

Arborização Urbana: Uma Perspectiva Sobre o Direcionamento dos Resíduos em Cidades Brasileiras

Urban Afforestation: A Perspective on Waste Management in Brazilian Cities

Arborización Urbana: Una Perspectiva sobre la Gestión de Residuos en Ciudades Brasileñas

Leda Maria de Almeida Nelo

Mestranda, UNINOVE – CIS, SP, Brasil
Especialização, UNINOVE- CIS, SP, Brasil
Especialização, UNIFESP- AU, São Paulo, Brasil
Especialização, UNOPAR-GA, Paraná, Brasil
leda.nelo@uni9.edu.br

Andreza Portella Ribeiro

Professora Doutora, UNINOVE, SP, Brasil
andrezp@uni9.pro.br

RESUMO

É indiscutível a importância da arborização urbana, sobretudo em relação aos serviços ecossistêmicos prestados. No entanto, sua questão residual é um grande desafio, pois não existem leis específicas, políticas públicas e / ou uma gestão específica a esse material, por parte dos municípios brasileiros. Este trabalho tem como propósito apresentar uma perspectiva do reaproveitamento dos resíduos da poda urbana, a partir do levantamento bibliográfico de artigos, com a temática voltada a indicadores de reaproveitamento e de beneficiamento dos resíduos arbóreos, como matéria-prima sustentável. As informações da literatura revelam que é grande o volume de resíduos gerados pelo pós-poda, o qual, em sua maioria, é descartado inadequadamente, inclusive o lenhoso, perdendo todo o seu valor como material sustentável e econômico. Esse descarte tem potencial de causar danos ambientais, no ar, na água, no solo e na saúde pública. O reaproveitamento é uma das condições necessárias para contribuir com a destinação ambientalmente correta desses resíduos do pós-poda, existente em todas as áreas e localidades do país. Os resíduos da arborização urbana são denominados resíduos verdes pelas suas condições orgânicas e naturais, que apresentam a biomassa, em sua constituição, uma matéria-prima com potencial de aplicação nos mais diversos setores, formatos e usos. Por fim, as informações levantadas evidenciam como o manejo e o gerenciamento adequados de resíduos da arborização urbana, também denominados resíduos verdes, podem trazer benefícios, aos municípios, não apenas em se tratando das questões ambientais, mas em relação a aspectos sociais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Arborização Urbana. Reaproveitamento. Resíduos da Poda Urbana.

SUMMARY

The importance of urban afforestation, especially concerning the ecosystem services it provides, is unquestionable. However, its residual issue is a significant challenge because there are no specific laws, public policies, or dedicated management by Brazilian municipalities regarding this matter. This work aims to present a perspective on the reuse of urban pruning waste based on a literature review of articles focused on indicators of reuse and processing of tree waste as sustainable raw material. Literature information reveals that a substantial volume of waste is generated after pruning, most of which is inadequately discarded, including woody waste, losing all its value as a sustainable and economical material. This disposal has the potential to cause environmental damage to the air, water, soil, and public health. Reuse is one of the necessary conditions to contribute to the environmentally correct disposal of these post-pruning waste materials, which exist in all areas and localities of the country. Urban afforestation waste is referred to as "green waste" due to its organic and natural characteristics, containing biomass as a raw material with potential applications in various sectors, formats, and uses. Finally, the gathered information highlights how proper management and handling of urban afforestation waste, also known as green waste, can bring benefits to municipalities not only in terms of environmental matters but also regarding social and economic aspects.

KEY WORDS: Management of Urban Afforestation. Reuse. Urban Pruning Waste.

RESUMEN

La importancia de la forestación urbana, especialmente en lo que respecta a los servicios ecossistémicos que proporciona, es innegable. Sin embargo, su problema residual es un desafío significativo debido a la falta de leyes específicas, políticas públicas o una gestión dedicada por parte de los municipios brasileños en este asunto. Este trabajo tiene como objetivo presentar una perspectiva sobre la reutilización de los residuos de la poda urbana basada en una revisión de la literatura de artículos centrados en indicadores de reutilización y procesamiento de los residuos de árboles como materia prima sostenible. La información de la literatura revela que se genera un volumen sustancial de residuos después de la poda, la mayoría de los cuales se descartan de manera inadecuada, incluidos los residuos leñosos, perdiendo todo su valor como material sostenible y económico. Esta disposición tiene el potencial de causar daños ambientales en el aire, el agua, el suelo y la salud pública. La reutilización es una de las condiciones necesarias para contribuir a la disposición ambientalmente correcta de estos materiales de residuos posteriores a la poda, que existen en todas las áreas y localidades del país. Los residuos de la forestación urbana se conocen como "residuos verdes" debido a sus características orgánicas y naturales, que contienen biomasa como materia prima con aplicaciones potenciales en varios sectores, formatos y usos. Finalmente, la información recopilada resalta cómo la gestión adecuada de los residuos de la forestación urbana, también conocidos como residuos verdes, puede aportar beneficios a los municipios no solo en términos ambientales, sino también en aspectos sociales y económicos.

PALABRAS CLAVE: Gestión de la Forestación Urbana. Reutilización. Residuos de Poda Urbana.

1 INTRODUÇÃO

A arborização urbana desempenha papel fundamental no planejamento de cidades, pois contribui para a preservação do meio ambiente e para a oferta de serviços ecossistêmicos. No entanto, a questão da gestão das áreas arborizadas ainda apresenta diversos desafios, dentre os quais o plantio adequado, gerenciamento de riscos de queda e dos resíduos de poda (GUIMARÃES; CARDOSO JÚNIOR, 2019).

Com ênfase à poda, os resíduos provenientes limpeza urbana, de supressão e árvores caídas são considerados verdes e orgânicos, ricos em nutrientes, pois apresentam altos teores de matéria orgânica (REIS et al., 2000). São ainda fonte de carbono, lignina e celulose (FIALHO et al., 2007), e se referem a todos os elementos da anatomia arbórea dos pós poda (galhos, folhas, sementes, gravetos, flores, ramos, raízes, cascas e tronco). Para Meira (2010), podem ser gerados também em decorrência de quedas por fenômenos naturais (vendavais), e por senescência, ou ainda por depredação humana.

O Brasil ainda não possui leis específicas para seu gerenciamento; dessa forma, o gerenciamento de resíduos de poda é pautado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, enquadrando-se como parte da limpeza pública urbana. Portanto, devem ter a disposição final ambientalmente adequada. Os resíduos ainda apresentam potencial de ser valorizados, a partir da reutilização, da reciclagem, da recuperação, da compostagem e do aproveitamento energético (BRASIL, 2010).

Por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, o Ministério do Meio Ambiente – MMA, instituiu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos-Planares, que se caracteriza como um instrumento em apoio às premissas da PNRS. O plano tem como meta reduzir a geração de resíduos sólidos urbanos, que inclui os resíduos da poda, e aumentar a recuperação de produtos; reduzir a geração de resíduos e a quantidade de rejeitos encaminhados para a disposição final, ambientalmente adequada (BRASIL, 2022).

Por outro lado, de acordo com o Sistema Nacional de informações sobre Saneamento-SNIS, no Brasil, por ano, são geradas aproximadamente 837.147 t de resíduos de poda urbana (SNIS, 2019), as quais são, geralmente, descartadas de forma inadequada, em lixões, aterros sanitários e ou são queimados, principalmente o material lenhoso.

Diante de tais aspectos, há alguns anos, a literatura científica tem direcionada a atenção a essa temática (KIEHL, 1985; VERAS, 1986; ANDRADE, 1994; WALDEMAR, 1997; BARATTA-JUNIOR et al., 2007, MATTEI et al., 2016, GIL-LOPEZ et al., 2017; BISPO et al., 2021). Por outro lado, existe ainda amplo espaço para estudos voltados ao gerenciamento adequado dos resíduos da poda urbana, que contemplam seu potencial de valorização, bem como aqueles com enfoque ao fortalecimento dos instrumentos legais que promovam a disposição final ambientalmente adequada, bem como a reutilização, a reciclagem, a recuperação e o aproveitamento energético desses resíduos.

Nesse sentido, este artigo teve como objetivo principal trazer uma contribuição ao conhecimento científico, por meio de um estudo que deu ênfase ao levantamento de diferentes indicadores apresentados pela literatura, que são voltados ao reaproveitamento dos resíduos da poda urbana e sua valorização econômica sustentável.

Espera-se que as informações -aqui apresentadas - deem suporte às iniciativas voltadas à educação ambiental, com o envolvimento da população e profissionais da poda, para

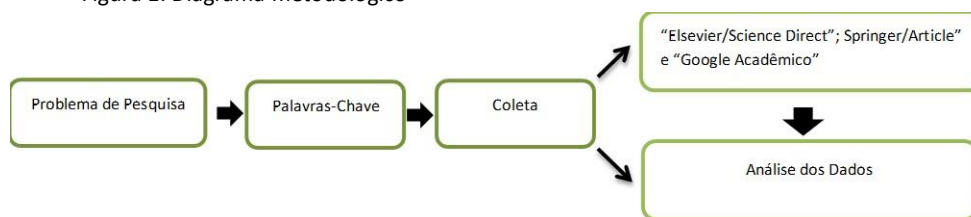
que também compreendam o papel da gestão adequada e adotem práticas sustentáveis, no que se refere à arborização urbana.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Michel (2015), o estudo exploratório pode ser analisado como uma forma de pesquisa, na medida em que se caracteriza pela busca, recorrendo a documentos que indiquem uma resposta a uma dúvida, ou a uma lacuna de conhecimentos. Esse tipo de pesquisa procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos, dispensando a elaboração por hipóteses.

Para o desenvolvimento deste trabalho, a metodologia partiu do problema de pesquisa: resíduos da arborização urbana. Posteriormente, definiu palavras-chave, que seriam mais aderentes ao alcance do objetivo geral da pesquisa. Em seguida, realizou-se a coleta e, então, a análise dos dados (Figura 1).

Figura 1: Diagrama metodológico



Fonte: Autoria própria

2.1. Coleta de Dados

As buscas foram realizadas pelas plataformas “Elsevier/Science Direct” e “Springer/Article”, as quais dispõem em seus bancos de dados periódicos e publicações científicas de forma global. Estrategicamente, para as buscas, usaram-se, de forma individual, as palavras-chave: *urban tree management; reuse; reuse of waste; pruning waste; waste from urban forestry*, considerando o período de pesquisa de 1988 a 2023. A busca das palavras-chave, no banco de dados da “Elsevier/Science Direct”, retornou 240 publicações, enquanto que pelo banco da “Springer/Article”, foram obtidas 154 publicações. Realizou-se, ainda, a busca na biblioteca eletrônica “Google Acadêmico”, como palavras-chave de mesmo sentido: gestão de arborização urbana, reaproveitamento, reaproveitamento de resíduos, resíduos da poda, resíduos da arborização urbana. Neste caso, foram levantadas 76 publicações, de autores brasileiros.

2.2 Análise do levantamento bibliográfico

Como método de análise, foram considerados os títulos, resumos, os tipos de reaproveitamento sugeridos. O título, o resumo e as palavras-chave dessas publicações foram avaliados de forma a considerar os trabalhos que incluíssem, pelo menos, um aspecto em acordo ao objetivo principal da pesquisa; assim, buscou-se compreender os textos selecionados, em forma interpretativa das publicações. Referente ao banco de dados da “Elsevier/Science Direct”,

Cidades Verdes

ISSN eletrônico 2317-8604, volume 11, número 32, 2023

das 240 publicações, 228 foram descartadas e 12 tiveram algum tipo de indicação para reaproveitamento. Pela base da Springer/Article”, das 154 publicações, 149 foram descartadas e 5 indicaram reaproveitamento. Em relação à biblioteca eletrônica “Google Acadêmico”, das 76 publicações, 28 foram descartadas e 48 apresentaram a temática reaproveitamento. Como resultado final, foram consideradas as publicações que, dentre os critérios de seleção, apresentaram indicadores diferenciados quanto aos tipos de reaproveitamento para os resíduos da poda urbana que podem gerar benefícios significativos em aspectos ambientais, sociais e econômicos e ampliar os paradigmas de sustentabilidade.

Quadro 1: Levantamento bibliográfico sobre reaproveitamento de resíduos de poda urbana, conforme critérios de seleção.

Indicadores de Reaproveitamento de Resíduos da Poda Urbana		
Tipos de Reaproveitamentos	Número de Artigos	Citações
Aproveitamento energético	32	GONZÁLEZ-ARIAS et al. 2021; TIMILSINA et al. 2014; LIU et al., 2022; CASADO et al., 2016; MEIRA et al. 2021; LANGSDORF et al., 2021; VOLKMAR et al., 2023; OLIVEIRA et al, 2016; LUZ, 2012; PASSAGLIA et al., 2022; SILVA et al.,2019); SILVA 2016; LINS et al., 2017; SANTOS et al., 2019; PETRICOSKI et al., 2017; NAKASHIMA et al., 2018; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2011; CORTEZ et al., 2012; CORTEZ 2011; MEIRA, 2010; SOUZA et al., 2022; MARTINS, 2013; CAVALCANTI et al. 2020; SOUZA et al., 2016; HANKE et al., 2022; SOUZA et al. 2022; FERNANDES et al., 2018; MENDONÇA et al., 2021; CAVALCANTI et al., 2021; BATISTA et al., 2017; SILVA et al., 2019.
Artesanato	01	ROCHA et al., 2015.
Brinquedos	03	BISPO et al. 2021; BISPO et al. 2022; BISPO, 2017.
Compostagem	23	LIU et al., 2022; MATTEI et al. 2016; MATTEI et al. 2017; MARTÍNEZ et al., 2009; AL-ALAWI et al., 2019; MARINS, 2022; MENDONÇA et al., 2019; CHALUPPE et al, 2013; REIS, 2005; BUGNI et al., 2021; VIEIRA et al., 2015; PINTO, 2015; MEIRA, 2010; SOUZA et al., 2022; LIRA, 2018; BEZERRA et al., 2019; MANGUEIRA et al., 2019; FÁTIMA et al., 2019; AYUB, 2015; BARATTA JÚNIOR et al., 2007; GRASSI et al., 2014.
Construção civil	07	GROHMANN et al., 2019; GIL-LOPEZ et al. 2017; LUZ, 2012; RIBASKI et al., 2023; MARTINS, 2013; RIBASKI et al.,2020; CHAHUD et al., 2012
Móveis	01	BARTHOLOMEU et al., 2020.
Pequenos objetos de madeira (POM)	05	ALAMYA-ROSENBAUM et al., 2022; LUZ, 2012; KILNGENBERG et al., 2020; BARTHOLOMEU et al., 2020; MEIRA, 2010; MARTINS, 2013.
Recuperação de área degradada	01	FRAGA, 2016.
Total: 73 artigos científicos		

Fonte: Autoria própria.

Conforme pôde-se verificar (Quadro 1), foram identificados 08 artigos que tratam de reaproveitamento dos resíduos da poda urbana, com 73 sugestões indicativas, considerando que alguns dos artigos sugerem mais de um reaproveitamento. Conforme descrito (quadro 1), o aproveitamento energético foi o reaproveitamento mais indicado por 32 publicações, e a compostagem vem logo em seguida com 23 publicações, pelas três bases de pesquisas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da análise do levantamento bibliográfico, com referência aos critérios de seleção e à literatura internacional e nacional, obteve-se diferentes indicadores de reaproveitamento, com destaque para:

(i) Aproveitamento energético: para fins energéticos a biomassa deve ser analisada e caracterizada, a partir da análise imediata e análise elementar para conhecimento de sua composição química e potencial calorífico (CORTEZ, 2008). “O resíduo oriundo da poda de árvores é uma biomassa lignocelulósica com grande potencial energético e não é utilizado, pois geralmente é descartado em aterros” (SOUZA et al., 2016, p. 237).

(ii) Compostagem: “é um processo aeróbio, controlado, desenvolvido por uma grande diversidade de microrganismo, que resulta na produção de composto orgânico. Tem sido considerada uma forma eficaz de recuperar os nutrientes dos resíduos e mantê-los fora dos aterros” (BAI et al., 2021, p. 125). É uma das técnicas de reaproveitamento que mais apresenta eficiência, pois, além de ser um processo natural, seu produto é um fertilizante orgânico que pode ser usado para enriquecimento de substrato. Consiste em uma série de etapas que visam à degradação da matéria orgânica a fim de se obter o composto final (LIRA, 2018). No entanto, “a emissão de gases efeito estufa é uma preocupação que surge com o processo de compostagem” (BROWN et al., 2008, p. 1396).

(iii) Construção civil: “resíduos de espécies arbóreas com alta densidade básica são indicados, no setor da construção civil, para a fabricação de componentes estruturais, a partir de tecnologias já disponíveis” (MARTINS, 2013, p.35).

Além das aplicações supracitadas, convém também destacar que os resíduos arbóreos podem ser oriundos de poda de formação, limpeza, contenção e de emergência. A poda em árvores urbanas são o tipo de manejo mais comum, para manutenção, condução e desenvolvimento dos exemplares, de forma segura e sadia. Segundo Meira (2010), os resíduos gerados em função das conduções das espécies, dos danos à fiação, do afloramento de calçada, de doenças, de senescência e do risco de queda, geralmente, são indesejáveis. Contudo, estes resíduos podem ser submetidos à biodegradação controlada, sendo transformados em compostos orgânicos com potencial de reaproveitamento.

Cortez (2011) sugere que os resíduos de poda urbana, pelo fato de não serem dependentes de uma atividade industrial, são abundantes e independem do mercado econômico.

Por outro lado, muitas cidades no mundo possuem sistemas de recolhimento e separação dos resíduos vegetais da poda urbana. No Reino Unido, por exemplo, 84% dos resíduos arbóreos é reciclado (EADES et al., 2020, p. 237). Da mesma forma na Alemanha, onde a maior parte dos resíduos urbanos são reciclados, incluindo-se os resíduos verdes (BUNDESAMT, 2021). De acordo Huang et al. (1991), os Estados Unidos indicam que a compostagem, a recuperação da madeira e a combustão estão entre as principais formas de

reaproveitamento. Há ainda uma Diretiva da União Europeia, que defende a compostagem como método de eliminação dos resíduos verdes (EUROPEAN COMMISSION, 2008).

A prática da reutilização dos resíduos da poda urbana é considerada um destino sustentável e ambientalmente correto. Apesar disso, o que se verifica na prática é um gerenciamento inadequado, que resulta em altos custos para os municípios, com o comprometimento de grandes áreas para disposição, o aumento do risco de incêndio em aterros e terrenos baldios, a degradação da paisagem e a poluição do ar e da água (MEIRA, 2010).

3.1 Resíduos da Poda Urbana no Brasil: Perspectivas de Reaproveitamento e Descarte

Com o levantamento bibliográfico, pôde-se verificar que apesar de cada estado brasileiro ter criado seu próprio plano de destinação; a maioria, não levou em consideração a utilização ambientalmente correta. Referindo-se ao descarte, no panorama brasileiro, há grande diferença entre a quantidade de resíduos direcionada ao reaproveitamento e ao descarte em aterros ou lixão. Na Tabela 1, apresentam-se estimativas de resíduos gerados pelos estados brasileiros, com a quantidade reaproveitada e/ou descartada, em cada região do país.

Tabela 1: Panorama brasileiro dos resíduos da poda urbana, ano base 2019.

Estados	Quantidade de Resíduos (t/ano)	Reaproveitamento ou Outro Destino (t/ano)	Aterro (t/ano)	Lixão (t/ano)
Alagoas	3.151	n.i.	3.151	n.i.
Amapá	440	n.i.	440	n.i.
Amazonas	82.982	227	9.838	72.917
Acre	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Bahia	82.396	25	6.003	76.368
Ceará	283.490	10.701	15.196	257.593
Distrito Federal	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Espirito Santo	11.926	n.i.	11.926	n.i.
Goiás	27.746	n.i.	17.438	10.308
Maranhão	3.473	n.i.	n.i.	3.473
Mato Grosso	547	n.i.	50	497
Mato G. do Sul	5.486	n.i.	2.214	3.272
Minas Gerais	26.565	931	21.358	4.276
Pará	23.880	n.i.	20.450	3.430
Paraíba	31.224	26.301	100	4.823
Paraná	31.089	25.649	4.719	721
Pernambuco	8.148	2.956	3.292	1.900
Piauí	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Rio de Janeiro	70.471	1.372	60.692	8.407
Rio G. do Norte	1.191	n.i.	381	810
Rio G. do Sul	26.928	13.013	13.915	n.i.
Rondônia	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Roraima	3.005	n.i.	n.i.	3.005
Santa Catarina	161	161	n.i.	n.i.
São Paulo	105.052	59.661	45.389	2
Sergipe	1.501	n.i.	n.i.	1.501
Tocantins	6.295	n.i.	720	5.575
Total	837.147	140.997	237.272	458.878

n.i: não informado.

Fonte: Autoria própria com base das informações do SNIS (2019).

Nesse sentido, o descarte é predominantemente (aterro e/ou lixão), totaliza em 696.150 t, quantidade 05 vezes maior que a direcionada a algum tipo de reaproveitamento que, segundo o levantamento bibliográfico, totalizou 140.997 t. Portanto, há ainda um remanescente

considerável de resíduos que pode apresentar algum valor agregado. Para Ribaski et al. (2020), os resíduos da poda, encarados muitas vezes como problemas devido ao grande volume gerado, e ao custo para a sua destinação em aterros sanitários, podem ser empregados na produção de novos produtos, apresentando-se como um riquíssimo material para confecção de produtos de maior valor agregado.

Os números também chamam atenção para o fato de que a maior parte dos resíduos seguem para lixões, 458.878 t, que, no caso de alguns estados brasileiros, se refere 100% dos resíduos gerados. As frações orgânicas, às quais incluem os resíduos da poda, quando destinados aos lixões e aterros, trazem impactos à qualidade do ar, pois esse material, ao ser degradado, contribui diretamente para as emissões de dióxido de carbono e metano (CORTEZ, 2011).

As informações trazidas na Tabela 1 são corroboradas com estimativas para os resíduos de poda, gerados nas diferentes regiões do país (Figura 2), também com base em dados fornecidos pelo SNIS (2019).

Figura 2: Estimativas para os resíduos da poda urbana nas cinco regiões do Brasil: (A) Reaproveitamento (B) Aterro e (C) Lixão.



Fonte: Autoria própria, com base em dados do SNIS (2019).

Conforme aqui evidenciado, embora a poda urbana seja um resíduo abundante, renovável e de fácil obtenção, ainda assim, seu potencial de reaproveitamento está abaixo das possibilidades, sendo que, na maioria das vezes, o material residual é subutilizado. Para Sabiiti (2011), a mudança desse paradigma pode vir da gestão pública, com programas voltados às práticas de reaproveitamento sustentável e à valorização econômica dos resíduos da poda urbana. Para tanto, destacam-se ações integradas que favoreçam a educação ambiental sobre o tema, com foco no tripé da sustentabilidade.

3.2 Resíduos da Poda Urbana

Segundo Bidone (2001), o termo resíduos sólidos verdes se refere a todo o material do pós-poda, dos resíduos de cortes de supressão e das atividades de capinagem. São formados por galhos, folhas, ramos, flores, gravetos, sementes, cascas, troncos e raízes (Figura 3), de acordo com cada espécie arbórea e pelos critérios de poda. Para Lima et al. (2012), os resíduos vegetais de centros urbanos incluem ainda o material orgânico resultante da manutenção de parques e jardins, incluindo grama e material lenhoso diverso.

Quanto a sua composição química, para Silva (2005), trata-se de um material orgânico, no qual seus constituintes químicos são diretamente relacionados com as suas propriedades; isto é, aproximadamente por 50% de carbono, 6% de hidrogênio, 44% de oxigênio e 1% de nitrogênio.

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), quanto à periculosidade, os resíduos da poda urbana são classificados como resíduos não perigosos, e do tipo de resíduo da limpeza urbana. Na classificação da Associação Brasileira de normas Técnicas, NBR 10.004/2004, Resíduos Sólidos, Classificação, os resíduos da poda são biodegradáveis, Classe II-A, não inertes, A009 (resíduo de madeira).

Os resíduos verdes gerados pela poda urbana representam fração importante de resíduos urbanos em uma cidade; no entanto, por terem seu despejo de forma desacertada podem perder seu valor sustentável e econômico.

Figura 3: Resíduos da poda urbana: galhos, folhas, gravetos e troncos.



Fonte: Autoria própria

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arborização urbana tem papel de relevância na estrutura urbana verde de um território; portanto, pode-se afirmar que a sua presença é grande importância para diferentes formas de vida. A arborização urbana atua sobre o conforto humano no ambiente, por meio de características naturais das árvores; proporciona sombra para os pedestres e veículos, reduz a poluição sonora e atmosférica, melhora a qualidade do ar, diminui amplitude térmica, é abrigo para os pássaros e harmonia da paisagem, atua na moderação do balanço energético do município e no escoamento superficial da água de chuva (SILVA FILHO, 2009).

Quanto aos resíduos gerados pelo pós-poda urbana, as pesquisas científicas vêm desempenhando o papel de contribuir com publicações que forneçam indicadores para ampliar as possibilidades reutilização, como as informações levantadas com a literatura analisada: no aproveitamento energético, na compostagem, no artesanato, na construção civil, em brinquedos, móveis, POM e na recuperação de áreas degradadas.

Resultados obtidos pelo SNIS (2019) demonstram que o Brasil gera um volume significativo de resíduos da poda urbana, 837.147 t/ano, no entanto, não se dá a devida valorização a este material quanto ao seu descarte. A maior parte deste montante é encaminhada para aterros e lixões, 696.150 t/ano, enquanto a menor fração de 140.997 t/ano tem algum tipo de reaproveitamento. Todo desperdício dessa biomassa se dá por não haver, pela grande parte dos municípios brasileiros, uma gestão eficiente que determine paradigmas voltados para a reutilização destes resíduos. Para Cortez (2011), a dificuldade na utilização dos resíduos da poda das árvores urbanas reside na gestão amadora e desorganizada feita pelos municípios brasileiros, que acabam desperdiçando este importante insumo.

Segundo Meira (2010), o conhecimento da estrutura arbórea fornecerá subsídios para que os silvicultores possam definir a programação das podas, a limpeza e o controle das pragas e doenças, entre outras ações que irão determinar os tipos e o volume dos resíduos gerados. A tecnologia adequada de reciclagem pode transformar os resíduos verdes em um recurso valioso,

o que ajudaria alavancar uma economia circular, tornando-a mais eficiente, em termos de recursos para enfrentar o futuro de desafios sustentáveis (LIU et al.,2022).

Nos municípios que se faz algum tipo de beneficiamento, resíduos da poda são destinados para o processo de compostagem. A compostagem - como método de reutilização - é uma das técnicas mais simples e com eficiência, porque estimula a decomposição da matéria orgânica em um processo natural. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, a compostagem - após sua decomposição - é reconhecida como um fertilizante orgânico. (BRASIL, 1982).

A Política Nacional de Arborização Urbana - PNAU, Lei nº 3113, de junho de 2023, apresenta as diretrizes para o plano de arborização urbana, para os resíduos da poda, o manejo, entre outros assuntos pertinentes à arborização urbana. (BRASIL, 2023). No entanto, a principal ferramenta para o acompanhamento da PNAU, o Sistema Nacional de Informação sobre Arborização Urbana (SISNAU), a ser estruturado pelo comitê gestor e abastecido por União, Estados, Municípios e Distrito Federal, ainda não tem data para começar a vigorar. Como consequência, ainda não há leis específicas para o gerenciamento dos resíduos das árvores urbanas. Dessa forma, estes permanecem sob a diretrizes da PNRS (BRASIL, 2010) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PLANARES, Decreto 11.043, de 13 de abril de 2022, (BRASIL, 2022), que especificam a destinação final ambientalmente correta, propondo que sua valorização seja por reutilização, reciclagem, recuperação, compostagem e aproveitamento energético.

Quanto à responsabilidade de gerenciamento, a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, do Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e de interesse social, e especifica que cabe ao município criar, preservar e proteger as áreas verdes da cidade. Além disso, ainda indica o sistema de arborização urbana, como parte de sua política de desenvolvimento urbano, bem como menciona que a atuação municipal deve ocorrer a partir de leis específicas, próprias de cada município, de forma a atender aos interesses locais, sem contrariar as determinações e orientações das leis federais e estaduais. (BRASIL, 2001).

Portanto, cada município brasileiro é o responsável pela gestão da arborização urbana, seu manejo, pelos resíduos arbóreos gerados e pelo descarte de forma ambientalmente adequada. O órgão gestor é encarregado de promulgar políticas comprometidas com a importância da arborização urbana e dos resíduos pós-poda. Também é responsável por desenvolver programas de reciclagem deste material do pós-poda, para atender à demanda residual local, como forma de educação ambiental, inclusão da sociedade, com incentivos à preservação do meio ambiente e, ainda, como gerador de renda.

Nesse sentido, destaca-se o município de São Paulo que, por meio da Lei 14. 723, de 15 de maio de 2008, estabeleceu formas de agregar benfeitorias à cidade e à comunidade, com o Programa de Aproveitamento da Madeira de Poda de Árvores (PAMPA), que realiza o aproveitamento da madeira gerada pelo pós-poda das árvores da cidade. (SÃO PAULO, 2008).

Santo André, pertencente à Região Metropolitana de São Paulo, é outro destaque, pois é um dos poucos municípios brasileiros que recicla quase 100% dos seus resíduos, incluindo-se os resíduos da poda da arborização urbana. A partir de sua oficina própria, FABRINQ, criou um cenário de reaproveitamento e fabrica diversos mobiliários e brinquedos urbanos para seus parques e áreas verdes. Para a Prefeitura de Santo André, a mudança de atitude que permita o exercício da cidadania, a solidariedade e a conservação da natureza, promove a atuação consciente no aproveitamento dos materiais (BERTONCINI, 2012).

O grande potencial de aproveitamento, reutilização e reciclagem são formas sustentáveis de valorização dos resíduos da poda urbana e, ao mesmo tempo, um condicionante ambiental, ao qual se pode agregar as boas práticas ao desenvolvimento sustentável local.

AGRADECIMENTOS

LMAN agradece à UNINOVE pela bolsa de mestrado concedida, APR agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa (CNPq -317071/2021-1) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2020/05383-9), pelo suporte financeiro ao desenvolvimento de seus projetos de pesquisa.

Referências

ABETRE: Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos. Política nacional de Resíduos Sólidos Balanço 2014. BEL, D.D. (org). ABETRE, 2014. Disponível em: < <http://www.abetre.org.br/estudo-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>>. Acesso em abr. 2023.

ALVES, B.L.G. **Gestão de resíduos da poda**: estudo de caso da Fundação parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro, 2007. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e do meio Ambiente) – Universidade do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004) ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

BAI, Yifan et al. Beer lees and ceramsite amendments enhance the two-stage co-composting of green waste. **Bioresource Technology**, v. 335, p. 125-288, 2021.

BARATTA JÚNIOR, A.P. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas**. Seropédica, 2007. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

BARATTA JÚNIOR, A.P.; MAGALHÃES, L.M.S. Aproveitamento de resíduos da poda de árvores da cidade do Rio de Janeiro para compostagem. **Revista de Ciências Agro- ambientais**. Alta Floresta, v. 8, n.1., p.113-125, 2010.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. Química da Madeira. Piracicaba, 1985. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1985, Mapa. 125 p.

BERTONCINI, F. Santo André é a única cidade do país a reaproveitar árvores totalmente. **ABCdoABC - Site de Notícias**, Santo André, 25 set.2012. Disponível em: <<https://abcdoabc.com.br/noticias/santoandre>> Acesso em jul. 2022.

BIDONE, F.R.A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais**: reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, 2001. 249 p.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.2.mma.gov.br/post.conama/>>. Acesso em mar. 2023.

BRASIL. Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982. **Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.legislacao.presidencia.gov.br/atos?tipo=DEC&numero=86955&ano=1982&ato=c27MTQU1UNrRVTcf3>>. Acesso em set. 2023

BRASIL. Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022. **Institui o Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <planalto.gov.br/civil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11043.html>. Acesso em mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.html>. Acesso em mar. 2023.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis>>. Acesso em mar. 2023.

BROWN, Sally; KRUGER, Chad; SUBLER, Scott. Greenhouse gas balance for composting operations. **Journal of environmental quality**, v. 37, n. 4, p. 1396-1410, 2008.

BUSTAMANTE, M.A.; CEGLIE F.G.; ALY, A., MIHRETEAB, H.T.; CIACCIA, C.; TITTARELLI, F. **Phosphorus availability from rock phosphate**: combined effect of green waste composting and sulfur addition. *J. Environ Manage*, 2016. 182, 557-563.

CAMILO, D.R., ESPADA, A.L.V.; MARTINS, J.R.F. Caracterização do sistema de gestão dos resíduos de poda e remoção da arborização urbana nos municípios do Estado de São Paulo. Piracicaba, 2008. 30 p. Relatório de estágio supervisionado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CHALUPPE, Marcelo Adolpho Costa. Análise da implantação do projeto “Valorização dos resíduos sólidos orgânicos no Município de Florianópolis através do beneficiamento dos resíduos da poda”. 2013. 125 f. TCC (Graduação) – Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CORTEZ, C.M. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para geração de energia: Estudo de caso** : AES Eletropaulo. 2011. 246 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós – Graduação em Energia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.D.S.; GÓMEZ, E.O. **Biomassa para energia**. Editora UNICAMP-Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

DE SOUZA, Nariê Rinke Dias; ALENCAR, Lemuel Soares; MAZZONETTO, Alexandre Witier. Potencial energético do resíduo das podas de árvores no município de Piracicaba – SP. **Energia na Agricultura**, v. 31, n. 3, p. 237-245, 2016.

EADES, Sandra et al. Australia's First Nations' response to the COVID-19 pandemic. **The Lancet**, v. 396, n. 10246, p. 237-238, 2020.

EUROPEAN COMMISSION. Directive 2008/98/EC on waste and repealing certain Directives (Waste framework Directive). **Official Journal of the European Union L**, v. 312, p. 23-34, 2008.

FIALHO, L.L.; SILVA, W.T.L.; MILORI, D.M.B.P.; SIMÕES, M.L.; NETO, L.M. Monitoramento químico e físico do processo de compostagem de diferentes resíduos orgânicos. *Circular Técnica*. Embrapa. 2005.

FRANCOU, C.; LINÈRES, M.; DERENNE, S.; LE VILLIOPOITRENAUD, M.; HOUOT, S. Influence of green waste, biowaste and paper-cardboard initial ratios on organic matter transformations during composting. 2008. 99. 8926-8934. *Bioresour Technol*. 2008.

GUIMARÃES, Mariana Guedes; JÚNIOR, Ricardo Abranches Felix Cardoso. Diagnóstico e análise dos conflitos da arborização urbana: Estudo de caso do bairro do Grajaú. (Rio de Janeiro). **Revista Internacional de Ciências**. V.9, n.1 p.92-104, 2019.

HUANG, David et al. Optical coherence tomography. **science**, v. 254, n. 5035, p. 1178-1181, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br>>. Acesso em jul. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Resíduos de poda de árvores urbanas**: Livro eletrônico: Como reaproveitar? **Sustentabilidade verde**. Disponível em: <https://www.ipt.br/noticias/1658-sustentabilidade_verde.html>. Acesso em abr. 2023.

KAZA, Silpa et al. **What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050**. World Bank Publications, 2018.

LIMA, H.H. de S.; RODRIGUES, E.G.S.; SILVA, J.C.G. da; ALVES, J.L.F. Aproveitamento da poda de arborização urbana para produção de carvão ativado. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA / UEPB, 1, 2012. **Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciências e Tecnologia. UEPB** Campina Grande: UEPB, 2012.

LIMA, L.M.Q. **Lixo** – tratamento e biorremediação. 3ª ed. São Paulo: Editora Hemus, 2004, p. 265.

LIRA, Brayan Johny de Medeiros. **Plano de reaproveitamento dos resíduos verdes por compostagem-UFRN campus central**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LIU, Xin; XIE, Yuancheng; SHENG, Hu. Green waste characteristics and sustainable recycling options. **Resources, Environment and Sustainability**, p. 100-098, 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MANUAL TÉCNICO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidades/secretarias/meio_ambiente/publicacoes_svma/index-php?p=188452>. Acesso em jul. 2023.

MARTINS, Carlos Humberto. O aproveitamento de madeiras das podas da arborização viária de Maringá, PR. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 35, 2013.

MEIRA, A.M. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. Tese (Doutorado em Ciências. Área de concentração: Recursos Florestais com opção em tecnologia de produtos florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MICHEL, M.H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2015.

NOLASCO, A.M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta- *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC.: Caracterização e perspectivas**. São Carlos, 2000, 171p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SÃO PAULO (SP.) **Lei nº 14.723, de 15 de maio de 2008**. Programa de aproveitamento de madeira de poda de árvore. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretaria/upload/chamadas/apresentação_pampa_1310139173.pdf. Acesso em mar. 2023.

RASHAD, F.M.; SALEH, W.D.; MOSELLY, M.A. **Bioconversion of rice straw and certain agroindustrial wastes to amendments for organic farming systems**: Composting, quality, stability and maturity indices. *Bioessour Technol.* 101, 2010. p. 5952-5960.

Reis, M.F.P.; Reichert, G.A.; Britto, M.J. S. Segregação na origem: uma solução para a qualificação do composto produzido em unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos. In: congresso interamericano de ingenieria sanitária y ambiental, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABES, p.223-224.

Ribaski, N. G.; Belini, U.L. Perspectiva da utilização de resíduos urbanos lignocelulósicos para confecção de painéis. In: Seminário Internacional Nutau 2020, 13, 2020, São Paulo. **Anais**: Blucher, p.42-46.

Rocha, A.J.F.; de Souza, R.L.P.; de Lima Reda, A.L., da Silva, G.T. Destinação sustentável do resíduo da poda de árvores urbanas. In: XV Safety, Health and Environment World Congress, 19, p. 137-141. 2015.

SABIITI, Elly N. Utilising agricultural waste to enhance food security and conserve the environment. **African journal of food, agriculture, nutrition and development**, v. 11, n. 6, 2011.

SILVA, L.F. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de America / SP**. 2005.80 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

Cidades Verdes

ISSN eletrônico 2317-8604, volume 11, número 32, 2023

SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da. Videografia aérea multiespectral em silvicultura urbana. **Ambiência**, v. 2, n. 3, p. 55-68, 2009.