



RELISE

**MENSURAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PROGRESSO CIENTÍFICO  
RELACIONADO AO TERMO GREEN MANUFACTURING<sup>1</sup>**

*MEASUREMENT AND QUANTIFICATION OF SCIENTIFIC PROGRESS  
RELATING TO THE TERM GREEN MANUFACTURING*

*Luis Fernando Moreira<sup>2</sup>*

*Daniel Hank Miri<sup>3</sup>*

*Juliana Matte<sup>4</sup>*

*Cassiane Chais<sup>5</sup>*

*Paula Patricia Ganzer<sup>6</sup>*

*Pelayo Munhoz Olea<sup>7</sup>*

**RESUMO**

Cada vez mais o tema “*green manufacturing*” ou manufatura verde vem se destacando nos processos de trabalho da indústria. Com isto ocorre uma busca crescente de pesquisas para seguir esta tendência. O documento teve como objetivo apresentar os resultados de um estudo bibliométrico que buscou verificar o perfil dos artigos científicos na base de dados *Scopus* sobre o termo “*green manufacturing*”, no período de 2000 a 2020. Para a realização deste artigo, foi executada uma pesquisa descritiva quantitativa; quanto ao procedimento metodológico, foi de tipo bibliométrico. Para organizar as informações, foi utilizada uma tabulação de dados no *software Excel*, e para geração do *cluster* de palavras e autores, o *software VOSviewer*. Nos resultados bibliométricos com o termo “*green manufacturing*” publicados na base *Scopus*, nos anos de 2000 a 2020, percebeu-se um número reduzido de artigos no período de vinte anos, totalizando 293 publicações, e também o levantamento apurado dos principais autores, universidades, países e áreas do

---

<sup>1</sup> Recebido em 20/03/2020. Aprovado em 05/04/2020.

<sup>2</sup> Universidade de Caxias do Sul. lfmoreira@ucs.br

<sup>3</sup> Universidade de Caxias do Sul. danielmirid@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade de Caxias do Sul. ju.cxs1@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade de Passo Fundo. cassichais@gmail.com

<sup>6</sup> Faculdade CNEC – Farroupilha. Ganzer.paula@gmail.com

<sup>7</sup> Universidade Federal do Rio Grande. pelayo.olea@gmail.com



RELISE

69

conhecimento bem como os periódicos mais relevantes na área. As principais expressões utilizadas, com auxílio do *software VOSviewer*, para retirar e analisar o *clusters* de palavras e as redes de coautorias dos principais autores.

**Palavras-chave:** manufatura, manufatura verde, bibliometria.

### ABSTRACT

More and more the theme “green manufacturing” has been highlighted in the work processes of the industry. With this, there is a growing search for research to follow this trend. The document aimed to present the results of a bibliometric study that sought to verify the profile of scientific articles in the Scopus database on the term “green manufacturing”, in the period from 2000 to 2020. For this article, a quantitative descriptive research was carried out; as for the methodological procedure, it was of a bibliometric type. To organize the information, a data tabulation was used in the Excel software, and for generation of the cluster of words and authors, the VOSviewer software. In the bibliometric results with the term “green manufacturing” published in the Scopus database, in the years 2000 to 2020, a small number of articles was noticed in the twenty-year period, totaling 293 publications, and also the accurate survey of the main authors, universities, countries and areas of knowledge as well as the most relevant journals in the area. The main expressions used, with the aid of the VOSviewer software, to remove and analyze the clusters of words and the co-author networks of the main authors.

**Keywords:** manufacture, green manufacture, bibliometry.

### INTRODUÇÃO

As organizações estão buscando saídas tecnológicas inovadoras e inventivas, que têm sido agrupadas aos seus processos internos. A obrigação de abonar novos produtos e serviços e a busca por inovação tecnológica, tendo em vista a sobrevivência no negócio e o lucro, geraram relevância para as organizações e, muitas vezes, questões alusivas à sustentabilidade são deixadas de lado (MARCONDES; BACARJI, 2012; DANIEL; AGUIAR, 2014). Para Hepper, Hansen e Santos (2016), os empreendimentos sustentáveis podem ser considerados como uma obrigação, isto tem direcionado organizações a esquadriharem o desenvolvimento sustentável, tanto por



RELISE

70

adotarem tal obrigação quanto por procurarem atender a um público crescente de consumidores cada vez mais conscienciosos, dentro das requisições legais de produção.

Em função do surgimento de acordos multilaterais estabelecidos por organismos internacionais, no início da década de 90, surge o conceito de Produção Mais Limpa. A aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços com o intuito de aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos à saúde e ao meio ambiente (SILVA FILHO *et al.*, 2007).

As questões que abordam a manufatura ou produção estão ligadas à sustentabilidade das indústrias. De acordo com Peçanha e Iizuka (2014), os assuntos ambientais, sociais e econômicos vêm crescendo nos últimos anos, pautados em múltiplos fóruns, encontros e grupo de estudos acadêmicos e profissionais, ao associar a metodologia decisória e planejamento estratégico para as organizações e coletividade. As estratégias de produção precisam ser revistas em uma forma sustentável. Estratégias de fabricação de corporações de manufatura têm sido influenciadas por condições ambientais (GEMELIN; SEURING, 2014).

A construção do resultado desta pesquisa se dará através de uma varredura na base de dados *Scopus* com duas décadas de artigos relacionadas ao tema, com a análise bibliométrica, trazendo todos os dados possíveis dos documentos, para posterior desenvolvimento das discussões propostas neste artigo. Dentro da metodologia empregada sobre o assunto pesquisado, o *software VOSviewer* é utilizado para apresentação de mapeamento o uso de frequência de palavras-chave e autores.

Com o interesse de aprofundar o comportamento da pesquisa acadêmica com relação à metodologia inovadora de ensino, o objetivo deste trabalho é identificar o desenvolvimento, na literatura, através de pesquisa na



RELISE

71

base de dados *Scopus*, sobre o tema manufatura verde. Desta forma, o objetivo geral é: verificar como está o desenvolvimento das pesquisas, relacionadas a “*Green Manufacturing*” nos anos de 2000 a 2020.

Para responder o objetivo geral gerou-se três objetivos específicos:

- a) identificar os autores que mais publicam sobre o tema;
- b) identificar as expressões mais usadas sobre o tema;
- c) identificar os periódicos que mais publicam sobre o tema.

Para responder os objetivos geral e específicos utilizou-se o método bibliométrico com a utilização do *software Excel* e o *software Vosviewer* para verificação e tabulação dos dados.

## **SISTEMAS DE MANUFATURA**

Na atual economia, cada vez mais as indústrias clássicas, onde os produtos são apreciados primeiramente pelos seus elementos, têm dado lugar para atualizados centros de manufatura, que enfrentam um novo repto de produção: amoldar-se ininterruptamente às demandas de mercado. Essencialmente, esta adaptação é um fator de competitividade da indústria. Pode-se proferir que o fator de competitividade satisfaz às variáveis nas quais a empresa necessita proporcionar bom desempenho, para continuar a viver e se destacar em relação ao mercado (PAIVA *et al.*, 2015; HARRISON *et al.*, 2010; ROMAN *et al.*, 2012).

A manufatura em si é trabalhada por processos produtivos tais como: fresamento, torneamento, fundição, injeção termoplástica e pintura. Merchant *et al.* (2005) descrevem sobre a desenvolvimento histórico do tema manufatura salientando o ponto de vista mais voltado à eficácia operacional dos processos produtivos ou de fabricação com apoio em métricas como a diminuição do tempo de produção e a minimização de custos operacionais.



RELISE

72

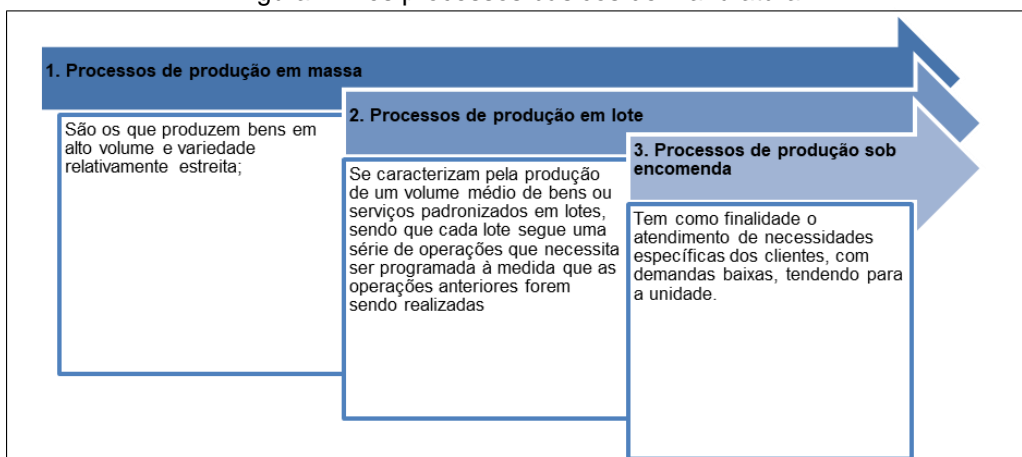
De acordo com Tubino (2007), os processos de fabricação podem ser qualificados em dois grupos principais:

a) Processos contínuos: abrangem a fabricação de bens ou serviços que não podem ser identificados particularmente;

b) Processos discretos: abrangem a fabricação de bens ou serviços que podem ser identificados em lotes ou unidades, todo lote ou produto podendo ser identificado individualmente em semelhança aos demais.

Os processos discretos são encontrados na indústria. Segundo Tubino (2007), os processos discretos, por sua vez, são subdivididos em três processos básicos, produção em massa, produção em lotes e produção sob encomenda representados na Figura 1.

Figura 1-Três processos básicos de manufatura.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

O produto pode sofrer inúmeros processos até que atinja a versão final sendo eles contínuos ou discretos. Um mesmo produto pode ser produzido em um destes três tipos de processos; a deliberação do tipo de processo depende da demanda do cliente e do arranjo físico de produção (TUBINO, 2007). Segue a Figura 2 com os tipos de produtos dentro de seus respectivos processos.

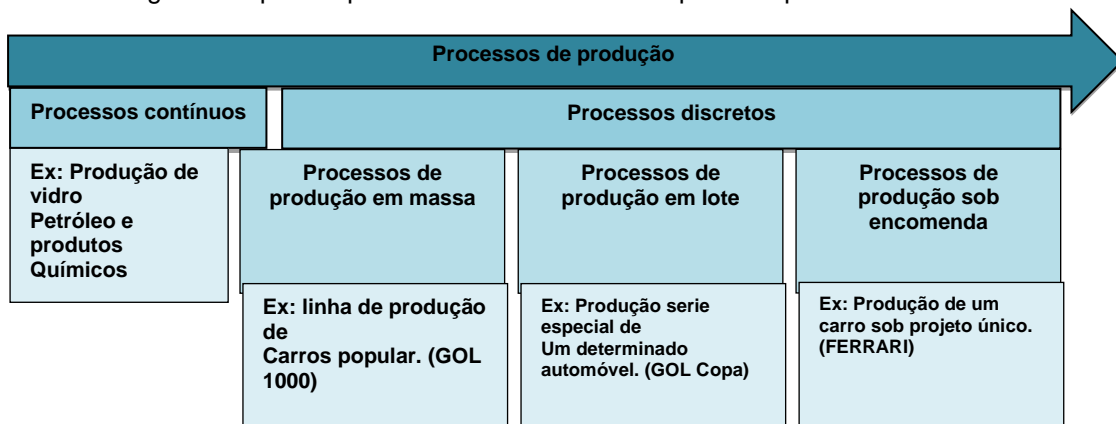
As práticas de manufatura precisam atingir metas de superprodução, mas geram desperdícios na forma de sobra. Segundo Karpinsk (2009), é



RELISE

referente às perdas que ocorrem devido às superiores quantidades de produção necessárias. Perdas no processo de beneficiamento de matéria prima e insumos de produção tais como: retalhos de aços, cavacos de aços, borras de plásticos oriundos de um processo de injeção de plásticos. Essas perdas ocorrem quando há execução de atividades desnecessárias durante o processamento, realizadas com a finalidade de atribuir ao produto ou serviço as características de qualidade que são exigidas (SHINGO, 1996).

Figura 2 - tipos de produtos dentro de seus respectivos processos.



Fonte: Adaptada de Tubino (2007)  
Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A indústria vem adotando o *slogan* de sustentabilidade, mas não são em sua totalidade de fato consideradas sustentáveis, pois utilizam definição de “produção verde” como uma estratégia para sensibilizar os consumidores e fornecedores, além de proporcionar uma imagem positiva da organização na sociedade que está inserida. De acordo com Yemal *et al.* (2011), a sustentabilidade é uma filosofia que está encorajando o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos. Concentra-se em oportunidades de negócio e permite às empresas tornarem-se mais responsáveis do ponto de vista ambiental e mais lucrativas. Incentiva a inovação e, por conseguinte, o crescimento e a competitividade.



RELISE

74

A manufatura sustentável está ligada à tecnologia que se utiliza na manufatura tal como a tecnologia com robôs em uma linha de montagem. Determinadas empresas já são capazes de produzir seus produtos em manufaturas escuras, sem luzes ou calefação, onde robôs automatizados são responsáveis pela fabricação, como na fábrica da Philips, na Holanda, que produz barbeadores elétricos com 128 robôs e apenas nove trabalhadores, considerada como um local cujo arranjo da produção é centrado essencialmente nos robôs (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2016).

A tecnologia está unida diretamente à manufatura verde que por sua vez tem que manter a sua competitividade e customização de seus produtos. O futuro das indústrias de manufatura está amarrado muito a sua competência em responder às perspectivas dos clientes, mantendo uma prerrogativa competitiva em seus mercados. As manufaturas necessitam produzir um número crescente de produtos customizados. (HU, 2013; NIEHUES, *et al.*, 2018).

## **MANUFATURA VERDE**

A produção impactou de forma negativa o meio ambiente transversalmente do abuso excessivo dos recursos naturais e da poluição e destruição do ecossistemas durante o desenvolvimento anterior. De acordo com o *World Economic Forum* (2018), há uma clara necessidade de fabricação mais sustentável, práticas para tornar mínimo o uso de recursos naturais, materiais tóxicos e diminuir as emissões de resíduos e poluentes. Economias circulares, que foram deliberadas de vários modos, geralmente são consideradas para aumentar a eficiência dos recursos minimizando a extração de resíduos e recursos.

O desenvolvimento sustentável aborda três dimensões. De acordo com Barbosa (2007), os componentes fundamentais para desenvolvimento

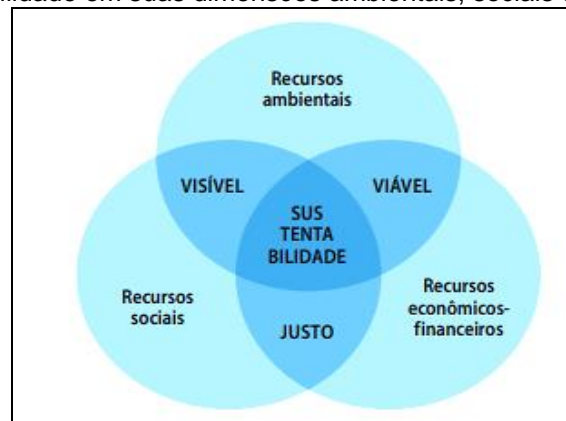




RELISE

sustentável consistem em: crescimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade social. Estes alicerces fundidos à modificação de modelo na indústria que tinha unicamente o foco na lucratividade se renovaram em uma nova compreensão de sustentabilidade e incremento dando origem ao *Triple Bottom Line* da Sustentabilidade ou TBL. Segue a Figura 3.

Figura 3 - A sustentabilidade em suas dimensões ambientais, sociais e econômico-financeiras



Fonte: Alledi (2003).

A manufatura verde, tem uma exterioridade importante de uma economia circular, chamando atenção das indústrias. A inovação nesse processo é a busca por formas de reutilizar, reparar ou remanufaturar produtos descartados ao final do processo ou durante o processo produtivo (BANKS, IAM; PARKIN, 2017). Empreendimentos de auto regulação, tais como os sistemas de ecogestões e auditorias, e os programas internacionais de sistemas de gestão ambiental ISO 14001, buscam fornecer às empresas meios sistemáticos para melhorar seu desempenho ambiental (HILLARY, 2004).

Os sistemas de manufatura também compreendem ambientes externos fora da indústria, como o meio ambiente é bem público, a manufatura verde se estende além da própria empresa do fabricante e pressões influenciam a implantação de manufatura ambientalmente consciente (SHI *et al.*, 2018; ZHU; CORDEIRO; SARKIS 2013).





RELISE

76

O investimento nesta tecnologia vale custo benefício depois de sua implantação. A aquisição em tecnologia em processos de produção mais limpos é muitas vezes, a tecnologia densa e sustentável em regra causa alto custo de venda e disponibilidade imprevisível (BEM-SALEM; GHARBI; HAJJI, 2016). Kudłak (2017) expôs que, para empresas em economias em mudança, como a da Polônia, os fundamentais impulsionadores da adoção da certificação ambiental, são aperfeiçoar seu comportamento ambiental e cumprir regulamentações ambientais em devotada mudança, enquanto a diminuição de custos obtida é menor.

Apesar de sua definição mais recente englobar as três dimensões da sustentabilidade, o termo *sustainable manufacturing* está mais relacionado ao âmbito ambiental. Assim, diversos autores (BERGMILLER, 2006; DORNFELD, 2012; RUSINKO, 2007) têm empregado mais o termo *GREEN MANUFACTURING*. O termo *green manufacturing* também recebe a alcunha de produção mais limpa (P+L). Para Glavic e Lukman (2007), a produção mais limpa inclui tanto uma condição para atingir melhorias ambientais no processo e desenvolvimento de produtos quanto uma contribuição para uma maior sustentabilidade do mundo.

De acordo com Rizzo e Batocchio (2011), as vantagens da aplicação da produção mais limpa se concentram na promoção do uso eficiente de matéria prima; água; energia; a fim de eliminar ou reduzir, direto nas fontes de origem, a quantidade de resíduos não desejados. Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL-RS; 2018), a produção verde se divide em cinco fases distintas, cada uma compreendendo vários passos.

A implementação da manufatura verde pode ocorrer como uma inovação na indústria e em seus sistemas produtivos. Fica visível e cada vez mais reconhecido que uma reestruturação transformadora de preceitos sociogênicos é necessária para impetrar a sustentabilidade, isto é, inovação do

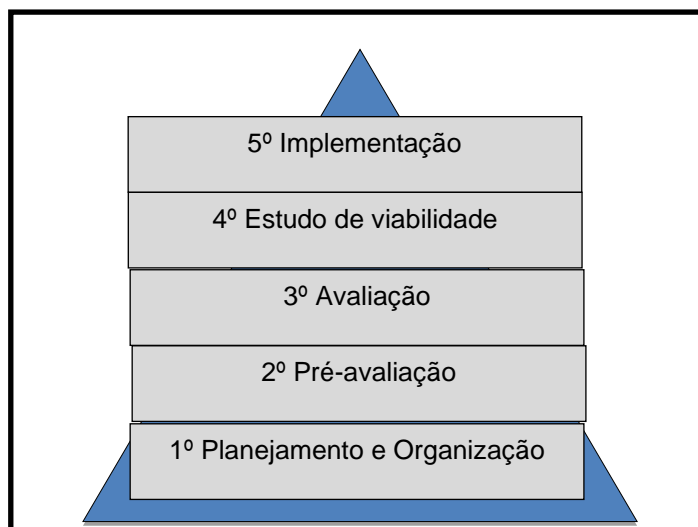


RELISE

77

sistema (MOUSAVI; BOSSINK, 2018). Na Figura 4 foram detalhadas as cinco fases da implementação da manufatura verde e sua aplicação a nível de implementação na indústria.

Figura 4 - Cinco fases da implementação da produção verde



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A manufatura verde pode aumentar a demanda por produtos sustentáveis. O acréscimo da ação real e potencial por produtos mais verdes tem entusiasmado muitas empresas a se dispor favorável como oferta capaz de completar essa procura, algumas de forma genuína, equivalente e transparente e outras se utilizando de artifícios que pretendem iludir os consumidores (MONTEIRO *et al.*, 2016). A Figura 5 detalha cinco fases de implantação da manufatura verde por escopo.

Com a implementação pode-se redesenhar o sistema de manufatura tornando-o sustentável. Repensar o avanço da manufatura, através de uma modificação de ponto de vista, em que seria possível reestruturar a forma como a economia funciona – projetando produtos que podem ser “feitos de novo” e mantendo o sistema com forte renovável (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). A manufatura verde implica em uma economia circular

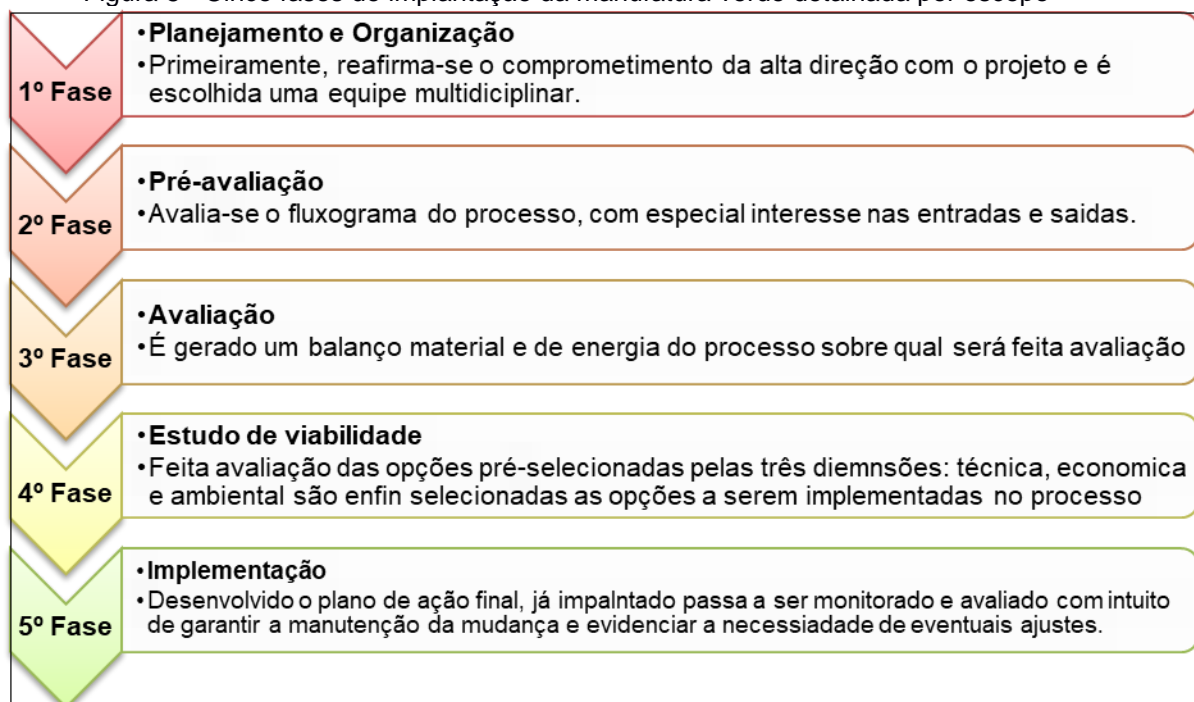


RELISE

78

para a indústria tendo uma abordagem regenerativa por princípio. Esta abordagem busca, em última instância, dissociar o acréscimo econômico do consumo de recursos finitos e extinguir externalidades contrárias da economia (SILVA; BARRETO, 2017).

Figura 5 - Cinco fases de implantação da manufatura verde detalhada por escopo



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

## METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste artigo é o da pesquisa bibliométrica. De acordo com Araújo (2006), a bibliometria surgiu no início do século XX, pois havia a necessidade de avaliar como caminhava a produção e comunicação científica. Vanti (2002) argumenta que o estudo bibliométrico tornou-se popular em 1969, quando Pritchard publicou seu artigo que discutiu a “bibliografia estatística ou bibliometria?” Tague-Sutcliffe (1992) argumenta que o princípio da bibliometria é analisar a atividade científica ou técnica por meio de estudos quantitativos das publicações. Acrescentando, esta metodologia propicia



RELISE

entender em qual estágio determinada área de pesquisa encontra-se (MACEDO; CASA NOVA; DE ALMEIDA, 2009; SPINAK, 1996). A pesquisa bibliométrica pode ser utilizada em áreas diversas, e tem por objetivo, aprimorar as pesquisas e analisar tendências, além de seus resultados serem usados para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisões.

De acordo com Guedes e Borschiver (2005), as principais leis bibliométricas são: Lei de Bradford (produtividade de periódicos), Leis de Zipf (frequência de palavras) e a Lei de Lotka (produtividade científica de autores). Os autores conceituam, em sua pesquisa, as principais leis e princípios bibliométricos, incluindo seus objetivos de estudo.

Para uma melhor visualização e compreensão dos resultados do trabalho, será utilizado o *software VOSviewer* que, segundo Van Eck e Waltman (2010), é um programa criado para construir e visualizar mapas bibliométricos. É um programa que está disponível gratuitamente para a comunidade de pesquisa bibliométrica (ver [www.vosviewer.com](http://www.vosviewer.com)). O *VOSviewer* pode, por exemplo, ser usado para construir mapas de autores ou periódicos baseados em dados de co-citação ou para construir mapas de palavras-chave baseadas em dados de co-ocorrência. Além de oferecer um visualizador que permite que os mapas bibliométricos sejam examinados detalhadamente.

A visualização das ocorrências das palavras que são mencionadas de maneira ocasional no conjunto de documentos, e termos que tenham um valor igual ou superior probabilidade de ocorrência no plano de fundo, será incluída no modelo de visualização disponibilizado ao pesquisador (KAPTEIN; HIEMSTRA; KAMPS, 2010). Nas seções em sequência, serão apresentados e discutidos os resultados retirados das análises, através do apoio das técnicas e ferramentas supracitadas, além das considerações finais e possibilidades de futuras pesquisas.



RELISE

80

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, para a busca na base *Scopus*, digitou-se no campo de pesquisas as seguintes palavras “*green manufacturing*”. No alcance dos resultados da pesquisa, o período delineado foi de 2000 até março de 2020 aplicando o filtro para área de gestão e negócios. Segue o Quadro 1 com os dados bibliométricos da base “*Scopus*”.

Quadro 1 - Dados bibliométricos da base “*Scopus*”

Base de Dados	<i>Scopus</i>
Termos de Busca	“ <i>green manufacturing</i> ”
Campos de Busca	“ <i>title, abstract e key words</i> ”
Total de Trabalhos Encontrados	293
Autores	748
Fontes de Publicação	100
Instituições	557
Países	58
Áreas do Conhecimento	1
Tipos de Publicação	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

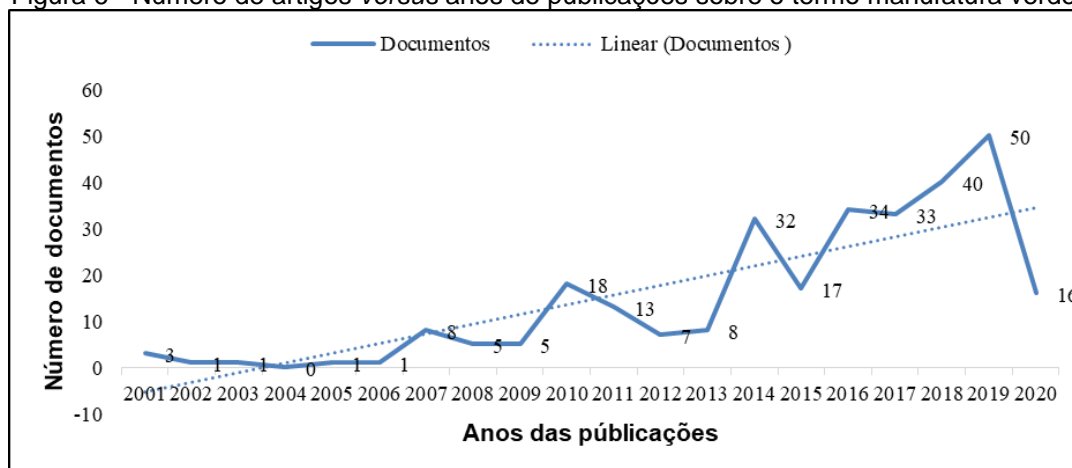
A análise e discussão dos resultados articulam-se especialmente sobre as principais leis da bibliometria: a Lei de Lotka (produtividade científica de autores), a Lei de Bradford (produtividade de periódicos) e a Lei de Zipf (frequência de palavras) (LOTKA, 1926; BRADFORD, 1934; ZIPF, 1949). Assim, as subseções a seguir respectivamente abordam o perfil dos periódicos, publicações por autores, as publicações mais citadas, frequência das palavras-chaves, bem como os anos das publicações. Segue a Figura 6.



RELISE

81

Figura 6 - Número de artigos versus anos de publicações sobre o termo manufatura verde.



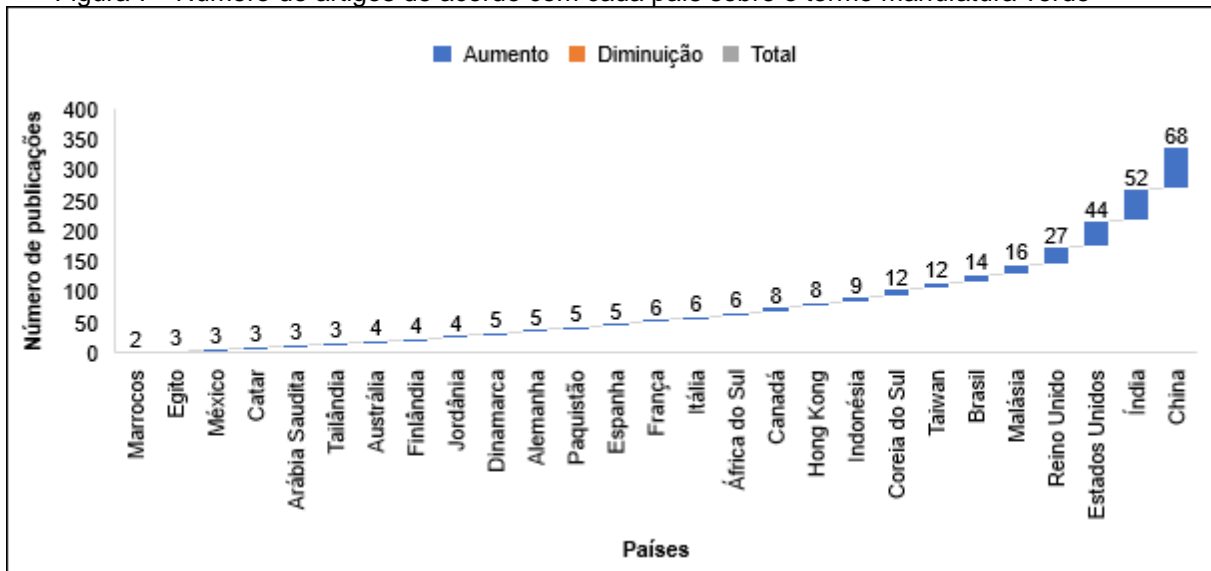
Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Na pesquisa realizada para o termo “manufatura verde” foram pesquisadas, na base *Scopus*, as palavras “*green manufacturing*” (ambas entre aspas) contidas no resumo, com a delimitação de “artigos” e em ordem cronológica crescente. A Lei de Zipf aplicada resultou em 293 documentos. Conforme verificado na figura 6, há um crescimento a partir de 2010 sobre esses temas. Na linha do tempo das publicações, analisou-se que no ano de 2010 houve dezoito publicações, em 2011 houve uma queda para treze publicações, 2012 houve outra queda para sete publicações, 2013 houve leve aumento, 2014 houve 32, 2015 houve outra queda para dezessete publicações. Na sequência, em 2016 houve 34 publicações, 2017 com 33 publicações, 2018 houve 40 publicações, 2019 foi o ano que mais se publicou com 50 publicações, e em 2020 até março houve dezesseis publicações. Verificou-se os 27 países que mais publicaram sobre o assunto “manufatura verde” durante o período do estudo. A Figura 7 apresenta o número de artigos publicados de acordo com cada país sobre o termo manufatura verde.



RELISE

Figura 7 - Número de artigos de acordo com cada país sobre o termo manufatura verde



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

O continente asiático possuía maior número de publicações que o continente americano. A China possuía 32% das publicações, os Estados Unidos possuía 13 % das publicações, a Índia possuía 12% das publicações e o restante ficam entre 4% a 3% das publicações divididos entre outros países.

A área de engenharia possuía 40% das publicações sobre “manufatura verde”, a área de Negócios, Gestão e Contabilidade possuía 11% das publicações, a área de Ciência da Computação possuía 10% das publicações, a área de Ciência de materiais possuía 8 % das publicações, a área de Ciência ambiental possuía 6% das publicações e por final as outras áreas possuíram de 5% para menos no geral de publicações. O número de publicações por universidades internacionais também foi delineado e as dez universidades internacionais que mais publicaram estão apresentadas no Quadro 2.





RELISE

83

Quadro 2 - Publicações sobre o termo manufatura verde em universidades internacionais

<b>Universidades internacionais</b>	<b>Nº de publicações</b>
<b>Instituto de Tecnologia e Ciência Birla, Pilani</b>	14
<b>Universidade de Chongqing</b>	6
<b>Universidade de Syddansk</b>	5
<b>Universidade Nacional de Seul</b>	5
<b>Universidade de Tsinghua</b>	5
<b>Universiti Sains Malaysia</b>	5
<b>Faculdade de Engenharia de Yeshwantrao Chavan</b>	5
<b>Universidade de Manchester</b>	5
<b>Universidade de Ciência e Tecnologia de Wuhan</b>	5
<b>Ministério da Educação China</b>	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O número de publicações por universidades nacionais também foi delimitado onde as dez universidades que mais publicaram estão apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 - Publicações sobre o termo manufatura verde em universidades nacionais

<b>Universidades nacionais</b>	<b>Nº de publicações</b>
<b>Universidade Federal de Santa Catarina</b>	4
<b>UNESP-Universidade Estadual Paulista</b>	3
<b>Universidade Presbiteriana Mackenzie</b>	2
<b>Universidade Metodista de Piracicaba</b>	2
<b>Universidade do Vale do Rio dos Sinos</b>	2
<b>SENAI</b>	1
<b>Universidade Estadual do Oeste do Paraná</b>	1
<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul</b>	1
<b>Centro Interuniversitário de Pesquisa e Análise das Organizações</b>	1
<b>Universidade Candido Mendes</b>	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Apresentando os Quadros 2 e 3 fica evidenciado na Figura 8 o número de publicações internacionais que foi maior que número de publicações nacionais.



RELISE

Figura 8 - Comparação entre universidades internacionais versus universidades nacionais



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

O comparativo apresentado na Figura 8 analisou como o termo “manufatura verde” é pouco estudado no Brasil, assim o tema de pesquisa é pouco difundido no país que ocasiona pouca competitividade na manufatura. A manufatura verde pode ser vista como um fator de competitividade. De acordo com Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2017), o desafio é garantir competitividade à indústria brasileira frente a uma modificação que ganha corpo na Europa e nos Estados Unidos, dando mais eficácia e flexibilidade a linhas de fabricação e diminuindo custos.

### Perfil dos periódicos

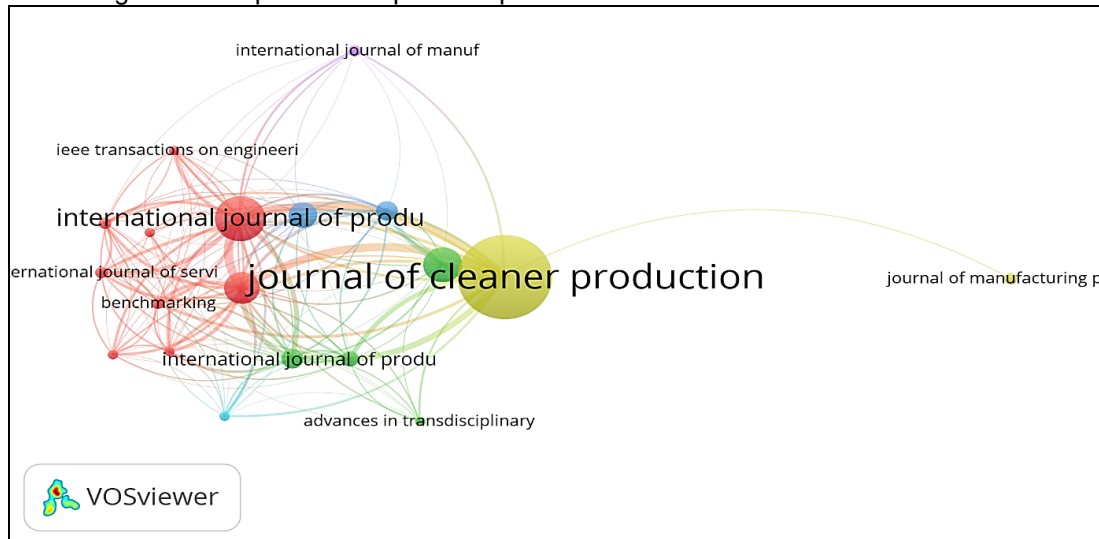
Os periódicos com maior número de publicações estão dispostos na Figura 9. Os periódicos mais bem ranqueados foram analisados pelo número de citações na base de dados *Scopus*, que fornece o número médio de citações ponderadas recebidas durante um ano selecionado por documento publicado naquele periódico, durante os três anos anteriores. O método de análise foi através de *bibliographic coupling* no *software VOSviewer* que olha a cocitação, uma medida de paridade que usa a análise de citação para colocar uma relação de similaridade entre documentos citados. O mínimo de documentos de referência na base de dados foram cinco documentos.



RELISE

85

Figura 9 - Os periódicos que mais publicaram sobre o termo manufatura verde



Fonte: Software VOSviewer® (2020).

A partir Lei de Bradford foi possível perceber as cinco revistas que mais publicaram sobre o termo “manufatura verde” na base dados *Scopus*. Em primeiro a revista *Journal Of Cleaner Production* tem sessenta publicações e 1.543 citações. A segunda revista é o *International Journal of Production Economics* que teve vinte e cinco documentos e 835 citações na base de dados. A terceira revista *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - green technology* teve dezoito publicações e 407 citações. Em quarto lugar com doze publicações a *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* que possui 7 citações. E em quinto lugar a revista *Production Planning and Control* teve oito publicações e 58 citações na base de dados. As revistas tiveram uma ligação com a área do conhecimento da engenharia.

#### *Publicação por autores*

A partir do resultado da bibliometria dos 293 artigos, a primeira busca, por meio da Lei de *Lotka*, mostrou que os três autores que mais produziram



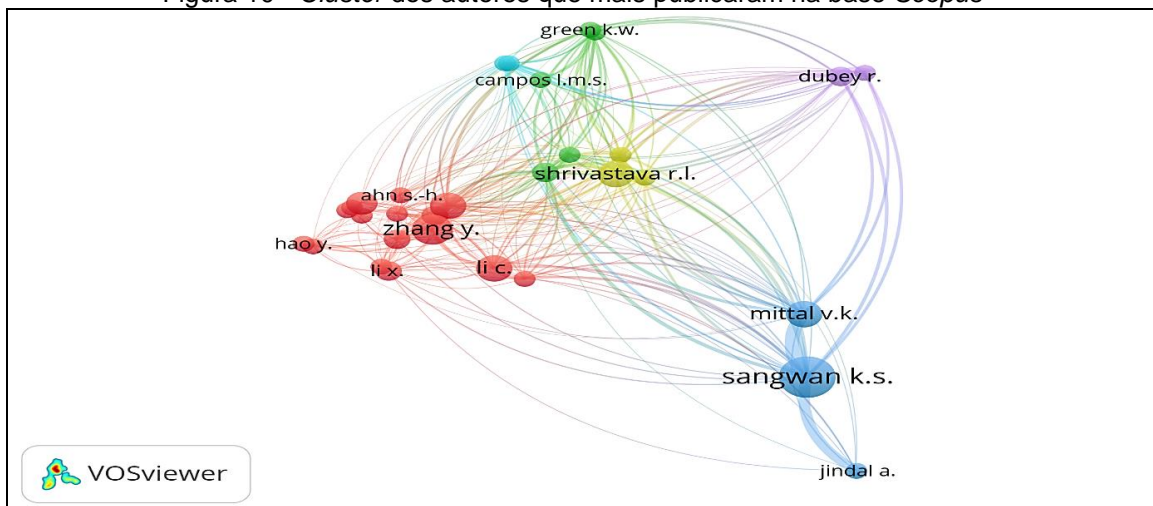
RELISE

86

foram: em primeiro lugar, o autor Sangwan K.S. com onze publicações na base *Scopus* e 213 citações sobre o assunto de pesquisa, tem um fator de impacto h de 17 e é filiado ao Instituto Birla de Tecnologia e Ciência Pilani, Pilani, Índia. Em segundo lugar, o autor Mittal. V. K, teve seis publicações e 131 citações tem um fator h na base de 9 e é filiado a Amity University, Uttar Pradesh, Escola de Engenharia e Tecnologia Amity , Noida, Índia. Em terceiro lugar, Shrivastava R. L. que teve seis publicações na base *Scopus* e 118 citações, tem fator h na base de 49 e é filiado a Universidade de Tecnologia de Tianjin, Laboratório Chave da Visão por Computador e Sistema, Tianjin, China. Segue a Figura 10 com o *cluster* dos autores que mais publicaram na base *Scopus*.

Fica evidenciado que o tamanho de cada circunferência do cluster e o número de publicações na base de cada autor traçando uma rede de autores e quem publica com quem foi utilizada a análise de bibliographic coupling com no mínimo três documentos por autor.

Figura 10 - *Cluster* dos autores que mais publicaram na base *Scopus*



Fonte: Software VOSviewer® (2020).

### *Frequência das palavras*

Na Figura 11 foi realizada a análise da frequência de palavras dentro do conjunto de palavras-chave informadas nas publicações entre 2000 a 2020,



RELISE

87

onde se pode registrar as palavras mais bem ranqueadas. Ao aplicar a Lei de Zipf, encontrou-se uma correlação entre o número de palavras semelhantes e a frequência de seu uso, e conclui-se que existe uma assimetria fundamental na escolha e uso das palavras, e que um pequeno número de palavras foi usado mais frequentemente. Utilizando o *software VOSviewer* foi possível fazer uma varredura das principais palavras utilizadas nos títulos dos artigos da amostra estudada, cujo mapeamento pode ser visualizado na Figura 11. Esta análise se realizou através de 102 termos com uma ocorrência mínima de 5 palavras relacionados a “manufatura verde”.

Foram analisados os cinco principais termos relacionados a “manufatura verde”. Primeiramente o termo *green manufacturing* que apresentou mais destaque evidenciou-se por 171 vezes. Em segundo lugar o termo *manufacture* teve 128 ocorrências na análise, seguindo este raciocínio em terceiro lugar, o termo *sustainable development* teve uma ocorrência de 63 vezes, em quarto lugar o termo *industrial research* teve uma ocorrência de 35 vezes. Por fim, o termo *environmental impact* teve uma ocorrência de 37 vezes na base *scopus*. Na pesquisa da palavra chave “manufatura verde”, com o histórico de publicações, principais fontes e autores, foram encontrados 293 documentos no total, que propiciou a criação do *cluster* de palavras, abordando as principais leis bibliométricas, que são: Lei de Bradford, (produtividade de periódicos), Lei de Lotka (produtividade científica de autores) e Leis de Zipf (frequência de palavras). Na figura 11 a palavra *green manufacturing* foi a que apresentou uma circunferência ampla em relação às outras palavras, isto significa, que a intensidade é alta do que vem sendo estudado sobre o termo “manufatura verde”. A análise feita no *VOSviewer* está alinhada com os objetivos e relevância deste artigo e efetivando de uma forma positivista o estudo.





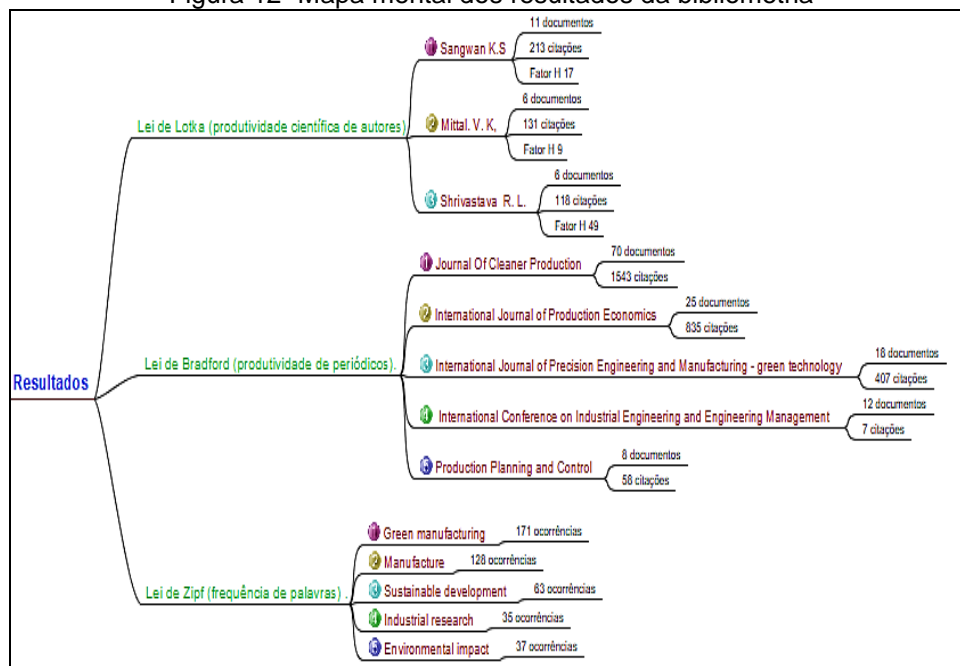


RELISE

89

unidimensional, ou seja, em forma de teia ou rede. Os Mapas Mentais aparecem da percepção da estima da relação da capacidade dos dois hemisférios cerebrais nos processos de apropriação da informação (MARQUES, 2008).

Figura 12- Mapa mental dos resultados da bibliometria



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Ainda não houve grande atração para sua exploração sobre o termo “manufatura verde”, já que o volume coletado na base foi de 293 artigos com recorte para área de gestão e negócios. Isso representou uma média de 1,72 publicações por ano, incluindo trabalhos com menor rigor de avaliação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, pode-se averiguar e analisar com *software Vosviewer*, uma série de palavras-chave em títulos que tem uma visualização de forma mais dispersa e distinta referenciando futuramente sobre o tema abordado no estudo. A importância do tema para discussões no âmbito acadêmico e para a





RELISE

90

inclinação dos pesquisadores sobre o termo *green manufacturing* é uma forma de inovação e aplicação na manufatura devido a sua fácil implantação. As cores dos *clusters* são aleatórias e servem como forma de ilustrar e delimitar os vários grupos de palavras, não possuindo outro significado. Contudo, o local onde aparecem no mapa, não é aleatório, pois ele indica a proximidade que os termos possuem entre si dentro do próprio *cluster*.

O tamanho de cada *cluster* também possui significado específico, indicando a quantidade de vezes que tal palavra aparece no grupo de artigos considerados no estudo bibliométrico. A relevância da palavra é diretamente proporcional ao diâmetro de seu *cluster*. Dada a amostra considerável de artigos, o presente estudo bibliométrico almejou verificar os principais e, então, prosseguir com análises de conteúdo que agregassem valor no mapeamento dos nichos de publicação onde *green manufacturing* apresentou mais destaque evidenciou-se uma ocorrência de 638 vezes.

As ferramentas de análise facilitaram o entendimento sobre o tema e o desenvolvimento da bibliometria com suas leis específicas. Este artigo possibilitou verificar o perfil dos estudos realizados e identificar que a indústria brasileira deve buscar mais pesquisas e ações para agregar melhorias na realidade que envolve o tema manufatura verde.

Em relação a entraves da atual pesquisa, há duas questões a serem enfatizadas. A primeira é o período de abrangência da análise de tendências, restrito ao período de 2000 a 2020. A segunda limitação decorre da ausência da consulta em outras bases de dados como: *SAGE*, *Web of Science*, *Emerald*, *Scienc Direct*, entre outras.

Para pesquisas futuras, pode-se buscar um maior detalhamento ao nível de ferramenta para uma evolução do conceito de *green manufacturing*. Dentro do campo das técnicas, pode-se buscar a existência de fóruns de discussão para evolução dos conceitos. No campo de análise bibliométrica,



RELISE

91

podem-se fazer combinações do termo *green manufacturing* aplicando o método de bibliometria com combinações tais como: *product innovation*, *process innovation*, *sustainability*. A nível gerencial pode-se apresentar de forma mais ampla nas Figuras 4 e 5 onde foi apresentado os passos da implantação da manufatura verde detalhando cada fase. Ficaram referenciados teoricamente os três principais processos de manufatura e suas aplicações apresentados nas Figuras 1 e 2. O estudo atingiu os objetivos de pesquisa de uma forma positivista para que se possa replicar o conhecimento deste artigo.

## REFERÊNCIAS

ALLEDI, C. F. **O tripé da sustentabilidade. 2003.** Trabalho de Conclusão do Curso (Gestão de Negócios Sustentáveis) – LATEC-UFF Business School, Rio de Janeiro, 2003. Anais do 8º Forum Internacional de Resíduos Sólidos, [s. l.], v. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/275>>. Acesso em: ago. 2018.

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria: evolução história e questões atuais. Em Questão**, Porto Alegre: UFRGS, v. 12, n. 1, 2006.

BANKS, IAN; PARKIN, EMMA. **Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial. 2017.** Disponível em: <[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_UmaExploracao-Inicial.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_UmaExploracao-Inicial.pdf)>. Acesso em: ago. 2018.

BARBOSA, P. R. A. **Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA): exame da adequação com referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimentos orientadas por princípios de sustentabilidades corporativas. 2007.** Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, 2007.

BEN-SALEM, A.; GHARBI, A.; HAJJI, A. Production and uncertain green subcontracting control for an unreliable manufacturing system facing emissions.



RELISE

92

**The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 83, n. 9-12, p. 1787-1799, 2016.

BERGMILLER, Gary G. **Lean manufacturers transcendence to green manufacturing**: Correlating the diffusion of lean and green manufacturing systems. 2006.

CNTL, RS - **Centro Nacional de Tecnologias Limpas** – SENAI. Disponível em <<http://institutossenai.org.br/conteudo/cntl>>: Acesso em: 01 ago. 2018.

DANIEL, RAFAEL HENRIQUE MARTINS ANTONIO; AGUIAR, KATIA CRISTINA ALBERTO. Sustentabilidade. O ciclo do sucesso: responsabilidade social, econômica e ambiental como vantagem competitiva. **Revista Ciências Gerenciais**, v.18, n.28, p.114-120, 2014.

DORNFELD, David A. (Ed.). **Green manufacturing: fundamentals and applications**. Springer Science & Business Media, 2012.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma economia circular no Brasil: estudos de caso**. [s. l.], p. 20, 2017

FAPESP - **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, (2017) Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/09/22/a-corrída-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 3 ago 2018.

GLAVIČ, Peter; LUKMAN, Rebeka. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of cleaner production**, v. 15, n. 18, p. 1875-1885, 2007.

GMELIN, Harald; SEURING, Stefan. Determinants of a sustainable new product development. **Journal of Cleaner production**, v. 69, p. 1-9, 2014.

GUEDES, V. L., & BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica**. Encontro Nacional de Ciência da Informação, 6, 1-18, 2005.

HARRISON, Jeffrey S.; BOSSE, Douglas A.; PHILLIPS, Robert A. Managing for stakeholders, stakeholder utility functions, and competitive advantage. **Strategic management journal**, v. 31, n. 1, p. 58-74, 2010.

HEPPER, EDUARDO LUIS; HANSEN, PETER BENT; SANTOS, JANE LUCIA S. Iniciativas sustentáveis e desempenho organizacional: uma análise das



RELISE

93

publicações na base web of science. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.5, n.2, p.98, 2016.

HILLARY, Ruth. Environmental management systems and the smaller enterprise. **Journal of cleaner production**, v. 12, n. 6, p. 561-569, 2004.

HU, S. Jack. Evolving paradigms of manufacturing: from mass production to mass customization and personalization. **Procedia Cirp**, v. 7, p. 3-8, 2013.

KUDŁAK, Robert. Drivers of corporate environmentalism: The case of the Polish economy in transition. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3194-3203, 2017.

MARQUES, Antonio Manuel de Miranda. **Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceituais**. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Expressão Gráfica, Cor e Imagem) – Universidade Aberta de Portugal, Lisboa, 2008. Disponível em: <<http://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/1259>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MACEDO, M. A.S.; CASA NOVA, S. P. C.; ALMEIDA, K. **Mapeamento e Análise Bibliométrica da Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) em Estudos em Contabilidade e Administração**. *Contabilidade, Gestão e Governança*, v. 12, n. 3, p. 87-101, set./dez. 2009.

MARCONDES, A.W.; BACARJI, C.D. **ISE: sustentabilidade nos mercados de capitais**. São Paulo: Report, 2012.

MERCHANT, Eugene M.; WRIGHT, Paul K.; DORNFELD, David. Manufacturing—Its Evolution and Future. **Trans. North American Manufacturing Research Institute**, v. 33, 2005.

MOUSAVI, Seyedesmaeil; BOSSINK, Bart AG. Firms' capabilities for sustainable innovation: The case of biofuel for aviation. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 1263-1275, 2017.

MONTEIRO, Thel Augusto et al. A linguagem das propagandas sustentáveis: comunicação aliada à mercadologia. **Revista Brasileira de Marketing**, [s. l.], v. 15, 47 n. 1, p. 86–98, 2016. Disponível em: <<http://www.revistabrasileiramarketing.org/2.2.4/index.php/remark/article/view/3205>>. Acesso em: ago. 2018



RELISE

94

NIEHUES, Michael et al. Adaptive job shop control based on permanent order sequencing. **Production Engineering**, v. 12, n. 1, p. 65-71, 2018.

PAIVA, de R. V. C, COSTA, D. de M., BARBOSA, F. V. & GONSALVEZ, R. G. Epistemologia dos modelos de competitividade: uma nova proposta. **Revista Pensar Gestão e Administração**, 3(2), 2015.

PANDOLFO, L. M; KUREK, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil. Uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

PEÇANHA, REINALDO SCHIRMER; IIZUKA, EDSON SADAQ. Análise da produção científica brasileira sobre sustentabilidade entre os anos de 2008 a 2011. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS**, v.3, n.1, p.1-17, 2014.

RIZZO, G. V.; BATOCCHIO, A. **Manufatura sustentável: estudo e análise da adoção articulada das técnicas de produção mais limpa e produção enxuta. "Cleaner Production Initiatives and Challenges for A Sustainable World"**. São Paulo. 2011. Disponível em: <[http://www.advancesincleanerproduction.net/third/file/sessoes/5B/2/Rizzo\\_GV%20-%20Paper%20-%205B2.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/file/sessoes/5B/2/Rizzo_GV%20-%20Paper%20-%205B2.pdf)>. Acesso em: 10 ago 2018.

ROMAN, D. J., PIANA, J., LOZANO, M. A. S. P. e. (2012). Fatores de competitividade organizacional. **Brazilian Business Review**, 3(1), 27-46

RUSINKO, Cathy. Green manufacturing: an evaluation of environmentally sustainable manufacturing practices and their impact on competitive outcomes. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54, n. 3, p. 445-454, 2007.

SHI, Guang Victor et al. Fragmented institutional fields and their impact on manufacturing environmental practices. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 431-446, 2018.

SHINGO, S.O. **Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, ARYKERNE NASCIMENTO CASADO DA; BARRETO, CARLOS ABERTO ALVES. **Economia Circular: uma perspectiva para gestão dos resíduos eletroeletrônicos de microcomputadores** [Circular Economy: a



RELISE

95

perspective for the management of electrical and electronic waste of microcomputers].

SILVA FILHO, JULIO CESAR GOMES DA; et al. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Production**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 109–128, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132007000100008&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000100008&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: jul. 2018

SPINAK, E. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e infometria**. Caracas. Unesc, 1996.

TAGUE-SUTCLIFFE, JEAN. An introduction to informetrics. **Information processing & management**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Ed Atlas, 2007.

VAN ECK, N. S.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, ago. 2010.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Readiness for the Future of Production Report**. Geneva: World Economic Forum, 2018.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NAAS, I. A. Sustentabilidade na construção civil. *In*: **INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION**. 2011. p. 1-10.

ZHU, Qinghua; CORDEIRO, James; SARKIS, Joseph. Institutional pressures, dynamic capabilities and environmental management systems: Investigating the ISO 9000–Environmental management system implementation linkage. **Journal of environmental management**, v. 114, p. 232-242, 2013.