



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Produção científica sobre resíduos de poda urbana: uma análise cienciométrica

Gabriela Ribeiro Correia¹, Jason Carvalho Machado², Sara Santos Almeida³, Leovigildo Aparecido Costa Santos⁴, Raissa de Lima Costa⁵, Francine Neves Calil⁶, Carlos de Melo e Silva-Neto⁷

¹ Instituto Federal de Goiás, Campus Goiânia, CEP: 74055-110, Goiânia (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3227-2754, eng.gabrielaribeiro@gmail.com. ² Instituto Federal de Goiás, Campus Cidade de Goiás, CEP: 76600-000, Cidade de Goiás (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3371-9000, jasoncarvalhomachado1@gmail.com. ³ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado (UEG), Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, CEP: 75132-903, Anápolis (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3328-1139, saraalmeida08@gmail.com. ⁴ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado (UEG), Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, CEP: 75132-903, Anápolis (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3328-1139, eng.leovigildo@gmail.com (autor correspondente). ⁵ Universidade Federal de Goiás, Campus Cidade de Goiás, CEP: 76600-000, Cidade de Goiás (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3371-1511, raissadelimacosta@gmail.com. ⁶ Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, CEP: 74690-900, Goiânia (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3521-1000, fncalil@gmail.com. ⁷ Instituto Federal de Goiás, Campus Cidade de Goiás, CEP: 76600-000, Cidade de Goiás (GO), Brasil, Tel.: (+55 62) 3371-9000, carlos.neto@ifg.edu.br.

Artigo recebido em 18/10/2021 e aceito em 10/04/2022

RESUMO

A arborização urbana fornece diversos serviços ecossistêmicos aos humanos, como a melhora na qualidade do ar e conforto térmico. No entanto, quando se trata dos resíduos arbóreos provenientes da poda, atividades complexas são necessárias, sobretudo quando se trata da destinação e/ou reaproveitamento correto de tais resíduos. Diante disso, foi realizada uma análise cienciométrica dos estudos sobre reaproveitamento de resíduos de poda, publicados entre 1991 e 2020. Os estudos analisados foram obtidos através de buscas avançadas nas bases de dados Scopus e Web of Science. 607 estudos foram analisados, os principais autores, instituições e países que pesquisam sobre resíduos de poda foram identificados, a Lei de Bradford foi aplicada à visualização dos principais periódicos. Também foram analisadas as palavras-chave por meio de rede de co-ocorrência e mapeamento temático para visualizar os principais temas e tendências de pesquisa. Foi observado que pesquisadores e instituições espanholas foram influentes no campo científico analisado, o que colocou a Espanha na primeira posição em número de publicações. 28 periódicos foram considerados nucleares, ou principais para as publicações sobre resíduos de poda, publicando 1/3 de todos os estudos. Os temas de pesquisa mais frequentes foram biomassa, compostagem, *biochar* e bioenergia. Os principais temas motores, fundamentais às publicações sobre resíduos de poda, foram bioenergia, energia renovável, resíduos de biomassa urbana e relações alométricas. A cienciométrica se mostrou um método eficiente na mensuração e compreensão do total de publicações que abordam resíduos de poda urbana.

Palavras-chave: arborização urbana, resíduo verde, bibliometria, cienciométrica, socioambiental.

Scientific production on urban pruning waste: a scientometric analysis

ABSTRACT

Urban afforestation provides several ecosystem services to humans, such as improved air quality and thermal comfort. However, when it comes to tree residues from pruning, complex activities are necessary, especially when it comes to the correct destination and/or reuse of such residues. Therefore, a scientometric analysis of studies on the reuse of pruning residues, published between 1991 and 2020, was performed. The analyzed studies were obtained through advanced searches in the Scopus and Web of Science databases. 607 studies were analyzed, the main authors, institutions and countries researching pruning residues were identified, the Bradford Law was applied to the visualization of the main journals. The keywords were also analyzed using a co-occurrence network and thematic mapping to visualize the main themes and research trends. It was observed that Spanish researchers and institutions were influential in the analyzed scientific field, which placed Spain in the first position in number of publications. 28 journals were considered core, or core for publications on pruning residues, publishing 1/3 of all studies. The most frequent research topics were biomass, compost, *biochar* and bioenergy. The main driving themes, fundamental to publications on pruning residues, were bioenergy, renewable energy, urban biomass residues and allometric relationships. Scientometrics proved to be an efficient method for measuring and understanding the total number of publications that address urban pruning residues. Keywords: urban afforestation, green waste, bibliometrics, scientometrics, socio-environmental.

Introdução

A arborização possui extrema importância nos centros urbanos, por meio dos serviços ecossistêmicos que a cobertura vegetal proporciona são gerados inúmeros benefícios ambientais como, o aumento da biodiversidade, a melhora da qualidade do ar e um maior conforto térmico. (Duarte et al., 2017). Além disso, as áreas verdes auxiliam na qualidade de vida nas cidades contribuindo também para a saúde física e mental da população (Cecchetto et al., 2014).

O planejamento e a gestão da arborização urbana envolvem um conjunto de atividades complexas, sobretudo, quando se trata da destinação dos resíduos arbóreos provenientes da poda. (Silva e Pivetta, 2020). Tais resíduos apresentam características diversas de acordo com sua composição (ex.: troncos, galhos, folhas e raízes) e espécie vegetal (Souza, Guimarães e Velasco, 2020). Segundo a NBR 10. 004/2004 (ABNT, 2004) os resíduos de poda são classificados como resíduos sólidos de classe II, considerados não perigosos, logo os impactos que esse tipo de resíduo pode causar ao meio ambiente apresenta menor potencial ofensivo (Mangueira et al., 2019). Entretanto, sem uma gestão adequada, os resíduos de poda passam a representar um problema em virtude do alto volume de produção e das técnicas onerosas para sua destinação final (Mangueira et al., 2019; Altamiro et al., 2020), por vezes ainda são recolhidos e transportados juntamente aos resíduos domiciliares (Queiroz Júnior et al., 2021) e depositados em aterros ou lixões (Vale et al., 2016).

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Brasil, os resíduos de poda urbana representam de 7 a 10% do volume total dos resíduos sólidos, um destino comum a esse tipo de material é a disposição em aterros sanitários ou lixões (SNSA, 2016; Vale et al., 2016). O transporte desse tipo de material costuma ser feito em caminhões específicos, separados da coleta de lixo doméstico, o que pode acarretar em altos custos, além disso, essa destinação é um desperdício do potencial de energético e da matéria orgânica das podas (Carvalho et al., 2019).

Assim, levando em consideração a crescente geração de resíduos de poda em áreas urbanas, acompanhando a arborização, é de extrema importância a avaliação das melhores técnicas de reaproveitamento de resíduos de acordo com sua composição (Souza, Guimarães e Velasco, 2020). Em diversas localidades do mundo, vem sendo repensado o descarte do resíduo verde e reutilização desta biomassa na agricultura (Boechat

et al., 2012), na produção de energia e combustível, (Calahorro et al., 1992, Hiddink, 1997, Tsirocoglou e Gemtos, 1998; Nguyen et al., 1999; Perrot e Subiantoro, 2018; Smith et al., 2019), na confecção de painéis de madeira, móveis e brinquedos (Chahud et al., 2012; Bispo et al., 2020) e na produção de adubo (Taskin et al. 2019).

No Brasil, regulamentações locais sobre o manejo de resíduos de poda urbana e retirada de árvores da arborização são escassas, ficando evidente que a maioria dos municípios não conta com diretrizes ou responsabilidades para o serviço de arborização e poda (Carvalho et al., 2019). Apesar de existirem muitas possibilidades para o aproveitamento, pouco ainda é avaliado em termos de estudos científicos no que se refere aos resíduos de arborização, sendo extrema importância a avaliação das melhores técnicas de reaproveitamento de resíduos de acordo com sua composição (Souza, Guimarães e Velasco, 2020).

Assim, visto a dimensão da produção científica mundial e o volume de conhecimento produzido nos dias atuais, estratégias para analisar e avaliar o conhecimento gerado na área desses resíduos são fundamentais, sobretudo, envolvendo a interação do ser humano com a prática de reaproveitamento.

Ferramentas como a cienciometria podem contribuir para uma maior compreensão das tendências de pesquisa e lacunas temáticas nos estudos sobre resíduos de poda urbana, bem como no reconhecimento dos principais pesquisadores, instituições e países que contribuem para a geração de conhecimentos sobre o tema em questão. A cienciometria analisa principalmente os aspectos quantitativos da produção científica, gerando informações importantes à compreensão de padrões e tendências de pesquisa, bem como à identificação de espaços e campos científicos que necessitam de mais atenção por parte dos pesquisadores (Chellappandi et al., 2018; Sousa e Santos-Filho, 2020).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise cienciométrica sobre reaproveitamento de resíduos de poda e suas influências na produção científica entre os anos 1991 e 2020, podendo assim avaliar o surgimento, o quantitativo e a influência de estudos sobre o tema ao longo do tempo, validando as vertentes e necessidade de novos estudos.

Para tanto, propôs-se as seguintes hipóteses: a) o número de artigos publicados anualmente cresceu com o passar do tempo, o que representa um aumento de interesse da comunidade

científica pelos resíduos de poda urbana; b) pressupostos das leis da bibliometria se aplicam ao conjunto de artigos sobre poda urbana, como a Lei de Bradford, em que os principais periódicos do campo científico poderão ser agrupados e a cienciometria se apresenta como ferramenta eficiente na síntese desse conhecimento; c) a análise temática possibilitará a visualização dos principais temas de pesquisa através do agrupamento de palavras-chave.

Material e métodos

Obtenção e filtragem dos dados

As publicações analisadas foram obtidas da coleção principal da Web of Science (WoS) e da Scopus, que incluem milhares de periódicos e publicações científicas. A estratégia empregada segue a proposição de Chadegani et al. (2013) e Santos et al. (2021), que recomendam a utilização dessas duas bases de dados para a realização de pesquisas cienciométricas. A busca nas bases foi do tipo avançada, realizada na data 01 de outubro de 2021, sendo o período entre os anos de 1991 e 2020 assumido como recorte temporal, cujo ano inicial foi definido a partir da data da publicação mais antiga presente nas bases de dados utilizadas.

A estratégia de busca foi generalista, de modo a abranger o maior número de resultados. A busca consistiu na utilização de termos referentes à *pruning* e *waste*, combinados com palavras derivadas de *urban* e *municipal*, com uso de operadores booleanos e caracteres curingas. Ambos os termos foram pesquisados nos campos de resumos, títulos e palavras-chave dos estudos em diferentes combinações de busca avançada das bases de dados utilizadas. A estratégia de pesquisa utilizada resultou em 97 estudos na base de dados Scopus e 584 estudos na Web of Science, um total de 681 (Quadro 1).

Dois critérios de filtragem foram aplicados: a) a leitura dos títulos, com exclusão dos estudos que não se enquadravam no escopo da presente pesquisa; b) exclusão de estudos duplicados.

Para a exclusão de duplicatas foi utilizado o pacote Bibliometrix (Aria e Cuccurullo, 2017) no software RStudio (Rstudio Team, 2019), onde os arquivos contendo os resultados das buscas nas duas bases de dados foram mesclados, com posterior identificação e exclusão de estudos duplicados. Os dados foram exportados em formato de planilha eletrônica, onde os títulos foram analisados para exclusão de estudos fora do escopo da pesquisa.

Análise dos dados

Foram quantificados o número de publicações anuais, quantidade de autores, periódicos, instituições de pesquisa e países que mais publicaram, assim como os termos de maior ocorrência nas palavras-chave.

Para avaliação dos principais periódicos que publicaram estudos relacionados à temática da presente pesquisa, foi empregada a Lei de Bradford. Basicamente, essa lei teoriza que, em um determinado campo científico, o número de periódicos pode ser dividido em três zonas. A primeira zona reúne poucos periódicos que publicaram 1/3 de todos os artigos; a segunda zona é representada por um maior número de periódicos que publicaram a mesma quantidade de artigos da primeira zona; a terceira zona é representada por um número ainda maior de periódicos para atingir o mesmo número de publicações da segunda zona. Deste modo, os periódicos inseridos na primeira zona são principais ou nucleares para o campo científico em análise (Chaman et al., 2019; Borgohain et al., 2021).

A técnica de análise de redes de ocorrência foi empregada para análise temática das palavras-chave (Aria e Cuccurullo, 2017; Romero-Perdomo et al., 2022), que mostra a relação entre temas de diferentes estudos dentro da temática pesquisada. A escolha das palavras-chave em detrimento dos demais campos (título ou resumo), se deu pelo fato dessas indicarem áreas importantes de pesquisa e interligarem diferentes disciplinas que contribuíram para uma determinada publicação, além de evidenciarem as áreas centrais estudadas pelos pesquisadores para uma publicação específica (Tripathi et al., 2018). O software VOSviewer (van Eck e Waltman, 2010) foi utilizado na análise de redes das palavras-chave e geração dos sociogramas.

Também foi elaborado um mapa temático das publicações, conforme empregado por Aria e Cuccurullo (2017), Santos et al. (2021) e Romero-Perdomo et al. (2022). O mapeamento temático foi feito através do agrupamento de palavras-chave em redes temáticas e do mapeamento de suas interconexões, deste modo os temas de pesquisa proeminentes puderam ser identificados (Aria e Cuccurullo, 2017; Silva et al., 2021). Desta forma foi possível observar os temas básicos, especializados (ou de nicho), periféricos e motores das pesquisas sobre resíduos de poda urbana. Nessa análise foram utilizadas as palavras-chave com frequência mínima de ocorrência de 5 vezes nas

publicações. O mapa temático foi elaborado no software RStudio.

Quadro 1. Estratégia de pesquisa nas bases de dados Scopus e Web of Science.

Base de dados	Busca avançada
Web of Science N = 584	((TI=(pruning AND waste) OR AK=(pruning AND waste) OR AB=(pruning AND waste)) OR ((TI=pruning AND AK=waste) OR (TI=waste AND AK=pruning) OR (TI=pruning AND AB=waste) OR (TI=waste AND AB=pruning) OR (AK=pruning AND AB=waste) OR (AK=waste AND AB=pruning)) AND (TI=Municipa* OR AK=Municipa* OR AB=Municipa* OR TI=urban OR AK=urban OR AB=urban))
Scopus N = 97	((TITLE(pruning AND waste) OR AUTHKEY(pruning AND waste) OR ABS(pruning AND waste)) OR (TITLE(pruning) AND AUTHKEY(waste)) OR (TITLE(waste) AND AUTHKEY(pruning)) OR (TITLE(pruning) AND ABS(waste)) OR (TITLE(waste) AND ABS(pruning)) OR (AUTHKEY(pruning) AND ABS(waste)) OR (AUTHKEY(waste) AND ABS(pruning))) AND (TITLE(urban) OR AUTHKEY(urban) OR ABS(urban) OR TITLE(municipa*) OR AUTHKEY(municipa*) OR ABS(municipa*))
Campos pesquisados	TITLE ou TI = título, AUTHKEY ou AK = palavras-chave dos autores, ABS ou AB = abstract
Caracteres curinga	* = as bases retornam quaisquer caracteres, no meio ou final das palavras. Exemplo: Municipa* = municipality ou municipal.

Resultados

Informações gerais

Dos 607 estudos retidos para análise, 471 foram artigos originais, 119 trabalhos publicados em anais de eventos, 11 artigos de revisão, 04 resumos de reuniões científicas e 02 capítulos de livro. Somente 19 estudos foram publicados em autoria única, 588 foram publicados por múltiplos autores, com uma média de 4,29 autores por publicação. Os 607 documentos foram publicados em 359 fontes (periódicos, livros, anais, etc.).

Conforme recorte temporal, os primeiros estudos foram publicados em 1991, sem publicações registradas nas bases de dados para os anos 1993 e 1994. Nos anos 1992, 1995 e 1999 ocorreram somente 01 publicação em cada ano. A partir do ano 2000, 02 ou mais estudos foram publicados anualmente, sendo que o ano 2020 apresentou o maior número de publicações, com 84 estudos. Esses dados mostram, ainda que timidamente, um aumento no interesse pela temática em questão (Figura 1).

Autores, instituições e países

Os autores que mais publicaram na temática analisada eram vinculados a instituições espanholas, são eles: Alberto Masaguer (n = 12) - Universidade Politécnica de Madri, Raul Moral Herrero (n = 11) - Universidade Miguel Hernández, Gabriel Blázquez García (n = 10) - Universidade de Granada, Maria Angeles Bustamante (n = 10) - Universidade Miguel Hernández, Monica Calero (n = 10) - Universidade de Granada e, M. Teresa Ferrández-García (n = 10) - Universidade Miguel Hernández. As instituições cujos pesquisadores mais publicaram estudos sobre resíduos de poda urbana são espanholas, o que evidenciou um empenho de pesquisadores e instituições espanholas em realizar pesquisas e gerar conhecimentos sobre essa temática.

O impacto da participação de autores de instituições espanholas nas publicações sobre resíduos de poda urbana se reflete no número de publicações do país. A Espanha foi o país com participação no maior número de publicações (n = 526), seguida por Itália (n = 214), Brasil (n = 140), China (n = 110) e Estados Unidos da América (n = 80) (Tabela 1).

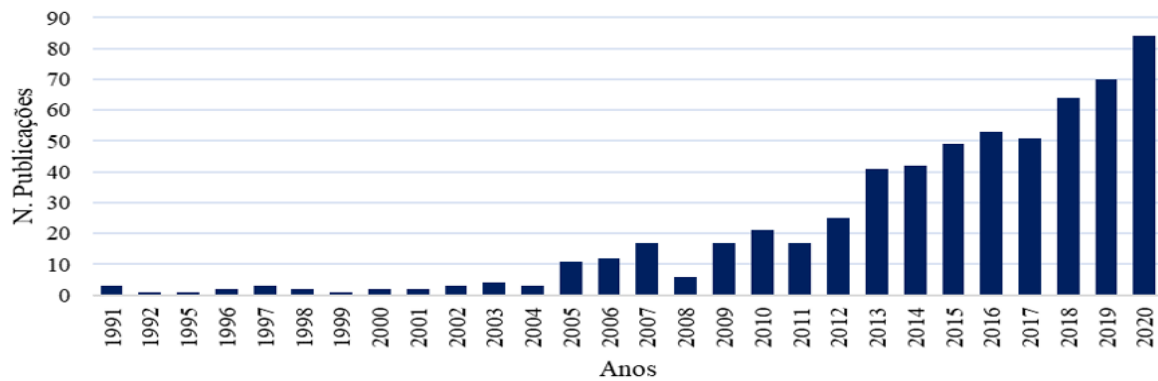


Figura 1. Distribuição das publicações ao longo dos anos, mostrando o pico de produção em 2020.

Tabela 1. Número de publicações para autores, instituições e países que mais publicaram estudos sobre resíduos de poda urbana.

Autores	Artigos	Instituições	Artigos	Países	Artigos
Alberto Masaguer	12	Univ. Miguel Hernandez	43	Espanha	526
Raul Moral Herrero	11	Univ Granada	42	Itália	214
Gabriel Blázquez García	10	Univ. Politécnica de Valência	38	Brasil	140
Maria Angeles Bustamante	10	Univ. Jaen	38	China	110
Monica Calero	10	Univ Politécnica Madrid	32	EUA	80
M. Teresa Ferrández-García	10	Ctr. de Edafología e Biología Aplicada	27	Grécia	57
María Ángeles Martín-Lara	9	Univ. Vigo	22	Portugal	52
Borja Velázquez Martí	9	Univ. Cordoba	21	México	38
Marta Benito	8	Univ. King Saud	17	Turquia	37
Ana Moliner	7	Univ. de Castilla-La Mancha	14	India	34

Fontes nucleares segundo a Lei de Bradford

As fontes mais importantes em número de publicações sobre a temática pesquisada foram identificadas por meio da Lei de Bradford. De acordo com Alvarado (2016), a aplicação prática da Lei de Bradford fornece mecanismos para selecionar os periódicos que não são apenas os mais produtivos, mas também os mais relevantes para a cobertura de uma determinada área do conhecimento.

Com base na Lei de Bradford, 28 fontes foram consideradas como nucleares e incluídas na primeira zona, ou seja, foram preferidas por autores e mais receptivas para publicarem estudos sobre resíduos de poda urbana, englobando 1/3 de todos os estudos. Outras 128 fontes publicaram mais 1/3 dos estudos, formando assim a segunda zona. Outras 203 fontes publicaram 1/3 dos estudos e formaram a terceira zona. Somente quatro fontes nucleares publicaram acima de 10 estudos, as demais publicaram entre 04 e 09 estudos cada. As fontes da segunda zona publicaram entre 01 e 04 estudos cada e, na terceira zona foram publicados somente 01 estudo por cada fonte (Tabela 2).

Tabela 2. Zonas definidas com base na Lei de Bradford para identificação dos principais periódicos que publicaram estudos sobre resíduos de poda urbana.

Zonas	N. Publicações	Fontes	% do total de fontes
Zona 1	202	28	7,80%
Zona 2	202	128	35,65%
Zona 3	203	203	56,55%
Total	607	359	100 %

Das 28 fontes nucleares, *Waste Management* foi o periódico que mais publicou artigos sobre resíduos de poda urbana (n = 22). Esse periódico se dedica à publicação de estudos que abordam diferentes aspectos da gestão de resíduos sólidos, incluindo políticas públicas, educação, avaliação econômica e ambiental, incluindo resíduos municipais, agrícolas e resíduos especiais como lodo de esgoto e industriais.

O segundo periódico que mais publicou foi *Renewable Energy* (n = 14), com escopo destinado às publicações relacionadas à divulgação de formas de produção de energia renovável e alternativa,

dentre as quais se encontra a produção de energia através da conversão de biomassa.

O periódico *Bioresource Technology* é voltado à publicação de estudos sobre bioenergia e biotransformações, biocombustíveis, tratamento biológico de resíduos, conversão termoquímica de biomassa (combustão, pirólise, gaseificação, catálise, etc.), dentre outros, publicou 12 artigos relacionados ao aproveitamento de resíduos de poda urbana.

O periódico *Journal of Environmental Management* publicou 10 artigos relacionados à temática da presente pesquisa, é voltado a estudos relacionados à gestão de recursos naturais, gestão e valoração de resíduos, gestão de qualidade ambiental, análise e avaliação ambiental, bem como os aspectos socioeconômicos e políticos da gestão ambiental. O periódico *Biomass & Bioenergy* também publicou 10 artigos relacionados à resíduos de poda urbana e é voltado à publicação de estudos sobre os processos químicos e biológicos do aproveitamento da biomassa para novas fontes renováveis de energia e materiais.

Co-ocorrência de palavras-chave

As palavras-chave mais frequentes nos estudos analisados indicaram os principais temas abordados pelos autores. Assim, *biomass* foi o termo de maior frequência (n = 50), seguido por *compost* (n = 41), *composting* (n = 26), *biochar* (n = 25) e *bioenergy* (n = 19), ambos os termos são relacionados ao aproveitamento de resíduos de poda e transformação de tais resíduos.

Exemplo do uso de *biomass* é visto em Maccarini et al. (2020), onde os autores abordam a valoração energética dos resíduos de poda urbana e questões sobre a destinação final desses resíduos. *Compost* e *composting*: Vázquez et al. (2020) abordam o desenvolvimento de tecnologias para a compostagem de resíduos alimentares em universidades, utilizando resíduos de poda urbana no processo de compostagem. *Biochar*: Já Taskin et al. (2019) testaram o impacto do uso de biochar e hydrochar, de resíduos de videira e de poda urbana no desenvolvimento de fungos fitopatogênicos do solo. *Bioenergy*: Smith et al. (2019) abordaram a produção e avaliação química, física e energética de briquetes produzidos a partir de resíduos de poda urbana e bagaço de cana-de-açúcar.

A análise de co-ocorrência de palavras-chave mostrou como os principais temas se relacionam nas pesquisas sobre resíduos de poda urbana, bem como os grupos ou clusters formados pelas palavras-chave. No gráfico de co-ocorrência

é possível observar os grupos, representados por cores distintas e, a força das conexões (links), representada pelas linhas. A quantidade de conexões de uma palavra-chave com outras é representada pelo tamanho dos círculos (Figura 2).

Os grupos formados foram nomeados de acordo com a palavra-chave de maior ocorrência e com mais conexões com as demais dentro de um mesmo grupo: Grupo 1 – *composting* (compostagem), Grupo 2 – *valorization* (valorização), Grupo 3 – *biorefinery* (biorrefinaria), Grupo 4 – *pruning* (poda), Grupo 5 – *biomass* (biomassa), Grupo 6 – *yield* (produção), Grupo 7 – *pruning waste* (resíduos de poda), Grupo 8 – *compost* (composto), Grupo 9 – *heavy metals* (metais pesados). No geral as principais palavras-chave co-ocorreram com temas inerentes às atividades de transformação da biomassa vegetal, nos processos envolvidos nessa transformação e nos tipos de resíduos mais utilizados.

No Grupo 1, por exemplo, características observadas durante o processo de compostagem são as temáticas mais relacionadas, como umidade, nariz eletrônico (usado na avaliação de odores), digestão anaeróbica, biogás, lodo de esgoto. No Grupo 2, co-ocorreram mais vezes as temáticas de isolamento térmico, painéis de partículas, aditivos orgânicos, estações de tratamento de biomassa e propriedades mecânicas, evidenciando que estudos sobre a valorização dos resíduos analisaram propriedades dos produtos derivados da biomassa. No Grupo 3 co-ocorreram temáticas como celulose, lignina, ativação química, biossorvente, polifenóis, carvão ativado e biocombustíveis. No Grupo 4, foram mais evidentes as relações entre temas ligados à fertilidade e/ou tratamento do solo, como nitrogênio, fósforo, potássio, fertilização, biossólidos e biossorção, evidenciando haver estudos que avaliam os efeitos dos resíduos no solo. No Grupo 5, mais co-ocorreram palavras relacionadas à produção de energia, como bioenergia, gaseificação, exergia, bem como temas relacionados à quantificação de volume de biomassa, como relações alométricas e equações de volume. No Grupo 6 co-ocorreram mais palavras relacionadas ao carbono, como sequestro de carbono, orgânico, torrefação e energia renovável. O Grupo 7, intitulado resíduo de poda, agrupou termos relacionados à análise e processamento da biomassa, como pirólise, termogravimetria, combustão, energia de ativação e processo de extrusão. Já o Grupo 8 foram agrupadas as palavras biorremediação, pinheiro, resíduos urbanos e meio de cultivo. No Grupo 9 agruparam-se termos

relacionados aos metais pesados, como lixiviação, fitotoxicidade e corretivos do solo

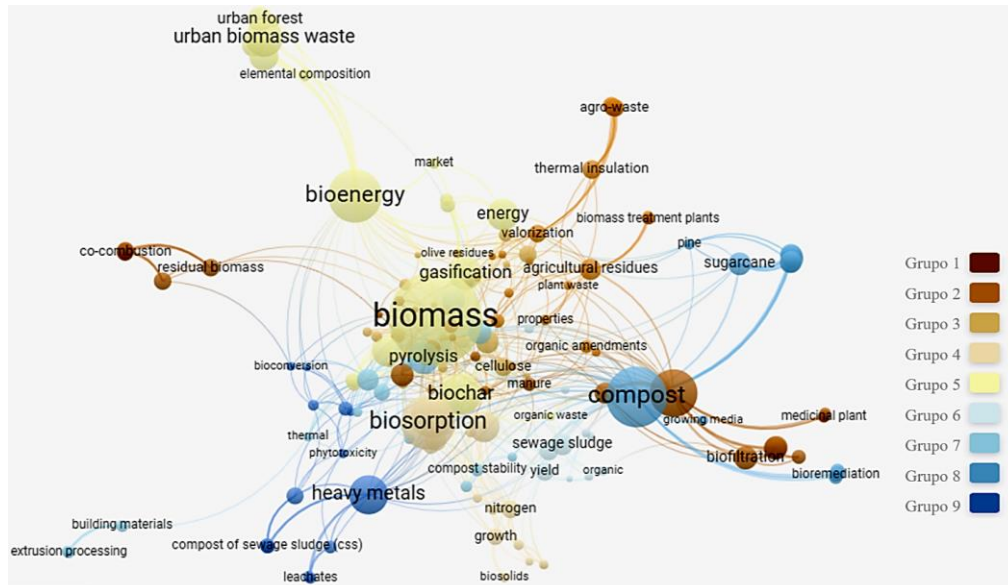


Figura 2. Rede de co-ocorrência de palavras-chave dos estudos analisados.

Mapeamento temático dos estudos sobre resíduo de poda urbana

O mapeamento temático dos estudos sobre resíduos de poda urbana evidenciou quais os temas básicos, motores, emergentes ou em declínio e os temas de nicho que são explorados nas pesquisas. Na representação gráfica do mapa temático foram usadas duas métricas para descrever cada tema: Densidade de Callon e Centralidade de Callon, ou simplesmente densidade e centralidade (Parry, 2019). A centralidade representa a interação relativa de um grupo com outros, ou o grau de relevância de determinado grupo para um campo científico, enquanto a densidade representa a interação relativa de temas dentro do próprio grupo, ou o grau de desenvolvimento dos temas. Dormezil et al. (2020) explicam que os agrupamentos finais representados graficamente são aqueles que demonstraram um maior grau relativo de densidade e centralidade quando comparados a outros (Figura 3).

Os temas básicos são importantes para um campo de investigação e dizem respeito a tópicos gerais transversais às diferentes áreas de pesquisa dos estudos analisados (Fusco et al., 2020). Os principais temas básicos encontrados foram *compost* (composto), *composting* (compostagem), *pruning* (poda), *biomass* (biomassa), *biochar*, *pruning waste*, *heavy metals* (metais pesados), *sewage sludge* (lodo de esgoto), *biosorption* (biossorção), *gasification* (gasificação), *pyrolysis* (pirólise), *sustainability* (sustentabilidade),

agricultural residues (resíduos agrícolas), *circular economy* (economia circular) e *lignin* (lignina).

Os temas motores são aqueles temas bem desenvolvidos, fundamentais à estruturação do campo de pesquisa analisado, caracterizados por alta densidade e centralidade (Santos et al., 2021). Os principais temas motores foram *bioenergy* (bioenergia), *renewable energy* (energia renovável), *residues* (resíduos), *urban biomass waste* (resíduos de biomassa urbana), *allometric relationships* (relações alométricas), *torrefaction* (torrefação), *urban forest* (floresta urbana).

Os temas periféricos compreendem temas emergentes e em declínio, caracterizados por baixa densidade (subdesenvolvidos) e centralidade (marginais) (Fusco et al., 2020). São aqueles que ainda ocorrem em poucas publicações, mas apresentam tendência de crescimento ou de redução no número de publicações com o passar dos anos, o que pode indicar o surgimento de futuros temas motores ou o abandono gradual pelos pesquisadores. Os temas periféricos foram *adsorption* (adsorção), *kinetics*, *waste valorization* (valorização de resíduos) e *biosorbent* (biosorvente).

Os temas de nicho são aqueles muito desenvolvidos, mas com baixa relevância ao campo científico em análise (Fusco et al., 2020). Por serem temas muito especializados, fazem poucas conexões com os demais grupos temáticos, resultando em pouca influência no desenvolvimento do campo científico. Os temas de nicho foram *growth* (crescimento), *biosolids*

(biosólidos), *soil fertility* (fertilidade do solo), *compost maturity* (maturidade de composto),

compost stability (estabilidade de composto) e *antioxidant* (antioxidante).

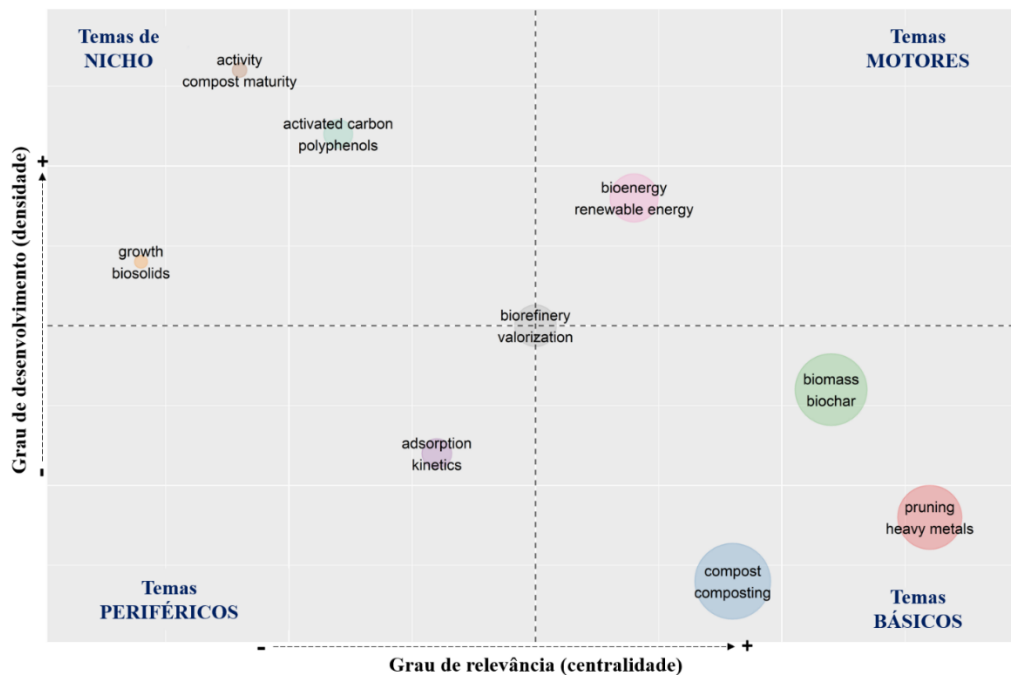


Figura 1. Mapa temático das pesquisas sobre resíduos de poda urbana, com os temas de nicho, periféricos, motores e básicos.

Discussão

Os primeiros estudos sobre resíduos de poda urbana já abordavam a necessidade de se reaproveitar e/ou destinar corretamente tais resíduos. Na primeira década de publicações os pesquisadores testaram a utilização de resíduos de poda na produção de mudas, plantas alimentícias e cogumelos (McConnell et al., 1991; Kostov et al., 1995; Domondon e Poppe, 2000), outros já se preocupavam com a utilização da biomassa vegetal proveniente das podas para a produção de combustível e energia (Calahorra et al., 1992; Hiddink, 1997; Tsiricoglou e Gemtos, 1998; Nguyen et al., 1999).

Na segunda década de publicações os pesquisadores se preocuparam em estudar aspectos relacionados à compostagem de resíduos de poda (Benito et al., 2003; Benito et al., 2005a; Benito et al., 2005b; Benito et al., 2005c; Benito et al., 2009), bem como a influência dos compostos na produção vegetal (Garcia-Gomez et al., 2002; Jordão et al., 2003; Ros et al., 2005; Bai et al., 2010). Warman et al. (2009) colocam que a compostagem de resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma forma eficaz e ambientalmente positiva de desviar o lixo dos depósitos. No final da década alguns estudos voltaram-se novamente à possibilidade de produção de energia a partir da biomassa

(Kavargiris et al., 2009; Lu et al., 2009; Corona e Nicoletti, 2010; Kalinci et al., 2010; Velazquez-Marti e Fernandez-Gonzalez, 2010), preocupação que continuou nos seguintes.

Na última década analisada (2011 – 2020), a temática de geração de energia a partir de resíduos de poda foi abordada em 53 estudos, período em que a palavra-chave *biomass* co-ocorreu mais vezes com *bioenergy* e *energy*, indicando que as pesquisas se voltaram à conversão de biomassa em energia. *Biomass* também esteve associada a *fuel* e *gas*, ou seja, à produção de combustível. Nesse período surgiu também a palavra-chave “*biochar*”, que não constava em estudos relacionados a resíduos de poda das décadas anteriores.

O termo “*biochar*” é formado pela junção das palavras *biomass* (biomassa) e *charcoal* (carvão). O *biochar* pode ser obtido por pirólise, gaseificação ou carbonização hidrotérmica da biomassa vegetal e, nos últimos anos, tem sido muito estudado por suas características únicas, como alto teor de carbono, capacidade de troca catiônica e grande superfície específica (Wang e Wang, 2019). Tais características propiciam utilização do *biochar* na correção e recuperação de solos, (de Meira et al., 2021), influenciando em parâmetros como o pH, superfície específica, porosidade, composição química e condutividade elétrica, por exemplo

(Kamali et al., 2022). Alguns estudos analisados abordaram diferentes formas de obtenção desse produto (Park et al., 2015; Pituello et al., 2015; Zambon et al., 2016; Sun et al., 2017), outros testaram diferentes resíduos na fabricação do biochar (Sumer et al., 2016; Viggi et al., 2017; Fernandes et al., 2019), outros testaram os efeitos de sua aplicação em solos (Kim et al., 2015; Zhang et al., 2016; Marzaioli et al., 2018).

Com o passar dos anos foi possível observar a formação de grupos de pesquisa destinados aos estudos com resíduos de poda. Merece destaque autores como Marta Benito, Alberto Masaguer e Ana Moliner, da Universidade Politécnica de Madri, que publicaram vários artigos em conjunto, principalmente voltados ao estudo da compostagem de resíduos de poda, o que pode ter influenciado no avanço das pesquisas sobre essa temática na instituição ao qual eram vinculados que, na presente análise, se enquadrou entre as 10 que mais publicaram. Na presente análise, foi possível a visualização de outro importante grupo de pesquisadores, formado por Raul Moral Herrero, Maria Angeles Bustamante e María Teresa Ferrández García que, com a contribuição de outros autores, tornaram a Universidade Miguel Hernández a mais produtiva em estudos sobre resíduos de poda urbana. Cabe destacar ainda que os 10 autores que mais publicaram na temática analisada são espanhóis e, entre as 10 instituições que mais publicaram, 09 são espanholas, além disso, a Espanha foi o país com maior número de publicações.

Em relação aos principais periódicos, a Lei de Bradford possibilitou a identificação da zona nuclear, onde se encontram os periódicos que mais publicaram estudos sobre resíduos de poda urbana. Na zona nuclear foram incluídos periódicos que publicam estudos sobre produção de energia e combustíveis (n = 8), relacionados à agricultura (n = 8), gestão de resíduos (n = 4), qualidade ambiental (n = 3), química (n = 3), compostagem (n = 1) e silvicultura (n = 1). Com exceção de 05 periódicos, os demais apresentam fator de impacto entre 1,149 e 13,273, sendo que aquele que mais publicou (Waste Management, n = 22) possuía um fator de impacto de 7,145 no ano 2020 (Journal Citation Reports, 2020), o que indica que essa zona nuclear reuniu os periódicos de qualidade superior e maior relevância para o campo científico analisado. Desta forma, os periódicos nucleares identificados na presente análise se configuram como relevantes e de alto impacto à publicação de pesquisas sobre resíduos de poda urbana, podendo serem selecionados para submissão de estudos

futuros por pesquisadores desse mesmo campo científico.

Apesar do número de publicações encontradas no presente estudo (n = 607), bem como da diversidade de temas abordados, não foram encontrados estudos que abordaram a problemática dos resíduos de poda considerando aspectos socioeconômicos. Os estudos que abordam questões financeiras são poucos e focados em avaliações do valor econômico de alguns produtos obtidos por meio da conversão de biomassa (Jara-Samaniego et al., 2017; Vico et al., 2018). Estudos que revelem o impacto social da transformação desses resíduos em ativos ambientais são fundamentais para embasar estratégias de aproveitamento econômico de resíduos de poda nas cidades. Pesquisas sobre a viabilidade financeira da utilização dos resíduos poderá demonstrar gargalos ou viabilizar ações de gestão ambiental. Exemplo disso, Gil-Lopez et al. (2017) concluíram que, além do custo ambiental baixo, o reaproveitamento de resíduos de poda de palmeiras para construção de barreiras acústicas em rodovias pode gerar uma economia média de 15% na instalação, se comparado a estruturas de madeira.

Os estudos sobre a conversão de biomassa em energia são mais frequentes, um tema interessante para países em desenvolvimento, como o Brasil. Segundo Documento de Apoio ao PNE 2050 (EPE, 2018) em conjunto com o Ministério de Minas e Energia (MME), o Brasil é beneficiado pelas suas características edafoclimáticas, o que permite que em seu território prosperem diversas fontes de biomassa, de forma abrangente e competitiva. Diante disso, a geração de energia a partir de biomassa é vista como uma das alternativas mais promissoras para o futuro energético sustentável do país. Isso faz com que o interesse em pesquisas com esse enfoque seja maior, estimulando também as cadeias dessa indústria cada vez mais consolidadas.

Conclusão

Um quadro geral da literatura científica sobre resíduos de poda urbana foi apresentado. Entre os anos 1991 e 2020 foram publicados 607 estudos sobre essa temática, dos quais, a maioria é de artigos originais (n = 471), sendo os artigos publicados em periódicos científicos a principal forma de publicação.

Os autores que mais publicaram sobre a temática analisada eram vinculados a instituições espanholas nas datas de publicação dos estudos, bem como as instituições com maior número de

publicação, que também são espanholas. Quantitativos que refletem na produção científica nacional sobre o tema, sendo a Espanha o país que mais publicou estudos sobre resíduos de poda urbana.

Pesquisadores espanhóis formaram importantes grupos de pesquisa, que contribuíram com diversos estudos, incrementando além do número de publicações, também a geração de conhecimentos científicos sobre o tema e, consequentemente, influenciaram positivamente no desenvolvimento do campo científico analisado na presente pesquisa.

A Lei de Bradford permitiu a identificação dos periódicos nucleares, ou principais, que mais publicaram estudos sobre resíduos de poda urbana. Os 28 periódicos nucleares abordam temas distintos, mas ambos são relacionados em algum grau com produção de energia e combustíveis, agricultura, gestão de resíduos, qualidade ambiental, compostagem e silvicultura, ou seja, ambos abordam assuntos direta ou indiretamente relacionados à biomassa e resíduos orgânicos. A maioria desses periódicos ($n = 23$) possui fator de impacto superior a 1, o que indica serem periódicos de qualidade superior e maior relevância para os estudos sobre resíduos de poda urbana.

Bioenergia e energia renovável são os principais temas motores dos estudos sobre resíduos de poda urbana, são temas bem desenvolvidos e fundamentais à estruturação desse campo científico. Biomassa, biochar, poda, metais pesados, composto e compostagem são temas básicos das publicações analisadas, ou seja, são temas transversais que interagem com as diferentes áreas de pesquisa dos estudos analisados. Valorização de resíduos, biosorvente e adsorção são temas periféricos, ainda subdesenvolvidos e marginais nas publicações sobre resíduo de poda, podendo algum deles evoluir para tema motor ou entrar em declínio por conta do abandono gradual pelos pesquisadores. Biosólidos, fertilidade do solo, maturidade de composto, estabilidade de composto e antioxidantes são temas muito desenvolvidos e especializados, com baixa relevância ao campo científico analisado, sendo considerados temas de nicho.

Apesar da quantidade de temas abordados nos estudos sobre resíduos de poda urbana, ainda são pouco explorados os aspectos socioeconômicos relacionados ao aproveitamento ou não desses resíduos. Estudos que revelem o impacto social da transformação desses resíduos em ativos ambientais são fundamentais para embasar

estratégias de aproveitamento econômico de resíduos de poda nas cidades.

Para países em desenvolvimento como o Brasil, os estudos e inovações sobre a conversão de biomassa de resíduos de poda urbana em energia são fundamentais para a geração de conhecimentos e subsídios técnico-científicos à geração de energia renovável por meio de fontes diversificadas.

Portanto, a partir da cienciometria apresentada podemos concluir que o reaproveitamento de resíduos de poda, apesar da sua importância, é ainda uma temática muito pouco explorada. Além disso, análises da relação sobre uma perspectiva social e ambiental podem ser um importante instrumento para reafirmar o quanto a questão de resíduos está diretamente ligada com a vida humana e, consequentemente, o quanto a elaboração de planos e ações que a abranjam podem trazer benefícios em várias escalas.

A cienciometria se mostrou um método eficiente na mensuração e compreensão do total de publicações que abordam resíduos de poda urbana. No entanto, a presente pesquisa ainda é limitada devido ao fato de terem sido utilizadas somente duas bases de dados científicas (WoS e Scopus), o uso de outras bases, como o Google Acadêmico, pode ser importante para futuras análises, de modo a aumentar o número de estudos analisados, identificar mais autores, mais temas e talvez abranger um recorte temporal mais amplo.

Agradecimentos

O autor CMSN agradece a bolsa de produtividade PQ do CNPq (processo 307779/2021-1).

Referências

- ABNT . Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004, Resíduos Sólidos Classificação. 2004. Rio de Janeiro.
- Alvarado, R.U. 2016. Growth of Literature on Bradford's Law. *Investigación Bibliotecológica* 30, 51-72. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.06.003>.
- Angeoletto, F., Richard, E., Vacchiano, M.C., Leandro, D.S., Bohrer, J.F.C., Leite, L.B., Santos, J.W.M.C. 2011. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. *Terra Plural* 11, 291-303. Disponível: <https://doi.org/10.5212/terraplural.v.11i2.0008>. Acesso: 12 out. 2021.
- Aria, M., Cuccurullo, C. 2017. bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11, 959-975. Disponível:

- <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso: 13 out. 2021.
- Bai, J., Shen, H., Shikui, D. 2010. Study on eco-utilization and treatments of highway greening waste. *Procedia Environmental Sciences* 2, 25-31. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.005>. Acesso: 13 out. 2021.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R., Moliner, A. 2005a. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96, 597–603. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.006>. Acesso: 12 out. 2021.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R.M. 2003. Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. *Biology and Fertility of Soils* 37, 184–189. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0584-7>. Acesso: 13 out. 2021.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R.M., Effron, D. 2005b. Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Science* 170, 360-370. Disponível: <https://journals.lww.com/soilsci/toc/2005/05000>. Acesso: 13 out. 2021.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., De Antonio, R. 2005c. Carbon Mineralization of Pruning Wastes Compost At Different Stages of Composting. *Compost Science & Utilization* 13, 203-207. Disponível: <https://doi.org/10.1080/1065657X.2005.10702241>. Acesso: 12 out. 2021.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Hontoria, C., Almorox, J. 2009. Dynamics of pruning waste and spent horse litter co-composting as determined by chemical parameters. *Bioresource Technology* 100, 497–500. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.005>. Acesso: 13 out. 2021.
- Borghain, D. J., Verma, M. K., Nazim, M., Sarkar, M. 2021. Application of Bradford's law of scattering and Leimkuhler model to information science literature. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 15, 197–212. Disponível: <https://10.1080/09737766.2021.1943041>. Acesso: 06 abr. 2022.
- Calahorra, C.V., Serrano, V.G., Alvaro, J.H., García, A.B. 1992. The use of waste matter after olive grove pruning for the preparation of charcoal. The influence of the type of matter, particle size and pyrolysis temperature. *Bioresource Technology* 40, 17-22.
- Carvalho, M., Araújo, Y.R.V., Góis, M.L., Junior, L.M. 2019. Urban pruning waste: carbon footprint associated with energy generation and prospects for clean development mechanisms. *Revista Árvore* 43, e430405. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000400005>. Acesso: 12 out. 2021.
- Cecchetto, C.T., Christmann, S.S., Oliveira, T.D. 2014. Arborização Urbana: Importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. *Seminário Internacional de Educação no Mercosul* 14, 25-27.
- Chadegani, A., Salehi, A., Yunus, H., Farhadi, M.M., Fooladi H., Farhadi, M., Ebrahim M. 2013. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases, *Asian Social Science* 9, 18 - 26.
- Chahud, E., Lahr, F. A.R., Blecha, K.A., Nascimento, M.F., Bertolini, M. da S. 2012. Produção e avaliação do desempenho de painéis de partículas de madeira a partir de resíduos de podas de árvores urbanas. *Revista de Cultura e Extensão USP* 8, 109-122. Disponível: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v8i0p109-122>. Acesso: 12 out. 2021
- Chaman S.M., Kumar, P.D., Biradar, B. S. 2019. Bradford's Law: Identification of the Core Journals in the Field of Indian Chemical Science Literature. *International Journal of Information Dissemination and Technology* 8, 1-7. Disponível: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3400961>. Acesso: 20 set. 2021.
- Chellappandi, P., Vijayakumar, C.S. 2018. Bibliometrics, Scientometrics, Webometrics / Cybermetrics, Informetrics and Altmetrics - An Emerging Field in Library and Information Science Research. *Shanlax International Journal of Education* 7, 2320-2653. Disponível: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2529398>. Acesso: 14 out. 2021.
- Corona, G., Nicoletti, G. 2010. Renewable energy from the production residues of vineyards and wine: evaluation of a business case. *New Medit* 9, 41-47. Disponível: https://newmedit.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/321_41corona.pdf. Acesso: 10 out. 2021.

- Domondon, D.L., Poppe J. 2000. Fruit optimization with wastes used for outdoor cultivation of king stropharia, in: Van Griensven L.J.L.D. (ed), Science and cultivation of edible fungi, vol. 2. Balkema, Rotterdam, pp. 909–918.
- Dormezil, S. Khoshgoftaar, T., Robinson-Bryant, F. 2020. Differentiating between educational data mining and learning analytics: a bibliometric approach. CEUR Workshop Proceedings 2592, 17-22. Disponível: <http://ceur-ws.org/Vol-2592/>. Acesso: 20 set. 2021.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Papel da biomassa na expansão da geração de energia elétrica. Documento de apoio ao PNE 2050. Rio de Janeiro.
- Fernandes, J.M., Moreira, M.M., Paíga, P., Dias, D., Bernardo, M., Carvalho, M., Delerue-Matos, C. 2019. Evaluation of the adsorption potential of biochars prepared from forest and agri-food wastes for the removal of fluoxetine. *Bioresource Technology* 292, 121973. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121973>. Acesso: 13 out. 2021.
- Fusco, F., Marsilio, M., Guglielmetti, C. 2020. Co-production in health policy and management: a comprehensive bibliometric review. *BMC Health Services Research* 20, 504. Disponível: <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05241-2>. Acesso: 20 set. 2021.
- Garcia-Gomez, A., Bernal, M.P., Roig, A. 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83, 81–87. Disponível: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00211-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00211-5). Acesso: 13 out. 2021.
- Gil-Lopez, T., Medina-Molina, M., Verdu-Vazquez, A., Martel-Rodriguez, B. 2017. Acoustic and economic analysis of the use of palm tree pruning waste in noise barriers to mitigate the environmental impact of motorways. *Science of The Total Environment* 584, 1066–1076. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.162>. Acesso: 14 out. 2021.
- Hiddink, J. 1997. Organic waste from agriculture and agro-food industry, in: Kaltschmitt, M., Bridgwater, A. V. (eds), *Biomass Gasification & Pyrolysis State of the firt and Future Prospects*. Cpl Press, Newbury, pp. 89–98.
- Jara-Samaniego, J., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., Paredes, C., Pérez-Espinosa, A. 2017. Development of organic fertilizers from food market waste and urban gardening by composting in Ecuador. *PLOS ONE* 12, e0181621. Disponível: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181621>. Acesso: 13 out. 2021.
- Jordão, C., Paulo, C., Pereira, J. 2003. Evaluation of metal concentrations in edible vegetables grown in compost amended soil, *International Journal of Environmental Studies* 60, 547-562. Disponível: <https://doi.org/10.1080/0020723032000093982>. Acesso: 12 out. 2021.
- Kalinci, Y., Hepbasli, A., Dincer, I. 2010. Efficiency assessment of an integrated gasifier/boiler system for hydrogen production with different biomass types. *International Journal of Hydrogen Energy* 35, 4991-5000.
- Kamali, M., Sweyggers, N., Al-Salem, S., Appels, L., Aminabhavi, T. M., Dewil, R. 2022. Biochar for soil applications-sustainability aspects, challenges and future prospects. *Chemical Engineering Journal*, 428, 131189. Disponível: <https://10.1016/j.cej.2021.131189>. Acesso: 06 abr. 2022.
- Kavargiris, S. E., Mamolos, A. P., Tsatsarelis, C. A., Nikolaidou, A. E., Kalburtji, K. L. 2009. Energy resources' utilization in organic and conventional vineyards: Energy flow, greenhouse gas emissions and biofuel production. *Biomass and Bioenergy* 33, 1239–1250. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.05.006>. Acesso: 12 out. 2021.
- Kim, H.S., Kim, K.R., Ok, Y.S. 2015. Examination of Three Different Organic Waste Biochars as Soil Amendment for Metal-Contaminated Agricultural Soils. *Water, Air, & Soil Pollution* 226, 282. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2556-6>. Acesso: 13 out. 2021.
- Kostov, O., Tzvetkov, Y., Kaloianova, N., Van Cleemput, O. 1995. Cucumber cultivation on some wastes during their aerobic composting. *Bioresource Technology* 53, 237–242. Disponível: [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(95\)00076-Q](https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00076-Q). Acesso: 12 out. 2021.
- Lu, L., Tang, Y., Xie, J., Yuan, Y. 2009. The role of marginal agricultural land-based mulberry planting in biomass energy production. *Renewable Energy* 34, 1789–1794. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.12.017>. Acesso: 13 out. 2021.
- Maccarini, A.C., Bessa, M.R., Errera, M.R. 2020. Energy valuation of urban pruning residues feasibility assessment. *Biomass and Bioenergy*

- 142, 105763. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105763>. Acesso: 13 out. 2021.
- Marzaioli, R., Coppola, E., Lovieno, P., Rutigliano, F. A. 2018. Impact of Biochar Amendment on Soil Quality and Crop Yield in a Greenhouse Environment. *Journal of Environmental Accounting and Management* 6, 313-324. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5890/JEAM.2018.12.004>. Acesso: 12 out. 2021.
- McConnell, D.B., Kane, M.E., Shiralipour, A. 1991. Influence of shade and fertilizer levels on Pickerelweed growth in composted solid waste and yard trash. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 50, 145-154.
- Nguyen, Q.A., Keller, F.A., Tucker, M.P. 1999. Bioconversion of mixed solids waste to ethanol. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 78, 455-472. Disponível: <https://doi.org/10.1385/ABAB:78:1-3:455>. Acesso: 12 out. 2021.
- Park, J.H., Ok, Y.S., Kim, S.H. 2015. Characteristics of biochars derived from fruit tree pruning wastes and their effects on lead adsorption. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 58, 751-760. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s13765-015-0103-1>. Acesso: 12 out. 2021.
- Parry, D. A. 2019. Computing research in South Africa: A scientometric investigation. *South African Computer Journal* 31, 51-79. Disponível: <https://dx.doi.org/10.18489/sacj.v31i1.674>. Acesso: 12 out. 2021.
- Pituello, C., Francioso, O., Simonetti, G., Pisi, A. 2015. Characterization of chemical-physical, structural and morphological properties of biochars from biowastes produced at different temperatures. *Journal of Soils and Sediments* 15, 792-804. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0964-7>. Acesso: 10 out. 2021.
- Queiroz Júnior, A., Bezerra, J., Costa, T., Roque, F., Rego, A., Costa, H., NOBRE, S. 2021. Caracterização Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Ereré/CE. *Revista Brasileira de Geografia Física* 14, 172-188. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.1.p172-188>. Acesso: 15 out. 2021.
- Romero-Perdomo, F.; Carvajalino-Umaña, J.D.; Moreno-Gallego, J.L.; Ardila, N.; González-Curbelo, M.Á. 2022. Research Trends on Climate Change and Circular Economy from a Knowledge Mapping Perspective. *Sustainability* , 14, 521. Disponível: <https://doi.org/10.3390/su14010521>. Acesso: 06 abr. 2022.
- Ros, M., Hernandez, M.T., Garcia, C., Bernal, A., Pascual, J.A. 2005. Biopesticide effect of green compost against fusarium wilt on melon plants. *Journal of applied microbiology* 98, 845-854. Disponível: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02508.x>. Acesso: 10 out. 2021.
- RStudio Team. 2019. RStudio: Integrated Development for R. Disponível: <http://www.rstudio.com/>. Acesso: 20 set. 2021.
- Santos, L.A.C., Miranda, S.C., Silva-Neto, C. de M. 2020. Fitofisionomias do Cerrado: definições e tendências. *Élisée - Revista De Geografia Da UEG* 9, e922022. Disponível: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/10907>. Acesso: 13 out. 2021.
- Silva, H. A. da, Santos, L. A. C., Pacheco, A. R., Calil, F. N., Silva-Neto, C. de M. e. 2021. Crop-livestock-forest integration systems: A scientometric analysis. *Revista Ecologia E Nutrição Florestal - ENFLO*, 9, e03. Disponível: <https://doi.org/10.5902/2316980X68190>. Acesso: 06 abr. 2022.
- Smith, A.K.G., Alesi, L.S., Varanda, L.D., Silva, D.A., Santos, L.R.O. 2019. Production and evaluation of briquettes from urban pruning residue and sugarcane bagasse. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental* 23, 138-143. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n2p138-143>. Acesso: 13 out. 2021.
- SNSA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnosis of the management of municipal solid waste. 2016. Brasília.
- Sousa, J., Santos-Filho, F. 2020. Estudos Botânicos nos Tabuleiros Litorâneos do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 1335-1347. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p1335-1347>. Acesso: 14 out. 2021.
- Souza, C.A., Guimarães, C.C., Velasco, G.D.N. 2020. Reaproveitamento de resíduos de poda e sua colaboração para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. *Seminário Internacional - NUTAUSP* 13, 1-6.
- Sümer, S. K. , Kavdır, Y., Çiçek, G. 2016. Determining The Potential of Biochar Production from Agricultural and Livestock Wastes in Turkey. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19, 379-387. Disponível:

- <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksudobil/issue/25010/264068>. Acesso: 14 out. 2021.
- Sun, X., Shan, R., Li, X., Pan, J., Liu, X., Deng, R., Song, J. 2017. Characterization of 60 types of Chinese biomass waste and resultant biochars in terms of their candidacy for soil application. *GCB Bioenergy* 9, 1423-1435. Disponível: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12435>. Acesso: 14 out. 2021.
- Taskin, E., Branà, M.T., Altomare, C., Loffredo, E. 2019. Biochar and hydrochar from waste biomass promote the growth and enzyme activity of soil-resident ligninolytic fungi. *Heliyon* 5, e02051. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02051>. Acesso: 13 out. 2021.
- Tripathi, M., Kumar, S., Sonker, S.K., Babbar, P. 2018. Occurrence of author keywords and keywords plus in social sciences and humanities research : A preliminary study. *Journal of Scientometrics and Information Management* 12, 215-232. Disponível: <https://doi.org/10.1080/09737766.2018.1436951>. Acesso: 22 set. 2021.
- Tsircoglou T.H., Gemtos, T.A. 1998. Crop residues burning for energy production in a bunch shape, in: Kopetz, H., Weber, T., Paltz, W., Chartier, P., Ferrero, G.L. *Proceedings of the International Conference - Biomass for Energy and Industry*. European Commission, Wurzburg, p. 1520-1523.
- Vale, V.H.D., Marinho, A.M, Vale, M.B. 2016. Potencialidade da utilização dos resíduos verdes e da construção civil provenientes do município de Natal/RN. *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* 4, 633-644.
- Van Eck, N.J., Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer. a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84, 523-538. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>. Acesso: 22 set. 2021.
- Vázquez, M.A., Plana, R., Pérez, C., Soto, M. 2020. Development of Technologies for Local Composting of Food Waste from Universities. *International journal of environmental research and public health* 17, 3153. Disponível: <https://doi.org/10.3390/ijerph17093153>. Acesso: 10 out. 2021.
- Velazquez-Marti, B., Fernandez-Gonzalez, E. 2010. The influence of mechanical pruning in cost reduction, production of fruit, and biomass waste in citrus orchards. *Applied Engineering in Agriculture* 26, 531-540. Disponível: <https://doi.org/10.13031/2311-3075.2010.00026>. Acesso: 12 out. 2021.
- Vico, A., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., Agulló, E., Marhuenda-Egea, F. C., Sáez, J. A., Moral, R. 2018. Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pruning biomass by co-composting with urban and agri-food sludge. *Journal of Environmental Management* 226, 408–415. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.035>. Acesso: 11 out. 2021.
- Viggi, C.C., Simonetti, S., Palma, E. 2017. Enhancing methane production from food waste fermentate using biochar: the added value of electrochemical testing in pre-selecting the most effective type of biochar. *Biotechnol Biofuels* 10, 303. Disponível: <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0994-7>. Acesso: 14 out. 2021.
- Wang, J., Wang, S. 2019. Preparation, modification and environmental application of biochar: a review. *Journal of Cleaner Production* 227, 1002-1022. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.282>. Acesso: 12 out. 2021.
- Warman, P. R., Rodd, A. V., Hicklenton, P. 2009. The effect of MSW compost and fertilizer on extractable soil elements and the growth of winter squash in Nova Scotia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133, 98–102. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.010>. Acesso: 12 out. 2021.
- Zambon, I., Colosimo, F., Monarca, D., Cecchini, M., Gallucci, F., Proto, A.R., Lord, R., Colantoni, A. 2016. An Innovative Agro-Forestry Supply Chain for Residual Biomass: Physicochemical Characterisation of Biochar from Olive and Hazelnut Pellets. *Energies* 9, 1-11. Disponível: <https://doi.org/10.3390/en9070526>. Acesso: 11 out. 2021.
- Zhang, Y., Idowu, O.J., Brewer, C.E. 2016. Using Agricultural Residue Biochar to Improve Soil Quality of Desert Soils. *Agriculture* 6, 1-11. Disponível: <https://doi.org/10.3390/agriculture6010010>. Acesso: 12 out. 2021.
- de Meira, A.M., Nolasco, A.M., Klingenberg, D., Souza, E. C. 2021. Insights into the reuse of urban forestry wood waste for charcoal production. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23, 2777–2787. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02181-1>. Acesso: 06 abr. 2022.