

1 Introdução

A grande busca por eficiência e diferencial competitivo no mercado global, tem atraído cada vez mais a utilização de indicadores sustentáveis para os processos produtivos. Essa aproximação tem o papel de desvincular a percepção empresarial de foco apenas na lucratividade para uma nova compreensão (Martínez-Perales et al., 2018). Assim, o uso de indicadores voltados para questões ambientais é imprescindível e, somente por meio da sua utilização, há a garantia da execução de atividades alinhadas ao desenvolvimento sustentável (Puig et al., 2017).

Veleva et al. (2001) destacam que os indicadores sustentáveis podem mostrar até que ponto uma organização está se movendo em direção a práticas de produção mais sustentáveis. Neste mesmo sentido, Gunnarsdottir et al. (2020) ressaltam que indicadores de sustentabilidade cuidadosamente selecionados podem fornecer informações valiosas para monitorar o progresso e informar a política.

Desta forma, surge a seguinte questão de pesquisa: quais os principais trabalhos que contribuem com o tema KPIs (*Key Performance Indicators* – indicadores-chave de desempenho) de sustentabilidade? Para auxiliar nesta questão de pesquisa, será utilizada a análise de citações em múltiplas perspectivas (*multiple-perspective co-citation analysis*), utilizando o software CiteSpace[®] desenvolvido por Chen (2006).

O presente trabalho justifica-se pela importância do tema abordado que é defendido por autores como Amrina, Ramadhani e Vilsa (2016), Asif e Searcy (2013), Trianni et al. (2019), De Villiers, Rouse e Kerr (2016), Seuring (2013), Marcis, Lima e Costa (2019).

Para cumprir o objetivo, este trabalho está estruturado da seguinte forma: a segunda seção apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre KPIs de sustentabilidade; a terceira seção apresenta a metodologia de pesquisa, a quarta seção destaca a análise dos resultados obtidos mediante o emprego da metodologia estudada; e a quinta seção aborda as considerações finais.

2 KPIs de Sustentabilidade

De acordo com Maurya et al. (2020), um indicador é um termo chave que faz a ponte entre os objetivos finais e os critérios relevantes para atingir as metas estabelecidas. De forma geral, os indicadores chave de desempenho, também conhecidos na literatura como KPIs, são considerados como ferramentas importantes para o processo de gerenciamento de processos, pois possibilita um contínuo acompanhamento das atividades (Arora, Amishi; Kaur, 2015). Neste mesmo sentido, os KPIs também atuam como um guia para os processos, disponibilizando informações como a velocidade e a evolução das atividades, permitindo o alcance de forma mais eficiente das metas organizacionais (Parmenter, 2015).

Como forma de medição, os KPIs são dimensionados por meio de recursos estatísticos em três extensões: social, ambiental e econômica (Moldan & Dahl, 2007). E nesta perspectiva, os indicadores ambientais, voltados para sistemas sustentáveis, têm o papel de orientar e auxiliar a estratégia da organização, promovendo melhores resultados, além de contribuir com a conscientização da comunidade organizacional (OECD, 2000).

De forma estruturada, os indicadores objetivam a utilização de informações claras, englobando os processos, facilitando a compreensão e tomada de decisão dos indivíduos, na busca por processos sustentáveis (Moldan & Dahl, 2007). Diante disso, Moldan e Dahl (2007) explicam que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento de um sistema humano, social e econômico capaz de se manter indefinidamente em harmonia com os sistemas biofísicos do planeta.

3 Metodologia

No presente trabalho, foi utilizada a explicação científica hipotético-dedutiva voltada para análises de citações (Carvalho, 2000). Além disso, foi utilizada a abordagem de pesquisa mista qualitativa-quantitativa, segundo Creswell (1994), direcionada para buscas na literatura sobre tema de interesse e para realizar as análises dos dados.

O método empregado nesta pesquisa foi a análise de citações em múltiplas perspectivas, baseado no procedimento proposto por Chen (2006) com uso do software CiteSpace[®]. Este método objetiva auxiliar na compreensão sobre a temática estudada, indicando trabalhos que colaboram com a realização da pesquisa (White & Griffith, 1981). O CiteSpace[®], segundo Chen (2006) e Chen et al. (2010), é orientado a análise de citações e considera para essas análises o período do banco de dados e os tipos de nós (autor, referências citadas, países, dentre outros).

As etapas utilizadas para a formação do banco de dados e posterior análise neste software é descrito por Li, Ma e Qu (2017), sendo caracterizado pelos seguintes passos:

- Criação do banco de dados: realizar buscas na literatura por trabalhos que acrescentarão e enriquecerão a pesquisa realizada.

Neste trabalho, o banco de dados tem como foco a busca por trabalhos nas bases Web of Science (WoS) e Scopus sobre os KPIs de sustentabilidade. O CiteSpace[®] apresenta como principal base para coleta de dados a WoS (Synnestvedt et al., 2005).

- Escolha das palavras-chave: buscar associações que resultem no maior número de trabalhos voltados a temática proposta.

Neste caso, as palavras-chave que retornaram o maior número de trabalhos para KPIs de Sustentabilidade foram: *Sustainability Performance Indicators* (indicadores de desempenho de sustentabilidade), *Sustainability Key performance Indicators* (indicadores chave de desempenho de sustentabilidade) e *Sustainability KPIs* (KPIs de sustentabilidade). Para obter os dados mais relevantes para a elaboração da pesquisa, devido a abordagem internacional, as palavras-chave utilizadas nas bases de dados foram atribuídas no idioma inglês. Tal perspectiva é advogada por Bachega & Tavares (2015).

- Expandir o banco de dados: este passo é necessário para garantir o alcance do maior número de trabalhos envolvendo o tema proposto.

O período de buscas nas bases de dados foi definido para todos os anos, garantindo o alcance de todos os trabalhos relacionados a área de interesse. Por meio das palavras-chave utilizadas e citadas anteriormente, foram encontrados na base WoS, respectivamente, 57, 15 e 8 trabalhos gerando um total de 80 artigos entre os anos de 2005 a 2020. Já na base Scopus, com o uso das mesmas palavras-chave retornaram 83, 22 e 20 artigos o que representa um total de 125 trabalhos entre os anos de 2003 a 2020. O início do horizonte de tempo foi determinado ao verificar a primeira ocorrência nas bases de artigo no tema analisado e o término se deve ao momento em que a pesquisa foi realizada.

Foram removidas as duplicatas existentes nas bases para garantir a unicidade dos estudos. Com as duplicatas removidas tem-se que o total de trabalhos existentes no banco de dados corresponde a 168, representando a união dos dados coletados nas bases WoS e Scopus.

Depois da realização dos passos propostos por Li, Ma e Qu (2017), o software CiteSpace[®] é utilizado, a fim de realizar o mapeamento dos dados coletados.

4 Análise dos Resultados

Como ponto de partida, foi atribuído um corte no tempo (*time slicing*) de 2003 a 2020 (intervalo que corresponde ao período de publicação dos trabalhos contidos no banco de dados) e o tipo de nó (*node types*) foi definido como critério de cocitação para autor citado. Esse critério auxilia a percepção do tema e da estrutura abordada, estabelecendo autores e trabalhos que contribuem para o estudo temático (White & Griffith, 1981).

De acordo com Synnestevedt, Chen e Holmes (2005), durante o processamento dos dados o CiteSpace[®] coleta n-gramas, ou palavras simples ou frases de até quatro palavras, de títulos, resumos, descritores e identificadores de artigos citados em um conjunto de dados. No final do processamento é exibida uma tela de visualização que disponibiliza os termos que tiveram maior reincidência (Synnestevedt et al., 2005). Ao encontrar os *clusters*, as ligações agrupadas por cores reorganizam a rede entre os principais grupos ou áreas de trabalhos científicos (Chen, 2004).

O CiteSpace[®] também retornará os valores para os *clusters*, de modularidade (*modularity* - Q) e silhueta significativa (*mean silhouette* - S). O valor de a modularidade (Q) para *clusters* representa a quantidade de grupos de referências cocitadas existentes no banco de dados, e a silhueta significativa é utilizada para medir o quanto as áreas estão divididas entre os *clusters* (ZHANG, Q. et al., 2020). Para Zhang, Q. et al. (2020), um valor Q próximo a 1 indica *clusters* mais bem definidos e um valor S próximo a 1 indica uma confiança em como os nós são agrupados.

Para os dados coletados nas duas bases de dados para KPIs de sustentabilidade, o número de *clusters* representa um total de 176 grupos de referências, a modularidade (Q) de 0,9233 e a silhueta significativa de 0,2262. Para esses dados, a silhueta significativa apresentou um valor baixo ocasionado pelo elevado número de grupos de referências. De modo geral, resultam em valores significativos para o conjunto de dados.

As principais áreas encontradas são acompanhadas pelo símbolo cerquilha (#), e são mostradas de forma sequencial, de acordo com o tamanho do cluster, conforme mostra a Figura 1. Quanto maior o nó, neste caso, sendo representado por autor citado, maior é a quantidade de vezes em que o autor é mencionado (ZHANG, Q. et al., 2020). As principais áreas mostradas são as que os grupos (*clusters*), aparecem com maior evidência, sendo as seguintes: #0 strategic pathway (caminho estratégico), #3 using fuzzy analytic network (usando rede analítica difusa) e #4 gorges project (projeto gargantas).

Outros recursos importantes contidos no CiteSpace[®] para a identificação das áreas mais ativas, por meio da identificação dos autores mais citados, são: tamanho do nó – histórico do anel de árvore (*node size – tree ring history*) e a explosão de frequência de citação (*citation frequency burst*).

O ‘histórico do anel de árvore’ e a ‘explosão de frequência’ apresentam, no mapa de visualização, anéis em destaque de acordo com o período de citação, e quanto mais recentes forem, maior será a sua evidência no mapa. Esses anéis representando os principais nós de explosão (*burst*), estarão realçados em vermelho e quanto maior o seu tamanho, maior é a quantidade de vezes em que o autor foi citado dentro do intervalo de tempo escolhido (ZHANG, Q. et al., 2020).

Tal ponto é ilustrado na Figura 2 e é possível identificar visualmente um total de 21 autores e que para o período analisado, e representam os autores que se destacaram no período mais atual do banco de dados, ou seja, próximo ao ano de 2020. Esse tipo de informação para pesquisas científicas tem grande relevância, pois indica dentro do tema abordado quais são as referências e os assuntos atuais existentes na literatura.

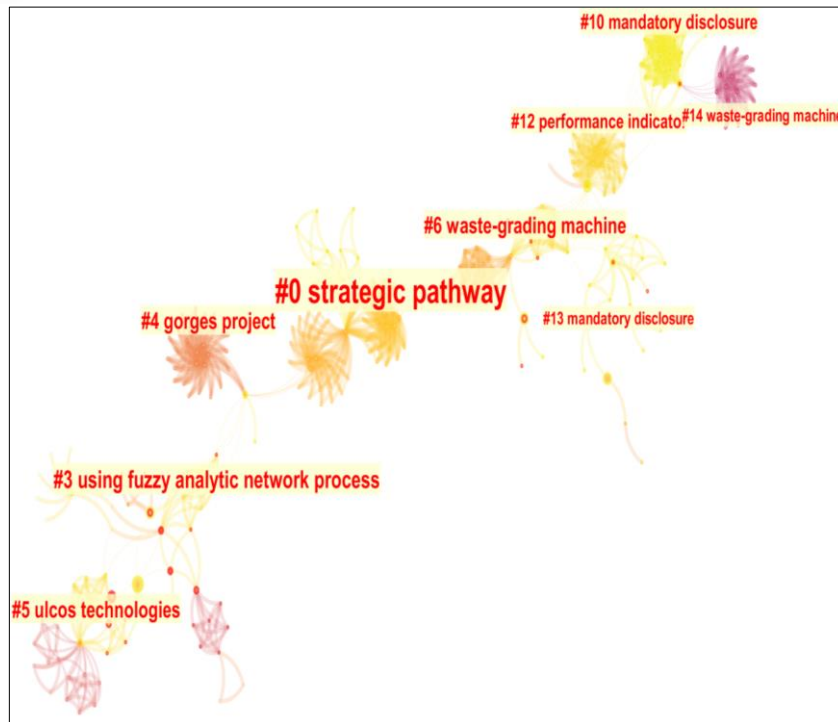


Figura 1. Tela de visualização após processamento dos dados no software CiteSpace®
 Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

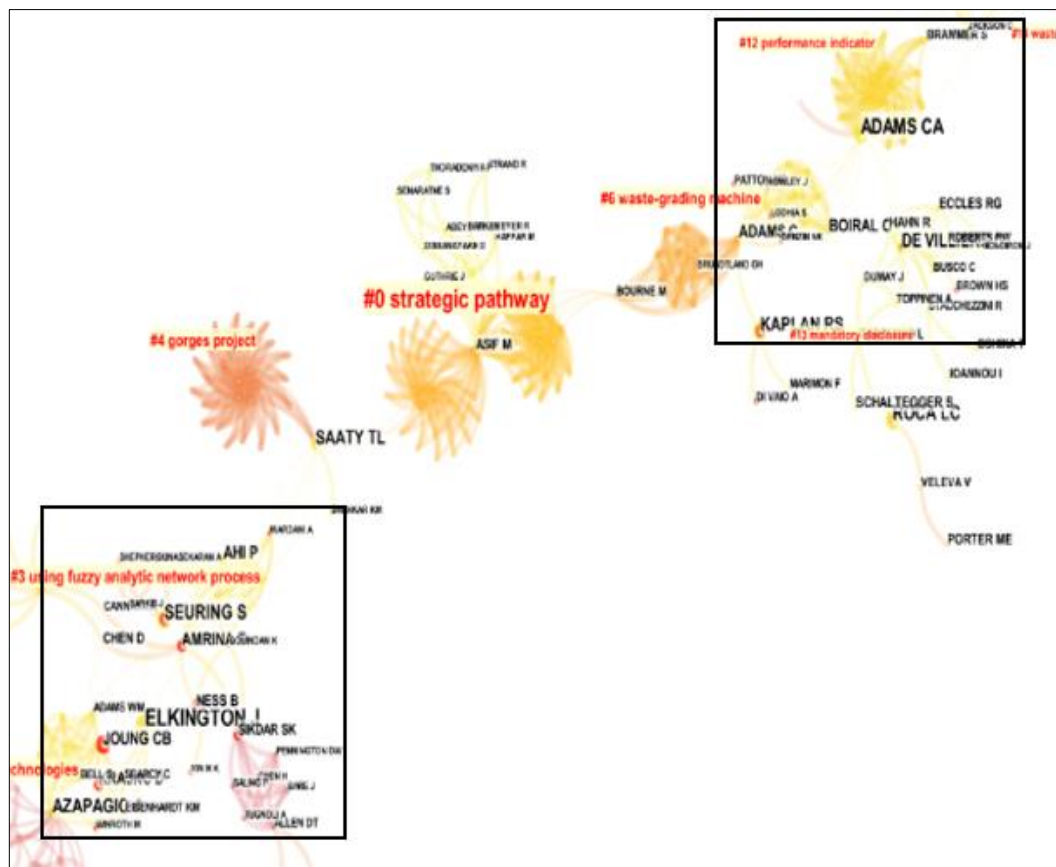


Figura 2. Seleção do histórico do anel de árvore e explosão de frequência com autores selecionados
 Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

A partir disso, o CiteSpace[®] permite que se identifique os autores com destaque ao longo de todos os anos do banco de dados, apresentando uma lista de explosões. Essa lista indicará quais são as referências mais relevantes, ao longo de todo o histórico do tema abordado. A Figura 3 apresenta os 25 autores que tiveram aumento significativo no número de publicações referentes a Indicadores de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus.

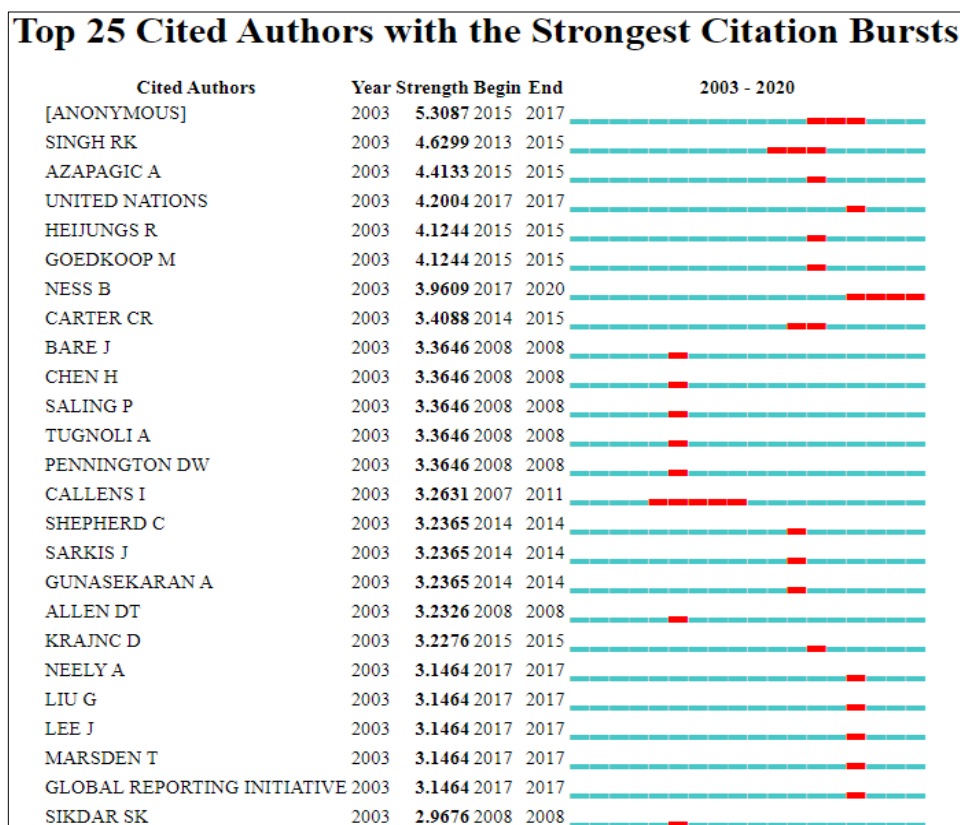


Figura 3. Lista dos 25 autores que tiveram o maior número de citações
 Fonte: elaborado no software CiteSpace[®].

A lista de autores na Figura 3 é apresentada em ordem crescente de acordo com a explosão de citações, sendo representada pela força (*Strength*). Essa força se relaciona com a frequência em que os autores foram citados em publicações, logo, quanto mais ativos ou mais citados, maior será a sua força.

A Figura 3, também exibe o período de coleta do banco de dados. Neste caso, o primeiro dado encontrado teve sua publicação no ano (*Year*) 2003. Cada autor também apresenta o período que foi mais citado, sendo representado por início (*Begin*) e fim (*End*). Este período também é ilustrado por meio da linha azul, na qual, representa os anos de coleta dos dados de 2003 a 2020, enquanto que os destaques em vermelho mostram de forma individual o período que cada autor teve sua explosão de citação registrada.

Comparando-se o período de ativação dos autores na Figura 3 com a Figura 2, sobre a seleção do histórico do anel de árvore e explosão de frequência, pode-se afirmar que a Figura 2 apresenta os anéis dos autores que tiveram destaque no período mais recente do banco de dados, enquanto que, a Figura 3 apresenta autores que se destacaram no intervalo geral dos dados.

Esses autores ganham destaque, apresentando atualidade de tema, como é o caso do autor Ness B. (Ness et al., 2007), que aparece tanto nas explosões de citações quanto na

lista dos autores com força de citações. Diante disso, a lista com os principais autores relacionados ao tema de busca tem grande relevância, pois estes trabalhos estão direcionados, otimizando o tempo de procura e contribuindo com a atualização dos dados. Quanto a força de citações, conforme Figura 3, tem-se que os três autores mais citados são: Anonymous, Singh R. K. (Singh et al., 2009) e Azapagic A. (Azapagic, 2004).

Entre esses três autores, há um destaque para anônimos (*Anonymous*). Esse tipo de autor aparece quando um conjunto de referências não apresenta informações objetivas do autor, ficando representado por anônimo (Gong et al., 2013). Com essa informação, pode-se garantir que anônimos não apresenta uma informação clara dos seus autores citados, o que permite retirá-lo da análise.

Com isso, tem-se que Singh R. K (Singh et al., 2009) é a referência com maior ‘força’ (4.6299) de explosão de citação nos anos de 2013 a 2015 no período de coleta entre os anos de 2003 a 2020. Singh et al. (2009) destacam a importância dos indicadores de sustentabilidade, apresentando um panorama da aplicação de índices sustentáveis, além de fornecer informações de como desenvolver estratégias para elaborar e empregar esses indicadores.

Outro tipo de visualização da tela permitido pelo CiteSpace[®] é por meio do recurso da linha do tempo, como mostra a Figura 4. Segundo Chen, Ibekwe-Sanjuan e Hou (2010), a visualização da linha do tempo exibe uma rede em um diagrama de nó e *link*. Os *clusters* ficam alocados a direita, assim como a direção do tempo. As linhas que conectam dois pontos representam uma ligação de cocitação. A espessura da linha é proporcional à força de citação. A cor da linha representa o período em que foi realizada a cocitação e o autor (a) é posicionado de acordo com o primeiro ano de citação (Chen et al., 2010).

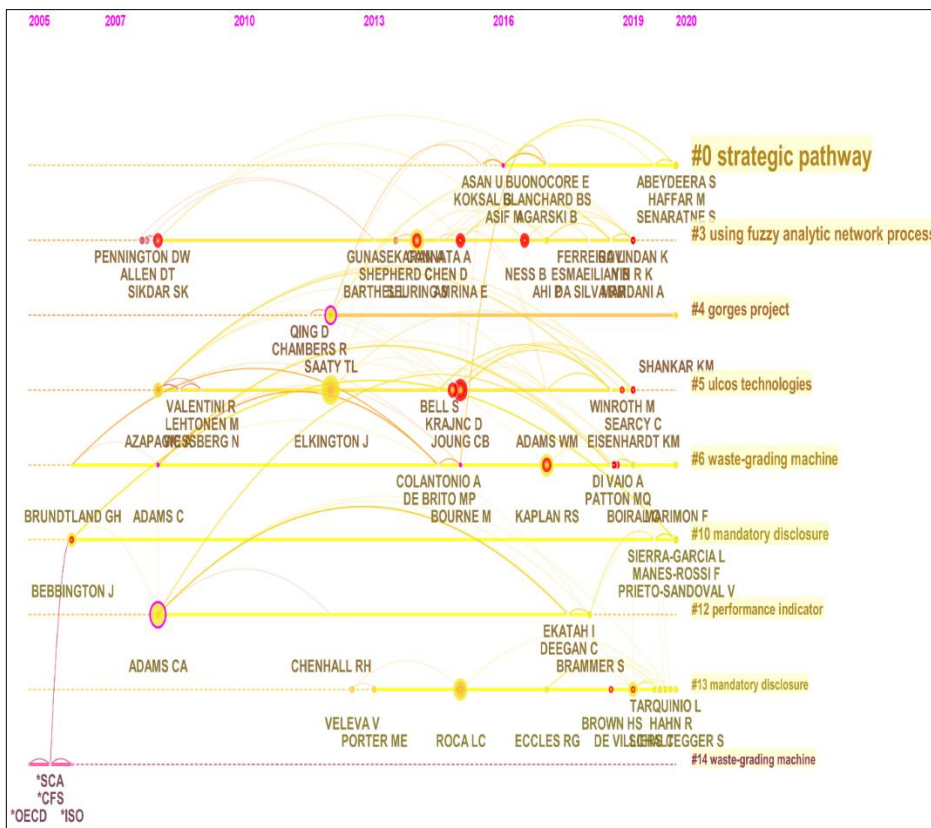
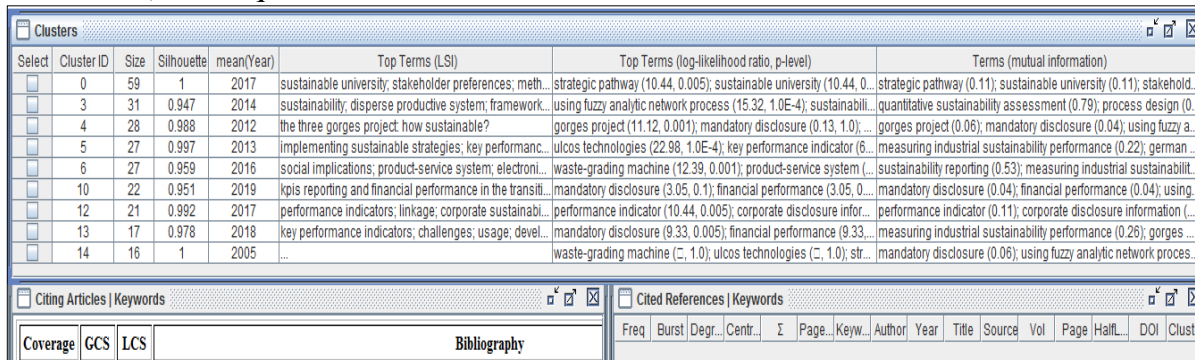


Figura 4. Visualização da linha do tempo para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus
 Fonte: elaborado no software CiteSpace[®].

Esse tipo de visualização permite entender o surgimento histórico de cada autor, a situação de cada *cluster* e detectar por meio gráfico os autores-chave (Li et al., 2017). Na Figura 4 é possível observar anéis em destaque, representando os autores que tiveram explosões de citações. Esses anéis indicam os principais autores que estão em centralidade, sendo proporcional ao tamanho do anel (Li et al., 2017). O anel com maior destaque se refere a Joung C. B. (Joung et al., 2013). Joung et al. (2013) relatam a classificação dos indicadores por meio de cinco aspectos da sustentabilidade: ambiental, econômico, social, tecnológico e de desempenho, além de apresentar o modo de utilização para medir o desempenho da operação.

A partir disso, o CiteSpace[®] também possibilita que se faça uma análise individual para cada *cluster*, por meio do *cluster explorer* (explorador de *cluster*). Esse recurso disponibiliza uma tela com as seguintes janelas: *clusters*, *citing articles* (artigos citados) e *cited references* (referências citadas). Conforme mostra Figura 5, a primeira janela identificada como *clusters*, irá apresentar informações como: o tamanho do *cluster*, o valor individual da silhueta, a média de anos e os principais termos que constituem cada um dos *clusters*. Com isso, a análise desses dados será realizada de acordo com os principais grupos, que como já visto, são representados pelos *clusters*: 0, 3 e 4.

O primeiro *cluster* resultante do banco de dados, identificado como 0 tem um tamanho de 59. Esse valor representa o total de autores citados dentro desse *cluster*, que foi encontrado a partir de um grupo de termos. A silhueta resultante para este *cluster* é igual a 1, o que representa uma segurança em como os nós estão associados (ZHANG, Q. et al., 2020). A frequência de anos dos termos desse *cluster* é de 2017.



Select	Cluster ID	Size	Silhouette	mean(Year)	Top Terms (LSI)	Top Terms (log-likelihood ratio, p-level)	Terms (mutual information)
<input type="checkbox"/>	0	59	1	2017	sustainable university; stakeholder preferences; meth...	strategic pathway (10.44, 0.005); sustainable university (10.44, 0...	strategic pathway (0.11); sustainable university (0.11); stakehold...
<input type="checkbox"/>	3	31	0.947	2014	sustainability; disperse productive system; framework...	using fuzzy analytic network process (15.32, 1.0E-4); sustainabili...	quantitative sustainability assessment (0.79); process design (0...
<input type="checkbox"/>	4	28	0.988	2012	the three gorges project; how sustainable?	gorges project (11.12, 0.001); mandatory disclosure (0.13, 1.0); ...	gorges project (0.06); mandatory disclosure (0.04); using fuzzy a...
<input type="checkbox"/>	5	27	0.997	2013	implementing sustainable strategies; key performanc...	ulcos technologies (22.98, 1.0E-4); key performance indicator (6...	measuring industrial sustainability performance (0.22); german ...
<input type="checkbox"/>	6	27	0.959	2016	social implications; product-service system; electroni...	waste-grading machine (12.39, 0.001); product-service system (...	sustainability reporting (0.53); measuring industrial sustainabilit...
<input type="checkbox"/>	10	22	0.951	2019	kpis reporting and financial performance in the transiti...	mandatory disclosure (3.05, 0.1); financial performance (3.05, 0...	mandatory disclosure (0.04); financial performance (0.04); using...
<input type="checkbox"/>	12	21	0.992	2017	performance indicators; linkage; corporate sustainabi...	performance indicator (10.44, 0.005); corporate disclosure infor...	performance indicator (0.11); corporate disclosure information (...
<input type="checkbox"/>	13	17	0.978	2018	key performance indicators; challenges; usage; devel...	mandatory disclosure (9.33, 0.005); financial performance (9.33...	measuring industrial sustainability performance (0.26); gorges ...
<input type="checkbox"/>	14	16	1	2005	...	waste-grading machine (1.0); ulcos technologies (1.0); str...	mandatory disclosure (0.06); using fuzzy analytic network proces...

Figura 5. Explorando os clusters para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus

Fonte: elaborado no software CiteSpace[®].

A Figura 6 apresenta detalhadamente os termos que constituem o *cluster* 0, informando de forma individual o valor da silhueta. Enquanto que, a Figura 7 apresenta dois artigos encontrados.

Label (MI)
strategic pathway (0.11); sustainable university (0.11); stakeholder preference (0.11); methodological framework (0.11); measuring industrial sustainability performance (0.1); gorges project (0.1); quantitative sustainability assessment (0.1); process design (0.1); german manufacturing (0.1); empirical evidence (0.1); sustainability reporting (0.1); medium enterprises (0.1); early stage (0.1); hydrogen production (0.06); global reporting initiative (0.06); performance indicator (0.06); developing country context (0.06); corporate disclosure information (0.06); sustainability assessment (0.06); reporting evidence (0.06); corporate sustainability reporting (0.06); new zealand (0.03); waste-grading machine (0.02); product-service system (0.02); introducing innovative technology (0.02); disperse productive system (0.02); electronic waste management (0.02); ulcos technologies (0.01); key performance indicator (0.01); mandatory disclosure (0.01); using fuzzy analytic network process (0.01); financial performance (0.01); sustainability performance assessment (0.01); industrial corporation (0.01)

Figura 6. Termos do cluster 0 com suas respectivas silhuetas para KPIs de Sustentabilidade

Fonte: elaborado a partir do software CiteSpace[®].

Coverage	GCS	LCS	Bibliography
26	11	1	Turan, FK (2016) A methodological framework to analyze stakeholder preferences and propose strategic pathways for a sustainable university . Higher Education, V72, P18 DOI 10.1007/s10734-015-9973-8
26	10	1	Turan, Fikret Korhan (2016) A methodological framework to analyze stakeholder preferences and propose strategic pathways for a sustainable university . HIGHER EDUCATION, V72, P18 DOI 10.1007/s10734-015-9973-8

Figura 7. Artigos do cluster 0 para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus

Fonte: elaborado a partir do software CiteSpace®

Diante disso, a Figura 7, apresenta informações como cobertura (*coverage*), GCS (*Global Citation Score* – Pontuação de Citação Global) e LCS (*Local Citation Score* – Pontuação de Citação Local). Para Li, Ma e Qu (2017), o banco de dados deve conter a cobertura da literatura mais completa possível. E neste caso a cobertura para as bases WoS e Scopus se estende de 2003 a 2020. O CiteSpace® também disponibiliza o valor da cobertura de cada referência. Esse valor informará quantas referências do artigo são equivalentes aos integrantes do *cluster*.

A pontuação de citação global (GCS) mostra o total de citações que um trabalho teve dentro da base de dados da WoS. Enquanto que, a pontuação de citação local (LCS) disponibiliza o número de citações de um artigo dentro da coleção (Tho et al., 2017). Com isso, tem-se que o primeiro artigo, dentro do *cluster 0*, apresenta uma cobertura de 26 referências em um total de 59 existentes dentro do *cluster*. O valor resultante do GCS foi de um total de 11 citações e o LCS de 1 citação dentro da coleção para o primeiro trabalho.

Outro ponto importante destacado na Figura 7, relacionado aos trabalhos encontrados no *cluster 0*, identifica que o software para este estudo não consegue reconhecer variações em nomes e sobrenomes de autores em trabalhos equivalentes. Por isso, para esse e os demais *clusters*, foi visto que na janela de ‘artigos citados’, alguns trabalhos que apresentam variações de escrita se repetem, não identificando, portanto, a duplicidade dos mesmos. Logo, ao invés de existir dois trabalhos encontrados na tela de ‘artigos citados’, na realidade há apenas um trabalho.

A partir disso, a janela de referências citadas é analisada, mostrando de forma detalhada quais são os autores que pertencem aos trabalhos alocados no *cluster 0*. A Figura 8 mostra de forma detalhada quais são esses autores. Também, fornece informações sobre a frequência de ocorrências de citações e a centralidade dos autores. A frequência de ocorrências de citações tem o papel de mensurar quais são as referências mais significativas baseado na ocorrência de palavras-chave, onde essa explosão de termos pode indicar um direcionamento a pesquisas mais relevantes (Li et al., 2017).

Dentro deste contexto, a centralidade pode mensurar a relevância de um nó na rede identificando, portanto, quais os nós que possuem maior importância dentro do assunto estudado (Wang & Lu, 2020). Portanto, a escolha das principais referências deve considerar aspectos de frequência e de centralidade, objetivando maior assertividade.

Conforme observado na Figura 8, o autor que apresentou maior frequência de ocorrências foi Asif M. (Asif & Searcy, 2013) e apresenta, também, o maior valor de centralidade de 0,14. O restante dos valores de centralidade foi igual a 0, o que indica uma dispersão da força para essa área de pesquisa, sem agregações ou ordenamentos (ZHANG, D. et al., 2020). Um estudo ou autor que apresentar uma centralidade igual ou maior que 0,1 tem o potencial para ser considerado de alta importância (Li et al., 2017).



Freq	Centrality	Author	Year	Cluster
2	0.00	Gass SI	2016	0
2	0.00	Adams PWR	2017	0
2	0.00	Maxwell SE	2016	0
2	0.00	Cellura M	2017	0
2	0.00	Boks C	2017	0
2	0.00	Heaney T	2016	0
2	0.00	Chapman J	2017	0
3	0.00	Barkemeyer R	2020	0
2	0.00	Balta MT	2017	0
2	0.00	Carbone JC	2016	0
2	0.00	Antony F	2017	0
3	0.00	Dissanayake D	2020	0
2	0.00	Madeira AC	2016	0
2	0.00	Kurland NB	2016	0
2	0.00	Reid A	2016	0
3	0.00	Guthrie J	2020	0
2	0.00	Filho WL	2016	0
2	0.00	Jones N	2016	0
2	0.00	Bianchi M	2017	0
2	0.00	Shephard K	2016	0
3	0.00	Thoradeniya P	2020	0
2	0.00	Benneworth P	2016	0
2	0.00	Luescher-Mamashela TM	2016	0
2	0.00	Ali W	2020	0
3	0.00	Strand R	2020	0
2	0.00	Duffy A	2017	0
2	0.00	Boyle IM	2017	0
3	0.00	Abeydeera S	2020	0
2	0.00	Axelsson H	2016	0
2	0.00	Liberatore MJ	2016	0
2	0.00	Masten SE	2016	0
3	0.00	Haffar M	2020	0
2	0.00	Ball R	2016	0
2	0.00	Escobar MT	2016	0
2	0.00	Geertshuis S	2016	0
2	0.00	Denholm P	2017	0
2	0.00	Abdel-Salam AH	2017	0
2	0.00	Moore J	2016	0
2	0.00	Collado-Ruiz D	2017	0
2	0.00	Chandrasekaran N	2017	0
2	0.00	Freeman RE	2016	0
6	0.14	Asif M	2016	0
2	0.00	Coelho HMG	2017	0
2	0.00	Benjamin CO	2016	0
2	0.00	Evans A	2017	0
2	0.00	Azkarate A	2017	0
3	0.00	Senaratne S	2020	0
2	0.00	Aydin H	2017	0
2	0.00	Amoako KO	2020	0
2	0.00	Chicco G	2017	0
2	0.00	Caliskan H	2017	0
2	0.00	Raharjo H	2016	0
2	0.00	Buonocore E	2017	0
2	0.00	Blanchard BS	2017	0
2	0.00	Bassey M	2016	0
2	0.00	Etzkowitz H	2016	0
2	0.00	Agarski B	2017	0
2	0.00	Asan U	2016	0
2	0.00	Koksai G	2016	0

Figura 8. Janela de referências citadas do cluster 0 para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus
Fonte: elaborado no software CiteSpace[®].

O segundo *cluster* identificado no CiteSpace[®] e categorizado como 3, é constituído por 31 autores citados. A silhueta tem um valor de 0,947, representando confiabilidade nos nós. E a frequência dos termos deste *cluster* é de 2014. A Figura 9 apresenta detalhadamente os termos que constituem o *cluster* 3, informando de forma individual o valor da silhueta, e a Figura 10 apresenta seis artigos encontrados.

Label (MI)
quantitative sustainability assessment (0.79); process design (0.79); early stage (0.79); measuring industrial sustainability performance (0.78); gorges project (0.78); german manufacturing (0.78); empirical evidence (0.78); sustainability reporting (0.78); medium enterprises (0.78); hydrogen production (0.6); sustainability assessment (0.6); strategic pathway (0.58); global reporting initiative (0.58); performance indicator (0.58); developing country context (0.58); sustainable university (0.58); stakeholder preference (0.58); corporate disclosure information (0.58); reporting evidence (0.58); methodological framework (0.58); corporate sustainability reporting (0.58); new zealand (0.47); disperse productive system (0.43); waste-grading machine (0.39); product-service system (0.39); introducing innovative technology (0.39); electronic waste management (0.39); using fuzzy analytic network process (0.35); sustainability performance assessment (0.35); industrial corporation (0.35); ulcos technologies (0.34); key performance indicator (0.34); mandatory disclosure (0.29); financial performance (0.29)

Figura 9. Termos do cluster 3 com suas respectivas silhuetas para KPIs de Sustentabilidade
Fonte: elaborado no software CiteSpace[®].

Coverage	GCS	LCS	Bibliography
8	3	1	Wicher, Pavel (2019) Sustainability performance assessment of industrial corporation using fuzzy analytic network process . JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION DOI 10.1016/j.jclepro.2019.118132
7	4	1	Wicher, P (2019) Sustainability performance assessment of industrial corporation using fuzzy analytic network process . Journal of Cleaner Production DOI 10.1016/j.jclepro.2019.118132
6	3	1	Watanabe, EH (2018) Framework to evaluate the performance and sustainability of a disperse productive system . Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering DOI 10.1007/s40430-018-1032-9
6	2	1	Watanabe, Edson H (2018) Framework to evaluate the performance and sustainability of a disperse productive system . JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF MECHANICAL SCIENCES AND ENGINEERING DOI 10.1007/s40430-018-1032-9
5	45	1	Tugnoli, Alessandro (2008) Sustainability assessment of hydrogen production by steam reforming . INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, V33, P13 DOI 10.1016/j.ijhydene.2008.06.011
5	40	2	Tugnoli, Alessandro (2008) An approach to quantitative sustainability assessment in the early stages of process design . ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY DOI 10.1021/es702441r

Figura 10. Artigos do cluster 3 para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus

Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

Diante disso, tem-se que o primeiro artigo dentro do *cluster 3* apresenta uma cobertura de oito referências em um total de 31 existentes no *cluster*, e assim sucessivamente. O valor resultante do GCS foi de um total de três citações e o LCS de uma citação dentro da coleção para o primeiro trabalho.

Como mostrado no *cluster 0*, a Figura 10 apresenta as referências encontradas no *cluster 3* e também evidencia artigos duplicados. Portanto, neste caso, existem um total de 4 artigos.

A janela de referências citadas, mostra de forma detalhada quais são os autores que pertencem aos trabalhos alocados no *cluster 3*. A Figura 11, mostra de forma detalhada quais são esses autores, as frequências de ocorrências e suas respectivas centralidades.

Os autores que apresentaram maior destaque nos valores de suas frequências na Figura 13 foram Seuring S. (Seuring, 2013) e Amrina E. (Amrina et al., 2016), com os seguintes valores de centralidade: 0.01 e 0.07, respectivamente. A demais centralidades apresentaram próximas ao valor 0, o que nos indica uma dispersão da força para essa área de pesquisa. Contudo, os valores maiores que 0 indicam autores que se sobressaem dessa dispersão e que representam uma importância considerável dentro do assunto proposto.

Para o terceiro *cluster* resultante do banco de dados, identificado como 4 tem um tamanho de 28, representando o total de autores citados. A silhueta tem um valor de 0,988, representando confiabilidade nos nós. E a frequência de anos dos termos desse *cluster* é de 2014. A Figura 12 apresenta detalhadamente os termos que constituem o *cluster 4*, informando de forma individual o valor da silhueta. Enquanto que, a Figura 13 apresenta o artigo encontrado.

O artigo dentro do *cluster 4* apresenta uma cobertura de 26 em um total de 28 referências existentes no *cluster*. O valor resultante do GCS foi de um total de 28 citações e o LCS de uma citação dentro da coleção para o trabalho. A Figura 14 mostra de forma detalhada quais são esses autores, as frequências de ocorrências e suas respectivas centralidades para o *cluster 4*.

A Figura 14 revela que o autor que obteve um desempenho maior de sua frequência de ocorrências foi Saaty T. L. (Saaty, 1980) com uma centralidade de 0.13. Para os demais autores, o *cluster 4* apresenta, assim como os *clusters 0* e *3*, uma considerável dispersão da

área de pesquisa, como indicam os valores da centralidade. Alguns autores conseguem se sobressair, apresentando um valor maior do que 0, sendo que estes podem apresentar uma importância significativa dentro do objetivo do estudo.

Freq	Centrality	Author	Year	Cluster
3	0.00	Saling P	2008	3
2	0.01	Bagheri B	2018	3
3	0.01	Govindan K	2019	3
4	0.00	Allen DT	2008	3
3	0.00	Tugnoli A	2008	3
3	0.00	Yin R K	2019	3
3	0.00	Sarkis J	2014	3
2	0.00	Colombo AW	2018	3
2	0.03	Almulhim TS	2019	3
2	0.00	Davidsson P	2018	3
2	0.00	Ferreira L	2018	3
3	0.00	Mardani A	2019	3
7	0.00	Ness B	2017	3
3	0.00	Gunasekaran A	2014	3
2	0.00	Esmaeilian B	2018	3
3	0.00	Bare J	2008	3
13	0.01	Seuring S	2014	3
6	0.01	Chen D	2015	3
3	0.00	Chen H	2008	3
4	0.01	Cannata A	2015	3
2	0.00	Bhattacharya A	2019	3
2	0.03	Beske-Janssen P	2019	3
9	0.04	Ahi P	2017	3
2	0.00	da Silva RM	2018	3
6	0.02	Sikdar SK	2008	3
10	0.07	Amrina E	2015	3
2	0.00	Bare JC	2008	3
3	0.00	Shepherd C	2014	3
3	0.00	Pennington DW	2008	3
1	0.00	Barthel L	2013	3
2	0.00	Bilsel RU	2019	3

Figura 11. Janela de referências citadas do cluster 3 para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus
Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

Label (MI)
gorges project (0.06); mandatory disclosure (0.04); using fuzzy analytic network process (0.04); financial performance (0.04); sustainability performance assessment (0.04); industrial corporation (0.04); ulcos technologies (0.03); key performance indicator (0.03); waste-grading machine (0.02); product-service system (0.02); introducing innovative technology (0.02); disperse productive system (0.02); electronic waste management (0.02); new zealand (0.01); strategic pathway (0); hydrogen production (0); global reporting initiative (0); performance indicator (0); developing country context (0); sustainable university (0); stakeholder preference (0); corporate disclosure information (0); sustainability assessment (0); reporting evidence (0); methodological framework (0); corporate sustainability reporting (0); measuring industrial sustainability performance (0); quantitative sustainability assessment (0); process design (0); german manufacturing (0); empirical evidence (0); sustainability reporting (0); medium enterprises (0); early stage (0)

Figura 12. Termos do cluster 4 com suas respectivas silhuetas para KPIs de Sustentabilidade
Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

Coverage	GCS	LCS	Bibliography
26	28	1	Kepa, Brian (2012) The three gorges project: how sustainable? Journal of Hydrology, V460-461, P12 DOI 10.1016/j.jhydrol.2012.05.008

Figura 13. Artigo do cluster 4 para KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus
Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

Freq	Centrality	Author	Year	Cluster
2	0.00	Schmidt CW	2012	4
2	0.00	Jackson S	2012	4
2	0.00	Dunphy D	2012	4
2	0.00	Morgan TKKB	2012	4
2	0.00	George C	2012	4
2	0.00	Fung S	2012	4
2	0.01	Buckley R	2012	4
2	0.00	Peet J	2012	4
2	0.00	Wolf A	2012	4
2	0.00	Yang Z	2012	4
2	0.00	Nilsen HR	2012	4
11	0.13	Saaty TL	2012	4
2	0.00	Harris PG	2012	4
2	0.00	Daly HE	2012	4
2	0.01	Bruch C	2012	4
2	0.01	Capistrano RCG	2012	4
2	0.00	Saracino DE	2012	4
2	0.01	Bristow M	2012	4
2	0.00	McCabe A	2012	4
3	0.00	Shankar KM	2020	4
2	0.00	Qigang D	2012	4
2	0.00	Kaatz E	2012	4
2	0.01	BERKES F	2012	4
2	0.00	Wilmsen B	2012	4
2	0.00	Tan Y	2012	4
2	0.00	Morimoto R	2012	4
2	0.00	Qing D	2012	4
2	0.00	CHAMBERS R	2012	4

Figura 14. Janela de referências citadas para o cluster 4 para KPIs de Sustentabilidade

Fonte: elaborado no software CiteSpace®.

Assim, considerando as identificações feitas pela análise de cocitações, as referências mais impactantes no tema KPIs de Sustentabilidade nas bases WoS e Scopus são: Amrina, Ramadhani e Vilsa (2016); Asif e Searcy (2013); Azapagic (2004); De Villiers, Rouse e Kerr (2016); Joung et al. (2013); Ness et al. (2007); Searcy, Karapetrovic e Mccartney (2005); Seuring (2013) e Singh et al. (2009).

5 Considerações finais

Neste trabalho, realizou-se uma análise de cocitações em múltiplas perspectivas sobre KPIs de Sustentabilidade, utilizando o software CiteSpace®, portanto, o objetivo almejado na pesquisa foi alcançado. Com isso, é possível identificar lacunas de pesquisa em artigos dos autores mais citados da área.

Os dados foram coletados das bases WoS e Scopus. Como a principal base do software CiteSpace® é a WoS, os dados coletados na base Scopus precisaram passar por um processo de conversão, para posterior utilização. Depois do processo de conversão, os dados puderam ser analisados e verificou-se que os principais grupos, com maior impacto dentro do banco de dados, foram: #0 strategic pathway (caminho estratégico), #3 using fuzzy analytic network (usando rede analítica difusa) e #4 gorges project (projeto gargantas - referente a hidrelétrica das Três Gargantas na China).

A partir da identificação dos principais *clusters*, também puderam ser verificados quais os principais trabalhos que estão alocados em cada grupo e quais os autores que possuem destaques dentro do tema proposto, por meio do ‘explorador de *clusters*’.

Este trabalho apresenta contribuições por configurar uma linha de base para demais pesquisadores para pesquisas como estudos de escopo e revisões sistemáticas da literatura sobre o tema abordado. Também, salienta a importância do uso de softwares de análises e visualizações bibliográficas de materiais de relevância científica.

Ademais, o trabalho ressalta o uso de um software que permite a realização de um levantamento bibliográfico, com a profundidade determinada pelo sujeito que realiza esse procedimento. Isso permite obter informações necessárias para auxiliar em processos decisórios sobre problemas empresariais, sociais e/ou acadêmicos.

Para pesquisas futuras, sugere-se proceder com uma revisão sistemática da literatura sobre KPIs de sustentabilidade, com o intuito de criar um framework conceitual para facilitar o processo de implantação desses KPIs na prática empresarial.

Referências

- Amrina, E., Ramadhani, C., & Vilsu, A. L. (2016). A Fuzzy Multi Criteria Approach for Sustainable Manufacturing Evaluation in Cement Industry. *Procedia CIRP*, 40, 619–624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.144>
- Arora, Amishi; Kaur, S. (2015). Performance Assessment Model for Management Educators Based on KRA / KPI. *International Conference on Technology and Business Management*, 218–221.
- Asif, M., & Searcy, C. (2013). Determining the key capabilities required for performance excellence in higher education. *Total Quality Management and Business Excellence*, 25(1–2), 22–35. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.807676>
- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 639–662. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(03\)00075-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(03)00075-1)
- Bachega, S. J., & Tavares, D. M. (2015). Applications of Petri Nets in Distributed Processing : a Scoping Study. *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA)*, 109–115.
- Carvalho, M. C. M. (2000). *A construção do saber científico: algumas proposições*. Construindo o saber Papyrus.
- Chen, C. (2004). Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(SUPPL. 1), 5303–5310. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307513100>
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359–377. <https://doi.org/10.1002/asi>
- Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., & Hou, J. (2010). The Structure and Dynamics of Cocitation Clusters: A Multiple- Perspective Cocitation Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1386–1409. <https://doi.org/10.1002/asi>

- Creswell, J. W. (1994). *Research design: qualitative & quantitative approaches*. London: Sage, 1994.
- De Villiers, C., Rouse, P., & Kerr, J. (2016). A new conceptual model of influences driving sustainability based on case evidence of the integration of corporate sustainability management control and reporting. *Journal of Cleaner Production*, 136, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.107>
- Gong, X., Jiang, L., Yang, H., & Wei, F. (2013). *Mapping Intellectual Structure : A Co-citation Analysis of Food Safety in CiteSpace II*. 1–13.
- Gunnarsdottir, I., Davidsdottir, B., Worrell, E., & Sigurgeirsdottir, S. (2020). Review of indicators for sustainable energy development Energy Indicators for Sustainable Development Readiness for Investment in Sustainable Energy Regulatory Indicators for Sustainable Energy Synthetic Index of Sustainable Energy Development Synthetic I. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133(November 2019), 110294. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110294>
- Joung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Ecological Indicators*, 24, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>
- Li, X., Ma, E., & Qu, H. (2017). Knowledge mapping of hospitality research – A visual analysis using CiteSpace. *International Journal of Hospitality Management*, 60, 77–93.
- Marcis, J., Pinheiro de Lima, E., & Gouvêa da Costa, S. E. (2019). Model for assessing sustainability performance of agricultural cooperatives'. *Journal of Cleaner Production*, 234, 933–948. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.170>
- Martínez-Perales, S., Ortiz-Marcos, I., Ruiz, J. J., & Lázaro, F. J. (2018). Using certification as a tool to develop sustainability in Project Management. *Sustainability (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/su10051408>
- Maurya, S. P., Singh, P. K., Ohri, A., & Singh, R. (2020). Identification of indicators for sustainable urban water development planning. *Ecological Indicators*, 108(August 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105691>
- Moldan, B., & Dahl, A. L. (2007). *Sustainability indicators: a scientific assessment* (1st ed.). Scope.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 60(3), 498–508. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>
- OECD. (2000). Towards Sustainable Development: Indicators to Measure Progress. In *Proceedings of the OECD Rome Conference*.

- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Puig, M., Pla, A., Seguí, X., & Darbra, R. M. (2017). Tool for the identification and implementation of Environmental Indicators in Ports (TEIP). *Ocean and Coastal Management, 140*, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.02.017>
- Saaty, T. L. (1980). Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting. *Resource Allocation*.
- Searcy, C., Karapetrovic, S., & McCartney, D. (2005). Designing sustainable development indicators: Analysis for a case utility. *Measuring Business Excellence, 9*(2), 33–41. <https://doi.org/10.1108/13683040510602867>
- Seuring, S. (2013). A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. *Decision Support Systems, 54*(4), 1513–1520. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.053>
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators, 9*(2), 189–212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.05.011>
- Synnestvedt, M. B., Chen, C., & Holmes, J. H. (2005). CiteSpace II: Visualization and Knowledge Discovery in Bibliographic Databases. *AMIA Annual Symposium Proceedings, 724–728*.
- Tho, S. W., Yeung, Y. Y., Wei, R., Chan, K. W., & So, W. W. mui. (2017). A Systematic Review of Remote Laboratory Work in Science Education with the Support of Visualizing its Structure through the HistCite and CiteSpace Software. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(7), 1217–1236. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9740-z>
- Trianni, A., Cagno, E., Neri, A., & Howard, M. (2019). Measuring industrial sustainability performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production, 229*, 1355–1376. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.076>
- Veleva, V., HART, M., GREINER, T., & CRUMBLEY, C. (2001). Indicators of sustainable production. *Journal of Cleaner Production, 9*(6), 519–549. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5)
- Wang, W., & Lu, C. (2020). Visualization analysis of big data research based on Citespace. *Soft Computing, 24*(11), 8173–8186. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04384-7>
- White, H. D., & Griffith, B. C. (1981). Author cocitation: A literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science, 32*(3), 163–171. <https://doi.org/10.1002/asi.4630320302>
- Zhang, D., Xu, J., Zhang, Y., Wang, J., He, S., & Zhou, X. (2020). Study on sustainable

urbanization literature based on Web of Science, scopus, and China national knowledge infrastructure: A scientometric analysis in CiteSpace. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121537>

Zhang, Q., Rong, G., Meng, Q., Yu, M., Xie, Q., & Fang, J. (2020). Outlining the keyword co-occurrence trends in Shuanghuanglian injection research: A bibliometric study using CiteSpace III. *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*, 7(2), 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.jtcms.2020.05.006>