



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



## RESÍDUOS DE PODA VERSUS ECONOMIA CIRCULAR: UM ESTUDO DE CASO

*PRUNING WASTE VERSUS CIRCULAR ECONOMY: A CASE STUDY*

*RESIDUOS DE PODA VERSUS ECONOMÍA CIRCULAR: UN ESTUDIO DE CASO*

Ana Paula Levandoski <sup>1</sup>, Fernanda Trentin <sup>2</sup>, Jacir Favretto <sup>3</sup>, Leopoldo Pedro Guimarães Filho <sup>4</sup>, Vilson Menegon Bristot <sup>5</sup>, & Mari Aurora Favero Reis <sup>6\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Ciências dos solos

<sup>2,3,6</sup> Universidade do Contestado, Campus de Concórdia SC

<sup>4,5</sup> Universidade do Extremo Sul Catarinense

<sup>1</sup> [anapaula.levandoski@gmail.com](mailto:anapaula.levandoski@gmail.com) <sup>2</sup> [fernandatrentin@outlook.com.br](mailto:fernandatrentin@outlook.com.br) <sup>3</sup> [jfavretto@unc.br](mailto:jfavretto@unc.br) <sup>4</sup> [lpjg@unesc.net](mailto:lpjg@unesc.net)

<sup>5</sup> [vilson.bristot@unesc.net](mailto:vilson.bristot@unesc.net) <sup>6\*</sup> [mariaaurorafavero@gmail.com](mailto:mariaaurorafavero@gmail.com)

### ARTIGO INFO.

Recebido: 15.02.2024

Aprovado: 16.03.2024

Disponibilizado: 15.04.2024

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de poda; arborização; vegetação urbana; sustentabilidade.

**KEYWORDS:** *Pruning residues; afforestation; urban vegetation; sustainability.*

**PALABRAS CLAVE:** *Residuos de poda; repoblación forestal; vegetación urbana; sostenibilidad.*

\*Autor Correspondente: Reis, M. A. F.

### RESUMO

A gestão de resíduos sólidos urbanos é mais discutida quando se trata de resíduos contaminantes, mas pouco se discute sobre a sustentabilidade na gestão urbana de resíduos de podas. O objetivo do estudo é identificar a demanda e destinação dos resíduos das podas de árvores e arbustos na cidade de Concórdia, SC. O estudo tem abordagem qualitativa e quantitativa, do tipo exploratória e descritiva. Os dados foram coletados em planilha, no período de janeiro a setembro de 2019. A partir dos dados apresentados pela empresa prestadora do serviço na cidade de Concórdia foi possível efetuar uma análise diária e mensal das coletas no período. Os resultados mostraram que os meses com maior quantidade de poda foram maio, junho, julho, demonstrando ser uma safra de poda de inverno, com média diária foi de 4 tonelada/dia. A análise mostra os desafios nas coletas e destinação. Este material é destinado em aterro sanitário, porém é pode ser matéria prima em sistemas produtivos, como na produção da energia. Também, o estudo mostra a necessidade de desenvolver programas de educação ambiental para reduzir a quantidade de resíduos de poda na cidade.

### ABSTRACT

*The management of urban solid waste is most discussed when it comes to contaminating waste, but little is discussed about sustainability in the urban management of pruning waste. The objective of the study is to identify the demand and destination of waste from tree and shrub pruning in the city of Concórdia, SC. The study has a qualitative and quantitative approach, exploratory and*

*descriptive. The data was collected in a spreadsheet, from January to September 2019. Based on the data presented by the company providing the service in the city of Concórdia, it was possible to carry out a daily and monthly analysis of the collections in the period. The results showed that the months with the highest amount of pruning were May, June, and July, demonstrating that it was a winter pruning harvest, with a daily average of 4 tons/day. The analysis shows the challenges in collection and disposal. This material is destined for landfill, but it can be used as raw material in production systems, such as energy production. Also, the study shows the need to develop environmental education programs to reduce the amount of pruning waste in the city.*

### RESUMEN

*La gestión de los residuos sólidos urbanos es la que más se discute cuando se trata de residuos contaminantes, pero poco se habla de la sostenibilidad en la gestión urbana de los residuos de poda. El objetivo del estudio es identificar la demanda y destino de los residuos de poda de árboles y arbustos en la ciudad de Concórdia, SC. El estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, exploratorio y descriptivo. Los datos fueron recolectados en una hoja de cálculo, de enero a septiembre de 2019. A partir de los datos presentados por la empresa prestadora del servicio en la ciudad de Concórdia, se pudo realizar un análisis diario y mensual de los recaudos en el período. Los resultados mostraron que los meses con mayor cantidad de poda fueron mayo, junio y julio, demostrando que se trató de una cosecha de poda de invierno, con un promedio diario de 4 toneladas/día. El análisis muestra los desafíos en la recolección y eliminación. Este material está destinado a vertedero, pero puede utilizarse como materia prima en sistemas productivos, como por ejemplo la producción de energía. Asimismo, el estudio muestra la necesidad de desarrollar programas de educación ambiental para reducir la cantidad de residuos de poda en la ciudad.*

## INTRODUÇÃO

A vegetação no ambiente urbano tende a melhorar o microclima, o paisagismo, conforto térmico e muitas outras características que proporciona qualidade de vida à população. Também, contribui na interferência da velocidade dos ventos, sombreamento, embelezamento das cidades, diminuição das poluições atmosféricas, sonora e visual (Benini & Martin, 2019). Essas características que contribuem para conforto ambiental dos locais onde estão inseridas, requer uma qualidade mínima, para que possa ser atrativa e adequada a esse ambiente.

O manejo dessa vegetação requer ações de podas, quando bem executadas e no período adequado, podem trazer benefícios às árvores (Mangueira et al., 2019). Nas raízes, estudos indicam influenciar nos efeitos regulatórios como fotossíntese, eficiência de uso da água, taxa de crescimento e outros (Jing et al., 2018). Essas podas nas plantas frequentemente estão associadas à problemas ambientais quando o descarte dos resíduos é realizado de modo inadequado.

O destino adequado desse material poderia ser útil como matéria prima para biomassa na produção de energia (Ruggiero & Santos, 2019; Sagani et al., 2019); na fabricação de briquetes para comercialização (Smith et al., 2019); na produção de pallets ou na produção de matéria orgânica por compostagem (Mangueira et al., 2019), para a produção de hortaliças (Bugni et al., 2019) ou para produção de móveis (Bartholomeu et al., 2020).

Portanto, todas as alternativas citadas demonstram possibilidade de ser reabsorvidos pelo ciclo de produção, havendo interesse dos participantes de um dado sistema, valorizando os resíduos proveniente da poda e remoção de árvores urbanas, focada no conceito de economia circular (Bartholomeu et al., 2020). O estudo mostra que se houver destinação adequada para os resíduos arbóreos é possível utilizá-lo de forma inovadora e criativa. E, ao reconhecer que a arborização urbana pode prover sombra e frescor aos habitantes das cidades e, ainda, “renovar sua relação com elas, repensando o descarte, valorizando a madeira, minimizando o consumo, poupando florestas e contribuindo para viabilizar novos cenários de estilo de vida” (p. 166).

Essa mudança de concepção deveria ser considerada no projeto de arborização urbana, que deve ser realizada de forma planejada e contextualizada com o ambiente, pois as necessidades urbanas a serem mitigadas envolvem avaliações estéticas, ecológica, psicológica, social, econômica e política (Teixeira et al., 2010). A economia circular pode ser considerada à fim de valorização de resíduos orgânicos urbanos provenientes de podas, oportunizando que novos produtos chegue em centro de abastecimento e feiras, tendo como característica o ônus ambiental e a sustentabilidade (Carvalho et al., 2020).

Na cidade de Concórdia este resíduo é recolhido e destinado em aterro sanitário. Dados coletados no ano de 2018 e apresentados nesse artigo, demonstraram que o gerenciamento inadequado dos resíduos da arborização urbana representa um problema socioambiental. O estudo surgiu a partir de visita e contato com profissionais que atuam na coleta destes resíduos na cidade de Concórdia (SC), quando externam sobre a crescente demanda na

capacidade do aterro para disposição desse resíduo. Nesse relato, surgia a necessidade de avaliar a problemática ao responder a seguinte pergunta: Como a destinação dos resíduos urbanos oriundos dos processos de poda na cidade de Concórdia vem sendo conduzida e pode ser aproveitada de forma sustentável?

Para responder a essa pergunta a pesquisa teve como objetivo identificar a demanda e destinação dos resíduos das podas de árvores e arbustos na cidade de Concórdia (SC). Esse objetivo foi investigado a partir dos seguintes objetivos específicos: (i) Diagnosticar os dados registrados por coletores dos resíduos de poda das árvores e arbustos no período de janeiro a setembro do ano de 2019; (ii) Propor o reaproveitamento do resíduo de poda, como a possibilidade de aproveitamento como matéria prima para subprodutos com foco na redução do impacto ambiental; (iii) Apresentar os resultados da pesquisa ao poder público, empresa responsável pela gestão desses resíduos e socializar informações sobre o tema para a educação ambiental junto a sociedade local.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

### *DESENVOLVIMENTO URBANO NA PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR*

A má administração de recursos corroborada com a não preservação do ecossistema é crescente, muitas vezes nos esquecemos de refletir sobre a finitude dos recursos naturais, resultando em degradação ambiental. Todas as atividades praticadas por uma sociedade sempre vão gerar algum dano ao meio ambiente, tais danos podem provocar grandes impactos ou não à natureza (Gonçalves et al., 2018). Entre os impactos ocasionados por processo de urbanização para como meio ambiente, por esses autores, destacam a poluição e a contaminação ocasionadas pelas atividades humanas com a queima de combustíveis fósseis, a destruição de habitats e paisagens naturais, a incoerência entre a limitação dos recursos energéticos, os modelos de transportes urbanos adotados, as crescentes demandas habitacionais, entre outros.

Os impactos para curto prazo estão relacionados às alterações físicas na paisagem natural, no contexto do capital, descaracterizando e tornando o espaço meramente funcional. Enquanto, que os impactos de longo prazo se referem à saúde da população, como é o caso da poluição do ar, fenômeno que expõe constantemente a inúmeros poluentes danosos ao seu bem-estar (Teobaldo Neto et al., 2007). Nesse contexto, a urbanização tem efeitos negativos sobre os recursos hídricos; o ciclo hidrológico; as variações climáticas; as cheias naturais dos rios; nos usos e ocupações do solo e; no balanço hídrico (Santos Júnior & Santos, 2013). Consequentemente, a expansão urbana causou inúmeros outros impactos ambientais, tais como contaminação do solo, dos recursos hídricos e dos recursos atmosféricos.

As árvores desempenham um papel vital para o bem-estar das comunidades urbanas. Sua capacidade única em controlar muito dos efeitos adversos do meio urbano deve contribuir para uma significativa melhoria da qualidade de vida, exigindo uma crescente necessidade por áreas verdes urbanas a serem manejadas em prol de toda a comunidade (Volpe-Filik et al., 2007).

A falta de planejamento e conhecimentos leva ao aumento de práticas inadequadas de manejo de arborização, como a poda e a remoção de árvores. Na visão dos moradores o que impede o plantio de árvores é a falta de espaço, a “sujeira” das folhas, a possibilidade de causar danos a calçadas, entupimento das calhas, os prejuízos à estrutura das casas, a depredação de árvores por terceiros e os problemas com a rede elétrica. Historicamente, a prática da poda chegou ao Brasil pelos imigrantes europeus, exclusivamente para as árvores frutíferas, visando a maior produção de frutos, e ainda continua fortemente em nossa cidade de Concórdia (SC), o que está trazendo grandes transtornos para a nossa cidade pela quantidade de resíduos gerados pelo lixo verde. Para entendermos o contexto dos resíduos do lixo verde precisamos destacar como é separado o restante dos resíduos (Meira, 2010).

A maneira como o ser humano lida com os resíduos está relacionado com a qualidade de vida e sustentabilidade local. Como indicadores, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 12.5) se propõem até 2030 reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (ONU, n.d.).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define como Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (NBR 10.004 Resíduos Sólidos - Classificação., 2004). Quanto à classificação de resíduos, para os efeitos dessa normativa, são classificados em: a) Resíduos classe I - Perigosos; b) Resíduos classe II – Não perigosos (Resíduos classe II A – Não inertes e Resíduos classe II B – Inertes). Nessa classificação os resíduos de poda de árvores são biodegradáveis e classificados como Classe II não inertes. Na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esses resíduos são classificados como resíduo de limpeza urbana (Brasil, 2010). E, por não ser dependente de atividade industrial, os resíduos de poda urbana têm grande potencial de utilização. Porém, a dificuldade em sua utilização reside, na maior parte das vezes, na gestão amadora e desorganizada feita pelos municípios brasileiros, que geralmente não têm controle da quantidade gerada e acabam desperdiçando (Burani et al., 2009).

Frequentemente esses resíduos têm a destinação final nos aterros, o que começa a acarretar problemas devido à alta demanda. Como solução, na Índia a adoção de práticas que estabelece ligações entre a economia circular e o desenvolvimento sustentável, relacionando o setor de energia renovável e gestão de resíduos na economia circular (Priyadarshini & Abhilash, 2020). Na economia circular os produtos são concebidos de forma a que a geração de resíduos seja mínima ou totalmente eliminada, de modo que o produto é concebido para o dar uma segunda vida útil, com valor agregado, redução no consumo de energia e da matéria-prima (Osorio et al., 2021).

Com os “avanços tecnológicos, há necessidade de desenvolver uma solução de baixa complexidade para capacitação, principalmente, de agentes ligados às cooperativas de reciclagem” (Yabuki et al., 2020, p. 13). Conforme os autores, pode haver oportunidade de intervenção dos próprios agentes de cooperativas de reciclagem, a fim de proporcionar a reutilização dos resíduos sólidos urbanos com a possibilidade de gerar uma fonte alternativa

de renda. Nesse contexto, é possível a inclusão de resíduos de poda em setores da construção civil, fabricação de móveis e outros artefatos, produção de celulose e geração de energia (Bartholomeu et al., 2020), conforme será relatado na próxima seção.

### **TÉCNICAS PARA O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VERDE**

Com a chegada do verão e o período de chuvas, a manutenção das áreas verdes se torna mais frequentes e o volume de resíduos de podas tendem a crescer de forma rápida. Na tabela a seguir (Tabela 1) são apresentados alguns exemplos de possibilidades para o uso dos resíduos de poda, apresentadas na literatura, em conformidade com a economia circular. Consequentemente, é possível alavancar a estas experiências, construindo negócios cooperativos e rentáveis, em diferentes segmentos produtivos (Ribeiro & Kruglianskas, 2014).

**Tabela 1.** Possibilidades de uso dos resíduos de poda indicados na literatura

Produto	Resíduos	Citação
Compostagem para fins paisagísticos	Resíduos de poda	(Carvalho et al., 2020) (Rossetto et al., 2005) (Tong et al., 2018)
Confecção de pequenos objetos de madeira e mobiliário de pequeno porte com madeira de Leucena	Resíduos de poda de Leucena (Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. )	(Bartholomeu et al., 2020)
Pisos de madeira; usos com fins energéticos (energia térmica ou elétrica)	Resíduos de madeira	(RIBASKI, 2019)
Fabricação de Pellets e briquetes	Resíduos de poda.	(Quéno et al., 2019) (Wiecheteck, 2009) (Mustelier et al., 2012)

Nos processos como a compostagem os resíduos podem ser transformados por agentes biológicos, resultando em substrato para adição e recuperação de solos pobres, pois melhora as suas características físicas, físico-químicas e biológicas, aumentando a capacidade das plantas na absorção de nutrientes (Rossetto et al., 2005).

Nos ambientes urbanos nem sempre este processo se aplica na gestão deste resíduo. Os resíduos provenientes da poda da arborização urbana, como remoção de árvores de ambientes públicos e residenciais, um município podem gerar quantidades que resultam em sérios problemas urbanos quando não são devidamente direcionados e/ou aproveitados, principalmente quando descartados em locais impróprios como aterros sanitários e lixões clandestinos (Nakashima et al., 2013).

Neste contexto, os resíduos de madeira podem ter basicamente dois destinos principais (Wiecheteck, 2009): (i) como matéria prima para produtos de maior valor agregado (PMVA) e (ii) para fins energéticos (tanto na combustão direta como na fabricação de pellets ou briquetes). Neste processo, conforme autor, os resíduos de madeira podem gerar energia térmica, elétrica ou ambas (cogeração), por combustão direta ou na incineração na produção de carvão.

Quanto aos pellets de madeira, podem ser produzidos em escala industrial a partir de biomassa vegetal (florestal, industrial e agroindustrial). Quanto ao processo produtivo, os resíduos são moídos e compactados em alta pressão, resultando em insumo de alto poder

calorífico e boa resistência mecânica. Há duas normas europeias para o uso de pellet de madeira (Quéno et al., 2019): para o uso doméstico de aquecimento e energia em edifícios privados, comerciais e públicos (até 1MW); para o uso em plantas energéticas de grande porte. Seu uso pode ser para caldeiras, fornos de padarias, fornos cerâmicos, aquecimento de estufas, aquecimento de residências, aquecimento de prédios, hotéis, secagem de grãos ou outros sistemas que utiliza energia térmica.

Muitos países europeus estão desenvolvendo o uso de pellets ou briquetes de madeira para o fornecimento de energia local (Mustelier et al., 2012). Conforme estes autores, muitas indústrias estão sendo obrigadas a substituir os combustíveis fósseis por biomassa para reduzir às emissões de CO<sub>2</sub>, criando assim um mercado interessante para os pellets.

Os briquetes também pode ser uma alternativa para do uso de resíduos de poda para fins energético. Essa alternativa diminui a disposição dos resíduo, que acaba ocupando grandes áreas durante o seu armazenamento e diminui sua vida útil devido ao aterramento constante no local (Nakashima et al., 2013). Conforme os autores, as características e propriedades do briquete possibilita ser produzido a partir de biomassa vegetal com pouca tecnologia e investimentos geralmente baixos.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi do tipo qualitativa e quantitativa, exploratória, descritiva (Gil, 2008), realizada mediante levantamento de dados para o estudo de caso. Quanto a pesquisa quantitativa os dados foram coletados em planilha eletrônica do Microsoft Excel, contemplando um período de janeiro a setembro de 2019, juntamente com empresas prestadoras de serviços de coleta e empresas produtoras de materiais que fazem uso dessa matéria prima (resíduos de poda). As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer, modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Quanto aos métodos utilizados na investigação, a pesquisa foi realizada a partir de método observacional e comparativo. A partir do método observacional foi identificado eventos qualitativos na observação de locais de destino dos resíduos até as indústrias que processam produtos com essa matéria prima (resíduos de poda). Com o método comparativo foi possível estabelecer um comparativo entre dados obtidos em diferentes logradouros ou bairros, a fim de obter os resultados e origem da demanda desses resíduos. Com este método foi possível comparar a quantidade de resíduos em diferentes épocas do ano. Com base nos métodos e resultados nas etapas anteriores, a aplicação da estatística descritiva foi possível avaliar quantitativamente dados obtidos junto as empresas prestadoras do serviço.

Os dados foram coletados com auxílio do funcionário que realiza o transporte do resíduo de poda, que descreveu como são realizados os registros diários das podas. O funcionário relata que “no início do dia, quando chega na empresa é disponibilizada uma planilha de rotas a serem seguidas, com os logradouros da cidade de Concórdia, bem como os chamados mais urgentes”. No retorno, final do dia, na mesma tabela são registrados os dados da quantidade de resíduos coletados nessa data. Também são registrados a quilometragem inicial do



caminhão, o horário inicial da coleta, o nome dos coletores, os tempos de coleta para cada bairro, horário de entrada no aterro, pesagem na entrada do aterro, horário de saída do aterro e pesagem na saída do aterro (Figura 1). O aterro está localizado em município vizinho, onde a empresa responsável pela coleta deposita estes resíduos. No final do dia estes dados são repassados para o pessoal do setor administrativo onde é feito o cálculo para saber a quantidade de resíduos coletados no dia.

**Figura 1.** Foto do local do aterro onde os resíduos são depositados



Fonte: Autores.

A partir dos dados apresentados pela empresa coletora, por intermédio de correspondência eletrônica, foi proporcionado os diários de bordo das coletas realizadas durante o período de janeiro a setembro de 2019. Esses dados foram organizados e analisados mediante uso de planilhas eletrônicas Excel, contendo os registros diários em tabelas, que foram copiladas em uma planilha. Na posse e análise dos dados coletados, onde é avaliada a demanda diária de resíduos, foi realizada uma busca por alternativas para uso desse recurso de forma sustentável, em conformidade com a pesquisa bibliográfica. As alternativas para uso dos materiais de poda também foram analisadas numa perspectiva da economia circular.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados coletados na pesquisa contemplam nove meses do ano, mais especificadamente as estações de podas. Os resultados da análise das coletas diárias demonstram oscilação no número de coletas mensal, por decorrência de problemas mecânicos no transporte e por motivo de feriados. Nos meses com maior volume de resíduos, principalmente por decorrência do inverno, são realizadas duas viagens diárias aumentando o número de coletas naqueles meses (Tabela 2). A cidade está localizada no Sul do Brasil, onde há influência dos eventos climáticos, como a geada no inverno, que requer podas na manutenção da vegetação. Também, os dados demonstram oscilações no número de pesagens e na somatória das quantidades (kg) dos resíduos coletados.

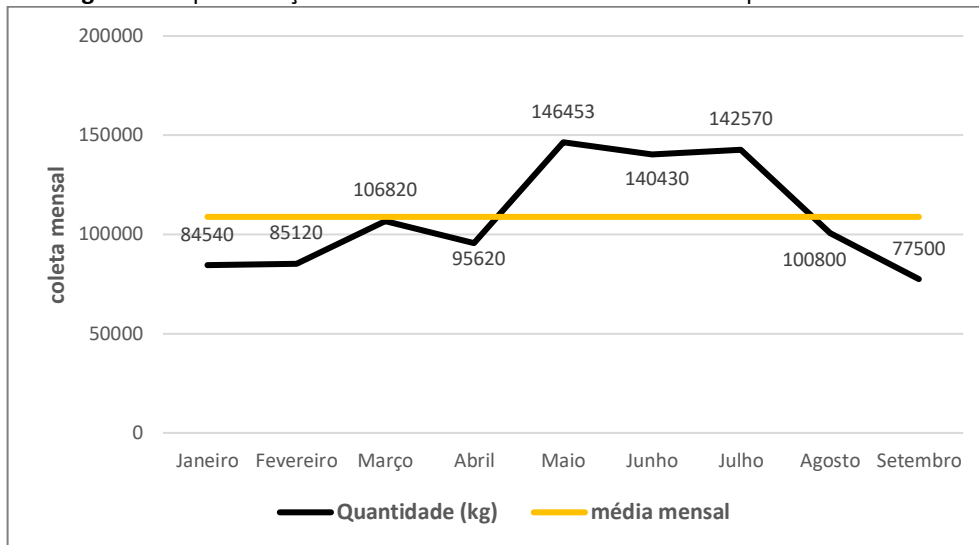
**Tabela 2.** Quantidades (kg) de resíduos de poda coletadas de janeiro a setembro de 2019

Coleta	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro
1	3820	2660	4200	4970	5990	5220	5680	4390	3800
2	4270	5070	3230	3420	5360	5180	4190	4810	3940
3	3580	4260	3470	4420	5150	4470	2500	2630	4430
4	4410	4210	4560	3630	3430	4680	5800	2850	4830
5	4790	4210	1200	5600	5060	5040	5520	3380	3930
6	4070	3690	5100	4210	5850	700	5500	5340	5000
7	4950	4810	5000	3100	5100	4800	6160	4180	5900
8	4900	4640	5730	4570	4820	5240	4200	3400	4700
9	5040	3830	5290	5030	5120	5500	4320	4080	2760
10	5280	3570	6390	3910	5280	4520	5480	4150	4450
11	4450	3000	5320	4720	5550	5200	3220	3320	4280
12	4790	2100	5690	5250	5800	3520	4770	3830	3670
13	4770	5520	6080	4560	6070	4870	5600	3960	3600
14	1520	4890	6010	4240	5020	3420	4450	5090	4720
15	10910	5460	6200	4550	5480	3830	4310	4230	4460
16	4420	4950	5340	5000	1740	4000	4480	4690	2540
17	4640	5550	5470	4900	5340	5590	4310	4390	3190
18	2870	5470	4890	4420	4330	3880	4200	4910	3100
19	1060	4890	4680	6080	4770	4980	4060	4110	4200
20		2340	4770	5180	6160	3130	4890	4050	
21			4450	3860	5020	5650	4160	1910	
22			3750		5420	2440	5760	4060	
23					5603	5220	4460	3750	
24					4390	4010	3690	4460	
25					6280	4580	3830	4830	
26					3870	4780	15960		
27					3280	3840	2240		
28					6300	3840	4530		
28					4870	5300	4300		
30						5580			
31						4490			
32						2930			
<b>Média Diária</b>	<b>4449</b>	<b>4256</b>	<b>4855</b>	<b>4553</b>	<b>5050</b>	<b>4388</b>	<b>4916</b>	<b>4032</b>	<b>4079</b>

Nos meses de janeiro os dias de coletas foram reduzidas devido as festas e feriados de final de ano e, com a normalização dos serviços em um único dia a coleta foi superior a 10 toneladas. No mês de fevereiro por decorrência do feriado prolongado no carnaval o cenário se repete. Em março, o veículo de transporte apresentou problema mecânico, que resultou em dias sem coleta. Em abril as coletas se mantiveram estáveis, com as quantidades oscilando entre 3400 kg e 6000 kg. Nos meses de maio e junho com o início do período das chuvas, também houve oscilações nas quantidades de coletas.

Os dados registrados na Tabela 2 mostram que nos meses de maio, junho e julho foram realizadas coletas extras para atender a demanda, resultado em variação significativa nesses meses, em relação ao período analisado (janeiro a setembro). O gráfico das somatórias das quantidades coletadas em cada mês demonstra que as maiores quantidades (em kg) de resíduos de poda coletados foram observados nos meses de maio, junho e julho, meses que antecipam o inverno (Figura 2). Esse resultado faz referência à percepção para a hipótese de cultura de poda no inverno na cidade de Concórdia, fazendo com que a demanda aumente nesses meses.



**Figura 2.** Representação das somatórias das coletas mensal no período estudado

Fonte: Autores.

A análise realizada a partir das somatórias dos meses demonstrou que a quantidade média mensal no período foi de 110.000 kg de resíduos sólidos de podas. Esse montante ocupa um espaço representativo quando destinado no aterro. O montante poderia ser reduzido significativamente com estímulo às práticas da economia circular, conforme discutido no referencial bibliográfico deste estudo.

Estudos anteriores sugerem o uso destes resíduos em sistemas de jardinagem urbana (Carvalho et al., 2020; Tong et al., 2018). Atualmente é possível encontrar no mercado máquinas portáteis para triturar estes resíduos para o uso na cobertura do solo em canteiros de jardinagem e/ou hora comunitária, prática que vem sendo aplicada em muitas cidades. Ou em processos energéticos a partir da transformação dos resíduos em energia da biomassa (Quéno et al., 2019).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desse estudo foi avaliar as quantidades de resíduos sólidos de podas e destinados em aterro sanitário para a busca de aplicações e uso desses resíduos de forma sustentável, como propõem as referências apontadas na pesquisa teórica desse trabalho.

Com o presente trabalho, o propósito era obter ressaltado, de forma bastante didática, clara e sucinta, a importância de uma nova concepção sobre os resíduos de poda na cidade de Concórdia. Os dados coletados por empresa prestadora de serviço e analisados na pesquisa demonstra que a quantidade de resíduos, que são recolhidos diariamente, é de aproximadamente 4 ton.dia<sup>-1</sup>. Esse material tem como destino o aterro localizado em município vizinho, sendo o material não reutilizado.

Com os resultados obtidos neste trabalho, surgem alternativas como transformação de resíduos, que atualmente é apenas descartado, em produtos que poderá ter maior valor agregado. Dentre estas alternativas destaca-se a compostagem que promove a valorização dos resíduos como matéria-prima para a produção de adubo para ajardinamento urbano, possibilitando que uma quantidade considerável de nutrientes esteja retornando para o solo na forma mineral e orgânica.

Outra opção é a tecnologia na produção de briquetes e pellets, para transformar a biomassa em energia. Os blocos compactos com diversas dimensões podem ser utilizados na queima em fornos, caldeiras, lareiras e fogões, até mesmo para a população que pode estar usando como lenha para uso próprio, transformando o resíduo de poda que não era usado em calor. Por fim, uma ação necessária e emergente é o desenvolvimento de ações educativas junto à população com foco na redução na geração dos resíduos de poda, a partir do reuso desses resíduos de forma sustentável. Ações como essa podem reduzir as quantidades de resíduos e, consequentemente, os impactos ambientais e reduzir os custos financeiros ao município.

## REFERÊNCIAS

- NBR 10.004 Resíduos Sólidos - Classificação., (2004).
- Bartholomeu, C. de S., Sousa, C. S. M. de S., & Brazolin, S. (2020). De árvore invasora à matéria-prima – pesquisa sobre o potencial de uso da leucena para o design de produtos. *Estudos Em Design*, 28(2), 155-169. <https://doi.org/10.35522/eed.v28i2.992>
- Benini, S. M. & Martin, E. S. (2019). Análise qualitativa das áreas verdes públicas na cidade contemporânea. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 15(4), 136-150. <https://doi.org/10.17271/1980082715420192207>
- Brasil. (2010). *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. LEI Nº 12.305. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)
- Bugni, N. O. C., Antunes, L. F. de S., Marinho Guerra, J. G., & Fernandes Correia, M. E. (2019). Gongocomposto: substrato orgânico proveniente de resíduos de poda para produção de mudas de alface. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 9(3), 68-77. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i3.8107>
- Burani, G. F., Coelho, S. T., Cortez, C. L., Grisoli, R. P., Gavioli, F., & Carmelo, S. (2009). Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda e remoção de árvores na área de concessão da AES Eletropaulo. *Citenel*, 246. <http://www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2009/Trabalhos/buraniestudo.pdf>
- Carvalho, M. de F., Alva, J. C. R., Costa, M. C. de P., Souza, F. G., Silva, M. J. P. R., da, & Castro, T. R. (2020). Reaproveitamento e valorização de resíduos de podas urbanas – Avaliação experimental. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica*, 13(3), 1069. <https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.3.69944>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (Atlas (ed.); Sexta). Atlas.
- Gonçalves, A. O. da S., Abreu, E. S., & Ferreira, R. M. (2018). As consequências da expansão urbana no meio ambiente de Anápolis, Goiás. *Cadernos de Direito Actual*, 0(8), 11-22.
- Jing, D. Wei, Du, Z. Yu, Wang, M. You, Wang, Q. Hua, Ma, H. lin, Liu, F. Chun, Ma, B. Yao, & Dong, Y. Feng. (2018). Regulatory effects of root pruning on leaf nutrients, photosynthesis, and growth of trees in a closed-canopy poplar plantation. *PLoS ONE*, 13(5), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197515>
- Mangueira, R. D., Gomes, A. F., & Sousa, W. do N. (2019). Reaproveitamento Dos Resíduos De Poda Para Compostagem E Produção De Mudas No Horto Municipal De Fortaleza. *CONRESOL*, 1–10. <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IV-143.pdf>
- Meira, A. M., de. (2010). *Gestão de resíduos da arborização urbana* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.11.2010.tde-19042010-103157>
- Mustelier, N. L., Almeida, M. F., Cavalheiro, J., & Castro, F. (2012). Evaluation of Pellets Produced with Undergrowth to be Used as Biofuel. *Waste and Biomass Valorization*, 3(3), 285-294. <https://doi.org/10.1007/s12649-012-9127-5>
- Nakashima, G. T., Akiyama, W. H., Santos, L. R. O., Padilla, E. R. D., Belini, G. B., Varanda, L. D., Pádua, F. A., de, & Yamaji, F. M. (2013). Summary for Policymakers. In Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1-30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ONU. (n.d.). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Agenda 2030.
- Osorio, L. L. D. R., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy: Applications in the Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. *Molecules*, 26(2), 515. <https://doi.org/10.3390/molecules26020515>
- Priyadarshini, P. & Abhilash, P. C. (2020). Circular economy practices within energy and waste management sectors of India: A meta-analysis. *Bioresource Technology*, 304, 123018. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123018>

- Quéno, L. R. M., Souza, Á. N., de, Costa, A. F., da, Valle, A. T., do, & Joaquim, M. S. (2019). Aspectos técnicos da produção de pellets de madeira. *Ciência Florestal*, 29(3), 1478-1489. <https://doi.org/10.5902/1980509820606>
- Ribaski, N. G. (2019). Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos madeireiro. *Urban wood solid waste use. Brazilian Journal of Technology*, 2(3), 742-757.
- Ribeiro, F. de M. & Kruglianskas, I. (2014). A Economia Circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. *XVI ENGEMA - Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, 16.
- Rossetto, C. R., Maria, F., & Hermes, F. (2005). *A gestão do desenvolvimento regional : análise de uma experiência no Meio-Oeste catarinense. III*.
- Ruggiero, R. & Santos, M. A. (2019). Avaliação do potencial de utilização dos resíduos da poda e corte de arbóreos e gramíneas na geração de energia térmica. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(3), 660. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e32019660-672>
- Sagani, A., Hagidimitriou, M., & Dedoussis, V. (2019). Perennial tree pruning biomass waste exploitation for electricity generation: The perspective of Greece. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 31, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.11.001>
- Santos Júnior, V. J., dos, & Santos, C. O. (2013). A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas. *Estação Científica (UNIFAP)*, 3(1), 19-30. <http://periodicos.unifap.br/index.php/estacao>
- Smith, A. K. de G., Alesi, L. S., Varanda, L. D., Silva, D. A., da, Santos, L. R. O., & Yamaji, F. M. (2019). Production and evaluation of briquettes from urban pruning residue and sugarcane bagasse. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(2), 138-143. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n2p138-143>
- Teixeira, A., Carvalho, A., Geraldês, A., Ribeiro, A., Gonçalves, A., Chaves, C., Pereira, E., Pires, J., Azevedo, J., Castro, J., Nunes, L., Feliciano, M., Arrobas, M., Pinto, M. A., Patrício, M. do S., Cortez, P., & Dicke, S. G. (2010). Manual de Boas Práticas em Espaços Verdes. In *Câmara Municipal de Bragança*.
- Teobaldo Neto, A., Santos, D. G., dos, & Brito, J. L. S. (2007). Os impactos ambientais urbanos no entorno do distrito industrial - 1, em Uberaba (MG). *Caminhos de Geografia*, 8, 1-14. <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>
- Tong, J., Sun, X., Li, S., Qu, B., & Wan, L. (2018). *Reutilization of Green Waste as Compost for Soil Improvement in the Afforested Land of the Beijing Plain*. 1-17. <https://doi.org/10.3390/su10072376>
- Volpe-Filik, A., Silva, L. F., da, & Lima, A. M. L. P. (2007). Avaliação da arborização de ruas do bairro são dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 2(1), 34. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v2i1.66234>
- Wiecheteck, M. (2009). Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. In: *Ministério do Meio Ambiente* (Vol. 1, Issue 1, pp. 1-40).
- Yabuki, M. Y., Otoni, C. G., Gabriela, M., & Celani, C. (2020). Alta tecnologia e reúso de materiais descartados: Alta tecnologia e reúso de materiais descartados: desenvolvimento de um painel decorativo para a melhoria do desempenho térmico em edificações. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, 15(2), 6-19. <https://doi.org/10.11606/gtp.v15i2.155158>