto de palavras chaves é uma pesquisa generalizada sobre as extensões da teoria de portfólios E-V eficientes de Markowitz (1952), inclusive para modelos de simulação pelo método de Monte Carlo e para modelos com diferentes métricas do risco, e foi realizada com as seguintes palavras chave: *TITLE-ABS-Key (Portfolio AND (selection OR management OR optimization) AND (mean OR variance))*, para publicações no período a partir do ano de 2009, nos repositórios da *Scopus* e da *Web of Science*. As pesquisas com o segundo conjunto de palavras chaves é uma pesquisa específica sobre as extensões da teoria de portfólios E-V eficientes de Markowitz (1952) para modelos de simulação pelo método de Monte Carlo, e foi realizada com as seguintes palavras chave: *TITLE-ABS-Key (Portfolio AND ((selection OR management OR optimization) AND (mean OR variance)) AND (sampled OR sampling OR resampled OR {monte carlo} OR sample OR simulation))*, para publicações no período a partir do ano de 2009, nos repositórios da *Scopus* e da *Web of Science*. E as pesquisas com o terceiro conjunto de palavras chaves é específica sobre as extensões da teoria de portfólios E-V eficientes de Markowitz (1952) para modelos com diferentes métricas do risco, e foi realizada com as seguintes palavras chave: *TITLE-ABS-Key (Portfolio AND ((selection OR management OR optimization) AND (mean OR variance)) AND*

(*assessment OR metrics OR measures OR estimation*)), também para publicações no período a partir do ano de 2009, nos repositórios da *Scopus* e da *Web of Science*.

As pesquisas realizadas na *Scopus* retornaram para o primeiro, o segundo e o terceiro conjunto de palavras chave, respectivamente, 1583 documentos, 376 documentos e 572 documentos, no período analisado. As pesquisas realizadas na *Web of Science* retornaram para o primeiro, o segundo e o terceiro conjunto de palavras chave, respectivamente, 355 documentos, 80 documentos e 567 documentos, no período analisado.

A análise bibliométrica será realizada em três etapas:

- Na primeira Etapa serão apresentados os sumários das três pesquisas bibliográficas realizadas na *Scopus*, por serem as pesquisas que possuem maior número de documentos;
- Na segunda etapa serão detalhados os resultados das três pesquisas realizadas na *Scopus*, também por serem as pesquisas que possuem maior número de documentos;
- Na terceira etapa serão examinados e classificados em conjunto além de todos os resultados de documentos das três pesquisas bibliométricas realizadas na base de dados da *Scopus* também todos os resultados de documentos das três pesquisas bibliométricas realizadas na base de dados da *Web of Science*. Serão examinados e classificados os campos de *keywords*, *keywords plus* (*keywords* das referências), *abstract* e *title*. Primeiro especificamente para as *keywords sampled*, *sampling*, *resampled*, *monte carlo*, *sample* e *simulation*, de forma que se possa concluir se existe algum documento a respeito de otimização para seleção de portfólios que apresente como resultado a distribuição da probabilidade empírica de todos os resultados ótimos de um modelo de otimização com simulação, e não pelo usual método de concentração de dados (por exemplo média e variância), e caso existam de que forma estes resultados seriam tratados nos documentos em questão. E segundo especificamente para as *keyword assessment*, *metrics*, *measures* e *estimation*, de forma que se possa concluir se existe algum documento a respeito de métrica do risco que apresente como resultado uma métrica do risco com espaço objetivo aumentado, de forma a considerar um maior número de parâmetros a serem otimizados, possibilitando, assim, a busca por melhores resultados.

Primeira Etapa – Sumários das pesquisas realizadas na Scopus.

O sumário bibliométrico das pesquisas com o primeiro, o segundo e o terceiro conjuntos de palavras chaves, realizadas na *Scopus*, são apresentados a seguir, respectivamente nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 1. Sumário da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves.

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2010:2021
Sources (Journals, Books, etc)	674
Documents	1583
Average years from publication	4,67
Average citations per documents	7,962
Average citations per year per doc	1,289
References	43065
DOCUMENT TYPES	
article	1251
article in press	2
book	6
book chapter	56
conference paper	234
conference review	9
data paper	1
editorial	2
erratum	1
letter	1
review	19
short survey	1
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	3527
Author's Keywords (DE)	3622
AUTHORS	
Authors	2628
Author Appearances	4100
Authors of single-authored documents	193
Authors of multi-authored documents	2435
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored documents	236
Documents per Author	0,602
Authors per Document	1,66
Co-Authors per Documents	2,59
Collaboration Index	1,81

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

A Tabela 1 acima apresenta o sumário da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves, podemos perceber, entre outros, um total de 1583 documentos, uma média de 7,962 citações por documentos e um total de 43.065 referências.

Tabela 2. Sumário da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves.

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2010:2021
Sources (Journals, Books, etc)	236
Documents	376
Average years from publication	4,35
Average citations per documents	7,657
Average citations per year per doc	1,325
References	11818
DOCUMENT TYPES	
article	310
book chapter	12
conference paper	45
conference review	3
review	6
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	1214
Author's Keywords (DE)	1043
AUTHORS	
Authors	791
Author Appearances	975
Authors of single-authored documents	46
Authors of multi-authored documents	745
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored documents	52
Documents per Author	0,475
Authors per Document	2,1
Co-Authors per Documents	2,59
Collaboration Index	2,3

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor

A Tabela 2 acima apresenta o sumário da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves, podemos perceber, entre outros, um total de 376 documentos, uma média de 7,657 citações por documentos e um total de 11.818 referências.

Tabela 3. Sumário da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves.

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2010:2021
Sources (Journals, Books, etc)	322
Documents	572
Average years from publication	4,4
Average citations per documents	8,691
Average citations per year per doc Inf	
References	18029
DOCUMENT TYPES	
article	468
article in press	1
book	2
book chapter	24
conference paper	67
conference review	5
erratum	1
review	4
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	1711
Author's Keywords (DE)	1497
AUTHORS	
Authors	1208
Author Appearances	1490
Authors of single-authored documents	72
Authors of multi-authored documents	1136
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored documents	86
Documents per Author	0,474
Authors per Document	2,11
Co-Authors per Documents	2,6
Collaboration Index	2,34

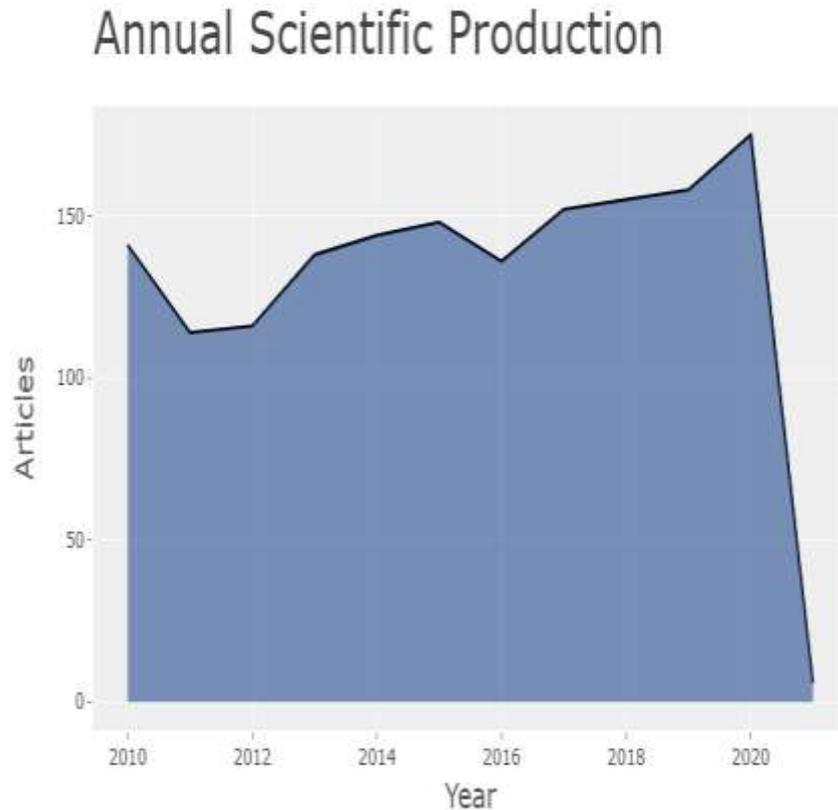
Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor

A Tabela 3 acima apresenta o sumário da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves, podemos perceber, entre outros, um total de 572 documentos, uma média de 8,691 citações por documentos e um total de 18.029 referências.

Segunda Etapa – Detalhamento das pesquisas realizadas na *Scopus*.

Na segunda etapa serão detalhados os resultados das pesquisas com os três conjuntos de palavras chaves realizadas na *Scopus*. Será apresentado a seguir os resultados da pesquisa com o primeiro conjunto de palavras chaves iniciando pelo volume de produção anual no período da pesquisa conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Produção Científica Anual – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chave.

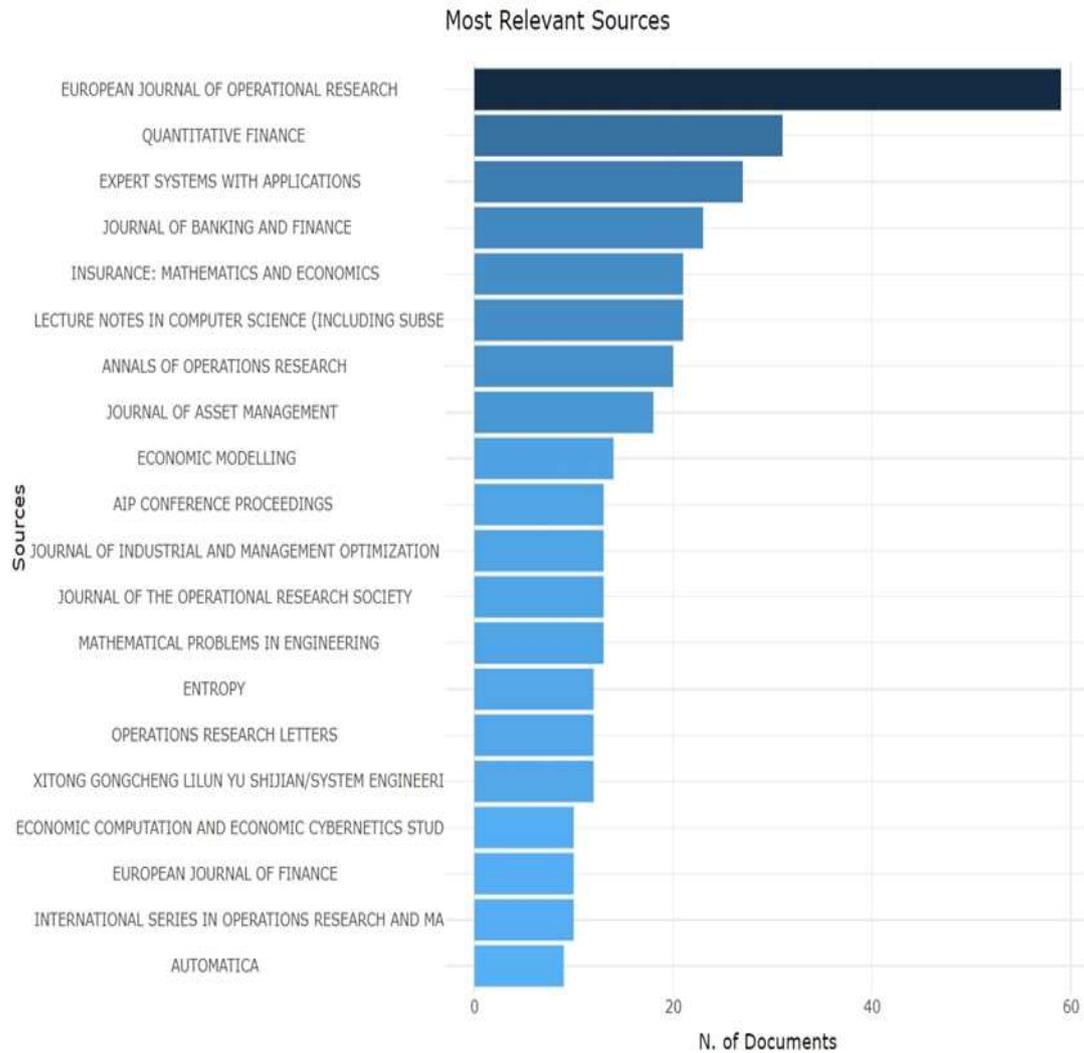


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

A pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves é uma pesquisa generalizada sobre as extensões da teoria de portfólios E-V eficientes de Markowitz (1952), inclusive modelos de simulação pelo método de Monte Carlo e métricas do risco, tem seu pico de produção em 2020 e um volume médio anual de aproximadamente cento e quarenta e cinco artigos científicos.

As vinte mais relevantes fontes utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves são apresentadas no Gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2. Fontes mais relevantes – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chave.



Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

No Gráfico 2 acima podemos perceber que as fontes mais relevantes da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves são o *European Journal of Operational Research*, o *Quantitative Finance* e o *Expert Systems with Applications*.

A Tabela 4 abaixo apresenta a classificação das trinta mais frequentes *keywords* utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves.

Tabela 4. *Keywords* mais frequentes – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

	Words	Occurrences
1	portfolio optimization	217
2	portfolio selection	199
3	efficient frontier	72
4	mean-variance	71
5	risk management	48
6	mean-variance model	44
7	mean-variance portfolio selection	36
8	optimization	36
9	portfolio	36
10	dynamic programming	34
11	asset allocation	30
12	mean-variance optimization	28
13	portfolio theory	27
14	genetic algorithm	26
15	portfolio optimisation	26
16	sharpe ratio	26
17	risk	24
18	robust optimization	24
19	transaction costs	23
20	mean-variance analysis	22
21	portfolio management	22
22	optimal portfolio	19
23	finance	17
24	investment analysis	17
25	multi-period portfolio selection	16
26	portfolio choice	16
27	regime switching	16
28	stochastic control	16
29	entropy	15
30	hjb equation	15

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 4 acima as *keywords sampled, sampling, resampled, Monte Carlo, sample* e *simulation* (segundo conjunto de palavras chaves) não aparecem na tabela, porém, aparecem na classificação total das mais frequentes *keywords* com a frequência total de 34 ocorrências. As *keywords assessment, metrics, measures* e *estimation* (terceiro conjunto de palavras chaves) não aparecem na tabela, porém, aparecem na classificação total das mais frequentes *keywords* com a frequência total de 37 ocorrências. Na classificação total das mais frequentes *keywords* não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

As Tabela 5 à Tabela 11 a seguir apresentam a classificação da frequência das duzentas e cinquenta *keywords* mais frequentes nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves classificadas por sete clusters: *efficient frontier*, *optimization*, *mean-variance portfolio optimization*, *portfolio optimization*, *risk management*, *asset allocation* e *portfolio selection*. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 27 ocorrências. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 30 ocorrências. Nas duzentas e cinquenta *keywords* mais frequentes não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 5. Cluster Fronteira eficiente – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	efficient frontier	Cluster_Label	1
Occurrences	Words	Occurrences	Words
7	cardinality	6	time-consistent strategy
71	mean-variance	26	sharpe ratio
14	asset-liability management	8	maximum principle
7	mean-field formulation	13	mean-variance portfolio theory
7	multi-period mean-variance model	11	hamilton-jacobi-bellman equation
7	meanvariance portfolio selection	15	hjb equation
16	stochastic control	16	multi-period portfolio selection
10	time inconsistency	18	optimal portfolio
72	efficient frontier	5	multi-period mean-variance portfolio selection
8	optimal portfolio selection	6	regime-switching
11	mean-variance portfolio	5	constrained portfolio optimization
34	dynamic programming	6	multiperiod portfolio optimization
16	regime switching	6	viscosity solution
6	time-inconsistency	7	uncertain exit time
8	backward stochastic differential equation	5	partial information
36	mean-variance portfolio selection	6	shortage function
10	optimal control	5	inflation
11	stochastic maximum principle	5	mean-variance formulation
16	portfolio choice	8	mean-variance criterion
9	stochastic optimal control		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 5 acima, cluster de Fronteira eficiente, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 6. Cluster Otimização – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	optimization	Cluster_Label	2
Occurrences	Words	Occurrences	Words
36	optimization	24	risk
11	uncertainty	12	investment
8	simulation	5	clustering
10	portfolio construction	8	portfolio performance
24	robust optimization	6	covariance matrix
27	portfolio theory	6	regularization
36	portfolio	10	portfolio investment
6	monte carlo simulation	6	mean variance optimization
12	markowitz	5	linear programming
5	lagrange multiplier	5	investments
9	return		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 6 acima, cluster de Otimização, a frequência em relação a frequência em relação as *keywords simulation* e Monte Carlo *simulation* é de respectivamente 8 e 6 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 7. Cluster Portfólio de otimização média-variância – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	mean-variance portfolio optimization	Cluster_Label	3
Occurrences	Words	Occurrences	Words
10	meanvariance model	5	factor model
5	international diversification	6	renewable energy
12	quadratic programming	6	branch-and-bound
15	mean-variance portfolio optimization	6	systematic risk
9	stochastic dominance		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 7 acima, cluster de Portfólio de otimização média-variância, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 8. Cluster Otimização de portfólio – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	portfolio optimization	Cluster_Label	4
Occurrences	Words	Occurrences	Words
10	machine learning	9	stochastic programming
217	portfolio optimization	11	multiobjective optimization
9	robustness	5	naive diversification
22	mean-variance analysis	6	meanvariance optimization
8	risk measures	6	g11
5	mean variance	8	cardinality constraints
7	parameter uncertainty	6	risk measure
6	sparse portfolio	5	gold
7	estimation error	7	cardinality constraint
12	downside risk	5	elliptical distributions
6	semivariance	12	conditional value-at-risk
17	investment analysis	6	differential evolution
23	transaction costs	5	multi-objective
5	expected shortfall	6	evolutionary algorithms
5	local search	8	swarm intelligence

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 8 acima, cluster de Otimização de portfólio, a frequência em relação as *keywords risk measures* e *estimation error* é de respectivamente 7 e 8 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 9. Cluster Gerenciamento do risco – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	risk management	Cluster_Label	5
Occurrences	Words	Occurrences	Words
5	capm	8	portfolio allocation
6	decision making	6	portfolio analysis
22	portfolio management	5	risk analysis
10	estimation risk	8	active portfolio management
17	finance	8	black-litterman model
5	robust statistics	5	semi-variance
48	risk management	7	electricity market
15	value-at-risk	5	electricity markets
28	mean-variance optimization	5	hedging
5	non-normality		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 9 acima, cluster de Gerenciamento do risco, a frequência em relação a *keyword estimation risk* é de 10 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 10. Cluster Alocação de ativos – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

Cluster	asset allocation	Cluster_Label	6
Occurrences	Words	Occurrences	Words
6	mean-variance optimisation	7	kurtosis
26	portfolio optimisation	6	mean
30	asset allocation	6	conditional value at risk
7	out-of-sample performance	5	asset management
8	garch	7	copula
12	portfolio diversification	5	utility function
11	var	9	variance
14	cvar	5	asset pricing
14	skewness	7	markowitz model

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 10 acima, cluster de Alocação de ativos, a frequência em relação a *keyword out-of-sample performance* é de 7 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 11. Cluster Seleção de portfólio – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chaves.

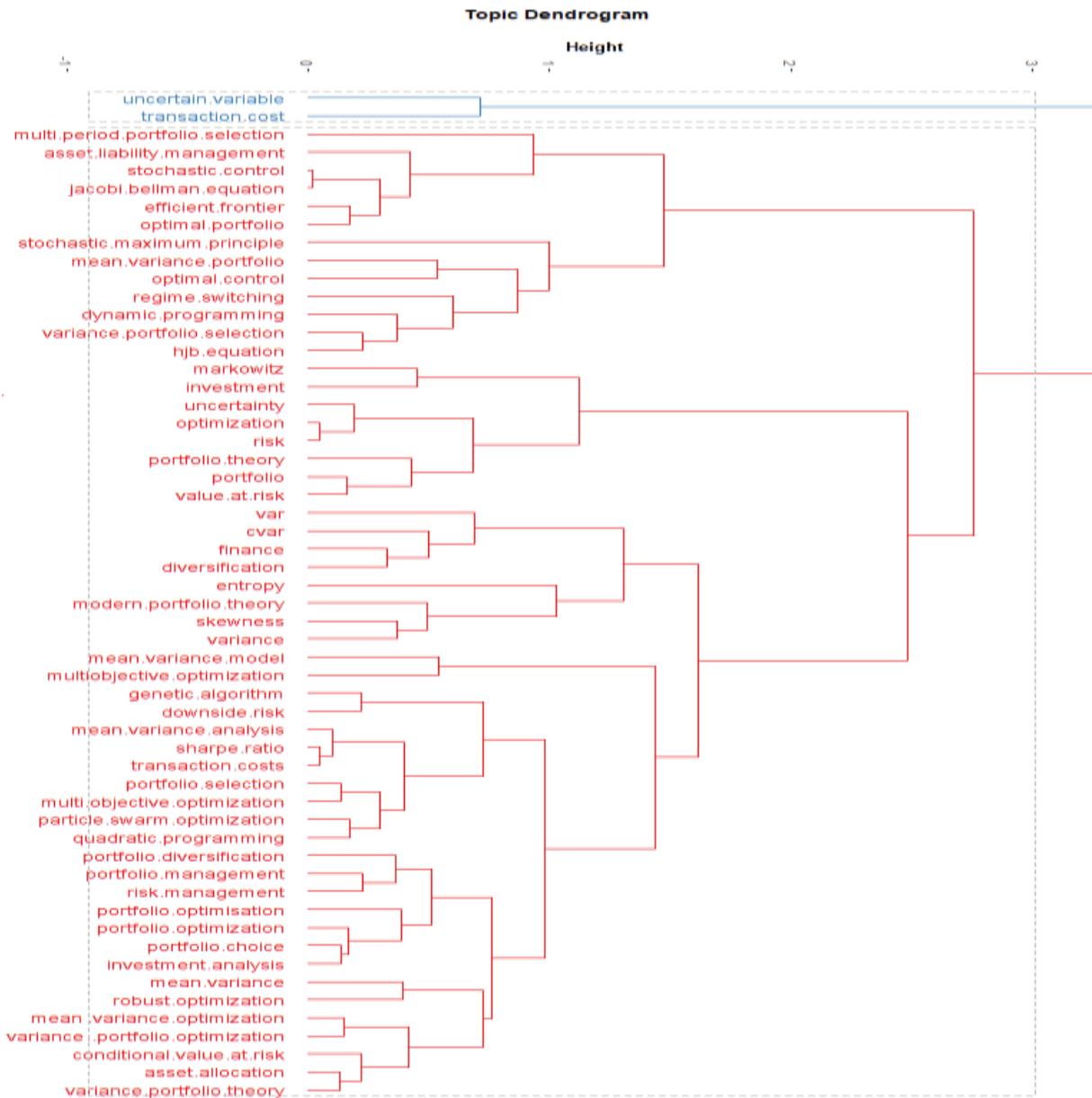
Cluster	portfolio selection	Cluster_Label	7
Occurrences	Words	Occurrences	Words
199	portfolio selection	8	background risk
10	meanvariance	7	uncertainty theory
11	uncertain variable	6	mean-variance utility
6	robust portfolio optimization	8	fuzzy portfolio selection
7	genetic algorithms	6	possibility theory
14	multi-objective optimization	5	robust estimation
5	expected utility	8	robust portfolio
15	particle swarm optimization	8	behavioral finance
44	mean-variance model	6	portfolio selection problem
5	investment risk	11	transaction cost
5	value at risk	5	possibilistic mean
8	short selling	15	entropy
26	genetic algorithm	6	fuzzy number
14	diversification	6	parametric quadratic programming
11	modern portfolio theory	6	mean-variance-skewness model
9	mean-variance efficiency	6	mean-variance approach
5	socially responsible investment	6	markowitz mean-variance model
9	efficient frontiers	5	credibility measure
9	higher moments		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 11 acima, cluster de Seleção de portfólio, a frequência em relação a *keyword robust estimation* é de 5 ocorrências. O modelo de *robust estimation* utiliza simulação, porém, apresenta os resultados pelo conceito de concentração de dados, ou seja, medidas de posição e de dispersão. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 1 abaixo será apresentado o dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords* utilizadas na pesquisa *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves.

Figura 1. Dendrograma das *keywords* – *Scopus*, com o primeiro conjunto de palavras chave.

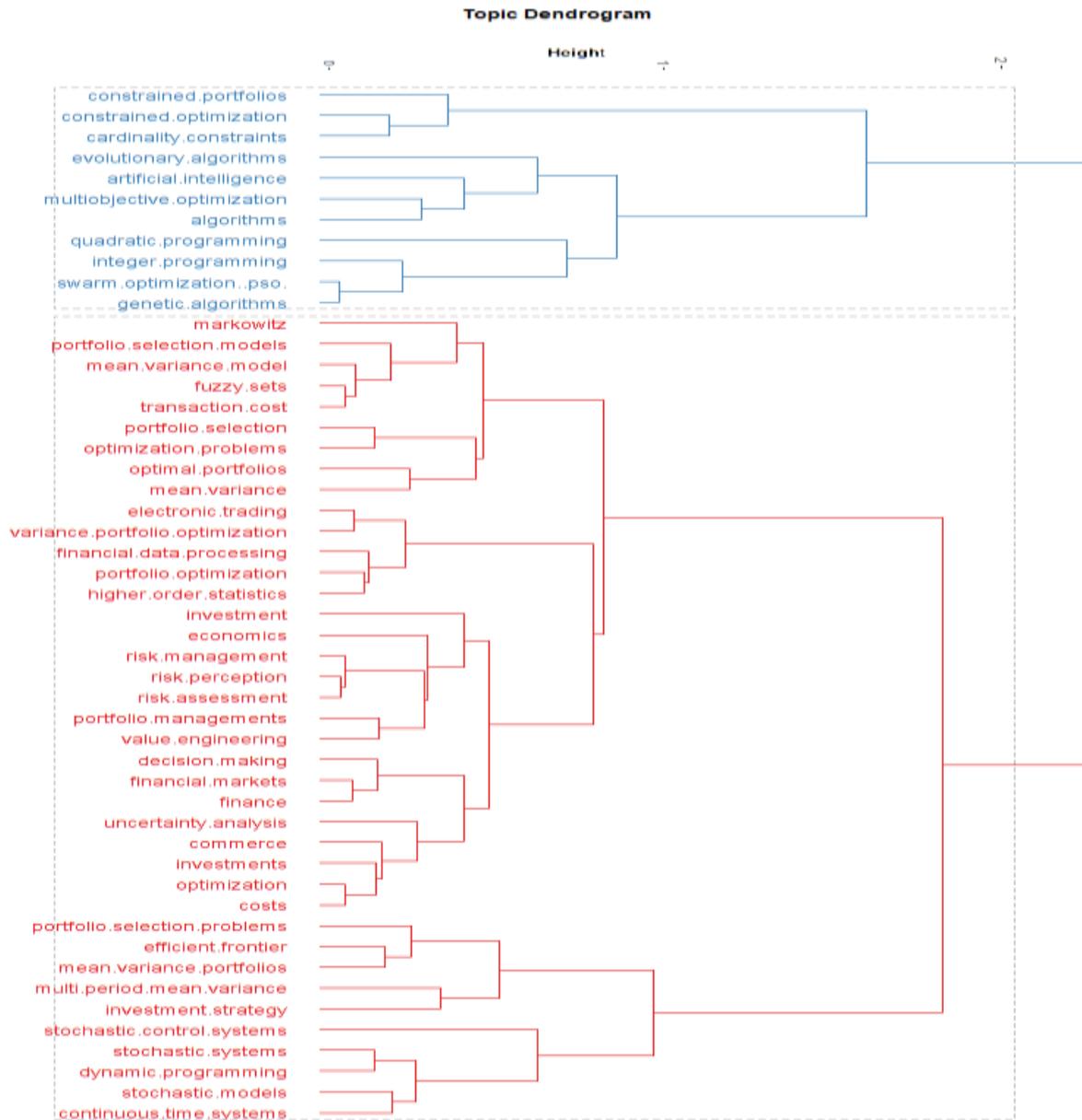


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords*, acima, apresenta dois grupos específicos, no segundo grupo estão incluídas as *keywords* *value.at.risk*, *var*, *cvar*, *dowside.risk*, *sharp.ratio*, *robust.optimization*, *conditional value.at.risk*, relativas ao segundo e ao terceiro conjunto de palavras chaves. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 2 a seguir será apresentado o dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords plus* (mais frequentes *keywords* das referências) utilizadas na pesquisa da *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chaves.

Figura 2. Dendrograma das *keywords plus* – *Scopus*, primeiro conjunto de palavras chave.

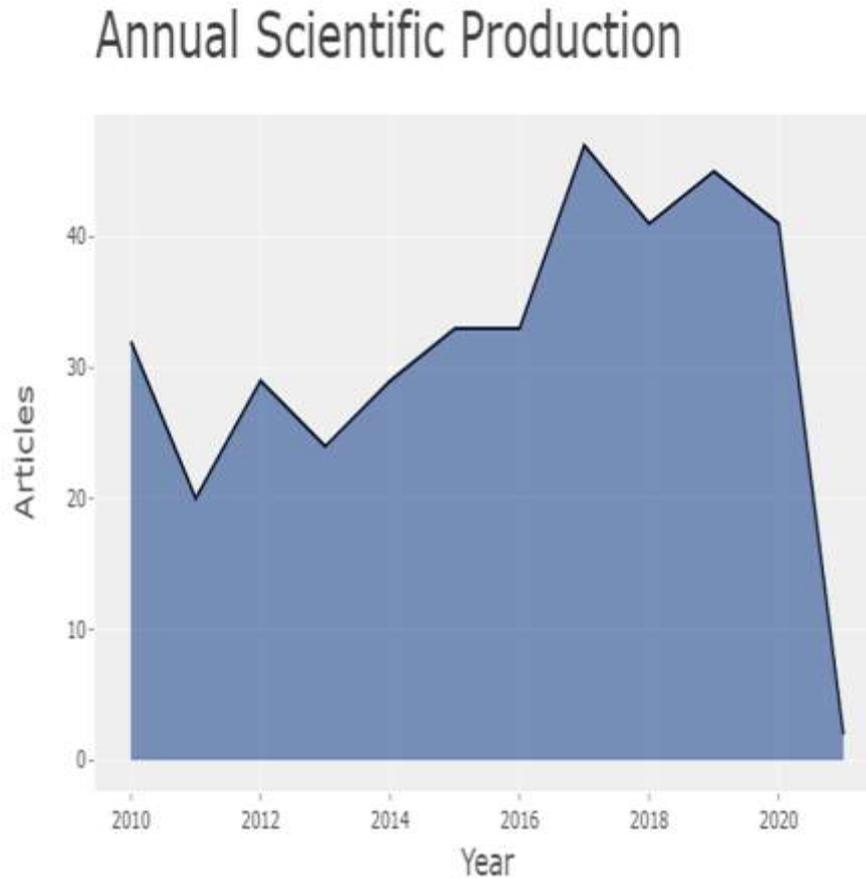


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords plus*, acima, apresenta dois grupos específicos. No segundo grupo está incluída a *keyword higher.order.statistics*, relativa ao terceiro conjunto de palavras chaves. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Dando continuidade à Segunda Etapa da apresentação bibliométrica, serão apresentados a seguir os resultados da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave iniciando pelo volume de produção anual no período conforme apresentado no Gráfico 3 abaixo.

Gráfico 3. Volume de produção anual – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

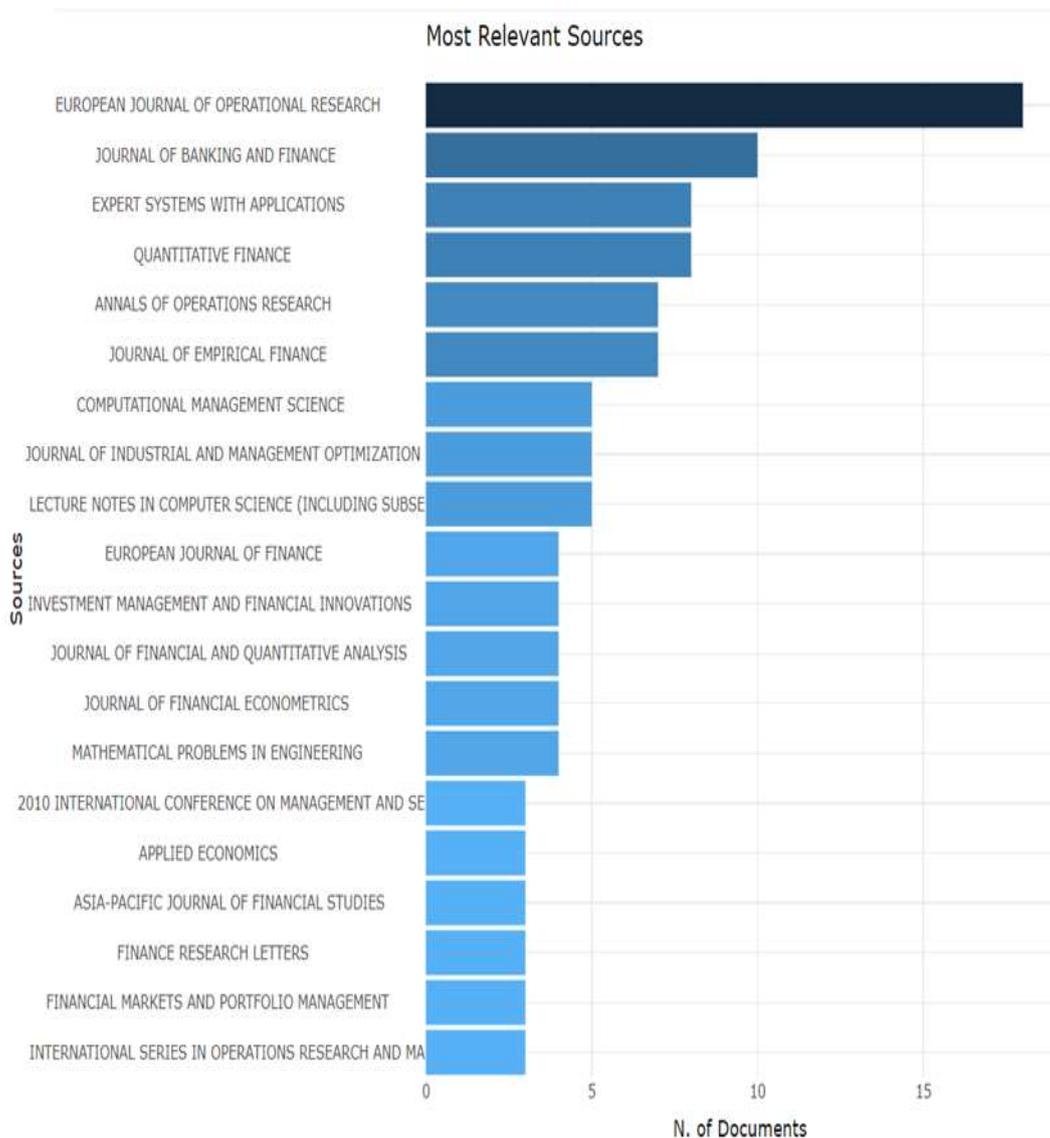


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

A pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chave é uma pesquisa generalizada sobre as extensões do modelo de portfólios E-V eficientes, inclusive métricas do risco e modelos de simulação pelo método de Monte Carlo e tem seu pico de produção em 2020 com um volume médio anual de aproximadamente cento e quarenta e cinco artigos científicos. Já a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave é uma pesquisa específica sobre as extensões do modelo de portfólios E-V eficientes para modelos de simulação pelo método de Monte Carlo, tem seu pico de produção em 2017 e um volume médio anual de aproximadamente trinta e cinco artigos científicos.

As vinte mais relevantes fontes utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave são apresentadas no Gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4. Fontes mais relevantes – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.



Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

No Gráfico 4 acima podemos perceber que as fontes mais relevantes da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves são o *European Journal of Operational Research*, o *Journal of Bank and Finance* e o *Expert Systems with Applications*.

A Tabela 12 abaixo apresenta a classificação das trinta mais frequentes *keywords* utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave. As *keywords sampled, sampling, resampled, Monte Carlo, sample e simulation* (segundo conjunto de palavras chaves) aparecem nas trinta mais frequentes *keywords* com 21 ocorrências e aparecem na classificação total das mais frequentes *keywords* com a frequência total de 65 ocorrências. As *keywords assessment, metrics, measures e estimation* (terceiro conjunto de palavras chaves) aparecem nas trinta mais frequentes *keywords* com 14 ocorrências e aparecem na classificação total das mais frequentes *keywords* com a frequência total de 30 ocorrências

Tabela 12. *Keywords* mais frequentes – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

	Words	Occurrences
1	portfolio optimization	62
2	portfolio selection	40
3	risk management	15
4	efficient frontier	13
5	mean-variance	13
6	asset allocation	11
7	portfolio choice	10
8	portfolio optimisation	10
9	portfolio theory	9
10	mean-variance optimization	8
11	simulation	8
12	copula	7
13	estimation error	7
14	estimation risk	7
15	finance	7
16	optimization	7
17	out-of-sample performance	7
18	risk	7
19	sharpe ratio	7
20	genetic algorithm	6
21	investment analysis	6
22	markowitz	6
23	monte carlo simulation	6
24	portfolio construction	6
25	portfolio management	6
26	cvar	5
27	mean-variance analysis	5
28	mean-variance model	5
29	naive diversification	5
30	portfolio	5

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 12 acima as *keywords simulation*, *out of sample performance*, e Monte Carlo *simulation* aparecem, respectivamente, com a frequência de 8, 7 e 6 ocorrências, e as *keywords estimation error* e *estimation risk* aparecem ambas com a frequência de 7 ocorrências. Na classificação total das mais frequentes *keywords* não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

As Tabela 13 à Tabela 18 a seguir apresentam a classificação da frequência das duzentas e cinquenta *keywords* mais frequentes nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave, classificadas em seis clusters: Markowitz, *financial data processing*, *portfolio selection*, *economic and social effects*, *computer simulation e risk assessment*. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 52 ocorrências. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 54 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 13. Cluster Markowitz – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

Cluster	markowitz	Cluster_Label	1
Occurrences	Words	Occurrences	Words
8	portfolio selection problems	1	c-v method
6	particle swarm optimization (pso)	1	chance constraint
2	fuzzy random variable	1	constraint functions
2	particle swarm optimization algorithm	1	decision systems
5	numerical experiments	1	fuzzy random
2	solution methods	1	monte carlo
5	problem solving	1	optimization criteria
5	numerical methods	1	pso algorithms
3	random variables	1	return level
3	probability distributions	1	type ii
3	heuristic algorithms	1	uncertain decision systems
10	markowitz	1	variance constraints
3	stochastic programming	1	approximation theory
4	expected return	1	c (programming language)
1	approximation methods		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 13 acima, cluster de Markowitz, a frequência em relação a *keyword* Monte Carlo é de 1 ocorrência. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 14. Cluster Processamento de dados financeiros – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

Cluster	financial data processing	Cluster_Label	2
Occurrences	Words	Occurrences	Words
4	forecasting	13	mean-variance portfolios
5	investment strategy	5	optimization problems
5	estimation	4	regularization
4	normal distribution	5	investment analysis
5	empirical studies	2	sparse portfolio
12	optimal portfolios	7	linear programming
3	earnings	2	operations research
9	intelligent systems	4	portfolio choice
16	monte carlo methods	3	sharpe ratios
14	risk perception	4	empirical analysis
68	financial data processing	4	investment portfolio
27	mean variance	3	correlation matrix
44	portfolio optimization	2	robust estimators
59	investments	3	mean-variance portfolio optimization
6	multi-period mean-variance	2	diversification strategies
4	cvar	3	mean-variance analysis
53	optimization	3	benchmark portfolios
9	simulation	2	rebalancing
3	wind power	3	uncertainty
2	time series	2	uncertainty analysis
14	portfolio managements	3	portfolio strategies
6	portfolio optimisation	2	risks
3	convex optimization	2	financial crisis
8	estimation errors	2	portfolio constraints
4	optimal strategies	3	sample sizes
19	mean variance model	3	closed form
4	optimization method	3	monte carlo simulation
12	covariance matrix	2	chinese stock market
6	asset allocation	2	making decision
9	economics	2	optimal investments
3	solar energy	3	management science
4	optimal weight	2	investment risks

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 14 acima, cluster de Processamento de dados financeiros, a frequência em relação as *keywords estimation*, Monte Carlo *methods*, *simulation*, *estimation errors*, *sample sizes* e Monte Carlo *simulation* é de respectivamente 5, 16, 9, 8, 3 e 3 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 15. Cluster Seleção de portfólios – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

Cluster	portfolio selection	Cluster_Label	3
Occurrences	Words	Occurrences	Words
21	financial markets	6	integer programming
3	efficient portfolio	6	cardinality constraints
26	portfolio selection	9	finance
2	optimal portfolio selection	6	constrained portfolios
3	machine learning	3	evaluation criteria
7	fuzzy sets	8	artificial intelligence
8	portfolio selection models	5	entropy
2	distribution functions	5	multi objective evolutionary algorithms
10	electronic trading	2	statistical methods
12	genetic algorithms	2	higher moments
9	higher order statistics	4	combinatorial optimization
4	learning systems	2	polynomial approximation
13	multiobjective optimization	7	conditional value-at-risk
4	shanghai stock exchanges	2	dynamic programming
4	clustering algorithms	2	sorting
13	value engineering	8	evolutionary algorithms
2	support vector machines	2	strength pareto evolutionary algorithm
2	financial time series	2	value at risk
11	quadratic programming	7	transaction cost
5	fuzzy variable	10	algorithms
3	portfolio turnover	2	constraint theory
10	constrained optimization	2	investment returns

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 15 acima, cluster de Seleção de portfólios, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 16. Cluster Efeitos econômicos e sociais – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

Cluster	economic and social effects	Cluster_Label	4
Occurrences	Words	Occurrences	Words
7	economic and social effects	2	optimal controls
3	robust optimization	1	uncertainty quantifications
1	equivalence classes	1	petroleum reservoir engineering
1	geology	1	borehole logging
1	oil fields	1	gas production
1	oil shale	1	hydrocarbon reservoir
1	oil well flooding	1	oil field
1	optimal control systems	1	permeability
1	petroleum reservoirs	1	reservoir characterization
1	water injection	1	strategic approach
1	well flooding	1	trade-off
1	oil production	1	nucleopolyhedrovirus

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 16 acima, cluster de Efeitos econômicos e sociais, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 17. Cluster Simulação por computador – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

Cluster	computer simulation	Cluster_Label	5
Occurrences	Words	Occurrences	Words
2	probability	1	animal welfare
5	sampling	12	computer simulation
2	biochemistry	1	edible plant
8	decision making	2	financial management
2	bacterial foraging optimization	1	hazard assessment
8	portfolio optimization models	1	human
9	investment	3	procedures
3	resource allocation	3	theoretical model
4	heuristic methods	2	animals
2	risk	1	hazard analysis and critical control points
5	variance analysis	1	humans
4	numerical model	6	models
5	modern portfolio theories	2	theoretical
3	genetic algorithm	1	plants
4	article	1	edible
4	portfolio diversification	3	controlled study
1	estimation uncertainties	3	algorithm
1	financial portfolio analysis	3	comparative study
1	inspection and surveillance	2	economic
1	phytosanitary	2	mathematical computing
1	risk-based	3	mathematical model
1	health risks	2	benchmarking
1	food safety	1	bacterial foraging optimizations (bfo)
1	sanitation	1	benchmark functions
1	weight	1	genetic algorithm (gas)
1	animalia	1	liquidity risk
2	animal		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 17 acima, cluster de Simulação por computador, a frequência em relação as *keywords sampling, computer simulation, hazard assessment e estimation uncertainties* é de respectivamente 5, 12, 1 e 1 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 18. Cluster Avaliação do risco – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

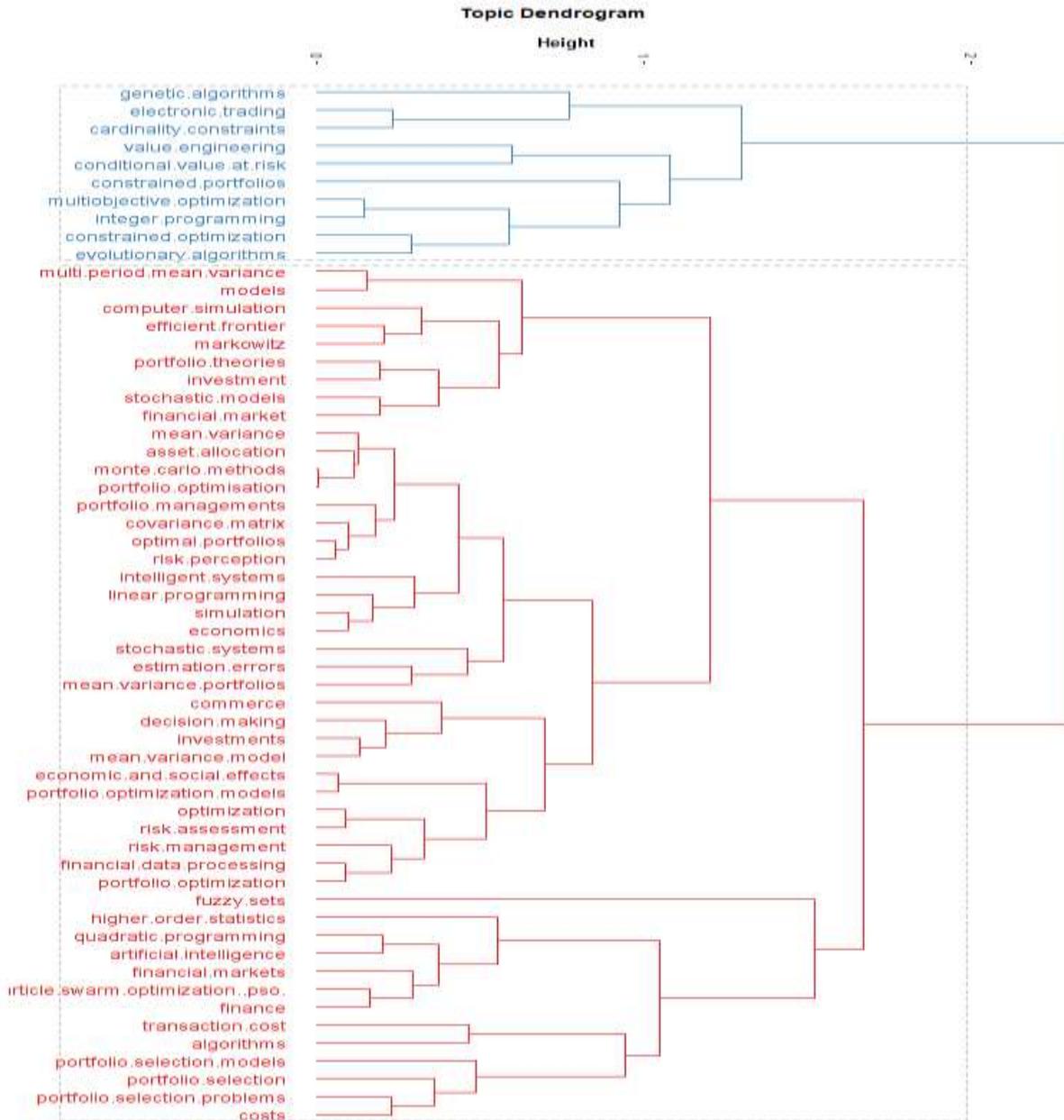
Cluster	risk assessment	Cluster_Label	6
Occurrences	Words	Occurrences	Words
4	planning	2	computer programming
18	efficient frontier	5	economic analysis
3	global optimization	6	financial market
2	statistical tests	5	mean-variance approach
12	stochastic systems	4	risk analysis
7	stochastic models	3	automation
6	portfolio theories	5	sales
33	commerce	2	distributed power generation
15	costs	4	electricity market
2	investment decisions	5	stock market
37	risk assessment	3	data envelopment analysis
2	financial data	2	electric generators
2	electric industry	2	natural gas
5	power markets	2	empirical evaluations
3	computation theory	2	risk measures
17	risk management	2	dea models
4	electric utilities	2	site selection
4	electricity	2	industry

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 18 acima, cluster de Avaliação do risco, a frequência em relação as *keywords risk assessment* e *risk measures* é de respectivamente 37 e 2 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 3 abaixo será apresentado o dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords* utilizadas na pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave.

Figura 3. Dendrograma das *keywords* – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

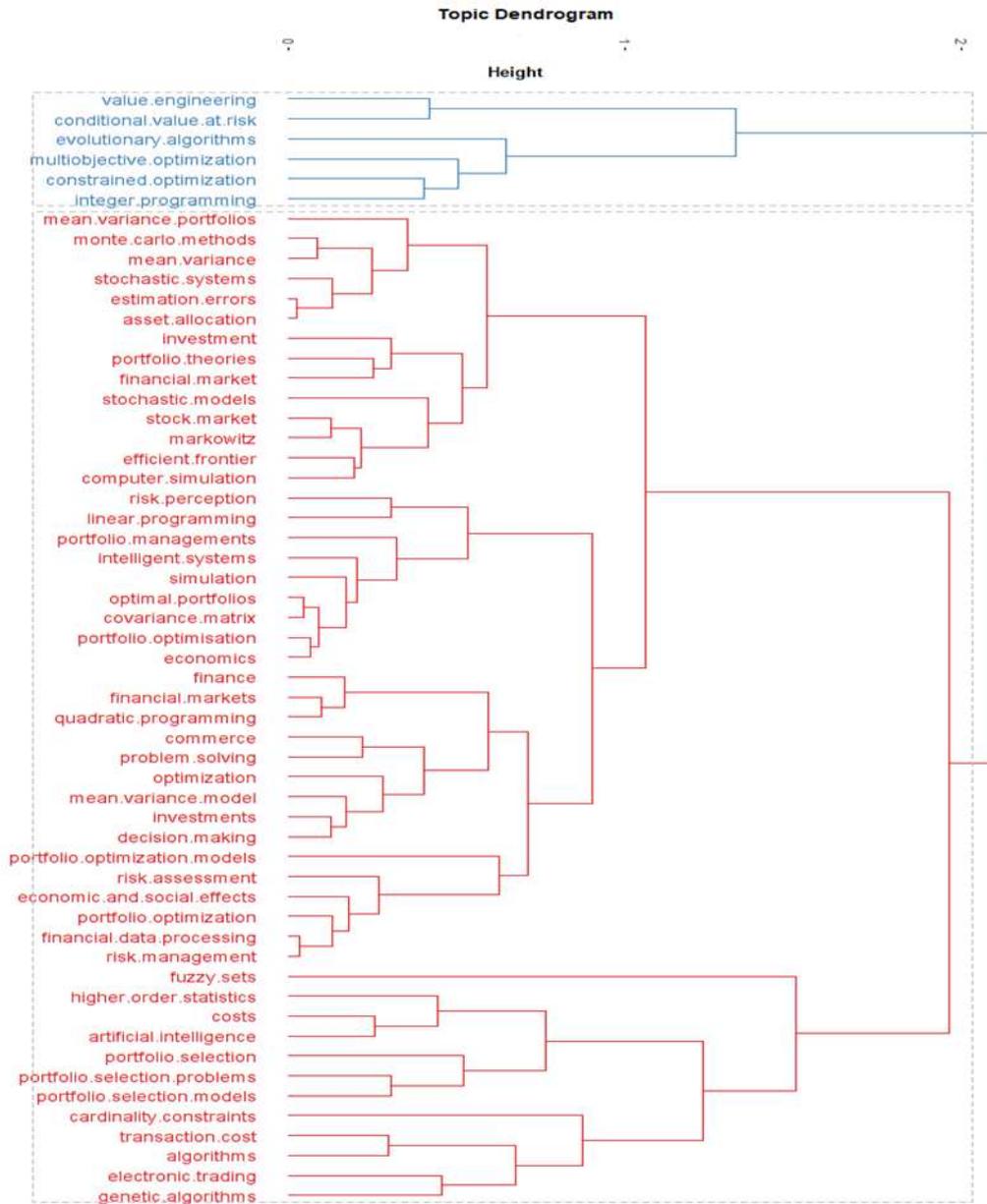


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma apresenta dois grupos específicos, no segundo grupo estão incluídas as *keywords* *computer simulation*, Monte Carlo *methods* e *simulation*, relativas ao segundo conjunto de palavras chaves. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 4 abaixo será apresentado o dendrograma das cinquenta mais frequentes *keywords plus* (mais frequentes *keywords* das referências) utilizadas na pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave.

Figura 4. Dendrograma das *keywords plus* – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

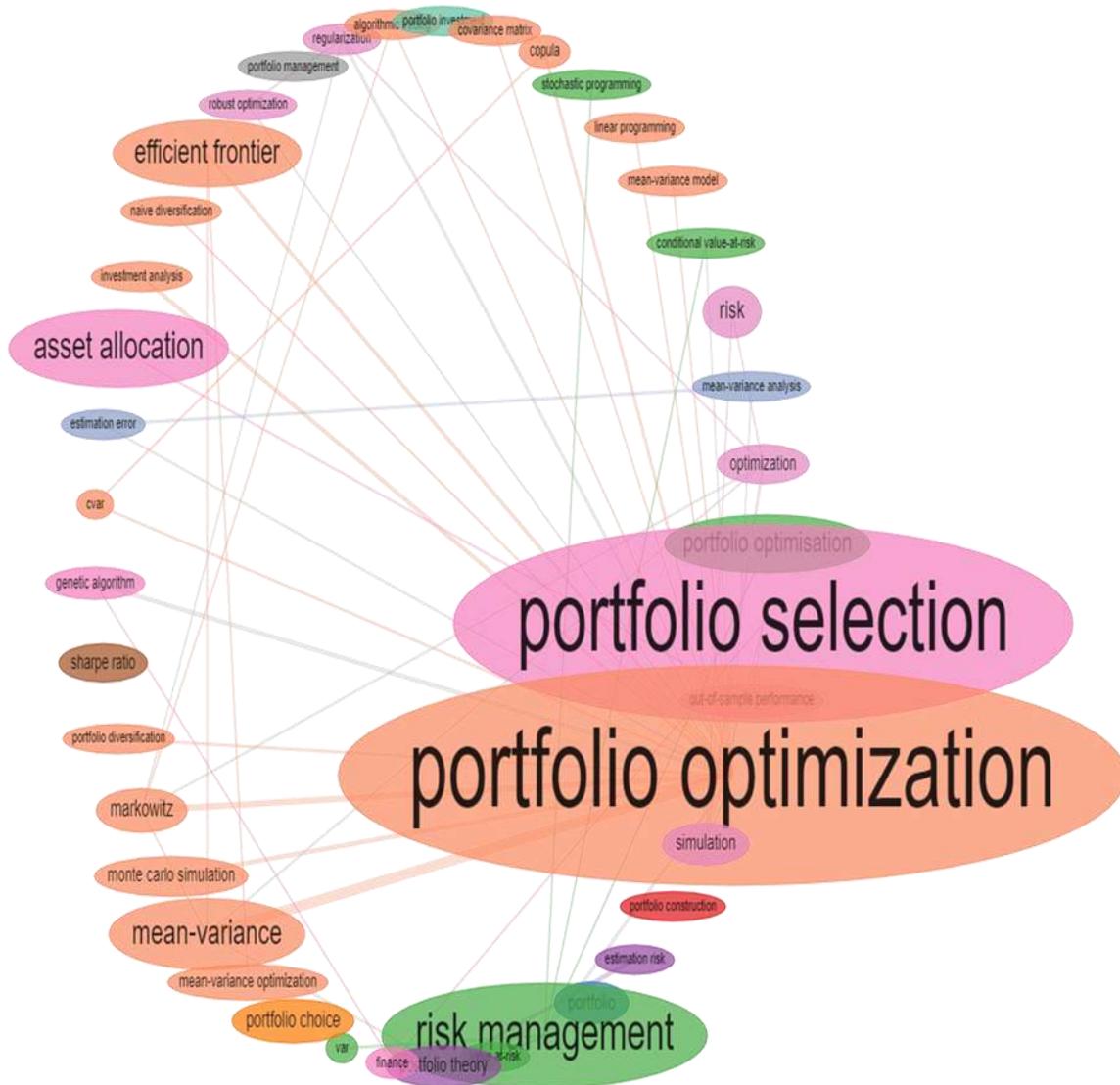


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma apresenta dois grupos específicos. No segundo grupo estão incluídas as *keywords* *Monte.Carlo.method*, *computer.simulation* e *simulation*, relativas ao segundo conjunto de palavras chaves. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Será apresentada agora, para a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave, uma nova forma de acoplamento de documentos denominada *co-occurrence network* que é definida como a frequência com que documentos são citados em conjunto por outro documento. A frequência de co-citação de dois artigos científicos pode ser determinada comparando a citação de documentos na base de dados da *Scopus* e contando entradas idênticas. A rede de co-citação pelas cinquenta principais *keywords* da pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave é apresentada abaixo na Figura 5.

Figura 5. Rede de co-citação – *Scopus*, segundo conjunto de palavras chave.

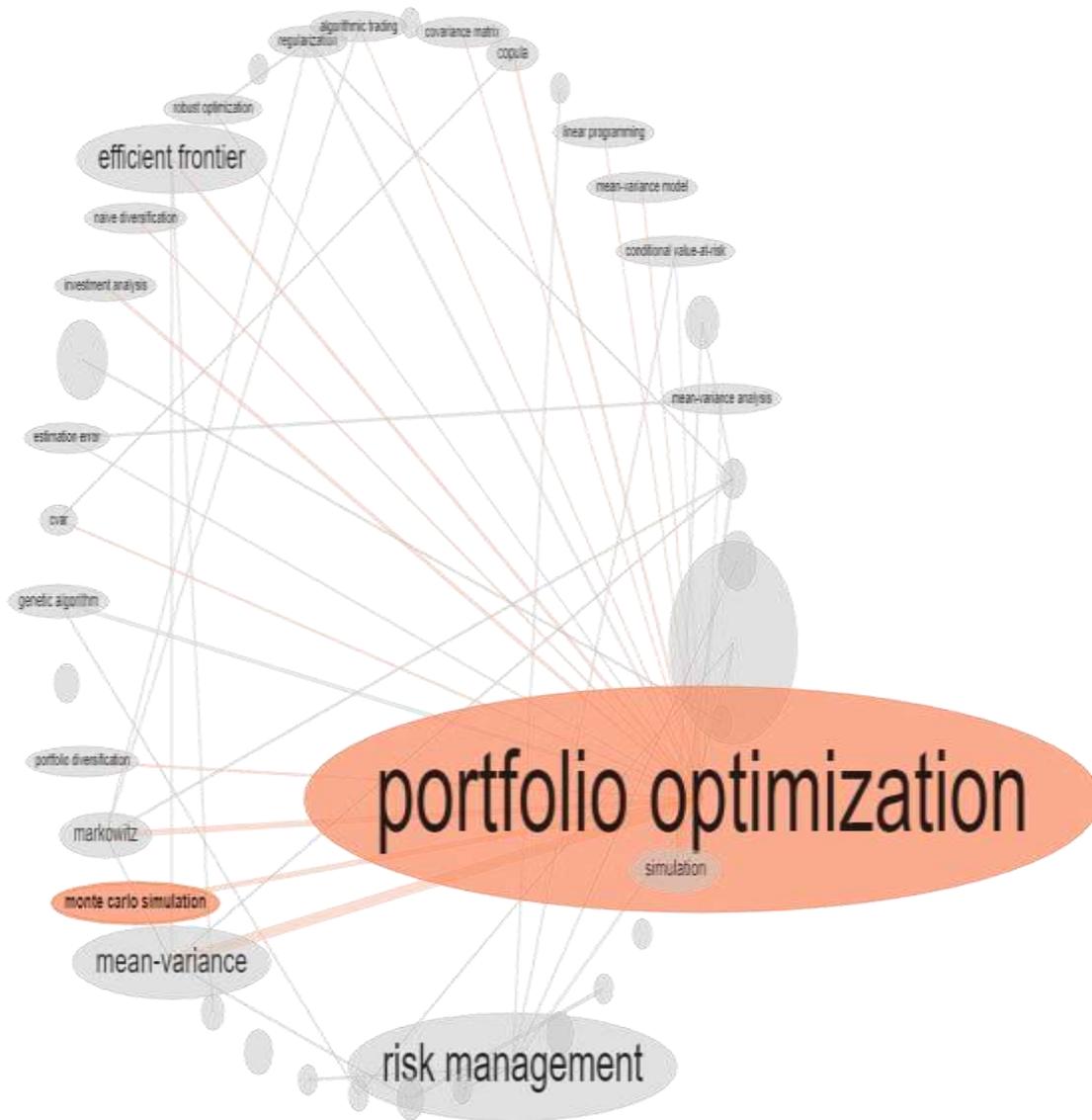


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Para uma melhor visualização da rede com em relação à *keyword* Monte Carlo *simulation* vamos aplicar um filtro.

Quando é aplicado um filtro, na rede acima, com a *keyword* Monte Carlo *simulation*, se pode verificar quais são as interrelações da *keyword* Monte Carlo *simulation* com as demais *keywords*, conforme a Figura 6 a seguir.

Figura 6. Rede de co-citação filtrada para *keyword* Monte Carlo *simulation*.



Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Figura 6 acima, as linhas em rosa identificam as *keywords* que tem interrelações com a *keyword* Monte Carlo *simulation*. Estas interrelações são apresentadas Tabela 19 abaixo.

Tabela 19. Principais *keywords* ligadas a *keyword* Monte Carlo *simulation*.

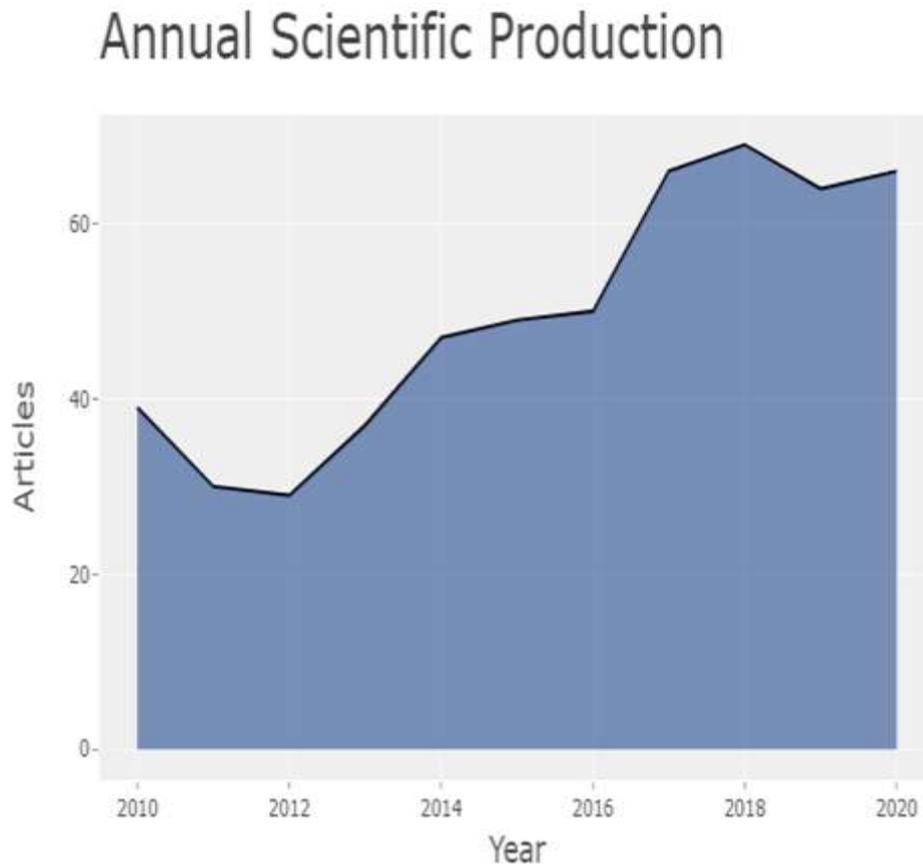
Principais <i>keywords</i> ligadas a <i>keyword monte carlo simulation</i>
algorithmic trading
conditional value-at-risk
copula
covariance matrix
cvar
efficient frontier
investment analysis
linear programming
markowitz
mean-variance
mean-variance analysis
mean-variance model
naive diversification
portfolio diversification

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Percebe-se nas Figura 6 e na Tabela 19 acima que as principais interrelações da *keyword* Monte Carlo *simulation* são com *keywords* que dizem respeito a modelos que tratam os resultados pelo método de concentração de dados, ou seja, apresentando como resultado medidas de posição e medidas de dispersão (por exemplo média e variância). Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Dando continuidade à Segunda Etapa da apresentação bibliométrica, será apresentado a seguir os resultados da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave iniciando pelo volume de produção anual no período conforme apresentado na Gráfico 5 abaixo.

Gráfico 5. Volume de produção anual – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

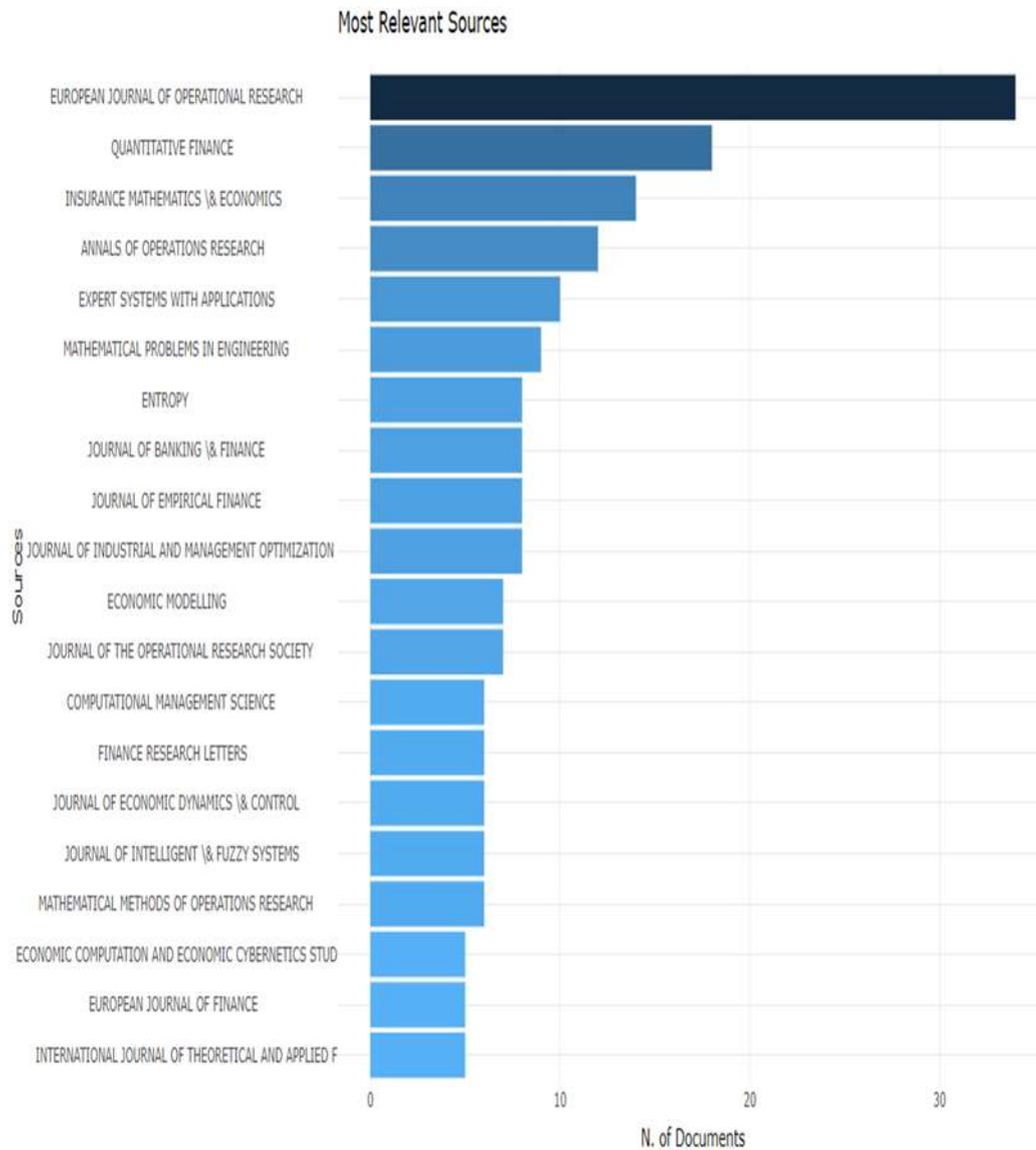


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

A pesquisa na *Scopus* com o primeiro conjunto de palavras chave é uma pesquisa generalizada sobre as extensões do modelo de portfólios E-V eficientes, inclusive métricas do risco e modelos de simulação pelo método de Monte Carlo e tem seu pico de produção em 2020 com um volume médio anual de aproximadamente cento e quarenta e cinco artigos científicos. Já a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chave é uma pesquisa específica sobre as extensões do modelo de portfólios E-V eficientes para modelos de simulação pelo método de Monte Carlo, tem seu pico de produção em 2017 e um volume médio anual de aproximadamente trinta e cinco artigos científicos. A pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave é uma pesquisa específica sobre as extensões do modelo de portfólios E-V eficientes para métricas do risco, tem seu pico de produção em 2018 e um volume médio anual de aproximadamente cinquenta artigos científicos.

As vinte mais relevantes fontes utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave são apresentadas no Gráfico 6 abaixo.

Gráfico 6. Fontes mais relevantes de publicações - *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.



Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

No Gráfico 6 acima podemos perceber que as fontes mais relevantes da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves são o *European Journal of Operational Research*, o *Quantitative Finance* e o *Insurance Mathematics \& Economics*.

A Tabela 20 abaixo apresenta a classificação das trinta mais frequentes *keywords* utilizadas nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave.

Tabela 20. *Keywords* mais frequentes - *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

	Words	Occurrences
1	portfolio optimization	85
2	portfolio selection	64
3	portfolio	40
4	mean-variance	34
5	optimization	30
6	risk management	20
7	risk	19
8	efficient frontier	17
9	asset allocation	16
10	conditional value-at-risk	16
11	value-at-risk	15
12	finance	14
13	mean-variance analysis	14
14	mean-variance model	14
15	mean-variance optimization	14
16	selection	13
17	entropy	12
18	estimation risk	12
19	g11	12
20	risk measure	12
21	uncertain variable	12
22	programming	11
23	cvar	10
24	portfolio choice	10
25	portfolio optimisation	10
26	portfolio theory	10
27	sharpe ratio	10
28	downside risk	9
29	model	9
30	portfolio management	9

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 20 acima as *keywords conditional value-at-risk, value-at-risk, estimation risk, risk measure* e *cvar* aparecem, respectivamente, com a frequência de 10, 11, 18, 20 e 23 referências, e a frequência total em relação as *keywords* associadas com *assessment, metrics, measures* e *estimation* é de 161 referências. Na classificação total das mais frequentes *keywords* não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

As Tabela 21 à Tabela 28 a seguir apresentam a classificação da frequência das duzentas e cinquenta *keywords* mais frequentes nas publicações da pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave classificadas em oito clusters: *portfolio otimização, portfolio, estimation, asset allocation, efficient frontier, martingale, uncertainty* e *portfolio theory*. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 72 ocorrências. As *keywords* relacionadas com a pesquisa na *Scopus* com o segundo conjunto de palavras chaves apresentam uma frequência total de 20 ocorrências.

Tabela 21. Cluster otimização de portfólio – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	portfolio otimização	Cluster_Label	1
Occurrences	Words	Occurrences	Words
64	portfolio selection	3	elliptical distributions
4	cardinality	2	principle
85	portfolio optimization	3	constraints
6	regularization	2	systematic risk
2	1	11	programming
14	mean-variance optimization	5	copula
4	possibility theory	3	semi-variance
5	genetic algorithm	4	evolutionary algorithms
34	mean-variance	12	g11
3	particle swarm optimization	4	deviation
2	information entropy	6	dynamic
9	risk measures	4	sparse portfolio
3	machine learning	3	minimum variance portfolio
8	mean-variance portfolio	2	markowitz model
3	var	5	linear programming
10	portfolio optimisation	6	markowitz
20	risk management	2	dynamic conditional
4	optimal control	6	dynamic programming
12	uncertain variable	4	multi-period portfolio selection
6	measure	7	credibility measure
4	factor model	3	mean-variance theory
3	shrinkage	4	transaction cost
3	lasso	4	robustness
12	risk measure	14	mean-variance analysis
10	cvar	12	entropy
14	finance	7	multi-period portfolio selection
5	black-litterman model	3	genetic
4	cardinality constraints	2	decision analysis
7	parameter uncertainty	3	multiobjective optimization
4	maximum principle	4	short selling
2	ambiguity	3	energy
3	time consistency	3	naive diversification
3	hamilton-jacobi-bellman equation	3	robust statistics
8	investment analysis	4	time inconsistency
2	spectral risk measure	4	uncertainty theory
3	black-litterman	4	c61
5	expected shortfall	3	stochastic
2	median	3	bayes-stein
3	robust portfolio	3	econometrics
3	risk assessment	3	performance
8	robust optimization	2	c14
3	statistics	3	mean-variance portfolio selection
5	out-of-sample	4	optimal portfolio
16	conditional value-at-risk	4	tail variance
3	optimal	4	utility functions
6	multi-objective	4	conditional value at risk
4	algorithm	3	efficiency
2	maximum drawdown	3	uncertainty modeling
3	regime switching	2	c1
8	estimation error	4	capm
3	portfolio performance		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 21 acima, cluster de otimização de portfólio, a frequência em relação as *keywords* *risk measures*, *measure*, *risk measure*, *spectral risk measure*, *risk assessment*, *estimation error* e *credibility measure* é de respectivamente 9, 6, 12, 2, 3, 8 e 7 ocorrências e a frequência em relação a *keyword* *out-of-sample* é de 5 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 22. Cluster portfólio – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	portfolio	Cluster_Label	2
Occurrences	Words	Occurrences	Words
40	portfolio	4	value at risk
9	portfolio management	3	investment risk
3	analysis	9	downside risk
2	fuzzy sets	8	semivariance
12	estimation risk	6	skewness
3	genetic algorithms	6	forecasting
2	asset selection	4	rebalancing
19	risk	8	variance
7	management	2	decision-making
14	value-at-risk	9	transaction costs
13	selection	4	fuzzy random variable
3	liquidity risk	4	conditional
30	optimization	4	efficient frontiers
2	algorithms	4	stability
4	risk analysis	3	convex optimization
4	out-of-sample performance		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 22 acima, cluster de portfólio, a frequência em relação a *keyword estimation risk* é de 12 ocorrências e a frequência em relação que a *keyword out-of-sample performance* é de 4 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 23. Cluster estimação – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	estimation	Cluster_Label	3
Occurrences	Words	Occurrences	Words
3	diversification	2	market efficiency
7	estimation	2	equity premium puzzle
4	behavioral finance	2	bubbles
2	applications	6	stochastic dominance
4	models	4	measures
2	econometric and statistical models	2	performance measures
4	covariance	4	cointegration
5	utility	5	robust

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 23 acima, cluster de estimação, a frequência em relação as *keywords estimation, measures e performance measures* é de respectivamente de 7, 4 e 2 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 24. Cluster alocação de ativos – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	asset allocation	Cluster_Label	4
Occurrences	Words	Occurrences	Words
16	asset allocation	2	covariance matrices
4	bootstrap	2	framework
4	portfolio construction	9	model
3	interval	3	data envelopment analysis
4	garch	3	frontier
8	portfolios	4	mutual funds
2	asset pricing models	4	risk aversion
5	performance evaluation	10	portfolio choice
5	distribution	2	hedge funds
2	maximum diversification	3	climate change
3	minimum variance	4	portfolio analysis
14	mean-variance model	5	shortage function
2	resource management	2	test
2	clustering algorithms	2	utility maximization

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 24 acima, cluster alocação de ativos, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 25. Cluster fronteira eficiente – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	efficient frontier	Cluster_Label	5
Occurrences	Words	Occurrences	Words
17	efficient frontier	10	sharpe ratio
5	optimal portfolio selection	5	covariance matrix
2	equation	2	regression
4	monte carlo simulation	5	theory
3	expected utility maximization	2	shrinkage estimator

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 25 acima, cluster de fronteira eficiente, a frequência em relação a *keyword* Monte Carlo *simulation* é de 4 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 26. Cluster martingale – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	martingale	Cluster_Label	6
Occurrences	Words	Occurrences	Words
4	martingale	3	dynamic optimality
3	geometric brownian motion	2	markov process
2	mean variance analysis		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 26 acima, cluster martingale, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 27. Cluster incerteza – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

Cluster	uncertainty	Cluster_Label	7
Occurrences	Words	Occurrences	Words
9	uncertainty	5	simulation
2	continuous-time markowitz problem	2	real
4	mean-variance portfolio optimization	2	monte carlo

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 27 acima, cluster de fronteira eficiente, a frequência em relação as *keywords simulation* e Monte Carlo é de respectivamente 5 e 2 ocorrências. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Tabela 28. Cluster teoria de portfólio – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

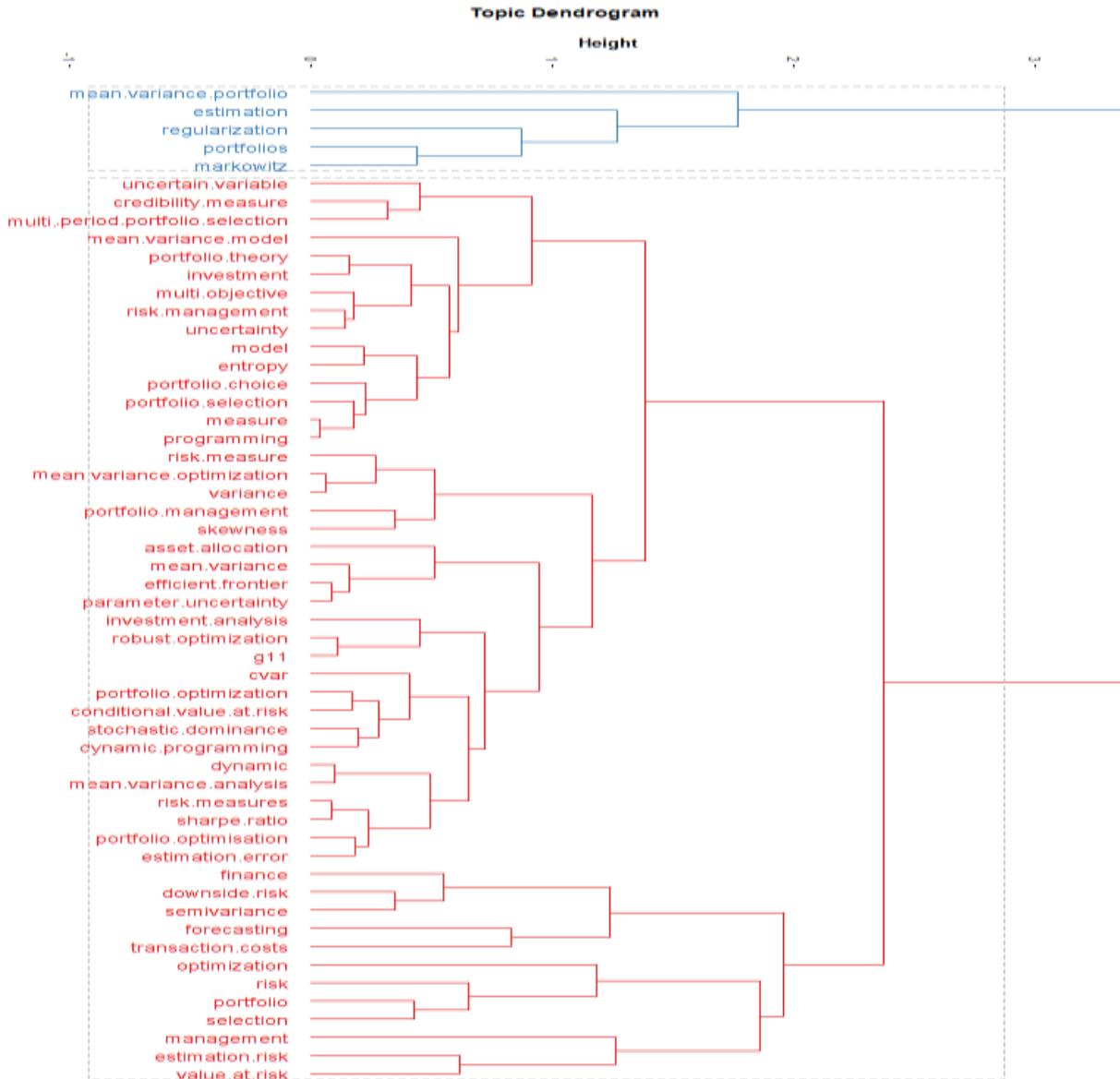
Cluster	portfolio theory	Cluster_Label	8
Occurrences	Words	Occurrences	Words
10	portfolio theory	3	time-consistent strategy
8	investment		

Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

Na Tabela 28 acima, cluster teoria de portfólio, não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 7 a seguir será apresentado o dendrograma das 50 mais frequentes *keywords* utilizadas na pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave.

Figura 7. Dendrograma das *keywords* - *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.

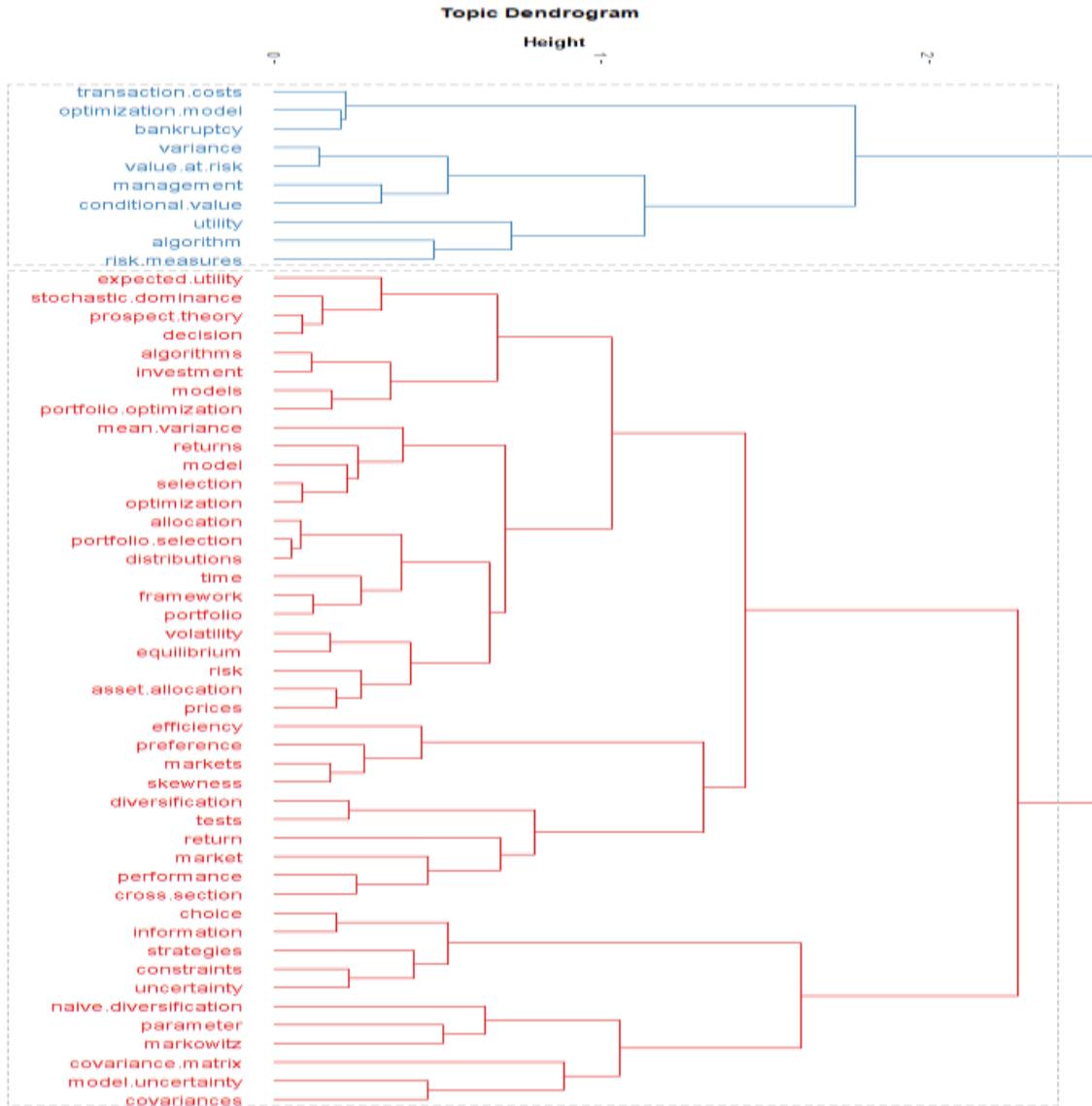


Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma apresenta dois grupos específicos. No primeiro grupo está incluída a *keyword* *estimation*, relativa ao segundo conjunto de palavras chaves. No segundo grupo estão incluídas as *keywords* *credibility.measure*, *measure*, *risk.measure*, *cvar*, *conditional.value.at.risk*, *risk.measures*, *estimation.error*, *downside.risk*, *estimation.risk* e *value.at.risk*, relativas ao terceiro conjunto de palavras chaves. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na Figura 8 abaixo será apresentado o dendrograma das 50 mais frequentes *keywords plus* (mais frequentes *keywords* das referências) utilizadas na pesquisa na *Scopus* com o terceiro conjunto de palavras chave.

Figura 8. Dendrograma das *keywords plus* – *Scopus*, terceiro conjunto de palavras chave.



Fonte: Dados da *Scopus* elaborado pelo autor.

O dendrograma apresenta dois grupos específicos, mas em nenhum dos grupos aparecem palavras chaves relacionadas com o segundo ou com o terceiro conjunto de palavras chaves. Na Figura 8 as *keywords* das referências não apresentam *keywords* relacionadas diretamente com métricas do risco, indicando que a maior parte dos títulos não deve ser especificamente sobre métricas do risco. Não aparecem *keywords* relacionadas especificamente à modelos de otimização com simulação que apresentem a distribuição de frequência empírica dos ótimos simulados ou à métricas do risco com espaço objetivo aumentado, como evoluções do modelo de portfólio E-V eficiente.

Na pesquisa na *Scopus* com o primeiro, segundo e terceiro conjunto de palavras chaves, a fonte mais relevante é o *European Journal of Operational Research* com 59 artigos, a fonte de referências mais citada é o *Journal of Finance* com 1252 citações; os três mais relevantes autores são Li, Li, e Li com respectivamente 30, 24 e 22 artigos; os autores mais citados são Markowitz, Li, e Zhou, com respectivamente 1007, 824 e 673 citações; as três mais relevantes entidades são a Sun Yat-Sen University, a Chinese University of Hong Kong e a Shanghai University of Finance and Economics com respectivamente 26, 23 e 23 artigos; os três países com maior produção científica na área em questão são a China, os Estados Unidos e a Inglaterra com respectivamente 758, 314 e 153 artigos; os três países mais citados são a China, os Estados Unidos e Hong Kong com respectivamente 1528, 1354 e 531 artigos citados. As principais colaborações do Brasil são com Portugal, Espanha e Alemanha.

Terceira Etapa – Filtro das pesquisas na *Scopus* e na *Web of Science* por campos específicos.

Para confirmar o que foi identificado principalmente nas Figura 6, na Tabela 19 e na Figura 8 acima, será realizada agora uma análise e listagem dos resultados das seis pesquisas realizadas, três na base de dados da *Scopus* e três na base de dados da *Web of Science*, utilizando filtros, com dois objetivos:

- Primeiro separar por cluster de títulos específicos os documentos das bases de dados filtrados nos campos de *keyword*, *keyword plus*, *abstract* e *title*, pelas palavras chaves *sampled*, *sampling*, *resampled*, Monte Carlo, *sample* e *simulation* de forma que se possa concluir se existem artigos que apresentem os seus resultados na forma da distribuição de probabilidade empírica de todos os resultados ótimos de um modelo de otimização com simulação, e não pelo usual método de concentração de dados (medidas de posição e de dispersão como a média e a variância), e de que forma estes resultados seriam tratados nos documentos em questão, caso existam. As bases de dados serão analisadas, com a exclusão de títulos repetidos na mesma base ou em bases diferentes, e os títulos resultantes da análise serão classificados qualitativamente em clusters e apresentados em uma tabela.

- Segundo separar por cluster de títulos específicos os documentos das bases de dados filtrados nos campos de *keyword*, *keyword plus*, *abstract* e *title*, pelas palavras chaves *assessment*, *metrics*, *measures* e *estimation*, de forma que se possa verificar se existem artigos que apresentem seus resultados a respeito de métrica do risco na forma de uma métrica do risco com espaço objetivo aumentado, de forma a considerar um maior número de parâmetros a serem otimizados, possibilitando melhores resultados, e caso existam como são suas formulações. As bases de dados serão analisadas, com a exclusão de títulos repetidos na mesma base ou em bases diferentes, e os títulos resultantes da análise serão classificados qualitativamente em clusters e apresentados em uma tabela.

Nas pesquisas na *Scopus* e na *Web of Science* utilizando os três conjuntos de palavras chave, em um total de seis pesquisas, após a aplicação dos filtros nos campos de *keyword*, *keyword plus*, *abstract* e *title*, e exclusão dos títulos repetidos, foram selecionados cento e setenta e dois títulos filtrados pelas palavras chaves *sampled*, *sampling*, *resampled*, Monte Carlo, *sample* e *simulation*, para serem classificados em clusters. A Tabela 29 a abaixo apresenta o resultado do cluster de títulos para modelos específicos a respeito de simulação e a respeito do método de Monte Carlo com um total de 172 títulos.

Nas pesquisas na *Scopus* e na *Web of Science* utilizando os três conjuntos de palavras chave, em um total de seis pesquisas, após a aplicação dos filtros nos campos de *keyword*, *keyword plus*, *abstract* e *title*, e exclusão dos títulos repetidos, foram selecionados seiscentos e dez títulos filtrados pelas palavras chaves *assessment*, *metrics*, *measures* e *estimation*, para serem classificados em clusters. A Tabela 30 a seguir apresenta o resultado do cluster de títulos para métodos específicos a respeito de métricas do risco com um total de 610 títulos.

Tabela 29. Cluster de títulos a respeito de métodos de otimização com simulação.

Cluster de métodos	Número artigos
Artificial Intelligence	37
Bayes	4
Bootstrap	2
Cluster Analysis	4
Copula	9
Correlation Matrix	5
Conditional Value at Risk	3
Data Envelopment Analysis	2
Dimension Reduction	1
Diversos	9
Dynamic Model	4
Global Minimal Variance	1
Gross-Exposure	2
Importance Sample	1
Kernel Density Estimator	1
Linear Programming	2
Model Predictive Control	2
Multiperiod Model	4
Operational Research	3
Operational Risk	2
Portfolio Analysis	11
Regression	2
Replica Analysis	2
Robust Optimization	5
Sampling Resampling Monte Carlo	10
Shrinkage	3
Social	1
Stochastic Models	20
Utilities	19
Value-at-Risk	1
Soma	172

Fonte: Dados da *Scopus* e da *Web of Science* elaborada pelo autor.

Tabela 30. Cluster de títulos a respeito de métricas do risco.

Cluster de métricas do risco	Número artigos
Adaptive models	2
Bayes	7
Black-Litterman	11
Bootstrap	5
Cluster models	3
Conditional value-at-risk	9
Copula models	7
Data envelopment analysis	2
Diversification	29
Diversos	126
Downside models	7
Dynamic optimization	13
Forecast	9
Foreign studies	4
Fuzzy models	31
Garch models	2
Genetic Algorithm	2
Geometric Brownian	1
Interval selection	1
Learning models	7
Linear models	11
Mean models	37
Multi-objetive	9
Multi-period models	7
Multicriteria models	1
Multivariate models	5
Nonparametric	5
Performance measures	1
Robust optimization	37
Sharpe ratio	1
Shrinkage	4
Stochastic models	11
Tail dependence	1
Value-at-risk	7
Variance	193
Vast Portfólio	2
Soma	610

Fonte: Dados da *Scopus* e da *Web of Science* elaborada pelo autor.

Em função da impossibilidade de listar o grande número de artigos relacionados nas Tabela 29 e Tabela 30 serão listados a seguir, para cada cluster de cada tabela, somente uma referência de cada cluster, sendo priorizada a referência mais relevante e/ou mais atual do cluster identificado. A totalidade das referências pode ser obtida pela realização das pesquisas na *Scopus* e na *Web of Science* com o conjunto de palavras chaves das pesquisas e os campos utilizados como filtro na geração das tabelas.

Assim na Tabela 29 as referências são:

- Artificial Intelligence: Yan, Hu, and Lai. (2018).
- Bayesian Models: Platanakis, Sutcliffe, and Ye. (2020).
- Bootstrap: Shen. et al. (2019).
- Cluster Analysis: Begusiae, and Kostanjèar. (2020).
- Copula: Chakkalakal, Hommel, and Li. (2018).
- Correlation Matrix: Münnix, Schäfer, and Grothe. (2014).
- Conditional Value at Risk: Naccarato, and Pierini. (2014).
- Data Envelopment Analysis: Xiao, Ren, and Ren. (2020).
- Dimension Reduction: Resta. (2012).
- Diversos: Jiang, Hong, and Nelson. (2020).
- Dynamic Model: Cong. and Oosterlee. (2016).
- Global Minimal Variance: Vasyi Golosnoy,et al. (2020).
- Gross-Exposure: Fan, Zhang, and Yu,(2012).
- Importance Sample: Ekblom, and Blomvall(2020).
- Kernel Density Estimator: Yua,et al. (2020).
- Linear Programming: Huang, and Lin. (2018).
- Model Predictive Control: Yamada,and Primbs. (2018).
- Multi period Model: Zhou,et al. (2018).
- Operational Research: Zhao, Chakrabarti,and Muthuraman. (2019).
- Operational Risk: Eckert, Gatzert and Heidinger. (2020).
- Portfolio Analysis: Zhu, Yu, and Mathew. (2020).
- Regression: Filip Klimenka & James Lewis Wolter (2019).
- Replica Analysis: Shinzato. (2016).
- Robust Optimization: Adhikari, Putnam, and Panta. (2020).
- Sampling Resampling Monte Carlo: Shadabfar, and Cheng. (2020).
- Shrinkage: Sun, Ma,and Liu. (2018).
- Social Models: Torres, and Enciso (2017).
- Stochastic Models: Post, Karabatiand Arvanitis. (2018).
- Utilities: Lai. et al. (2019).
- Value-at-Risk: Zaichao Du, and Pei. (2020).

E continuando na Tabela 30, as referências são:

- Adaptive models: Ruidi Song and Yue Chan (2020)
- Bayesian models: Becker, Gurtler, Hibbelin . (2015).
- Black-Litterman: Xinxin, Jianjun. (2016).
- Bootstrap: Begoña. (2016).
- Cluster models: Mahdi, Masoud, Alireza A. (2020).
- Conditional value-at-risk: Christopher, Millery. (2017).
- Copula models: Kwong, Low. (2015).
- Data envelopment analysis: Edirisinghe, Zhang. (2010).
- Diversification: DeMiguel, Garlappi, Uppal. (2009).
- Diversos: Kolm, Tütüncü, Fabozzi. (2014).
- Downside models: Fortin, Jaroslava Hlouskova. (2015).
- Dynamic optimization: Bianchi, Guidoliny. (2013).
- Forecast: Allen, Lizieri, Satchell. (2019).
- Foreign studies: Owen. (2015).
- Fuzzy models: Kaczmarek, Dymova, Sevastjanov. (2020).
- Garch models: Aziz, Spyridon Vrontos, Hasim. (2019).
- Genetic Algorithm. (2012).
- Geometric Brownian: Abensur, Moreira, Faria. (2020).
- Interval selection: Li, Qin. (2014).
- Learning models: Ban, Karoui, Lim. (2016).
- Linear programming: Yu, Chiou, Mu. (2015).
- Mean models: Banihashemi, Azarpour, Navvabpour. (2016).
- Multicriteria models: Santamaría, Aguarón, Moreno-Jiménez. (2020).
- Multiobjective models: Hilario-Caballero. et al. (2020).
- Multi period models: Liu, Zhang, Zhang. (2013).
- Multivariate models: Bianchi, Tassinari. (2018).
- Nonparametric: Salah. et al. (2018).
- Performance measures: Caporin. (2014).
- Robust optimization: Tang, Ling. (2014).
- Sharpe ratio: Wang, Chen, Lianet al. (2020).
- Shrinkage: DeMiguel, Martin-Utrera, Nogales. (2013).
- Stochastic models: Post, Karabatı, Arvanitis. (2018).
- Tail dependence: Leal, Mendes. (2013).
- Value-at-risk: Du, Pei. (2020).
- Variance: Sui, Hu, Ma. (2020).
- Vast Portfólio: Fan, Zhang, Yu. (2012).

Analisando as Tabela 29 e Tabela 30, e confirmando o que foi identificado principalmente na Figura 6, na Tabela 19 e na Figura 8 acima, as conclusões da análise bibliométrica em relação às duas suposições, sobre as evoluções, até a presente data, dos modelos da teoria de portfólios E-V eficientes de Markowitz, apresentadas neste trabalho são que:

- A simulação vem sendo utilizada nos modelos de otimização de portfólios como um meio para se obter melhores resultados e modelos, para se validar resultados, já que problemas práticos podem ser inacessíveis para modelagem exceto quando se recorre à simulação, como um meio para comparação entre modelos ou resultados, como análise de resultados dos modelos ou ainda para projeção dos resultados dos modelos em janelas de *holdout*, porém, com a apresentação dos resultados sendo sempre realizada pelo método de concentração de dados. Não foi identificado, em nenhum dos documentos revisados na pesquisa bibliométrica realizada, a simulação sendo utilizada nos modelos de otimização de portfólios como um fim, ou seja, para obter a distribuição de probabilidade empírica de todos os resultados ótimos inerentes à simulação.
- As pesquisas bibliométricas realizadas não apresentaram em seus resultados uma métrica do risco na forma de uma métrica do risco com espaço objetivo aumentado, de forma a considerar um maior número de parâmetros a serem otimizados, possibilitando, assim, melhores resultados. Não foi identificado em nenhum dos documentos revisados na pesquisa bibliométrica realizada métricas do risco com o espaço objetivo aumentado.

4. Conclusão

Com o estudo se pode concluir que as ferramentas com o objetivo de auxiliar na busca por temas específicos se tornaram de extrema necessidade para mensurar e quantificar, de forma temporal, estudos relacionados aos assuntos de interesse dos pesquisadores. Com a análise bibliométrica, é possível sumarizar os dados relacionados as palavras chaves de interesse e conseguir observar, o número de publicações com o tema de interesse no período escolhido, assim como os autores que mais produzem, as quantidades de citações, a colaboração entre países, o autor mais citado, o jornal que mais publicou artigos com o tema, dentre outros. Como demonstrado também é possível realizar a validação ou a rejeição a respeito de suposições da existência de soluções específicas para determinada área de pesquisa. Verificamos assim que a bibliometria é de grande eficiência e utilidade quando se busca por levantamentos científicos em massa. A bibliometria é de fato uma ferramenta essencial e a mesma vem sendo utilizada de forma cada vez mais frequente, juntamente com os programas e softwares que possibilitam a sua realização. Somente pelo uso da bibliometria é possível chegar as conclusão de que, até a presente data: primeiro, a simulação vem sendo utilizada nos modelos de otimização de portfólios como um meio para se obter melhores resultados e modelos, para se validar resultados, já que problemas práticos podem ser inacessíveis para modelagem exceto quando se recorre à simulação, como um meio para comparação entre modelos ou resultados, como análise de resultados dos modelos ou ainda para projeção dos resultados dos modelos em janelas de *holdout*, porém, com a apresentação dos resultados sendo sempre realizada pelo método de concentração de dados. Não foi identificado, em nenhum dos documentos revisados na pesquisa bibliométrica realizada, a simulação sendo utilizada nos modelos de otimização de portfólios como um fim, ou seja, para obter a distribuição de probabilidade empírica de todos os resultados ótimos inerentes à simulação e segundo, as pesquisas bibliométricas realizadas não apresentam em seus resultados uma métrica do risco na forma de uma métrica do risco com espaço objetivo aumentado, de forma a considerar um maior número de parâmetros a serem otimizados, possibilitando, assim, melhores resultados. Não foi identificado em nenhum dos documentos revisados nas pesquisas bibliométricas realizadas métricas do risco com o espaço objetivo aumentado. Assim é demonstrado o grande potencial da bibliometria e de forma que se pode fortemente sugerir que artigos futuros tenham sempre sua pesquisa bibliográfica acompanhada de um estudo bibliométrico a respeito do assunto abordado pela pesquisa do artigo.

Agradecimentos

Agradecemos a DBD - Divisão de Bibliotecas e Documentação da PUC-Rio - pelo auxílio na utilização dos repositórios de dados utilizados e a Iasmyn Lugon pela realização das figuras.

Referências

- Abensur, E. O., Moreira, D. F., & Faria A. C. R. (2020). Geometric Brownian Motion: An Alternative to High-Frequency Trading for Small Investors. *Independent Journal of Management & Production (IJM&P)*, 10.14807/ijmp.v11i3.1114. <http://www.ijmp.jor.br>.
- Adhikari, R., Putnam, K. J., & Panta, H. (2020). Robust Optimization-Based Commodity Portfolio Performance. *Internacional Journal of Financial Studies*, 8, p. 54, 2020.
- Allen, D., Lizieri, C., & Satchell, S. (2019). In Defense of Portfolio Optimisation What If We Can Forecast? <https://ssrn.com/abstract=3373594>.
- Andrade, F. (2012). Análise Bibliométrica da produção científica de pesquisadores e referências de um período da engenharia de produção. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2012.
- André, C. (2012) Análise Bibliométrica do Periódico Científico Trans informação. *Universidade Federal de Santa Catarina*, 2012.
- Araújo, C. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, 12(1), 11-32. 2006.
- Aziz, N. S. A., Spyridon V., S., & Hasim, H. M. (2019). Evaluation of multivariate GARCH models in an optimal asset allocation framework. *North American Journal of Economics and Finance*, 47 (2019) 568–596.
- Bahia, E., Santos, R., & Blattmann, U. (2011). Estudo Bibliométrico sobre preservação digital: Library and information science abstracts – LISA. *Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.*
- Ban, G., Karoui, N. E., & Lim, A. E. B. (2016). Machine Learning and Portfolio Optimization. *Published online in Management Science Articles in Advance*, 21 Nov 2016. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.2016.2644>.
- Banihashemi, S., Azarpour, A. M., & Navvabpour, H. (2016). Portfolio Optimization by Mean-Value at Risk Framework. *Applied Mathematics & Information Sciences*, 10(5), 1935-1948 (2016).
- Becker, F., Gurtler, M., & Hibbelin M. (2015). Markowitz versus Michaud Portfolio Optimization Strategies Reconsidered. (2015), *European Journal of Finance*, 21, 269-291.
- Begoña F. (2016). Bootstrap estimation of the efficient frontier. *Computer Management Science*, (2016) 13:541–570. 10.1007/s10287-016-0257-2.
- Begusiae, S. & Kostanjèar, Z. (2020). Cluster-Specific Latent Factor Estimation in High-Dimensional Financial Time Series. *in IEEE Access*, 8, 164365-164379, 2020, 10.1109/ACCESS.2020.3021898.
- Bianchi, D., & Guidoliny, M. (2013). Can Long-Run Dynamic Optimal Strategies Outperform Fixed-Mix Portfolios? Evidence from Multiple Data Sets. <http://ssrn.com/abstract=2353761>.
- Bianchi, M. L., & Tassinari, G. L. (2018). Forward-looking portfolio selection with multivariate non-Gaussian models and the Esscher transform. [arXiv:1805.05584v2](https://arxiv.org/abs/1805.05584v2).
- Caporin, M. (2014). A Survey on the Four Families of Performance Measures. *Journal of Economic Surveys*, (2014) 28(5), 917–942.
- Café, L., & Brascher, M. (2008). Organização da Informação e Bibliometria. *Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.*
- Chakkalakal, L., Hommel, U., & Li, W. (2018). Transport infrastructure equities in mixed-asset portfolios: estimating risk with a Garch-Copula CVaR model, *Journal of Property Research*, 35: 2, 117-138, 10.1080/09599916.2018.1461126.
- Christopher, W., & Millery, I. Y. (2017). Optimal Control of Conditional Value-at-Risk in Continuous Time. [arXiv:1512.05015v3](https://arxiv.org/abs/1512.05015v3).
- Chueke, G., & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. 11(2), 1-5. 2015.
- Cong, F., & Oosterlee, C. W. (2016). Multi-period mean–variance portfolio optimization based on Monte-Carlo simulation. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 64(2016)23–38.
- DeMiguel, V., Garlappi, L., & Uppal, R., (2009). Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy? *The Review of Financial Studies* 22(5)2009. 10.1093/rfs/hhm075.
- DeMiguel, V., Martin-Utrera, A., & Nogales, F. J. (2013). Size matters: Optimal calibration of shrinkage estimators for portfolio Selection. *Journal of Banking & Finance*, 37 (2013) 3018–3034.
- Domingues, M. A. (2018). Mapeamento da Ciência com o Pacote R Bibliometrix: Uma aplicação no estudo de Empreendedorismo Acadêmico. *Proceeding of ISTI/SIMTEC* (2018), 10.7198/S2318-3403201800010033, 9(1), 287-294.
- Du, Z., & Pei, P. (2020). Backtesting Portfolio Value-at-Risk with Estimated Portfolio Weights. *Journal of Time Series Analysis*, 41: 605–619 (2020). Published online 06April 2020 in WileyOnline Library (wileyonlinelibrary.com) 10.1111/jtsa.12524.

- Eckert, C., Gatzert, N., & Heidinger, D. (2020). Empirically assessing and modeling spillover effects from operational risk events in the insurance industry. *Insurance: Mathematics and Economics*, 93, 72–83, 2020.
- Edirisinghe, N. C. P., & Zhang, X. (2010). Input/output selection in DEA under expert information with application to financial markets. *European Journal of Operational Research* 207 (2010) 1669–1678.
- Eklblom, J., & Blomvall J. (2020). Importance sampling in stochastic optimization: An application to intertemporal portfolio choice. *European Journal of Operational Research*, 285, 106-119, 2020.
- Fan, J., Zhang, J., & Yu, K. (2012). Vast Portfolio Selection with Gross-Exposure Constraints. *Journal of the American Statistical Association*, 107: 498, 592-606.
- Fortin, J. H. J. (2015). Downside loss aversion: Winner or loser? *Math Meth Oper Res*, (2015) 81:181–233. 10.1007/s00186-015-0493-1.
- Hilarío-Caballero, A. et al. (2020). Tri-Criterion Model for Constructing Low-Carbon Mutual Fund Portfolios: A Preference-Based Multi-Objective Genetic Algorithm Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 6324, 10.3390/ijerph17176324.
- Huang, S., & Lin, T. (2018). A Linearization of the Portfolio Optimization Problem with General Risk Measures Under Multivariate Conditional Heteroskedastic Models. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 47, 449-469. 10.1111/ajfs.12218.
- Jiang, G., Hong, L. J., & Nelson, B. L. (2020). Online Risk Monitoring Using Offline Simulation. *INFORMS Journal on Computing*, 32(2), 356-375. <https://doi.org/10.1287/ijoc.2019.0892>.
- Kaczmarek, K., Dymova, L., & Sevastjanov, P. (2020). A Simple View on the Interval and Fuzzy Portfolio Selection Problems. *Entropy*, 22, 932, 10.3390/e22090932.
- Klimenka, F., & Wolter, J. L. (2019). Multiple Regression Model Averaging and the Focused Information Criterion with an Application to Portfolio Choice. *Journal of Business & Economic Statistics*, 37: 3, 506-516, 10.1080/07350015.2017.1383262.
- Kolm, P. N., Tütüncü, R., & Fabozzi, F. J. (2014). 60 Years of portfolio optimization: Practical challenges and current trends. *European Journal of Operational Research* 234 (2014) 356–371.
- Kwong, R., & Low, Y. (2015). Vine copulas: Modeling systemic risk and enhancing higher-moment portfolio optimization. <http://ssrn.com/abstract=2259076>.
- Lai, S. et al. (2019). Gas Generation Portfolio Management Strategy Based on Financial Derivatives: Options. *2019 9th International Conference on Power and Energy Systems (ICPES)*, 1-6, 10.1109/ICPES47639.2019.9105461.
- Leal, R. P. C., & Mendes, B. V. M. (2013). Assessing the effect of tail dependence in portfolio allocations. *Applied Financial Economics*, 2013 23(15), 1249–1256, <http://dx.doi.org/10.1080/09603107.2013.804160>.
- Li, X., & Qin, Z. (2014). Interval portfolio selection models within the framework of uncertainty theory. *Economic Modelling* 41 (2014) 338–344.
- Lin, P. (2012). Portfolio Optimization and Risk Measurement Based on Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 8(3), 10.3934/jimo.2012.8.549.
- Liu, Y., Zhang, W., & Zhang, P. (2013). A multi-period portfolio selection optimization model by using interval analysis. *Economic Modelling*, 33 (2013) 113–119.
- Mahdi, M., Masoud, M., & Alireza A., K., (2020). Development of an efficient cluster-based portfolio optimization model under realistic market conditions. *Empirical Economics*, (2020), 59:2423–2442. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01802-5>.
- Mello, I., Barbosa, K., Dantas, J., & Botelho, D. (2015). 25 Anos de Publicação em Auditoria: Análise Bibliométrica com Ênfase na Lei de Lotka, Lei de Zipf e Ponto de Transição (T) de Goffman. *Congresso de Contabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina*. 2015.
- Mugnaini, R. (2004). Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. *Ci. Inf., Brasília*, 33(2), 123-131, 2004.
- Münnix, M. C., Schäfer, R., & Grothe, O. (2014). Estimating correlation and covariance matrices by weighting of market similarity. *Quantitative Finance*, 14: 5, pp. 931-939, 10.1080/14697688.2011.605075.
- Naccarato, A., & Pierini, A. (2014). Element-by-element estimation of a volatility matrix. An Italian portfolio simulation. *Investment Management and Financial Innovations*, 11(3), 2014.
- Otlet, P. (1934). *Traité de documentation: Le Livre Sur Le Livre – Théorie et Pratique*. Éditeurs-Imprimeurs D. Van Keerberghen & Fils, Editones Mundaneum, Palais Mondial. https://lib.ugent.be/fulltxt/handle/1854/5612/Traite_de_documentation_ocr.pdf.
- Owen W. S. (2015). Foreign Currency Exposure within Country Exchange Traded Funds. *Frontiers in Finance*, 1, 2015.
- Penteado, R. (2002). Aplicação da Bibliometria na Construção de Indicadores sobre a Produção Científica da Embrapa. *Workshop Brasileiro de Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento*. 2002.
- Pimenta, A., Portela, A., Oliveira, C., & Ribeiro, R. (2017). A Bibliometria nas pesquisas acadêmicas. *Revista de ensino, pesquisa e extensão*, 4(7), 2017.
- Pizzani, L., Silva, R., & Hossne, W. (2010). Análise bibliométrica dos 40 anos da produção científica em Bioética no Brasil e no mundo. *Revista - Centro Universitário São Camilo*. 2010.

- Platanakis, E., Sutcliffe, C., & Ye, X. (2020). Horses for Courses: Mean-Variance for Asset Allocation and 1/N for Stock Selection. <https://ssrn.com/abstract=3372334>.
- Post, T., Karabati, S., & Arvanitis, S. (2018). Portfolio optimization based on stochastic dominance and empirical likelihood. *Journal of Econometrics*, 206 (2018) 167–186.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 24(4), 348-349. SCOPUS. <https://www-scopus.ez20.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic>.
- Resta, M. (2012). Portfolio optimization with dimension reduction techniques: A comprehensive simulation study. *Neurocomputing: Learning, Architectures and Modeling*, 9, 93-118, 2012.
- Ruidi S., & Yue C. (2020). A New Adaptive Entropy Portfolio Selection Model. *Entropy*. 22, 951, 10.3390/e22090951.
- Salah, H. B. et al. (2018). Mean and median-based nonparametric estimation of returns in mean-downside risk portfolio frontier. *Ann Oper Res.*, (2018) 262:653–681. <https://doi.org/10.1007/s10479-016-2235-z>.
- Santamaría, R., Aguarón, J., & Moreno-Jiménez, J. M. (2020). A multicriteria approach based on Analytic Hierarchy Process and compromise programming in portfolio selection. *J Multi-Crit Decis Anal.* 2020, 27, 141–146. 10.1002/mcda.1699.
- Scarpel, L. (2016). Pesquisa Científica. *Instituto Tecnológico de Aeronáutica Engenharia Mecânica-Aeronáutica (IEM)*, Departamento de gestão e suporte à decisão centro de gestão em engenharia. 2016.
- Shadabfar, M., & Cheng, L. (2020). Probabilistic approach for optimal portfolio selection using a hybrid Monte Carlo simulation and Markowitz model. *Alexandria Engineering Journal*, 59, 3381-3393, 2020.
- Shen, W. et al. (2019). The Kelly Growth Optimal Portfolio with Ensemble Learning. *The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19)*.
- Shinzato, T. (2016). Replica Analysis for the Duality of the Portfolio Optimization Problem. arXiv:1609.05475v1.
- Silva, F., Santos, B. M. E., & Vils, L. (2016). Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 2016.
- Soares, P., Carneiro, T., Calmon, Castro, J., & Otávio L. (2016). Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, 16(1), 175-185. 2016.
- Sui, Y., Hu, J., & Ma, F. (2020). A Mean-Variance Portfolio Selection Model with Interval-Valued Possibility Measures. *Mathematical Problems in Engineering*, 12. <https://doi.org/10.1155/2020/4135740>.
- Sun, R., Ma, T., & Liu, S. (2018). A Stein-type shrinkage estimator of the covariance matrix for portfolio selections. *Metrika* (2018), 81, 931-952. <https://doi.org/10.1007/s00184-018-0663-2>.
- Tang, L., & Ling, A. (2014). Closed-Form Solution for Robust Portfolio Selection with Worst-Case CVaR Risk Measure. *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2014, Article ID 494575, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/494575>.
- Torres, O. T., & Enciso, I. M. T (2017). Is socially responsible investment useful in Mexico? A multi-factor and ex-ante review. *Contaduría y Administración*, 62 (2017) pp. 222–238.
- Vasyl, G. V., et al. (2020). Statistical inferences for realized portfolio weights. *Econometrics and Statistics*, 14, 49-62, 2020.
- Vanti, N. A. P. (2002) Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, 31(2), 152-162.
- Wallin, M. W. The bibliometric structure of spin-off literature. *Innovation: Management, Policy, & Practice*, 14(2), 162(16), 2012.
- Wang, C. D., et al. (2020). Asset selection based on high frequency Sharpe ratio. *Journal of Econometrics* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.05.007>.
- Xiao, H., Ren, T., & Ren, T. (2020). Estimation of fuzzy portfolio efficiency via an improved DEA approach. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 58: 3, pp. 478-510, 10.1080/03155986.2020.1734904.
- Xinxin, J., & Jianjun, G. (2016). Extensions of Black-Litterman portfolio optimization model with downside risk measure. *IEEE*, 978-1-4673-9714-8/16/\$31.00© 2016.
- Yamada, Y., & Primbs, J.A. (2018). Model Predictive Control for Optimal Pairs Trading Portfolio with Gross Exposure and Transaction Cost Constraints. *Asia-Pacific Finan Markets*, 25. 1–21, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10690-017-9236-z>.
- Yan, D., Hu, Y. & Lai, K. A. (2018). A Nonlinear Interval Portfolio Selection Model and Its Application in Banks. *J Syst Sci Complex* 31, 696-733 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11424-017-6070-3>.
- Yu, J., Chiou, W. P., & Mu, D. (2015). A linearized value-at-risk model with transaction costs and short selling. *European Journal of Operational Research* 247 (2015) 872–878.
- Yua, X. et al. (2020). Hedging the exchange rate risk for international portfolios. *Mathematics and Computers in Simulation*, 173, 85-104, 2020.
- Zhao, L., Chakrabarti, D., & Muthuraman, K. (2019). Portfolio Construction by Mitigating Error Amplification: The Bounded-Noise Portfolio. *Operations Research*, 67(4): 965-983. <https://doi.org/10.1287/opre.2019.1858>.

Zhou, Z. et al. (2018). Time-Consistent Strategies for Multi-Period Portfolio Optimization with/without the Risk-Free Asset. *Mathematical Problems in Engineering*, 20 <https://doi.org/10.1155/2018/7563093>.

Zhu, Y., Yu, P. L. H., & Mathew, T. (2020). Improved estimation of optimal portfolio with an application to the US stock market. *Journal of Statistical Theory and Practice*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s42519-019-0067-2>.