UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABELA DE PAULA E SILVA CARNEIRO

ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA EM VIAS PÚBLICAS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE AS CIDADES DE CURITIBA/BRASIL E STUTTGART/ALEMANHA

CURITIBA

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABELA DE PAULA E SILVA CARNEIRO

ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA EM VIAS PÚBLICAS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE AS CIDADES DE CURITIBA/BRASIL E STUTTGART/ALEMANHA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial, no curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em convênio com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná (SENAI-PR) e a *Stuttgart Universität* (USTUTT).

Orientador: Prof. Klaus Fischer

CURITIBA

2020

Catalogação na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

C289a Carneiro, Isabela de Paula e Silva
Análise da gestão de resíduos de vegetação arbórea urbana em vias públicas: uma comparação entre as cidades de Curitiba/Brasil e Stuttgart/Alemanha [recurso eletrônico] / Isabela de Paula e Silva Carneiro. – Curitiba : UFPR : SENAI : Universität Stuttgart, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, 2019.

Orientador: Klaus Fischer.

1. Gestão integrada de resíduos sólidos. 2. Arborização das cidades. 3. Árvores. I. Universidade Federal do Paraná. II. Fischer, Klaus. III. Título.

CDD: 628.44

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

TERMO DE APROVAÇÃO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE
URBANO E INDUSTRIAL - 40001016057P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ISABELA DE PAULA E SILVA CARNEIRO** intitulada: **ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA EM VIAS PÚBLICAS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE AS CIDADES DE CURITIBA/BRASIL E STUTTGART/ALEMANHA**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Outubro de 2019.

KLAUS MARTIN FISCHER
Presidente da Banca Examinadora

ARISLETE DANTAS DE AQUINO
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

CLEVERSON VITORIO ANDREOLI
Avaliador Externo (INSTITUTO DE ADMINISTRAçãO E ECONOMIA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente aos que me acompanharam (e aturaram) nessa árdua e turbulenta jornada. Primeiramente, obrigada à minha família que sempre acreditou em mim e me apoiou, mesmo que a distância. Sintam-se abraçados, pai, irmãs, avó, tias, tios, primos e minhas sobrinhas que são fonte pura de amor e felicidade. Agradeço também aos que, mesmo não fisicamente presentes, estiveram sempre presentes em meu coração e não deixam, nem por um instante, de ser fonte de inspiração e exemplo, mãe, vô Oscar, vó Aurita e Vô Fijo, muito obrigada! Minha eterna gratidão a todos vocês!

Agradeço também aos meus parceiros de trajetória que foram fonte de consolo e alegria! Amanda, Marenda, Bellin, Zetti, Tiago, Ana e Najla. Esse mestrado valeu muito mais a pena por causa de vocês!

Não menos importantes, aos meus amigos da vida, com que pude dividir minhas dores e alegrias durante esse período. Julia Leitão, Julia Rotenberg, Rafaella Demário, Bruna Frenkel, Diessica Cantu, Mirela Miró, Duda, Nath, Pedro Ivo, Henrique, Gustavo, Agustin, Kim e Whittney. Teria sido muito mais difícil sem vocês!

Um agradecimento especial e do fundo do meu coração à Julia e ao Raphael que foram meus “co-orientadores” neste trabalho e que, mesmo tendo um milhão de outros afazeres, tiraram um tempo para ler e reler esta, nem tão curta, dissertação. Muito obrigada, sem vocês não teria sido possível!

Deixo aqui meu muito obrigada ao meu Professor Orientador Dr. Klaus Fischer por todo o apoio, compreensão e por todas as palavras de carinho. Agradeço também aos professores que compuseram a minha banca de avaliação, Professora Dra. Arislete Aquino e Professor Dr. Cleverson Andreoli, suas contribuições foram de enorme valia. Por fim, agradeço a Professora Dra. Patricia Charvet, quem começou essa caminhada comigo e que, com certeza, deixou sua contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a UFPR e a Universidade de Stuttgart pela estrutura e por terem aberto as portas para mim. Agradeço também a todos os professores que cruzaram meu caminho em ambas as instituições, hoje me considero uma pessoa e uma profissional melhor graças a vocês e a seus ensinamentos. Por fim, agradeço ao DAAD pela bolsa de estudos e por assim, me proporcionar viver 8 meses na Alemanha.

“Apreciar e compreender a vida em cada instante
é uma arte a ser praticada”

- Monja Coen

RESUMO

A vegetação arbórea urbana engloba não só as áreas de parques e reservas como também as árvores plantadas nas calçadas. Conhecidos como espaços verdes, estes têm como benefício as áreas de sombra, a redução da poluição sonora, a melhora da qualidade do ar, a diminuição da amplitude térmica, a valorização imobiliária e a melhora na qualidade de vida dos moradores, entre outros. Por outro lado, podem ser vistos como empecilho por reduzir o acesso à radiação solar, pelos danos às calçadas e às propriedades, pelo aumento dos casos de alergia ao pólen e ainda pelo o aparecimento de insetos e outros animais. No Brasil, a dificuldade está em conciliar os interesses das empresas de distribuição de energia elétrica e da municipalidade enquanto na Alemanha a gestão da grande quantidade de resíduo gerado no outono é o grande desafio. A diferença de gestão destes espaços entre os dois países começa já na classificação deste resíduo. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), no Brasil, os resíduos da vegetação estão inclusos na classificação de resíduos sólidos urbanos podendo ser destinados à aterros enquanto na Alemanha os são definidos pela *Bioabfallverordnung* (BioAbfV) como restos de matéria orgânica e, desde 2005, ficou proibida sua disposição sem pré-tratamento em aterros sanitários. A poda da vegetação produz troncos, ramos, folhas, brotos e sementes e algumas das aplicações são uso como adubo, cama de animais, carvão e combustíveis, madeira reconstituída ou ainda como artigos domésticos, peças decorativas ou brinquedos. A gestão adequada, desde o plantio até a destinação se faz, então, necessária sendo que, não só fatores bióticos, mas também políticos e sociais devem ser levados em consideração. Este estudo tem como objetivo analisar comparativamente a gestão de resíduos de vegetação arbórea urbana nas cidades de Curitiba e Stuttgart. Os dados utilizados foram obtidos por meio de entrevistas junto à prefeitura de Curitiba e ainda junto à companhia de distribuição de energia elétrica (COPEL), para os dados relacionados à cidade de Stuttgart, bases de informação disponíveis *online* foram acessadas. A identificação dos resíduos gerados, quantificação dos seus volumes relação da destinação dada a cada uma delas e a gestão dos resíduos presente em cada uma das cidades foram descritas e os pontos positivos e negativos foram apontados através de uma matriz SWOT, recomendando-se possíveis melhorias. Os resultados obtidos mostram que o principal problema encontrado pela cidade de Curitiba é a falta de planejamento desde a escolha das espécies a serem plantadas, o que aumenta a quantidade de resíduos gerada, o custo de manutenção e a rejeição pela população. Stuttgart, por sua vez, mostra ter um sistema de planejamento já mais consolidado e maior conscientização quanto aos resíduos gerados. Espécies como Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), Fedegoso (*Senna macranthera*), Acer (*Acer negundo*), Cassia (*Cassia leptophylla*), Quaresmeira (*Tibouchina sellowianan*) e Extremosa (*Lagerstroemia Indica*) são recomendadas para a cidade de Curitiba e destinações como o reuso e a compostagem são as mais indicadas.

Palavras-chave: Florestas Urbanas; Resíduo Verde; Poda.

ABSTRACT

The urban vegetation includes from parks and reserves to the trees on sidewalks. Some of the benefits they bring are shading areas, reduction of noise pollution, improvement of air quality, reduction of thermal amplitude and improvement of inhabitants quality of life. Despite these benefits, it is seen by some as an obstacle to reducing access to solar radiation, damage to sidewalks and properties, increased cases of allergy to pollen, and the appearance of insects and other animals. In Brazil, the biggest challenge is against electricity distribution companies while in Germany the challenge is the high amount of waste generated in the fall. According to the National Solid Waste Policy (PNRS), in Brazil, vegetation residues are included in the classification of municipal solid waste and can be destined to landfills while in Germany they are defined by *Bioabfallverordnung* (BioAbfV) as organic matter remnants and, since 2005, its disposal without pre-treatment in landfills was forbidden. Pruning of vegetation produces trunks, branches, shoots and seeds and some of the applications are the use as fertilizer, bed of animals, coal and fuels, reconstituted wood or as household articles, decorative pieces or toys. Proper management, from planting to disposal, is therefore necessary, and not only biotic but also political and social factors must be taken into account. This study aims to comparatively analyze the waste management of urban tree vegetation in the cities of Curitiba and Stuttgart. The data used were obtained through interviews with the city of Curitiba and also with the electricity distribution company (COPEL), for the data related to the city of Stuttgart, information bases available online were accessed. The identification of the waste generated, quantification of its volumes relation of the destination given to each one and the management of the waste present in each of the cities were identified and the positive and negative points will be indicated through a SWOT matrix. Recommendations and possible improvements were finally proposed. The main problem found by the city of Curitiba is the lack of planning since the choice of the species to be planted, which increases the amount of waste generated, the cost of maintenance and the rejection by the population. Stuttgart, on the other hand, shows an already consolidated planning system and a greater awareness of the generated waste. Species such as Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), Fedegoso (*Senna macranthera*), Acer (*Acer negundo*), Cassia (*Cassia leptophylla*), Quaresmeira (*Tibouchina sellowianan*) e Extremosa (*Lagerstroemia Indica*) are recommended for Curitiba and destinations such reuse na composting are the most suitable.

Keywords: Urban Forests; Green Waste; Pruning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - FOTO TIRADA DAS ARAUCÁRIAS NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA. 37
FIGURA 02 - FLORESTA DECÍDUA TEMPERADA NA CIDADE DE STUTTGART. 40
FIGURA 03 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE CURITIBA NO BRASIL. 67
FIGURA 04 - REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DA CIDADE DE CURITIBA EM 2014. 69
FIGURA 05 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE STUTTGART NA ALEMANHA. 70
FIGURA 06 - REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS VERDES NA CIDADE DE STUTTGART. 71
FIGURA 07 - FICHA DE VISTORIA DE PODA UTILIZADA PELA PREFEITURA DE CURITIBA. 76
FIGURA 08 - FICHA DE VISTORIA PARA REMOÇÃO VEGETAL UTILIZADA PELA PREFEITURA DE CURITIBA. 76
FIGURA 11 - OPERAÇÃO DE PODA E REMOÇÃO NA CIDADE DE CURITIBA. 77
FIGURA 13 - FOLHAGEM PERDIDA PELA VEGETAÇÃO DURANTE O OUTONO. 80
FIGURA 14 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA SOPRAR E AGRUPAR AS FOLHAS. 81
FIGURA 15 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA RECOLHER E TRANSPORTAR RESÍDUO VEGETAL. 81
FIGURA 16 - CONTÂINERS UTILIZADOS PARA ARMAZENAMENTO DO RESÍDUO VEGETAL. 81
FIGURA 17 - CONTÂINERS DE SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS VEGETAIS NA CENTRAL DE COLETA DE RESÍDUOS DE STUTTGART. 82
FIGURA 18 - RESÍDUOS DE PODA COLETADOS NA CENTRAL DE RESÍDUOS DE STUTTGART. 83
FIGURA 09 - PORCENTAGEM QUANTO À TIPOLOGIA DE ÁRVORES NA CIDADE DE CURITIBA. 84
FIGURA 10 - TIPOLOGIA DE ÁRVORES NA CIDADE DE STUTTGART EM PORCENTAGEM. 87

FIGURA 19 - RESÍDUO VEGETAL UTILIZADO NA ESTRUTURAÇÃO DE ESTRADAS EM ATERRO NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. 92
FIGURA 20 - PRINCIPAIS DESTINAÇÕES DADAS AOS RESÍDUOS VEGETAIS NA CIDADE DE CURITIBA. 93
FIGURA 21 - DESTINAÇÃO FINAL DO RESÍDUO VEGETAL NA REGIÃO DE BADEN-WÜRTTEMBERG. 95
FIGURA 22 - INTERFACE DO APLICATICO CALLECTOR UTILIZADO PARA CADASTRAMENTO DA VEGETAÇÃO ARBOREA URBANA PELA COPEL. 99
FIGURA 12 - FOTOS TIRADAS NA CIDADE DE CURITIBA PARA EXEMPLIFICAR AS PODAS FEITAS PELA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 103
FIGURA 23 - PROPORÇÃO DE GASTOS COM A GESTÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA NA CIDADE DE CURITIBA 106
FIGURA 24 - ANÁLISE SWOT DAS FORÇAS, FRAQUEZAS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS DA DESTINAÇÃO UTILIZADA PELA CIDADE DE CURITIBA COM RELAÇÃO ÀQUELA ESCOLHIDA PELA CIDADE DE STUTTGART. 116

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO ARBÓREA URBANA 51

TABELA 1 - INFORMAÇÕES SOBRE AS CIDADES DE CURITIBA E STUTTGART 71

TABELA 2 – TABELA COMPARATIVA DOS VALORES DE RESÍDUO VEGETAL GERADOS PELA CIDADE DE CURITIBA E STUTTGART.....90

TABELA 3 - ÍNDICES COMPARATIVOS QUANTO A PRODUÇÃO DE RESÍDUO VEGETAL PARA AS CIDADES DE CURITIBA E STUTTGART. 91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
APP - Área de Preservação Ambiental
AVL - *Abfallwirtschaft Stuttgart* (Departamento de Resíduos de Stuttgart)
AWP - *Abfallwirtschaftsplans* (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos)
BioAbfV - *Bioabfallverorgnung* (Regulamento quanto a Resíduos Sólidos)
BNatSchG - *Bundesnaturschutzgesetz* (Lei de Preservação do Meio Ambiente e Paisagem)
CAR - Cadastro Ambiental Rural
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPEL - Companhia Paraense de Eletricidade
CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola
Gartenamt - *Garten-Friedhofs und Forstamt der Stadt Stuttgart* (Departamento responsável pelos jardins, cemitérios e florestas de Stuttgart)
GI - *Green Infrastructure* (Infraestrutura Verde)
IAP - Instituto Ambiental do Paraná
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
ISA - International Society of Arboticulture (Sociedade Internacional de Arboticultura)
KrWG - *Kreislaufwirtschaftgesetz* (Lei de Resíduos)
ONG - Organização não Governamental
PDAU - Plano Diretor de Arborização Urbana
PEGIRSU - Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
PDDS - Sistema de Suporte de Decisão
PIB - Produto Interno Bruto
PNRS - Plano Nacional de Resíduos Sólidos
RL - Reserva Legal
SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SBAU - Sociedade Brasileira de Arborização Urbana

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SMMA - Secretaria Municipal do Meio Ambiente

SMMI - Sistema de Monitoramento Ambiental da SMMA

SWOT - "*Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats*" (Matriz de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças)

USDA - *United States Departament of Agriculture* (Departamento Americano de Agricultura)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 29
1.1 OBJETIVO GERAL 31
1.2 Objetivos Específicos 31
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 32
2.1 VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA 32
2.1.1 Vegetação Arbórea Urbana na Cidade de Curitiba 36
2.1.2 Vegetação Arbórea Urbana na Cidade de Stuttgart 39
2.2 MODELOS DE GESTÃO 41
2.3 INSTRUMENTOS PARA GESTÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA 46
2.3.1 Ginkgo 47
2.3.2 i-Tree 47
2.3.3 Citree 49
2.3.4 Sistema de suporte de decisão (PDSS) 53
2.3.5 Outros instrumentos 53
2.4 RESÍDUOS DE VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA 55
2.4.1 Poda 55
2.4.2 Caracterização dos Resíduos 56
2.5 ASPECTOS REGULATÓRIOS RELACIONADOS A VEGETAÇÃO URBANA 56
2.5.1 Curitiba 56
2.5.2 Stuttgart 59
2.6 POSSÍVEIS APLICAÇÕES E DESTINAÇÕES DOS RESÍDUOS 62
2.6.1 Compostagem 65
2.6.2 Digestão Anaeróbia 66
2.6.3 Aterro sanitário 66
3 MATERIAIS E MÉTODOS 67
3.1 LOCAL DE ESTUDO 67
3.1.1 Curitiba 67
3.1.2 Stuttgart 69
3.2 OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS 72
3.2.1 Coleta de Dados para a Cidade de Curitiba 72
3.3.2 Coleta de Dados para a Cidade de Stuttgart 73

3.3.3 Tratamento dos Dados 74
4 RESULTADOS 75
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DO RESÍDUO EM CURITIBA E STUTTGART . 75
4.1.1 Curitiba 75
4.1.1.1 Departamento de Produção Vegetal 75
4.1.1.2 Departamento de Limpeza Pública 77
4.1.1.3 Departamento de Parques e Praças 78
4.1.1.4 Companhia de Distribuição de Energia Elétrica do Paraná (COPEL) 78
4.1.2 Stuttgart 79
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO RESÍDUO 84
4.2.1 Espécies Recorrentes 84
4.2.1.1 Curitiba 84
4.2.1.2 Stuttgart 87
4.2.2 Quantidades Geradas nas Duas Cidades 88
4.2.2.1 Curitiba 88
4.2.2.2 Stuttgart 90
4.3 Destinação do Resíduo nas Duas Cidades 91
4.3.1 Curitiba 91
4.3.2 Stuttgart 94
4.4 SISTEMA DE GESTÃO DAS DUAS CIDADES 96
4.4.1 Curitiba 96
4.4.2 Stuttgart 106
4.5 OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA OS SISTEMAS DE GESTÃO DAS DUAS CIDADES 108
5 CONCLUSÕES 117
REFERÊNCIAS 119
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE . 136
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE LIMPEZA PÚBLICA DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE 149
APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE PARQUES E PRAÇAS DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE 154

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO APLICADO A EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO PARANÁ..... 159
APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ENTREVISTADOS NA CIDADE DE STUTTGART..... 167

1 INTRODUÇÃO

A vegetação arbórea, incluindo parques e reservas, campos esportivos, áreas ribeirinhas, vias verdes, jardins, árvores plantadas nas calçadas, áreas de conservação ambiental, paredes verdes e cemitérios, compõe o ecossistema urbano trazendo ao ambiente benefícios. Alguns destes a serem citados são sombras para pedestres e veículos, redução da poluição sonora, melhora da qualidade do ar, diminuição da amplitude térmica, abrigo para animais, harmonia estética, valorização imobiliária, melhora na qualidade de vida dos moradores e áreas para lazer e recreação. Por outro lado, muitas vezes é vista como um empecilho, principalmente por reduzir o acesso à radiação solar, em função dos danos às calçadas causados pelas raízes ou às propriedades causados pela queda de galhos, pelo aumento dos casos de alergia ao pólen ou ainda pela proliferação de insetos e aparecimento de outros animais (DWYER; MCPHERSON; SCHROEDER, 1992; ROY; BYRNE; PICKERING, 2012; VOGT; HAUER; FISCHER, 2015).

Conflitos pelo uso do espaço urbano são então gerados. No Brasil, um deles é a disputa de espaço com as empresas de distribuição de energia elétrica enquanto na Alemanha o conflito se dá pela grade quantidade de resíduo gerado no outono, quando as árvores caducifólias perdem suas folhas. A gestão adequada desde o plantio até a destinação se faz necessária para reduzir estes conflitos e a rejeição da vegetação pela população. Fatores não só bióticos, mas também sócio-políticos como orçamento e aceite da população devem ser levados em consideração pelo gestor público.

Em 2013, a Comissão Europeia definiu as estratégias europeias de infraestruturas verdes (GI) como sendo as áreas naturais e seminaturais estrategicamente planejadas e conectadas com outras áreas verdes para que haja grande variedade de serviços ecossistêmicos (COMMISSION, 2013). A vegetação urbana pode ser plantada e manejada, portanto, de forma a otimizar estes serviços por ela oferecidos, tendo conhecimento suficiente sobre a heterogeneidade do espaço e a demografia urbana. Por sua vez, o plantio inadequado e as más condições de manutenção das árvores urbanas podem gerar alto índice de mortalidade dos espécimes pois as árvores não estão adaptadas as condições locais ou são rejeitadas pela população, aumentando assim o custo de manutenção.

Os resíduos de vegetação arbórea urbana podem ser gerados pelas podas de limpeza e manutenção realizadas, pela queda de árvores, folhas ou galhos por fenômenos naturais, pela depredação humana ou ainda pela senescência da planta. Inicialmente, a poda da vegetação era feita para aumento da produção de árvores frutíferas. Hoje, é utilizada para fins estéticos e fitossanitários sendo suas quatro principais finalidades: a adequação do formato da árvore ao trânsito de pedestres, a limpeza de galhos mortos ou doentes, a contenção do crescimento da planta para adequação ao espaço disponível, e para redução do risco à segurança da população.

O resíduo gerado da vegetação pode ser classificado, entre outros, quanto a sua origem, composição, características físicas, sazonalidade e forma de manejo, portanto, levando em consideração sua classificação, a destinação pode ser feita de forma mais adequada. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), no Brasil, os resíduos da vegetação estão inclusos na classificação de resíduos sólidos urbanos podendo ser destinados à aterros (BRASIL, 2010a). Já na Alemanha, os resíduos vegetais são definidos pela *Bioabfallverordnung* (BioAbfV) como matéria orgânica e sua destinação deve ser a produção de adubo através da compostagem ou o uso como cobertura morta para campos abertos já que, desde 2005, é proibida a disposição de resíduos orgânicos não tratados em aterros sanitários.

A poda da vegetação produz troncos, ramos, folhas, brotos e sementes. Algumas das aplicações utilizadas atualmente para tais resíduos são: adubo, cama de animais, carvão e combustíveis, geração de energia elétrica e térmica, extração de óleos e resinas, como madeira reconstituída ou ainda como artigos domésticos, peças decorativas ou brinquedos. Apesar destas destinações, a falta de uma cadeia de fornecimento de biomassa proveniente da poda faz com que não haja a comercialização para este resíduo. Encontrar, então, uma forma de gestão eficiente para o resíduo pode transformar o problema de destinação em um processo de produção paralelo, podendo reduzir o custo.

O planejamento e a gestão da vegetação arbórea urbana já no seu plantio têm o intuito de determinar quais são as espécies cujas características são adequadas ao meio urbano. Estas especificidades vão desde seu porte e taxa de crescimento, permitindo que a manutenção seja feita em intervalos de tempo maiores sem que as plantas causem danos às estruturas, até o alcance do benefício trazido pela planta desejado com o plantio. Estratégias de planejamento reduzem a quantidade de

resíduos gerados, os custos envolvidos e o descontentamento da população além de intensificar os benefícios citados anteriormente. Por fim, a escolha adequada da destinação faz com que o resíduo se torne o início de uma cadeia produtiva, reduzindo custos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a gestão de resíduos de vegetação arbórea urbana quanto a sua origem, tipologia e destinação nas cidades de Curitiba/Brasil e Stuttgart/Alemanha e propor melhorias.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a origem de resíduos de vegetação arbórea urbana nas duas cidades;
- Caracterizar qualitativamente e quantitativamente os tipos de resíduos da vegetação arbórea urbana gerados;
- Comparar a destinação final aplicada aos resíduos vegetais urbanos;
- Analisar os pontos positivos e negativos da gestão e dos procedimentos utilizados em ambas cidades;
- Propor melhorias aplicáveis aos procedimentos de gestão de resíduos da vegetação utilizados em Curitiba e em Stuttgart.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA

Nos centros urbanos, parques e reservas, campos esportivos, áreas ribeirinhas como córregos e margens de rios, vias verdes, jardins, árvores plantadas nas calçadas, áreas de preservação ambiental, paredes verdes e cemitérios estão incluídos na definição de áreas verdes urbanas (ROY; BYRNE; PICKERING, 2012). Esta vegetação urbana contribui para a saúde pública e para o aumento da qualidade de vida da população já que proporcionam diversos serviços ecossistêmicos (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; ESCOBEDO; KROEGER; WAGNER, 2011).

Dentre suas várias contribuições, podem ser citadas a filtragem do ar, a regulação climática, a atenuação do ruído, a drenagem da água da chuva, a reposição de águas subterrâneas e o valor recreativo e cultural (ARMSON; STRINGER; ENNOS, 2013; BERG et al., 2006; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; DOICK; HUTCHINGS, 2013; ESCOBEDO; KROEGER; WAGNER, 2011; VILLENEUVE et al., 2016). Além deste fato, são de extrema importância para a manutenção e restauração da biodiversidade em áreas urbanizadas e ainda para educar e engajar a população quanto à importância do meio ambiente (CANNON, 1999; DAILY, 1997). A vegetação arbórea urbana foi apontada como solução natural para a urbanização sustentável e para as mudanças climáticas (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Os grandes centros urbanos apresentam microclimas locais conhecidos como ilhas de calor devido principalmente à grande área superficial de absorção da radiação solar e pela grande quantidade de energia por estes utilizada (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). A regulação destes microclimas pela vegetação se dá pela necessidade desta de absorver energia do entorno para evapotranspirar, o que, consequentemente, reduz a temperatura local (HOUGH, 1984). A redução da temperatura resulta também em ganhos econômicos, tanto por reduzir a necessidade de aquecimento e resfriamento das residências quanto pelo aumento no valor imobiliário do imóvel (TREES & DESIGN ACTION GROUP, 2010). A temperatura local pode ser reduzida também pela formação de sombras, contribuindo para a redução do risco de doenças relacionadas ao calor (CUMMINS; JACKSON, 2001; MORANI et al., 2011; NOWAK et al., 1998; PAULEIT, 2003).

Outra vantagem da existência de áreas verdes nas cidades é a filtragem do ar pela deposição das partículas suspensas na superfície na planta, sendo assim, quanto maior a superfície folhosa, maior a capacidade de filtração da planta (GIVONI, 1991; NOWAK; CRANE; STEVENS, 2006). Além de remover o material particulado, a vegetação urbana remove também poluentes como ozônio, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e monóxido de carbono (ROY; BYRNE; PICKERING, 2012). Comparando árvores coníferas e caducifólias, por exemplo, percebe-se que as primeiras possuem maior capacidade de filtração do que as outras, enquanto o oposto ocorre quanto a capacidade de absorção de gases (STOLT, 1982).

Ainda como vantagem tem-se a drenagem da água pluvial. As áreas verdes urbanas reduzem o escoamento superficial ao passo que permitem sua infiltração no solo e a devolvem para o ambiente pela evapotranspiração (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). As folhas e galhos das árvores, por sua vez, interceptam a água da chuva, a absorvendo e temporariamente a armazenando antes que evapore novamente para a atmosfera ou infiltre no solo (SEITZ; ESCOBEDO, 2014). Estes processos, além de reduzirem o volume escoado pelas superfícies impermeabilizadas, reduzem também os níveis de poluição e a quantidade de efluente de chuva a ser tratado (MULLANEY; LUCKE; TRUEMAN, 2015).

Por sua vez, o valor recreativo e cultural das áreas verdes se dá não somente pela possibilidade de utilização dos parques e praças públicas para descanso e diversão, mas também por proporcionar maior contato da população com a fauna e flora (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). Segundo Matsuoka & Kaplan (2008), a qualidade de vida dos cidadãos tende a aumentar na presença de áreas verdes. Desde o século 19 era sabido que a redução dos níveis de estresse diário pela simples proximidade a parques e jardins se dá pela restauração da saúde física e mental da população devido a disponibilidade de área verdes para realização de exercícios (BERG et al., 2006; EVENSON et al., 2014; FRUMKIN, 2001; HILL, 2002; KAPLAN, 1973; MCCORMACK et al., 2010; SALLIS et al., 2012; ULRICH, 1979; VAN DEN BERG et al., 2010).

Por fim, os benefícios econômicos trazidos pelas áreas verdes urbanas são o aumento do valor imobiliário e a redução do tempo de venda no mercado imobiliário, a redução de custos para mitigação da poluição atmosférica, a redução do

investimento em infraestruturas para drenagem superficial e a economia com relação aos sistemas de aquecimento e resfriamento (ROY, BYRNE & PICKERING, 2012).

Apesar de todos os benefícios citados, a presença da vegetação em áreas urbanas pode também gerar alguns problemas com relação ao próprio meio ambiente, à saúde, à economia, à população e à estética da cidade. Podem ser citados a emissão de compostos orgânicos voláteis pela folhagem, a redução ao acesso à radiação solar e transtornos de tráfego pelos veículos de manejo arbóreo, os danos às calçadas causados pelas raízes, os danos às propriedades causados pela queda de galhos, folhas, flores e sementes, o aumento dos casos de alergia ao pólen, o medo da ocorrência de crimes pela redução da visibilidade e o aparecimento de insetos e outros animais (DWYER; MCPHERSON; SCHROEDER, 1992; ROY; BYRNE; PICKERING, 2012; VOGT; HAUER; FISCHER, 2015).

Conflitos econômicos e sociais trazidos pela vegetação urbana estão ligados principalmente aos custos de plantio, manutenção, gerenciamento e de reparo da infraestrutura urbana quando danos são gerados (ROY; BYRNE; PICKERING, 2012). Um dos danos que as árvores apresentam às estruturas urbanas é o avanço das raízes pela superfície e o dano causado às calçadas e estruturas nos arredores. As raízes das plantas tem seu crescimento limitado quando em áreas urbanas principalmente por tubulações, pelo nível de oxigênio, pela compactação do solo, pela salinidade e pela concentração de metais pesados (BENGOUGH et al., 2011; FRANCO et al., 2015). Tais características induzem a expansão das raízes em uma direção preferencial, normalmente próximas à superfície onde encontram melhor aeração e concentrações mais altas de nutrientes (GÖRANSSON et al., 2006; JOBBÁGY; JACKSON, 2001; LI et al., 2013). Segundo Coder (1998), a maior parte destes problemas seria facilmente evitável se o crescimento das árvores fosse considerado já no planejamento e se os materiais adequados fossem utilizados, por exemplo, na construção das ruas e calçadas.

Apesar dos conflitos, a maior parte dos cidadãos veem as árvores urbanas como um ponto positivo nas cidades. Os benefícios trazidos por elas ainda sobrepõem os problemas causados como a queda de galhos, folhas e danos a infraestrutura. A melhora estética, a provisão de sombra, a valorização imobiliária, a privacidade e a redução do ruído são tidos como pontos importantes trazidos pela vegetação urbana

(FLANNIGAN; FLANNIGAN, 2012; MOSKELL; ALLRED, 2013; SUMMIT; MCPHERSON, 2015; ZHANG et al., 2007)

Além dos danos causados pela vegetação aos centros urbanos há também a situação oposta, ou seja, condições adversas ao crescimento das árvores geradas pela alta densidade de pessoas e infraestruturas nas cidades. Podem ser citados as ilhas de calor, o ciclo hidrológico alterado pela alta impermeabilização, os solos inférteis, a baixa qualidade do ar, as espécies invasoras e a baixa diversidade genética. O aquecimento global, por exemplo, não altera somente as temperaturas como também o padrão de precipitações fazendo com que a vegetação passe por eventos extremos de calor e umidade (FRANCIS; LORIMER; RACO, 2011; KONIJNENDIJK et al., 2006; MCKENNEY; PEDLAR; O'NEILL, 2009; PICKETT et al., 2001, 2011; WINDER; NELSON; BEARDMORE, 2011). Outro ponto a ser realçado são as áreas sombreadas por arranha céus, espécies que necessitem plena exposição ao sol plantadas nestas áreas tem grandes chances de adoecer (AUER, 1996). A adaptação de algumas espécies a tais mudanças pode ocorrer porém outras populações locais podem ser extintas, afetando os serviços ecossistêmicos que eram prestados por elas (FONTAINE; LARSON, 2016).

O conceito de floresta urbana sustentável abrange questões como a diversidade de espécies, a saúde e adaptabilidade às condições locais dos indivíduos e a proporção entre espécies nativas e exóticas. A indicação de floresta sustentável traduz o conceito de que a diversidade e adaptabilidade das espécies, a idade das árvores e a fitossanidade das plantas permitem o seu correto desenvolvimento. Por outro lado, ao dizer que uma floresta é insustentável significa que há muitas árvores doentes e que a população está em declínio, resultando na perda dos benefícios trazidos pela arborização urbana (MCPHERSON, 1998).

Estresses como estes, por sua vez, podem desencadear surtos de pestes e outras doenças (MCKENNEY; PEDLAR; O'NEILL, 2009; WINDER; NELSON; BEARDMORE, 2011). Nas raízes, o apodrecimento pode ser causado por fungos como Armillaria sp. que ocorre em solos rasos com alta umidade ou Ganoderma sp. que ocorre quando a aeração do sistema radicular é precária e também pela alta compactação e aquecimento do solo. Nos troncos podem aparecer murcha vascular, cancros e podridões. A primeira doença impede o transporte de sais e solutos para as extremidades da planta por atacar o sistema vascular desta. Esta associada ao fungo

Ceratocystis fimbriata cujo vetor é o besouro da casca. Os cancros, por sua vez, podem ser causados por patógenos primários como Cryphonectria cubensis ou secundários após situações de estresse por fungos dos gêneros Botryosphaeria e Valsa. A podridão do tronco é causada também por fungos e assim como o cancro têm como porta de entrada os ferimentos na planta causados por vandalismo e podas mal executadas. Doenças que acometem o tronco das plantas podem levar a quebra do fuste em ventanias. Por fim, as doenças foliares que representam a maior parte da lista de acometimentos possíveis na vegetação. Algumas delas são oídio, ferrugem, mancha, queima da folha e acículas. Existem ainda plantas parasitas que sugam a seiva das hospedeiras e podem leva-las a morte. As principais são a erva-de-passarinho, principalmente em alfeneiros e extremosas, e o cipó-chumbinho, acometendo alfeneiros e ipês-amarelos (AUER, 1996).

Fatores importantes para o estabelecimento de uma floresta urbana saudável vão desde as áreas de canteiro, nutrientes do solo e correto plantio das mudas às condições ambientais locais e adaptação da planta. A falta de planejamento nessa direção inibe o desenvolvimento das árvores e faz com que rearborizações sejam necessárias (DE LIMA NETO et al., 2012). A escolha equivocada de espécies gera problemas futuros como o aumento de custos de manutenção e replantio. A tortuosidade da planta, a altura de bifurcação e o tipo de raiz são algumas das características que podem trazer dificuldades no trânsito de pessoas e automóveis (BIONDI; ALTHAUS, 2005; DE GONÇALVES OLIVEIRA; GONÇALVES; GONÇALVES, 2004).

2.1.1 Vegetação Arbórea Urbana na Cidade de Curitiba

Curitiba está localizada na Mata Atlântica brasileira, mais especificamente na Floresta Ombrófila Mista, ecossistema conhecido como Floresta das Araucárias. Como o próprio nome já diz, esta espécie de planta é recorrente na cidade, o que é ilustrado na FIGURA 01. A araucária *(Araucaria angustifólia*) é uma espécie da classe dos pinheiros, sendo assim perenifólia, não perdendo suas folhas durante o ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, [s.d.]).

FIGURA 01 - FOTO TIRADA DAS ARAUCÁRIAS NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA. FONTE: A autora, 2018.

A Floresta das Araucárias já esteve presente em 2,6% de todo o território brasileiro, mas pelo corte para produção de madeira e resinas, antes mesmo de ser considerado ilegal, atualmente, apenas 12,6% da área inicial permanece com vegetação (COPEL, 2016; RIBEIRO et al., 2009). A exploração comercial desta árvore foi banida pela Resolução CONAMA nº 278 de 2001 que suspende a autorização de corte ou exploração de espécies em extinção, como o caso da Araucária *(Araucaria angustifólia*). A exploração comercial ficou restrita, então, à fins não madeireiros como a colheita da semente, o pinhão (BRASIL, 2001b). A vegetação de ocorrência natural na cidade é Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo-Lenhosa (RODERJAN et al., 2002)

Dentre as mais de 300 mil árvores urbanas encontradas na cidade nem todas são Araucárias (LEAL, 2012). Durante as décadas de 70 e 80 foram plantados principalmente árvores conhecidas como Alfeneiros *(Ligustrum vulgare)* e Tipuanas (*Tipuana tipu*) que ainda permanecem vivas em alguns bairros da cidade. Recentemente espécimes de ipês amarelos (*Handroanthus albus*) e roxos (*Handroanthus impetiginosus*), dedaleiros (*Lafoensia pacari*), extremosas (*Lagerstroemia indica*), quaresmeiras (*Tibouchina granulosa*), pitangueiras (*Eugenia uniflora*) e araças (*Psidium cattleianum*), entre outras, foram plantadas e podem ser facilmente encontradas pela cidade (CURITIBA, 2018a). A vegetação do Parque

Barigui, por exemplo, é dominada principalmente por *Mystaceae, Lauraceae, Aquifoliaceae e Flacourtiaceae* (KOZERA; DITTRICH; SILVA, 2006).

Segundo Bobrowski (2016), a espécie mais recorrente na vegetação de Curitiba é a extremosa (*Lagerstroemia indica), seguida pela* Ligustro (*Lagerstroemia lucidum)*, Alfeneiro (*Ligustrum vulgare),* Ipê amarelo *(Handroanthus chrysotrichus),* Tipuanas *(Tipuana tipu),* Ipês brancos *(Handroanthus albus)* e Dedaleiros (*Lafoensia pacari*).

As espécies citadas acima possuem diversas disparidades quanto às suas características físicas como porte, copa, sistema radicular, necessidade de poda, propensão a pragas e doenças, tortuosidade e altura de bifurcação. O porte das plantas em meio urbano pode não coincidir com o porte da mesma árvore em meio natural pelo fato de, muitas vezes, as podas estimularem o crescimento. Dentre as espécies citadas o porte é muito variável, o Alfeneiro *(Ligustrum vulgare),* a pitangueira (*Eugenia uniflora*) e a extremosa (*Lagerstroemia indica)* são plantas de porte baixo, dedaleiro (*Lafoensia pacari*), por exemplo, possui porte médio e as de grande porte são a Tipuanas (*Tipuana tipu*), o ipê amarelo (*Handroanthus albus*) e roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (COPEL, 2009; EMBRAPA, [s.d.]; IBF, 2019; ISSG, 2020; JBRJ, 2020; MCTIC, [s.d.]).

Quanto a copa, a grande maioria possui copa densa e arredondada com persistência caduca ou semicaduca sendo exceção o araças (*Psidium cattleianum*). Quanto ao sistema radicular, a minoria gera risco de danos às calçadas sendo elas a Tipuana (*Tipuana tipu*), o Alfeneiro *(Ligustrum vulgare)* e a Ligustro (*Lagerstroemia lucidum*). A plantação dessas espécies de árvore necessitaria de um maior canteiro para o desenvolvimento das raízes sem danificar as calçadas. A necessidade de poda se mostrou presente em todas as espécies citadas e as principais doenças e pragas apresentadas foram lagartas, fungos e insetos como moscas das frutas e formigas (AUER, 2001; COPEL, 2009; EMBRAPA, [s.d.]; IBF, 2019; ISSG, 2020; JBRJ, 2020; MARQUES et al., 2010; MART, 1998; MCTIC, [s.d.]; SERRALVES, 2015).

A tortuosidade do espécime pode estar relacionada a falta de manejo, proximidade às estruturas e da condução da planta. Árvores como Ipê amarelo (*T. alba)* e Dedaleiro (*L. pacari)* são as mais indicadas, tendo Hibisco (*H. rosa-sinensis),* Jacarandá (*J. mimosifolia)*, Fedegoso (*S. macranthera)* e Pitangueira (*E. uniflora)* apresentado os maiores índices de tortuosidade na amostragem feita no centro da cidade de Curitiba (MARQUES et al., 2010).

Quanto à bifurcação, para a mesma região de amostragem, as Pitangueiras (*E. uniflora*) apresentaram, em sua totalidade, bifurcação abaixo da altura de 1,80 metro, seguida das Cerejeiras do Japão (*Prunus serrulata)*, Hibisco (*H. rosa-sinensis)*, Dedaleiro (*L. pacari)* e Fedegoso (*Senna macranthera)*. As espécies mais recomendadas quanto à esse quesito são Jerivá (*S. romanzoffiana)*, Angico (*A. colubrina)* e Pau-ferro (*C. férrea)* (MARQUES et al., 2010).

Hoje na cidade há apenas cerca de 1,32% de cobertura nativa e, segundo Curitiba (2014), em 2014 a cidade contava com 10164 ha de maciços arbóreos que são áreas de copa maiores que 100 m², representando 23,5% do município e gerando um índice de 58 m³ de vegetação por habitante (CURITIBA, 2018b; IBGE, 2010). Em 2004, 30% da área total do município era coberto com vegetação o que representa 129,95 km² (VIEIRA; BIONDI, 2008).

2.1.2 Vegetação Arbórea Urbana na Cidade de Stuttgart

A cidade de Stuttgart, no sul da Alemanha, possui território de 207 km² e população de aproximadamente 633 mil habitantes. Ela está localizada na região temperada norte do globo e pertence à Floresta decídua temperada (NASA, 2018). Aproximadamente 15% das espécies de árvores nessas regiões mudam a cor das suas folhas de verde para amarelo ou vermelho no outono. A cor verde das folhas na maioria do ano se dá pela presença de clorofila que, no outono, tem sua molécula quebrada em metabólitos incolores, deixando com que os pigmentos amarelos, conferidos por carotenoides, ou então vermelhos, conferidos por antocianinas formadas nesse período, prevaleçam (ARCHETTI et al., 2009; TANAKA; SASAKI; OHMIYA, 2008).

A cobertura vegetal em Stuttgart é de aproximadamente 9700 ha enquanto as florestas urbanas como na FIGURA 02 totalizam 4967 ha, representando 23% da área total da cidade. Stuttgart apresenta, então um índice de aproximadamente 78 m² de área verde por habitante. As principais árvores encontradas na cidade podem ser divididas entre Coníferas e caducifólias, sendo alguns gêneros o Carvalho (*Quercus*), a Faia (*Fagus*), o Pinheiro (*Pinus*), o Bordo (*Acer*), Carpino (*Carpinus*) e algumas espécies como o Freixo (*Fraxinus Excelsior*) e o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) (HEILWECK-BACKES, 2004; STATICHES AMT, 2017).

FIGURA 02 - FLORESTA DECÍDUA TEMPERADA NA CIDADE DE STUTTGART.
FONTE: A autora, 2018.

As espécies citadas acima possuem sistema radicular superficial com exceção do Carvalho (*Quercus*) e da Faia (*Fagus*). O porte delas é de médio a alto sendo a menor o Bordo (*Acer*) podendo ter apenas 9 metros e o maior o Pinheiro (*Pinus*), podendo chegar a 75 metros. As copas são, em sua maioria amplas e não necessitam de poda frequente. Quanto as pragas, fungos e insetos como moscas e besouros são os mais frequentes, sendo citado como comum a doença da casca, combinação do fungo Nectria coccinea e da infestação de insetos Cryptococcus fagisuga (“Britannica”, [s.d.]; “Clemson University, South Carolina”, [s.d.]; “Woodland Trust”, [s.d.]; HORNBEAM; GILMAN; WATSON, 1993; ISSG, 2020; RUST; SAVILL, 2000; SERRALVES, 2015; USDA, [s.d.]; UTAD, [s.d.]).

A queda das folhas de árvores caducifólias está principalmente relacionada à fatores como a duração do dia, a temperatura, a precipitação, a presença de nutrientes e o ataque de patógenos (LIM; KIM; GIL NAM, 2007). Outros fatores como a umidade e eventos climáticos ocorridos durante o crescimento da planta como, secas e tempestades, têm influência na queda da folhagem (XIE et al., 2015). As árvores entram em um período de dormência durante o outono e inverno provocado por alguns genes associados, regulados principalmente pela duração do dia e pelas menores temperaturas (JIMÉNEZ; REIGHARD; BIELENBERG, 2010; LI et al., 2009; PAUL; RINNE; VAN DER SCHOOT, 2014; SANTOS et al., 2018).

A razão exata para que as folhas mudem de cor e caiam é ainda incerta, algumas hipóteses são a proteção contra fatores abióticos e a interação fauna-flora (ARCHETTI, 2009a; LEE, 2002). A primeira diz respeito aos efeitos foto oxidativos causados pelas baixas temperaturas que reduzem a fixação do carbono e pelo efeito da luz solar, uma vez que a queda das folhas e a quebra da clorofila, se torna mais intensa pela menor quantidade de sombra (OUGHAM et al., 2008). A segunda hipótese, por sua vez, considera que a coloração avermelhada das plantas sinaliza aos insetos, que migram para as árvores durante o outono, que ali encontrarão altos níveis de defesas químicas, baixos valores nutricionais ou a iminente queda da folhagem (ARCHETTI, 2000, 2009b; ARCHETTI et al., 2009; ARCHETTI; BROWN, 2004; HAMILTON; BROWN, 2001).

2.2 MODELOS DE GESTÃO

A vegetação urbana pode ser plantada e manejada de forma a otimizar os serviços ecossistêmicos por ela oferecido, podendo serem citados sombreamento, filtração do ar e controle das ilhas de calor, portanto deve-se ter o conhecimento suficiente sobre a heterogeneidade do espaço e a demografia urbana (BODNARUK et al., 2017; CABARABAN et al., 2013; MORANI et al., 2011). O desconhecimento da variação temporal e espacial dos parâmetros ambientais como umidade e temperatura, dos serviços ecossistêmicos como os já citados, da demografia e das atividades desenvolvidas nas diferentes regiões dos centros urbanos como áreas industriais, residenciais e de comércio representa um desafio ao manejo florestal urbano (COUNCIL, 2013; JENERETTE et al., 2011; MULLANEY; LUCKE; TRUEMAN, 2015; PATAKI et al., 2011).

A nível nacional, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), fundada em 1992, é a organização de referência para questões de arborização urbana. O seu objetivo é discutir e propor critérios para a cobertura vegetal das cidades e então tornar equilibrada a distribuição destas pelo território municipal. A SBAU é parte da Sociedade Internacional de Arboricultura (ISA), o maior órgão nesse quesito (BRASIL, [s.d.]).

Ainda que exista rica literatura atrelada a capacidade das florestas urbanas em melhorar as condições das cidades, pouco se fala sobre os fatores sociais e políticos envolvidos nessa decisão, o que inclui governança, orçamento e apoio público. A falta

de abertura dos governantes a seguir novos caminhos e tomar ações vistas como inovadoras frente aos problemas que surgem podem influenciar também na implementação da infraestrutura verde nas cidades. A mudança climática, por exemplo, pode ser abrandada com a plantação de áreas verdes mas essa estratégia só será colocada em prática após o aval do governante responsável (MATTHEWS; LO; BYRNE, 2015).

Os prós e contras quanto ao plantio das árvores nos centros urbanos gera opiniões controversas e enquanto alguns veem a prática com bons olhos, outros a enxergam basicamente como custo (SONG et al., 2018). Neste contexto, a participação pública na gestão de florestas urbanas é importante para que os conflitos futuros entre a população e a vegetação sejam amenizados. Consistindo no envolvimento de atores não estatais e dando a eles a possibilidade de expressar opiniões e trocar informações durante o processo, este pode ser considerado um instrumento para tomadas de decisão mais duradouras e efetivas (AASETRE, 2006; CURITIBA, 2004a; KANGAS et al., 2010; MAIER; LINDNER; WINKEL, 2014; REED et al., 2009; YAMAKI, 2016).

Na Alemanha como um todo, é histórico o modelo de gestão de florestas urbanas envolvendo apenas especialistas da área como o departamento alemão de florestas, organizações florestais e proprietários de florestas particulares com o intuito de preservar a produção de madeira. A mudança dessa visão vem se estruturando há alguns anos e o estado de Baden-Württemberg, por exemplo, por pressão de Organizações não Governamentais (ONGs) e da sociedade civil vem experimentando estratégias mais participatórias nos últimos 20 anos. A primeira ação tomada foi um programa de negociações no formato de uma mesa redonda instituído no final dos anos 90 principalmente para a decisão sobre a conservação de espécies nativas como Tetraz (*Tetrao urogallus*) e o Lince Europeu (*Lynx lynx*) (MAIER; LINDNER; WINKEL, 2014; WEBER, 2003; WINKEL, 2007).

Quanto as estratégias utilizadas para o gerenciamento da vegetação, na Inglaterra, a principal é o conhecimento e definição do objetivo final do plantio da vegetação. A partir deste ponto, pode se fazer o caminho inverso e então definir a melhor espécie e local de plantio. Apenas alguns órgãos responsáveis possuem estratégias com relação a escolha das espécies a serem plantadas e aos locais de plantação (DAVIES et al., 2017). Estudos mostram que nas cidades inglesas e nas

escocesas, o manejo florestal é feito majoritariamente de forma reativa às preocupações com a saúde e segurança humana (JOHNSTON, 2009; VAN DER JAGT; LAWRENCE, 2015). Ou seja, o tempo e o recurso dos órgãos responsáveis são gastos em atividades de manutenção para redução dos riscos à população e à propriedade, solucionando reclamações. A falta de orçamento e de estratégias políticas proativas são as principais razões apontadas otimiza. Segundo Fontaine e Larson (2016), em Ontário – Canadá, esta escolha seria feita principalmente pela abrangência de sua copa e pelos serviços ecossistêmicos por ela prestados.

As estratégias proativas ou reativas podem estar ligadas ao reconhecimento de que a vegetação urbana presta serviços ecossistêmicos à população. Na Inglaterra, as cidades que apresentam perfis proativos quanto ao manejo florestal urbano e que nele já consideram os serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação são as com maiores populações e áreas, apresentando grandes áreas de cobertura vegetal e orçamento suficiente. São estas também as que apresentam conflitos ambientais recentes. Há ainda aquelas com perfil proativo que já adotaram ou estão desenvolvendo estratégias para o manejo arbóreo urbano que ainda não consideram em seus planos os serviços ecossistêmicos, são estas as com menores densidades populacionais. Por fim, o autor cita que as cidades com restrições ao manejo florestal relacionado aos serviços ecossistêmicos prestados são aquelas que possuem menores orçamentos e se apresentam menos propensas a ter estratégias de manejo, agindo reativamente (DAVIES et al., 2017).

Em 2013, a Comissão Europeia definiu suas estratégias de infraestruturas verdes (GI) como áreas naturais e seminaturais estrategicamente planejadas e conectadas com outras áreas verdes para que haja grande variedade de serviços ecossistêmicos (COMMISSION, 2013). Desde então, vários membros da União Europeia vêm planejando e implementando ações para atingir esse objetivo. Segundo Capotorti et al. (2017), o conhecimento da capacidade das árvores e florestas urbanas em prover e garantir os serviços ecossistêmicos poderia ajudar a selecionar as espécies mais adequadas a serem plantadas nas cidades.

A diversidade de espécies plantadas nos centros urbanos, assim como o aumento no plantio de árvores nativas, maximiza os serviços ecossistêmicos prestados, reduze a vulnerabilidade das plantas para pragas e doenças e mantém a sustentabilidade das áreas verdes. A diversidade de espécies faz também com que

haja paisagens harmônicas para os moradores pois, quanto maior a variedade de espécies, maior a beleza paisagística (JACTEL; BROCKERHOFF; DUELLI, 2005; LINDEMANN-MATTHIES; JUNGE; MATTHIES, 2010; ORDÓÑEZ; DUINKER, 2013). Segundo Alvey (2006), a riqueza de espécies encontradas em centros urbanos é alta, porém, de acordo com Bourne e Conway (2014), há muitos indivíduos da mesma espécie e pouquíssimos da maioria das espécies presentes como resultado provável da má adaptação das espécies às condições dos centros urbanos (MCPHERSON; KOTOW, 2013; SIEGHARDT et al., 2005). Deve-se, então, balancear as características das espécies para que estas se desenvolvam saudavelmente e ainda assim garantir que haja diversidade, assegurando que a população toda não seja dizimada pela infestação de praga ou doença específica.

A escolha da espécie a ser plantada deve levar em consideração principalmente três aspectos: o design da planta, por exemplo, textura, cor, flores, frutos e queda das folhas durante o outono, a sua longevidade, ou seja, a resistência a situações de estresse e a estabilidade física e segurança das ruas não causando danos as calçadas, por exemplo, e por fim, a sua facilidade no cultivo e na propagação, ou seja, não necessitar muitos cuidados na fase de muda (PAULEIT, 2003). Algumas metodologias de plantio vêm sendo desenvolvidas, porém, ainda não possuem a visão do todo necessária para o processo de tomada de decisão (HAASE et al., 2014).

Segundo Kenney, Wassenaer e Satel (2011), o sucesso do manejo florestal urbano é historicamente medido exclusivamente pela área ocupada pelo dossel das árvores, o que, além de não fornecer avaliação abrangente do manejo florestal não considera potenciais áreas para implementação de novas áreas verdes. Os autores propuseram um conjunto de critérios baseados no desempenho das funções ecossistêmicas da floresta e indicadores relacionados aos recursos vegetais, a estrutura da comunidade e ao gerenciamento dos recursos para a melhor avaliação.

Alguns destes critérios citados são, a adequação e distribuição das espécies, a situação das espécies nativas, a cooperação dos órgãos públicos, órgãos privado, da indústria e da vizinhança, a visão da comunidade com relação à vegetação, o plano diretor das cidades, o orçamento disponível para este fim, o planejamento quanto ao plantio e replantio da vegetação e a política de proteção às áreas verdes, por exemplo. Tal metodologia apresenta não só diretriz ao planejamento e manejo florestal urbano

como indica pontos fracos na estratégia já implementada, facilitando seu aprimoramento (KENNEY; WASSENAER; SATEL, 2011).

Contrariamente, o plantio inadequado e as más condições de manutenção das árvores urbanas poderiam gerar alto índice de mortalidade dos espécimes. Segundo Johnston (2009), as taxas chegariam a 24%. Outro ponto a ser levado em consideração é que a expectativa de vida das árvores plantadas em centros urbanos é 30 a 40% menor do que aquelas localizadas nas áreas rurais. Faz-se então de extrema importância a escolha de espécies cuja tolerância às características encontradas em grandes centros urbanos seja maior (GÄLZER, 2001; SÆBØ; BENEDIKZ; RANDRUP, 2003).

Fatores cruciais ao desenvolvimento de árvores urbanas são o desenvolvimento da sua copa, o regime de luz, o microclima urbano, o solo e o espaço para desenvolvimento das raízes. Especificando cada um deles, a copa deve ser mantida a uma distância das edificações que possibilite seu desenvolvimento simétrico. Tamanhos e formatos de copa inapropriados podem causar danos aos prédios ou às infraestruturas se não podadas regularmente. Aumentando custos de manutenção, causando deformação nas copas e infecções na planta (VOGT et al., 2017).

O regime de luz pode ser alterado dependendo das árvores e prédios do entorno. As diferentes propriedades dos materiais fazem com que as características da sombra e a irradiação emitida por estes variem, assim como cada espécie de árvore possui um efeito de sombra característico. A espécie escolhida para plantio deve estar de acordo com a disponibilidade de luz do local (VOGT et al., 2017).

Quanto ao microclima, temperaturas mais altas, baixa umidade do ar e o aumento da poluição impedem o crescimento das árvores e diminuem a vitalidade da vegetação. A exposição, a inclinação do local e a direção do vento devem ser levadas em consideração com o intuito de melhorar estas condições (VOGT et al., 2017).

Com relação às características do solo, podem ser alteradas pela poluição local e pelo histórico de ocupação do substrato. A quantidade de água presente neste deve também ser levado em conta para a escolha das espécies (ROBERTS; JACKSON; SMITH, 2006).

Por fim, o pequeno espaço para crescimento das raízes pelo compartilhamento do espaço subterrâneo com tubos e linhas de transporte e também pela pequena

distância das ruas pode causar danos às vias públicas (VOGT et al., 2017). O crescimento da árvore é influenciado por uma gama de fatores abióticos incluindo a textura do solo, sua área e profundidade, porosidade e composição (MORGENROTH; BUCHAN; SCHARENBROCH, 2013). A precariedade destas características pode fazer com que as raízes das árvores se proliferem em direção à um solo mais rico e adequado causando danos as ruas e calçadas (AMATO et al., 2014). Uma possível solução é o uso de materiais permeáveis, pois estes possibilitam o melhor crescimento da árvore e que menores danos sejam causados pelas raízes das mesmas (MULLANEY; LUCKE, 2014).

O gerenciamento de árvores urbanas gera custos tanto econômicos quando ecológicos desde o plantio das espécies até o corte das mesmas (ESCOBEDO; KROEGER; WAGNER, 2011; ROY; BYRNE; PICKERING, 2012). O custo de manutenção pode aumentar especialmente quando as árvores não estão adaptadas as condições locais ou quando são rejeitadas pela população, pela alteração que causaram a paisagem ou por sua espécie (KUSER, 2006).

2.3 INSTRUMENTOS PARA GESTÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA

A gestão da vegetação arbórea urbana se inicia com o planejamento do plantio das espécies e termina somente com a destinação final dos resíduos gerados por estas. Inventários florestais podem ser utilizados para a escolha das espécies a serem plantadas. Quando se trata da manutenção de florestas urbanas, pressões orçamentárias podem fazer com que governantes sobreponham interesses imediatos ao planejamento de longo prazo, afetando a qualidade de vida e os benefícios à população. Árvores então são prematuramente removidas, não sendo replantadas ou são inadequadamente mantidas (CARREIRO; SONG; WU, 2007).

Com o objetivo de proporcionar uma visão a longo prazo dos benefícios e ganhos trazidos pela vegetação arbórea urbana alguns *softwares* e inventários florestais foram criados. Alguns deles mapeiam espécies raras, suas características e localização como a base de dados Ginkgo (GEYER, 2008), outros fazem o levantamento de espécies existentes e suas características por motivos educacionais, e para a criação de ferramenta de gestão como o *i-Tree* (SOARES et al., 2011). Para fazer essa diferenciação alguns instrumentos de gestão foram detalhados abaixo

levando em consideração seus objetivos, dados de entrada e saída necessários e peculiaridades.

2.3.1 Ginkgo

O primeiro instrumento de gestão aqui apresentado é a plataforma criada na Alemanha em 1974 e digitalizada em 2002, nomeada Ginkgo e que é utilizada como inventário florestal na Europa. Esta se consolidou, primeiramente, como uma ferramenta para contabilização de árvores raras plantadas em jardins e parques europeus e a partir de 1985 expandiu seus dados e atualmente agrega nomenclaturas e sinônimos, origens e dispersão das árvores, requerimentos locais necessários para sobrevivência da espécie, morfologia da planta, propensão destas à pragas e doenças, padrão de crescimento e serviços ecossistêmicos prestados à população. Por estar em alemão, a ferramenta se torna restrita aos usuários que possuam domínio da língua ou àqueles que estejam dispostos a fazer a tradução simultânea do *software*. Atualmente são mais de 45 mil nomenclaturas cadastradas com informações cruzadas com a Sociedade Dendrológica Alemã. Desde 2009 esta ferramenta vem sendo usada principalmente com propósitos educacionais (GEYER, 2008).

O usuário que estiver interessado na utilização desta ferramenta deve inserir da espécie de interesse e o programa retornará informações sobre as categorias de dados citadas anteriormente incluindo as fontes e referências bibliográficas das informações. É possível também a adição, por parte de especialistas ou estudantes, de informações sendo para isso necessário um cadastro prévio de usuário (GEYER, 2008).

2.3.2 i-Tree

i-Tree é um instrumento desenvolvido em 2006 pelo Serviço de Floresta do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) com o objetivo de estruturar a gestão arbórea por meio da análise da estrutura de um indivíduo ou de florestas e dos benefícios providos por estas. Este instrumento gratuito está disponível, em sua maioria, somente para os Estados Unidos e Canadá e conta com uma grande base de dados para diversas espécies e o mapeamento dos indivíduos plantados. Através

dele é possível o cálculo de serviços e benefícios gerados pelo plantio de vegetação como: a mitigação de calor e de poluição, a melhoria na drenagem pluvial e o sequestro de carbono. O resultado é expresso em gradientes, sendo utilizada como ferramenta para indicar também áreas prioritárias ao plantio e espécies específicas para atingir determinado fim.

A plataforma traz diversas ferramentas internas como *MyTree, Landscape, Design, Canopy, Eco* e *Hydro* que serão explicados a seguir. MyTree possibilita a inserção de dados sobre uma árvore específica de acordo com sua espécie, condição, diâmetro de tronco, exposição ao sol e distância de construções e indica ao usuário quais são os prováveis serviços ecossistêmicos prestados. Os resultados são traduzidos para dólares e dizem respeito ao dióxido de carbono sequestrado, à poluição atmosférica removida, a redução do consumo de energia anual e as emissões relativas ao consumo de energia evitadas. Nesta ferramenta é possível também calcular os benefícios causados por mais de uma árvore.

Em Baltimore, por exemplo, a remoção atual de material particulado e ozônio calculada pela ferramenta foi em torno de 211 t/ano, o que representa um benefício para a saúde humana no valor de 8,2 milhões de dólares ao ano. Considerando a cobertura vegetal ideal, a remoção de poluentes aumentaria em 173 t/ano e o benefício econômico em 6,3 milhões de dólares por ano (BODNARUK et al., 2017; “i-Tree”, [s.d.]). Outro estudo mostra que a cada 1 dólar investido com a manutenção e gerenciamento das árvores, os cidadãos ganham 4,48 dólares em economia no uso de energia, limpeza do ar, valor imobiliário, redução do escoamento superficial e emissão de CO_2. Um problema encontrado foi que este ganho está diretamente relacionado à 5 espécies, indicando que a cidade precisa diversificar sua população vegetal (SOARES et al., 2011).

Landscape, por sua vez, além de mostra os benefícios trazido pelas árvores plantadas, indica como o plantio de mais indivíduos pode aumentar tais benefícios e ainda mapeia as áreas nas quais o usuário necessitaria priorizar o plantio. Apenas através do endereço de interesse é possível analisar desde o sombreamento fornecido pela árvore e a comparação entre a área de terra necessária e disponível para o plantio até riscos de incêndio, pragas e impactos na saúde e no clima.

Design é a terceira ferramenta apresentada pelo i-Tree e, diferente dos dois primeiros, prevê os benefícios futuros providos pela árvore bastando para isso que o

usuário insira a localização, a espécie, o tamanho da árvore e sua condição. *Canopy*, quarta ferramenta, é utilizada para estimar os diferentes tipos de cobertura nos centros urbanos como grama, áreas construídas, ruas e parques. O trabalho ocorre com base em uma imagem do Google Earth e o usuário indica ao programa quais são os tipos de cobertura em determinados pontos.

Para os casos em que haja a possibilidade de coleta de dados em campo, a função conhecida como *ECO* devolve como resultado a estimativa dos serviços ecossistêmicos prestados, as características estruturais das florestas urbanas e rurais e valora as comunidades. Esta ferramenta foi adaptada para uso também na Austrália, Reino Unido, México e na União Europeia. Especificamente para os impactos hidrológicos das diferentes coberturas de solo pode-se acessar a última ferramenta, o i-Tree Hydro. A ferramenta retorna esquemas de comparação entre os ciclos hidrológicos quando a cobertura do solo é alterada.

2.3.3 Citree

Segundo Vogt (2017), os inventários florestais geralmente não permitem a visualização de certas características específicas das espécies, o que os torna de difícil utilização para a escolha da espécie a ser plantada para o alcance de um objetivo específico. Para suprir todas as demandas de pesquisa considerando a variedade de espécies existentes, as propriedades do solo e microclimáticas, a inter-relação com a população e para maximizar os benefícios, Vogt (2017), traz a base de dados chamada *Citree*.

Esta ferramenta também foi criada na Alemanha, mais especificamente na Universidade Tecnológica de Dresden, com o objetivo de ajudar o usuário a tomar decisões sobre a arborização em centros urbanos. Para tanto, deve-se classificar o local de plantio quanto sendo área de tráfego, portuária, comerciais ou industriais, parques, praças e cemitérios, ou ainda quanto a presença de crianças ou idosos e a densidade de construções. Deve-se dar também características sobre o clima, o solo e a distribuição natural das plantas. Além disso, pré-requisitos da planta como características da copa, altura, direção e velocidade de crescimento, coloração das folhas e das flores, formato das folhas, odor, serviços ecossistêmicos necessários, requerimentos de manutenção e riscos a serem evitados devem ser especificados. A ferramenta retorna, então, o percentil de combinação entre o serviço ecossistêmico

desejado e as características das espécies cadastradas no banco de dados (TU DRESDEN, [s.d.]).

A comparação entre os três instrumentos já citados foi resumida no QUADRO 1 abaixo.

QUADRO 1 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO ARBÓREA URBANA

(Continua)

Instrumento	Objetivo	Abrangência		Input	Output
i-Tree	Estruturar a gestão arbórea pela análise da estrutura de um indivíduo ou de florestas considerando os benefícios providos por estas Por meio de 6 funções: *MyTree, Landscape, Design, Canopy, ECO* e *Hydro*	***MyTree***	Estados Unidos Canadá	Dados sobre uma árvore: • Espécie • Condição • Diâmetro de tronco • Exposição ao sol • Distância de construções	Prováveis serviços ecossistêmicos prestados pela árvore em questão
		Landscape	Estados Unidos Canadá	Endereço de interesse	• Benefícios trazido pelas árvores plantadas • Otimização dos benefícios através do plantio de novos indivíduos • Mapeamento das áreas nas quais o plantio deve ser priorizado
		Design	Estados Unidos Canadá	Dados sobre uma árvore: • Localização • Espécie • Tamanho da árvore • Condição	Benefícios providos pela árvore em diferentes intervalos de tempo
		Canopy	Estados Unidos Canadá	Indicação de quais são os tipos de cobertura do solo em pontos aleatórios determinados pelo programa em uma imagem do Google Earth	Estimativa dos diferentes tipos de cobertura nos centros urbanos
		ECO	Austrália Reino Unido México União Europeia EUA e Canadá	• Dados coletados em campo sobre indivíduos, inventários completos ou pontos de amostragem aleatórios • Dados horários de poluição local • Dados meteorológicos	• Estimativa dos serviços ecossistêmicos prestados • Características estruturais das florestas urbanas e rurais • Valoração as comunidades
		Hydro	Global	Mudanças na árvore e na cobertura do solo	Tabelas comparativos e gráficos de barra comparativos entre os ciclos hidrológicos para diferentes coberturas de solo (horário ou total)

FONTE: Autora, 2020

QUADRO 2 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO ARBÓREA URBANA

(conclusão)

Instrumento	Objetivo	Abrangência	Input	Output
Citree	Encontrar o melhor correlação entre as espécies cadastradas no banco de dados e as propriedades do solo e microclimáticas, a inter-relação com a população e os benefícios ecossistêmicos prestados por ela	Global	• Classificação do local de plantio quanto a ocupação • Características sobre o clima, o solo e a distribuição natural das plantas • Características da árvore (copa, altura, crescimento, coloração, formato das folhas, odor) • Serviços ecossistêmicos necessários • Requerimentos de manutenção • Riscos a serem evitados	Percentil de combinação entre o serviço ecossistêmico desejado e as características das espécies cadastradas no banco de dados
Ginkgo	Inventário florestal	Europa	• Espécie de Interesse	• Nomenclaturas e sinônimos Origens e dispersão • Requerimentos locais Morfologia da planta • Propensão a pragas e doenças • Padrão de crescimento Serviços ecossistêmicos

FONTE: Autora, 2020

2.3.4 Sistema de suporte de decisão (PDSS)

Ainda considerando ferramentas utilizadas para gerenciamento da vegetação urbana, Kirnbauer et al. (2009) desenvolveu um sistema de suporte de decisão (PDSS) cujo objetivo é ser utilizado intuitivamente pelo usuário e servir como ferramenta para melhorar a manutenção da vegetação urbana. O sistema é dividido em 7 módulos, sendo eles a determinação das espécies nativas e não nativas disponíveis para plantio, analisando características como textura e pH do solo e radiação solar, a definição das áreas disponíveis ao plantio quanto a presença de tubulações e calçadas, a determinação dos locais de plantio levando em conta a altura da árvore, a parcela de solo necessária e o custo, o estudo da variedade de espécies, a avaliação da distribuição etária da vegetação e da cobertura do dossel e, por fim, a análise da sombra.

A ferramenta tem como objetivo criar uma série de cenários hipotéticos usando uma ou uma combinação dos módulos apresentados anteriormente para que seja possível a investigação dos efeitos de cada uma das decisões a serem tomadas. Em áreas onde o inventário já está consolidado, a ferramenta poderia ser utilizada para comparar periodicamente a situação das árvores no local e assim estimar a mortalidade dos indivíduos e uma possível necessidade de replantio. Em resumo, é um instrumento para instruir os tomadores de decisões (KIRNBAUER et al., 2009).

2.3.5 Outros instrumentos

Alguns outros bancos de dados a serem citados são: o portal "*Erhaltungskulturen einheinischer Wildpflanzen*", as plataformas criadas por universidades como a de Connecticut e Illinois e ainda a chamada *TRY* que provem um acervo de espécies para pesquisas de ecologia e biodiversidade. Um *software* que permite a análise da correlação entre a existência de vegetação arbórea urbana e problemas como enchente, poluição atmosférica e ilhas de calor é o GIS. Este programa pode ser utilizado para auxiliar na decisão do planejamento e o local mais adequado para o plantio (DAVIES et al., 2017).

2.3.6 Instrumentos brasileiros

No Brasil ainda faltam instrumentos de gestão como os apresentados. O que há são bases de dados e inventários florestais. Há, basicamente três métodos de se fazer um inventário florestal, o completo, que conta com os exemplares de parques, ruas e áreas verdes; o parcial, que se limita à um parque ou espécie específica; e o amostral, no qual apenas uma pequena amostra é contabilizada de acordo com a diversidade local (ESCOBEDO; ANDREU, 2008).

A nível nacional, pode-se citar a plataforma da EMBRAPA, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBR) apoiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Informações e Comunicações e o Programa Reflora administrado pelo Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. O website gerenciado pela EMBRAPA possui informações sobre 86 espécies nativas quanto a seus aspectos ecológicos, reprodução, taxonomia, ocorrência e pragas e doenças (EMBRAPA, [s.d.]). O SIBBR possui tanto informação sobre a flora quanto sobre a fauna. Nele o usuário pode pesquisar pelo táxon ou espécie quanto explorar as ocorrências em determinado endereço (MCTIC, [s.d.]). O terceiro banco de dados está em construção e reúne descrições, chaves de identificação e ilustrações para todas as espécies de plantas, algas e fungos conhecidos no país, nativas ou exóticas. Neste momento estão registrados nele aproximadamente 47 mil espécies da flora brasileira (JBRJ, 2020). Ainda nacionalmente, pode-se citar o cadastro ambiental rural (CAR) que tem a finalidade de mapear as zonas de área de proteção ambiental (APP) e reserva legal (RL) dentro das áreas rurais

Especificamente quanto ao Inventário Florestal do estado do Paraná, o projeto foi realizado durante de 2013 a 2017 considerando características como o diâmetro, a altura, as espécies e o estado fitossanitário das árvores. A publicação ocorreu no dia 19 de novembro de 2018 mas ainda não há uma plataforma online de acesso (“Desenvolvimento Sustentável: Inventário Florestal no Paraná vai orientar políticas públicas - Agência Estadual de Notícias”, [s.d.]; “Seminário em Curitiba discute Inventário Nacional Florestal no Paraná - IAP - Instituto Ambiental do Paraná”, [s.d.]).

A interpretação do inventário florestal para a tomada de decisão e o monitoramento dos indivíduos é fundamentas para a gestão arbórea urbana. O monitoramento é idealmente realizado em uma das três principais fases, na pós

implantação, na avaliação das espécies plantadas, ou no diagnóstico final da arborização. Cada um dos casos possui seus objetivos específicos como avaliar a aceitação da população e o bem-estar das árvores plantadas, avaliar o desenvolvimento e a compatibilidade das espécies escolhidas e avaliar a conquista dos objetivos pretendidos, a necessidade de manejo e novos plantios, os problemas gerados à infraestrutura e a consciência da população, respectivamente (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

2.4 RESÍDUOS DE VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA

Os resíduos de vegetação arbórea urbana podem ser gerados pelas podas de limpeza e manutenção, pela queda causada por fenômenos naturais, pela depredação humana ou ainda pela senescência da planta.

No Brasil, os principais geradores deste tipo de resíduo são as Prefeituras Municipais e as empresas de distribuição de energia elétrica. A primeira devido ao manejo da arborização, poda e remoção das árvores, e a segunda também pela poda, mas com o intuito de afastar a vegetação das linhas de distribuição de energia, evitando assim, danos a estas. Na Alemanha, por outro lado, a Prefeitura Municipal é o único gerador. Estima-se que nos meses do outono a geração de resíduos de poda venha principalmente da queda de folhas das árvores caducifólias e em menor volume, das podas de manutenção que visam retirar galhos e partes da vegetação que estejam pondo em risco a segurança da população ou a realizada para formação das árvores. As parcelas de poda e varrição pública, assim como a geração privada de resíduo vegetal, não são contabilizados em separado, estando todas incluídas na fração chamada de resíduo verde.

2.4.1 Poda

A poda da vegetação é uma prática que se iniciou com o objetivo de aumentar a produção de árvores frutíferas. Esta técnica foi introduzida no Brasil pelos imigrantes europeus que já a utilizavam em seus jardins para estimular a floração. Em meio urbano, a poda é utilizada para fins estéticos e fitossanitários (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

As quatro principais finalidades da poda de árvores urbanas são a de formação, a qual retira ramos laterais com o intuito de facilitar o transito de pedestres e veículos, a de limpeza, na qual ramos velhos, mortos ou doentes são retirados, a de contenção, devido ao plantio inadequado e se fazer necessária a adequação da planta ao espaço físico disponível, e a de emergência, removendo o que ameaça a segurança da população, das edificações e das instalações como redes de distribuição de energia elétrica ou telefonia (MEIRA, 2010). Essa prática gera resíduos como: ramos, brotos e sementes que normalmente são deixados no solo, além dos caules ou raízes de maior diâmetro de madeira utilizados na Europa para aquecimento residencial (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

2.4.2 Caracterização dos Resíduos

A poda da vegetação gera diferentes resíduos como galhos, ramos, folhas, sementes, frutos, troncos e raízes. A composição deste material orgânico é de aproximadamente 50% carbono, 6% hidrogênio, 44% oxigênio e 1% nitrogênio, sendo a celulose e a lignina os principais componentes, este último conferindo à madeira dureza e rigidez (BARRICHELO; BRITO, 1985; CARDOSO et al., 2001; SILVA et al., 2004). O resíduo gerado da vegetação pode ser classificado, entre outros, quanto a sua origem, composição, características físicas, sazonalidade e forma de manejo. Levando em consideração sua classificação, a destinação final pode ser feita de forma mais adequada (NOLASCO, 2000).

2.5 ASPECTOS REGULATÓRIOS RELACIONADOS A VEGETAÇÃO URBANA

2.5.1 Curitiba

Temas relacionados ao meio ambiente, sua gestão, conservação e proteção são recorrentes tanto na esfera federal, quanto nas esferas estadual e municipal. Já na Constituição Federal de 1988, o artigo 30 diz sobre a responsabilidade municipal de coordenar o ordenamento territorial por meio de um planejamento e controle do uso do solo urbano, o que inclui as áreas verdes em centros urbanos. A ferramenta para tal ordenamento, chamada de plano diretor, com o intuito de desenvolver as funções sociais e garantir o bem-estar dos seus habitantes foi especificamente

descrita no artigo 182. A Constituição tornou obrigatório o estabelecimento de um plano municipal em cidades com mais de 20 mil habitantes para que houvesse desenvolvimento e expansão humana (BRASIL, 1988).

O Estatuto da Cidade (Lei 10257/01), por sua vez, veio regulamentar a Constituição estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulassem o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo e do bem-estar da população incluindo o equilíbrio ambiental de modo a garantir cidades sustentáveis e evitar a poluição e degradação ambiental. A Lei deixa a encargo do município a identificação e as diretrizes para preservação e ocupação das áreas verdes municipais visando a redução da impermeabilização das cidades (BRASIL, 2001a).

Outra lei importante neste quesito é o Código Florestal Brasileiro que determina que as florestas e quaisquer outras formas de vegetação são bens de interesse comum aos habitantes do país. Fica a encargo do município, como dito anteriormente, fiscalizar e proteger tal patrimônio. A conservação de áreas de preservação permanente e outras limitações trazidas pelo Código Florestal são válidas também para áreas urbanas e devem ser respeitadas pelo Plano Diretor Municipal (BRASIL, 2012a). Quanto ao descumprimento legal, a Lei de Crimes Ambientais em seu artigo 49 traz que é crime passível de detenção de três meses a um ano ou multa, podendo ser cumulativo, “destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia” (BRASIL, 1998).

Os resíduos gerados no manejo das áreas verdes são abordados tanto na Lei 11.445/2007 que estabelece as diretrizes para o Saneamento básico quanto na Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12305 de 02/08/2010. A primeira Lei traz em seu artigo sétimo que o serviço público de limpeza urbana de resíduos sólidos urbanos inclui sua coleta, triagem para fins de reuso, reciclagem, de tratamento como compostagem e de disposição final e a atividade de varrição, capina e poda de árvores em logradouros públicos. Quanto a PNRS, ele estabelece a inclusão na classificação de resíduos sólidos urbanos. Esta classe unifica os resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, com origem na varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e serviços de limpeza urbana. Ainda na PNRS é trazida ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos a responsabilidade de

implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização dos compostos (BRASIL, 2007, 2010a).

Quanto ao estado do Paraná, o Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná (PEGIRSU – PR), publicado em 2013, trouxe como estratégia o aproveitamento do potencial dos materiais provenientes de capinação e poda de árvores em plantas de compostagem visando o melhoramento da gestão desta classe de resíduos e gerando composto orgânico que pode ser aproveitado tanto no solo, quanto para geração de energia (PARANÁ, 2013).

Na esfera municipal, a cidade de Curitiba promulgou em 2000 seu Código Florestal (Lei 9806/2000). Por meio deste instrumento vedou-se o “corte, derrubada ou prática de qualquer ação que provoque dano do desenvolvimento natural ou morte de árvore em bem público ou terreno particular”. Sendo assim, tornou-se necessária a autorização de corte dirigida à Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA). Ainda segundo o Código, o abatimento de qualquer árvore, independente da justificativa, deve ser substituído por duas outras árvores de espécies indicadas pela SMMA que devem ser plantadas na mesma propriedade. Outro aspecto trazido nesta lei é a poda de árvores da arborização pública ou de propriedades particulares ficando sob responsabilidade da SMMA ou do interessado mediante autorização especial da mesma. Ficou também vedado o corte de mais de 50% do total de massa verde da copa, o corte da parte superior da copa eliminando a gema apical e o corte de somente um lado da copa, ocasionando desequilíbrio estrutural da árvore podendo ocorrer somente em situações de comprovado problema fitossanitário ou riscos imediatos à população (CURITIBA, 2000).

Ainda sobre regulamentações municipais, a Lei 7651/1991 obriga o plantio de árvores nos passeios para a expedição do certificado de conclusão de obra seja ela construção, reforma ou instalação de edifícios residenciais ou outros estabelecimentos (CURITIBA, 1991). Por fim, o Decreto nº 1181 de 2009 relaciona árvores imunes ao corte identificando as pelo endereço (CURITIBA, 2009).

Quanto aos resíduos gerados, a prefeitura municipal de Curitiba em seu decreto nº 983 de 2004 define resíduos sólidos como qualquer forma de matéria ou substância que resulte de atividades industriais, comerciais, de prestação de serviço público ou privado, domiciliares, agrícolas e de outras atividades que possam causar algum tipo

de contaminação ambiental. Caracteriza ainda como resíduo domiciliar o resíduo vegetal proveniente de limpeza de jardim e poda de árvores em volumes menores do que 1000 litros por mês.(CURITIBA, 2004b).

Este mesmo decreto delega a responsabilidade do gerador, excetuando-se o domiciliar, sobre o resíduo, preconizando que o acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e destinação devem ser feitos de acordo com as determinações do órgão municipal competente. Por fim, deixa claro que o planejamento, execução e fiscalização da limpeza pública é de responsabilidade municipal (CURITIBA, 2004b).

O último aspecto que deve ser levado em conta é o Plano Diretor da cidade já que ordena todo o crescimento urbano que estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano, a política urbana ambiental, social e econômica e a gestão democrática da cidade. Um de seus instrumentos previstos é o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) deixando clara a importância destas áreas. A elaboração do primeiro plano diretor da cidade começou em 1941 com a contratação do urbanista francês Alfredo Agache que colocou a arborização como uma questão essencial. Apesar de nunca ter sido implementado resultou em um plano diretor municipal associado à conservação das áreas verdes com o intuito de aumentar a qualidade de vida da população (CURITIBA, 2008b). Hoje em dia, o plano diretor está em processo de revisão.

Durante o século XVIII Curitiba era considerada uma cidade árida por ter poucas regiões verdes. Foi só em meados do século XIX que a cidade começou a se arborizar e então, em 1870, a arborização nos largos da cidade se intensificou e se deu o ponta pé para a construção do Passeio Público e do Jardim Botânico. Com a mudança administrativa e educacional, Curitiba passou a ser conhecida como capital ecológica. As áreas verdes passaram a ter não só o objetivo de contemplação mas também garantir a saúde ambiental quando o planejamento futuro começou a ser pensado (CURITIBA, 2008b) .

2.5.2 Stuttgart

A lei alemã que diz sobre a conservação do meio ambiente e da paisagem é a chamada “*Bundesnaturschutzgesetz* (BNatSchG)”. Esta lei abrange os objetivos da conservação da natureza e manutenção da paisagem, as responsabilidades, tarefas

e poderes, diretrizes para o planejamento e proteção da natureza, além da previsão de multas, isenções e autorizações. Segundo a lei, a conservação da paisagem e natureza deve ser feita para proteção das gerações futuras, dando a elas a oportunidade de usufruir dos recursos naturais através do uso sustentável e do valor recreativo destas áreas e de ter acesso a sua biodiversidade. É citado também como objetivo a conservação dos espaços abertos em áreas povoadas como parques e áreas verdes, florestas e estruturas arborizadas. Para a obtenção dos resultados esperados, a BNatSchG distribui a todos, de acordo com seus graus de comprometimento, a responsabilidade de contribuir para a manutenção da paisagem e de agir de forma não prejudicial a ela. O monitoramento, por sua vez, fica a encargo do governo federal e doa estados federais para que possa ser avaliado continuamente os estados da natureza e da paisagem e acompanhar suas mudanças (ALEMANHA, 2009).

Outro ponto interessante ainda sobre a lei federal é a definição de que o planejamento deve ser feito de forma preventiva com estrutura local e regional. Seus requisitos e medidas devem ser apresentados e justificados com o objetivo final de atingir os objetivos da Conservação da natureza e gestão da paisagem. Tais planos devem conter o estado existente e esperado da natureza, os objetivos específicos da conservação, a avaliação paisagística e a situação esperada desta incluindo os conflitos encontrados. Fica claro que o planejamento deve ser feito também área as áreas verdes em locais urbanizados. A responsabilidade de realização de tais planos fica a encargo da legislação estadual (ALEMANHA, 2009).

Por ser extensa e completa, essa lei abrange também os tipos de intervenções que as árvores podem sofrer e as punições cabíveis. Qualquer mudança na forma ou no uso das áreas de base ou as alterações relacionadas à camada viva do solo, o nível das águas subterrâneas, o desempenho e funcionalidade do equilíbrio natural que possam afetar significativamente a paisagem é considerada intervenção. Tendo isso em mente, fica a encargo do causador da intervenção evitar danos irreversíveis e procurar alternativas para fazê-lo. A partir da intervenção feita, o responsável deve tomar ações compensatórias ou substituição do indivíduo. A situação só retorna ao equilíbrio quando as funções comprometidas são restauradas ou redesenhadas. Nos casos em que o equilíbrio não possa ser retomado em um prazo razoável as

intervenções não devem ser permitidas a não ser sob o pagamento de indenização pelos danos cometidos (ALEMANHA, 2009).

Especificamente sobre a cidade de Stuttgart, há o Estatuto sobre proteção de componentes da paisagem ("*Baumschutzsatzung*"). Este estatuto traz sobre a importância da preservação das árvores com o intuito de estruturar a cidade, melhorar a qualidade de vida e o microclima e garantir o equilíbrio natural. Fica proibido então remover ou causar danos às árvores com diâmetro maior do que 80 cm a altura de 100 cm, árvores descritas no artigo 28 da legislação Federal BNatSchG, árvores em viveiros e florestas contidas no artigo 2 da Lei estadual de florestas do estado de Baden-Württemberg. Por outro lado, a lei libera a poda de formação das árvores, a remoção da madeira morta e de galhos danificados ou doentes, regar o sistema radicular da planta e tomar medidas quanto a algum risco iminente à população ou às estruturas (STUTTGART, 2013).

Caso a remoção seja necessária, a substituição da planta deve ser feita e o número de árvores a serem plantas varia de acordo com o diâmetro do indivíduo suprimido. No caso de árvores com diâmetro de até 100 cm medidos a altura de 1 metro, apenas uma árvore deve ser plantada, a partir daí, a cada incremento de 50 cm no diâmetro uma nova árvore é incluída na obrigação do agente causador. O plantio deve ser realizado na área onde a planta foi suprimida e o sucesso do replantio só é confirmado após 5 anos de desenvolvimento saudável da planta. Caso não ocorra, um novo replantio deve ser feito. Nas situações em que não haja sucesso ou que não possa ocorrer o plantio uma multa deve ser paga. O valor varia entre 9700 e 8200 euros dependendo da zona urbana em que a árvore foi suprimida (STUTTGART, 2013).

Quanto aos resíduos gerados, a principal lei alemã, nomeada *Kreislaufwirtschaftgesetz (KrWG)*, foi publicada em 2012. Esta trouxe a definição de resíduos orgânicos como os materiais vegetais e animais provenientes de jardins e parques, de cuidados com a paisagem, de restos alimentares e também os que tenham outras origens mas contenham os resíduos já citados (VORSCHRIFTEN et al., 2017).

Os resíduos vegetais são então definidos pela *Bioabfallverordnung (BioAbfV)* como restos de matéria orgânica (identificados na classe 20 02 01) e sua destinação deve ser a utilização como adubo por meio da compostagem ou o uso como cobertura

morta para campos abertos (GERMAN BIOWASTE ORDINANCE, 1998). Desde 2005, foi proibida a disposição de resíduos orgânicos não tratados em aterros sanitários, com intuito de tornar o resíduo inerte, reduzindo a emissão de gases e a geração de chorume estes devem passar por um pré-tratamento mecânico, biológico ou térmico (FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIORNMENT, NATURE, 2018).

A região de Baden Württemberg tem, por sua vez, seu sub plano de gestão de resíduos conhecido como *Abfallwirtschaftsplans* (AWP). Nele são estabelecidos os princípios, objetivos e obrigações da gestão de resíduos além do panorama geral quanto ao sistema de gerenciamento de resíduos urbanos em todo o estado. O enfoque é dado aos resíduos orgânicos de cozinha, resíduo verde, equipamentos elétricos e eletrônicos, resíduos da construção civil e lodo de estações de tratamento de esgoto entre outros. O plano traz também a definição de resíduo verde como o proveniente de terras usadas em horticultura, gerado em parques públicos, cemitérios e pela vegetação à margem das estradas, não deixando de lado o gerado pela manutenção paisagística (SIEDLUNGSABF, 2017).

2.6 POSSÍVEIS APLICAÇÕES E DESTINAÇÕES DOS RESÍDUOS

Os métodos tradicionais de disposição dos resíduos de poda oferecem resultados ruins tanto em relação ao retorno financeiro e para o meio ambiente quanto para a sociedade (PERGOLA et al., 2017). Nos países europeus onde ainda é permitida a queima de biomassa a céu aberto, este processo costuma ser feito entre os meses de outono e primavera quando a umidade está baixa e tem-se maior controle sobre a expansão do fogo. A adição frequente de biomassa às pilhas de combustão geram um perfil de emissão específico para este tipo de fonte (GONÇALVES et al., 2011). Segundo Fernández-Romero et al. (2016), eram gerados um total 13 Tg de resíduos pelos 10,6 Mha de plantações permanentes na Europa. Este tipo de resíduo é visto muito mais como um problema do que como uma oportunidade rentável por não ser utilizado ou ser disposto incorretamente (SPINELLI; MAGAGNOTTI; NATI, 2010).

Algumas das aplicações utilizadas atualmente para resíduos vegetais são como adubo, *in-natura* ou após compostagem, cama de animais, carvão e combustíveis, geração de energia elétrica e térmica, extração de óleos e resinas, como madeira

reconstituída ou ainda como artigos domésticos, peças decorativas ou brinquedos (STEMADT, 2002; VALE; SARMENTO; ALMEIDA, 2005).

O uso destes resíduos para cobertura morta, por exemplo, implicaria em melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo e no aumento da atividade microbiana e de fauna já que se decompõem devagar devido a sua alta parcela de celulose e lignina, garantindo longos períodos de proteção do solo e de acumulação de carbono orgânico (KANG, 1997). A cobertura do solo com matéria orgânica morta é vista, então, como uma solução muito mais limpa (JACOMETTI; WRATTEN; WALTER, 2007; PERGOLA et al., 2017).

Por outro lado, a disposição direta dos resíduos no solo, especialmente dos ricos em compostos bioativos, pode ter efeitos tóxicos para plantas e microrganismos. Sendo, então, a transformação e estabilização desse resíduo por compostagem um processo importante (SANTOS et al., 2018). O uso como adubo por meio da compostagem reduz a toxicidade do resíduo, enquanto produz material livre de patógenos. Este processo ajuda também na redução do volume e peso do resíduo em aproximadamente 50%, com baixo custo de investimento se comparada a outras técnicas de tratamento e destinação final de resíduos (LIM; LEE; WU, 2016; SENESI, 1989).

Com a redução do volume e peso do resíduo, além da estabilização do produto final, este pode ser aplicado aos solos com o objetivo de melhorar suas características químicas e físicas, incluindo a performance das plantas (BUSTAMANTE et al., 2011; SANTOS et al., 2016). Estudos mostraram o aumento de carbono, nitrogênio e fósforo presentes no solo após a adição dos resíduos da poda (FERNÁNDEZ-ROMERO et al., 2016; HEINEMAN et al., 1997). Apesar dessas vantagens, o processo de compostagem pode levar a emissão de amônia, óxido de nitrogênio e gases de efeito estufa, mas ainda assim é considerada tecnologia limpa se comparada à outros tratamentos de resíduos (SAER et al., 2013).

A preocupação com a depleção dos combustíveis fósseis, nos últimos anos, voltou os interesses às fontes renováveis de energia. Somado a isso, regulamentações mais severas implantadas pela Europa com relação aos resíduos da poda trouxeram aos resíduos uma nova perspectiva de destinação (FERNÁNDEZ-ROMERO et al., 2016).

Sendo assim, outra solução possível seria o uso para geração de energia, podendo substituir combustíveis para geração de energia e uso industrial e ainda prover bioenergia de um combustível renovável (BERNETTI; FAGARAZZI; FRATINI, 2004; NTALOS; GRIGORIOU, 2002; PICCHI et al., 2018). Estes combustíveis podem ser desde madeira até subprodutos da agricultura. Atualmente, os subprodutos florestais são os mais utilizados para geração de energia. Uma das características mais importantes a ser analisada é a quantidade de lignina presente na madeira já que é considerada um fator importante para produção de bioprodutos e de biocombustível (AVELIN et al., 2014).

Há crescente preocupação quanto a potencial toxicidade da geração de energia da biomassa de resíduos de poda (BOSCHIERO et al., 2016), colocando em dúvida quão ambientalmente correta é essa alternativa (PICCHI et al., 2018). A principal preocupação deve ser a presença de pesticidas, especialmente compostos inorgânicos como metais pesados, tanto nas cinzas quanto no gás emitido (OBERNBERGER; BRUNNER; BÄRNTHALER, 2006).

A etapa determinante para a qualidade do resíduo durante seu ciclo de vida é a coleta deste. Indústrias de maquinário já tem oferecido equipamentos para a coleta dos resíduos de poda, incluindo tecnologias de trituração e compactação (MAGAGNOTTI et al., 2013). Além das próprias características da biomassa, como textura, quantidade de cinzas, conteúdo de folhas e composição química, a fragmentação e o estoque do resíduo têm grande influência sobre outros parâmetros como a presença de contaminantes, o tamanho das partículas e a densidade do resíduo (PARI et al., 2017). Fases como o transporte, o armazenamento, o manejo e o pré-tratamento do resíduo da poda são também importantes para garantir a qualidade do resíduo e permitir que possa ser destinado para fins diferentes da simples disposição (PARI et al., 2017).

Qualquer que seja a utilização dos resíduos, deve-se levar em conta a sazonalidade da geração e suas características. A massa específica do material, por exemplo, relacionado a quantidade de madeira por unidade volumétrica, é um parâmetro considerado importante para a geração de energia sendo que quanto maior os valores, mais interessante é para este fim (VALE; SARMENTO; ALMEIDA, 2005).

A destinação dos resíduos de poda à aterros sanitários, apesar de muito utilizada no Brasil, não é recomendada por uma série de fatores, entre eles, o grande

volume e a dificuldade de compactação dos resíduos que reduz a vida útil dos aterros, as suas características aumentam o risco de combustão, a sua lenta degradação e o alto custo gerado ao município (MEIRA, 2010).

Nos tópicos abaixo, o processo de compostagem, digestão anaeróbia e disposição em aterros sanitários é explicas mais detalhadamente.

2.6.1 Compostagem

O processo de compostagem reduz o resíduo orgânico em composto rico em nutrientes minerais na presença de oxigênio. As plantas de compostagem não necessitam de grande tecnologia apesar de ter parâmetros como umidade, aeração, temperatura e pH a serem controlados. O processo pode ser otimizado e acelerado com a implementação de algumas estratégias. Basicamente, compostagem é o processo de decomposição da fração biodegradável do resíduo por meio de uma rica população de organismos em intervalo de 120 a 180 dias. A adição de biocatalisador ou a introdução de bactérias, o aumento da temperatura e umidade e a instalação de maquinário para revirar o resíduo pode reduzir o tempo de maturação do composto. A quantidade de composto gerado e seu valor de mercado estão estritamente relacionados à pureza da matéria orgânica do processo portanto a separação e coleta seletiva assim como um processo de triagem são importantes. Quanto aos nutrientes presentes no composto a variação é dada pela origem da matéria prima sendo que restos animais e vegetais são os mais ricos em nutrientes, apresentando melhor valor de mercado. Além do adubo orgânico a compostagem gera gás carbônico, calor e água.(CURITIBA, 2013; MG, 2012).

Para o tratamento do resíduo da arborização urbana como folhas, sementes, frutos, flores e galhos, na compostagem se faz necessário o conhecimento das espécies mais recorrentes e da frequência de poda com o intuito de melhor aproveitar o resíduo. A destinação mais atrativa para galhos mais grossos, por exemplo, seria a utilização para produção de mobiliário, objetos de madeira ou como combustível para fornos. O maior entendimento das espécies presentes, das quantidades de resíduos produzidas e de suas características como o diâmetro do tronco, densidade da madeira, o teor de umidade, a quantidade de carbono fixo e a cor do resíduo aprimoram o processo de decisão quanto a destinação (BRASIL, 2010b).

O mercado de fertilizantes orgânicos no Brasil, apesar de pequeno, está crescendo. Em países europeus o governo adota o sistema de subsídios para alavancar a venda. Mecanismos como este são necessários pelo alto custo de transporte do adubo orgânico que pesa de 15 a 20 vezes mais do que o químico (MG, 2012).

2.6.2 Digestão Anaeróbia

Ao contrário da compostagem, a digestão anaeróbia, como o próprio nome já diz, não utiliza oxigênio na decomposição do resíduo. Como o sistema está em elevadas temperaturas e opera na ausência de oxigênio o produto gerado é o biogás que pode ser utilizado como combustível, além da fase sólida chamada lodo que pode ser desidratada e também utilizada como adubo. Este processo geralmente ocorre em tambores cobertos equipados com tubulação para a coleta do biogás. A geração do gás combustível pode ser acelerada pela adição de biocatalizadores ou pela instalação de equipamentos que revolvam a matéria orgânica. O mercado de plantas de digestão anaeróbia já é bem consolidado na Alemanha onde há plantas em larga escala gerando 130 kWh de energia. Uma vantagem deste processo de tratamento com relação à compostagem é que não é tão sensível, suportando alguma contaminação por falta de separação correta ou triagem prévia. O custo de destinação é de 120 reais por tonelada de resíduo (MG, 2012).

2.6.3 Aterro sanitário

Aterro sanitário é uma opção de destinação final ao resíduo sólido urbano. Este processo, entre os três detalhados, é o que mais necessita de tecnologia. A construção do aterro necessita de impermeabilização e compactação do solo, além disso, uma nova camada de cobertura necessita ser feita a cada 5 metros de resíduo, aproximadamente. A coleta do chorume por drenos e possivelmente a coleta do biogás gerados pela decomposição são estruturas também necessárias. O percolado deve ser tratado antes de ser despejado e o biogás coletado pode gerar energia elétrica. No Brasil, a maioria dos aterros sanitários não possui sistema de geração de energia, diferente dos europeus. A queima do biogás é a solução largamente adotada no Brasil. O custo médio da destinação de uma tonelada de resíduo para aterros sanitários com altas capacidades, em torno de 3000 ton/d, é de 47 reais (MG, 2012)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE ESTUDO

As cidades de Curitiba no Brasil e de Stuttgart na Alemanha foram escolhidas como estudos de caso com o intuito de comparação da gestão dos resíduos sólidos gerados pela vegetação arbórea urbana, desde seu plantio até a sua destinação final.

3.1.1 Curitiba

Curitiba está localizada na região sul do Brasil e é a capital do estado do Paraná como mostrada da FIGURA 03. Se localiza na porção leste do estado mais especificamente no primeiro planalto (MAACK, 1981). Fundada em 1693 passou em 1970 por um processo de urbanização acelerada no qual a substituição de força humana por máquinas agrícolas fez com que a densidade populacional urbana aumentasse exponencialmente. Junto a esse aumento surgiu a necessidade de melhorias na infraestrutura da cidade para que serviços básicos fossem entregues a toda população (PREFEITURA DE CURITIBA, [s.d.]).

FIGURA 03 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE CURITIBA NO BRASIL.
FONTE: (GOOGLE MAPS, 2018)

A região metropolitana de Curitiba é composta ao todo por 29 municípios sendo o núcleo urbano central abrangido por Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Pinhais, Quatro Barras, Rio Branco do Sul e São José dos Pinhais. É a segunda maior região metropolitana do Brasil com 16,5 mil km² de área e representa 40% do PIB do estado (IPPUC, 2015).

A cidade possui 1.933.105 habitantes em seus 435 km² de extensão territorial sendo a oitava maior cidade do país com densidade demográfica de 4027 $hab.km^{-2}$ (IBGE, 2019). Sua extensão de Norte a Sul é de 33 km enquanto de Leste a Oeste é de 21 km. Curitiba está a 934 m acima do nível do mar tendo clima quente e temperado com temperaturas médias no verão de 21 ºC e no inverno de 13ºC e precipitação média de 1500 mm ao ano. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de 44624,32 reais e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é 0,755 indicando nível de desenvolvimento humano médio. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal que leva em conta longevidade, educação e renda é de 0,823 sendo o quarto maior entre as capitais brasileiras (IPPUC, 2015; PNUD, 2014).

Conforme mostrado na FIGURA 04, a cidade possui 320 mil árvores em seus 101 km² de cobertura verde, aproximadamente 24 parques, 16 bosques, 1 jardim botânico, 1 reserva, 2 bosques de conservação, 15 reservas particulares e 1039 praças e jardinetes representando 23,51% do seu território total. 76,1% dos domicílios urbanos estão em vias públicas arborizadas e a quantidade de áreas verdes por habitante é de 58 m² (IBGE, 2010; IPPUC, 2015; PNUD, 2014). Na década de 1990 a cidade de Curitiba foi considerada como capital ecológica por suas áreas verdes e assim foi reconhecida também internacionalmente. O título perdurou por muitos anos e desde sempre foi motivo de desafio para a governança da cidade (CURITIBA, 2008b).

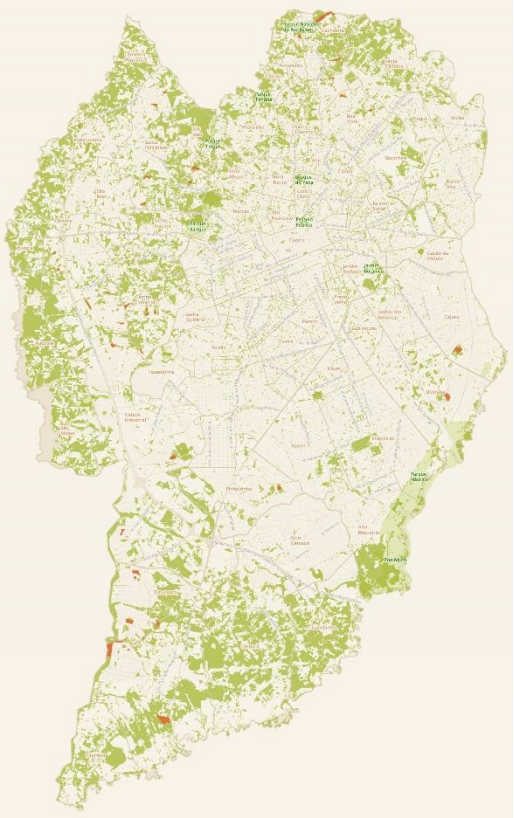


FIGURA 04 - REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DA CIDADE DE CURITIBA EM 2014.
FONTE: (GAZETA DO POVO, 2014)

3.1.2 Stuttgart

Stuttgart, por sua vez, fundada em 1229 é a capital do estado de *Baden-Württemberg* na Alemanha estando entre a Floresta negra e os Alpes Suábios como mostrado na FIGURA 05. A cidade, rodeada por suas 23 cidades metropolitanas, é a sexta maior do país e tem sua economia baseada principalmente na produção industrial, se destacando pelas montadoras, e pela produção de vinho local. Em sua área de aproximadamente 207 km² vivem 632.743 mil habitantes resultando em uma densidade populacional de 3052 $hab.km^{-2}$ (BADEN- WÜRTTEMBERG STATISTICHES LANDESAMT, 2017; STUTTGART, [s.d.]). Sua altitude varia de 200 a 550 metros acima do nível do mar e seu clima é definido como oceânico com temperatura anual média em torno de 10ºC e precipitação no ano de 2017 de 634 mm (STATICHES AMT, 2017).

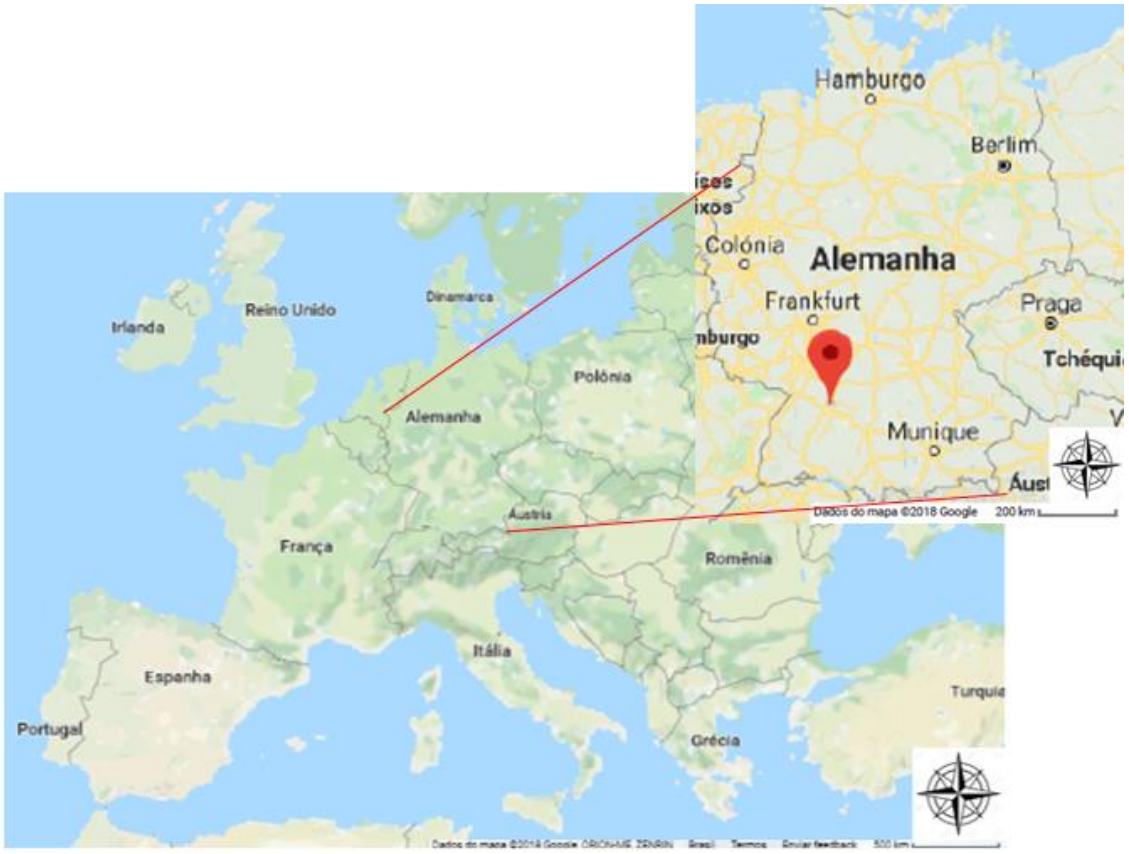


FIGURA 05 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE STUTTGART NA ALEMANHA.
FONTE: (GOOGLE MAPS, 2018)

Quanto a economia, o produto interno bruto per capita é de 46.300 euros enquanto o índice de desenvolvimento humano é de 0,936 indicando que está situada em um país altamente desenvolvido (UNDP, 2017). Atualmente a cidade possui mais de 180 mil árvores plantadas em estradas e parques e uma área florestal de aproximadamente 5000 hectares, representando 23% da área total da cidade (STATICHES AMT, 2017). Como mostrado na FIGURA 06, cerca de um terço da área municipal é constituída por florestas e áreas verdes públicas, incluindo parques e cemitérios. Na cidade, vários parques combinados formam um corredor verde de 8 km em forma de U. Tal área verde confere à cidade o título de uma das mais verdes da Europa apresentando índice de 78 m² de área verde per capita. Stuttgart é conhecida como a cidade entre florestas e vinhedos já que possui cultivos de uvas por toda a cidade, inclusive na região central (HEILWECK-BACKES, 2004; LANDESHAUPTSTADT STUTTGART, [s.d.])

FIGURA 06 - REPRESENTAÇÃO DAS ÁREAS VERDES NA CIDADE DE STUTTGART.
FONTE: (STUTTGART, 2018a)

A TABELA 1 abaixo reúne e resume os dados das duas cidades estudadas. É possível perceber que a porcentagem de área verde nas duas capitais é a mesma apresar da diferença territorial e do número de árvores plantadas.

TABELA 1 - INFORMAÇÕES SOBRE AS CIDADES DE CURITIBA E STUTTGART
(continua)

	Curitiba	**Stuttgart**
Localização geográfica	Região sul do Brasil	Região sul da Alemanha
Capital do estado	Paraná	Baden-Württemberg
Ano de fundação	1693[0]	1229[2]
Área do município (km²)	435[3]	207[4]
Municípios metropolitanos	29[1]	23[2]
População (hab)	1.933.105[3]	632.743[4]
Densidade demográfica (hab/km²)	4.027[3]	3.052[4]
Altitude (m)	934[1]	200-550[5]
Temperatura media (°C)	19[1]	10[5]
Precipitação média (mm)	1500 mm[1]	700 mm[5]
Produto Interno Bruto	44.600 reais[7]	46.300 euros[6]

TABELA 2 - INFORMAÇÕES SOBRE AS CIDADES DE CURITIBA E STUTTGART
(conclusão)

	Curitiba	**Stuttgart**
IDH	0,755[7]	0,936[6]
Área cobertura verde (km²)	101[1]	50[5]
Área verde urbana (%)	23,5[1]	23[5]
Índice de área verde (m²/hab)	58[1]	78[8]
Árvores urbanas	300 mil[1]	180 mil[5]

FONTE: ([4]BADEN- WÜRTTEMBERG STATISTICHES LANDESAMT, 2017; [3]IBGE, 2019, 2010; [1]IPPUC, 2015; [7]PNUD, 2014; [0]PREFEITURA DE CURITIBA, [s.d.]; [5]STATICHES AMT, 2017; [2]STUTTGART, [s.d.]; [6]UNDP, 2017; [8]LANDESHAUPTSADT STUTTGART, [s.d.])

3.2 OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados utilizados neste trabalho, desde a quantidade de resíduo gerada, passando pela forma do manejo da vegetação arbórea urbana até a destinação final dada foram obtidos principalmente por meio de entrevistas com posterior aplicação de questionário e consultas à base de dados online. Deste modo obteve-se informações quanto as principais fontes geradoras de resíduos vegetais, as quantidades geradas por cada uma delas, as estratégias de coleta, tratamento e destinação utilizadas e ainda informações sobre os critérios para escolha das espécies e local de plantio. Nos tópicos a seguir, o método de coleta em cada uma das duas cidades foi detalhado. Os questionários aplicados em cada caso podem ser encontrados na seção de Apêndices deste trabalho.

3.2.1 Coleta de Dados para a Cidade de Curitiba

As entrevistas para obtenção de dados relacionados ao município de Curitiba ocorreram no mês de julho e agosto de 2018. Os órgãos entrevistados foram a Prefeitura da cidade de Curitiba e a Companhia Paranaense de Eletricidade (COPEL) já que contribuem para a geração do resíduo vegetal. Dados relacionados à limpeza pública, a geração de resíduo vegetal por parques e praças e a produção vegetal foram obtidos através do contato com os gerentes dos Departamentos de Produção Vegetal, Limpeza Pública e Parques e Praças da Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Respectivamente foram entrevistados os Engenheiros José Fernando Rios,

Luiz Celso Coelho da Silva e Walquiria Lima. O primeiro foi entrevistado pessoalmente no dia 09 de agosto de 2018. Após a entrevista os questionários explicitados nos Apêndices 1, 2 e 3 foram, nessa ordem, enviados aos entrevistados para que as informações fornecidas fossem documentadas.

Os dados provenientes da COPEL foram conseguidos em entrevista no dia 26 de julho de 2018 com o técnico de Procedimentos e Normas, Sr. Paulo Reiner Michels, em conjunto com a representante da Divisão de Meio Ambiente e Responsabilidade Social da COPEL Distribuição, Engenheira florestal Luciana Leal. Em ambos os casos, contatos posteriores foram feitos via e-mail para esclarecimento de dúvidas e para formalização das informações via preenchimento do questionário vide Apêndice 4.

As consultas à base de dados online foram realizadas no mês de novembro de 2018 principalmente nos sites da Prefeitura de Curitiba e do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC).

3.3.2 Coleta de Dados para a Cidade de Stuttgart

Os dados referentes a cidade de Stuttgart foram obtidos tanto por meio de aplicação de questionário quanto nas bases de informação disponíveis *online*. Durante o mês de novembro de 2018 os sites acessados foram o da Prefeitura da Cidade de Stuttgart, o do Instituto de Estatística de Stuttgart e o do Instituto de Estatística de *Baden-Württemberg*.

No caso de Stuttgart o entrevistado para coleta de dados foi o Doutor Klaus Fischer do Instituto de gestão urbana da água, qualidade da água, gestão de resíduos e emissões atmosféricas da Universidade de Stuttgart. O questionário aplicado neste caso é mostrado no Apêndice 5.

Visitas foram feitas à Planta de compostagem "*Kirchheim Teck Kompostwerk*" receptora dos resíduos vegetais provenientes da cidade de Stuttgart localizada em *Kirchheim Teck* e no posto de coleta de resíduos "*Wertstoffhof Wasserturm*" localizado em Kornwestheim, outra cidade satélite de Stuttgart.

Para a cidade de Stuttgart é importante salientar que uma parte dos resíduos verdes gerados são compostados nas próprias residências e quanto a esse número não há estatísticas oficiais.

3.3.3 Tratamento dos Dados

O tratamento dos dados se iniciou com a identificação dos resíduos gerados, quantificação dos seus volumes e relação da destinação dada a cada uma delas. Os dados obtidos em cada uma das etapas descritas nos itens anteriores serão compilados utilizando planilhas e tratamentos necessários para conversão de unidades tornando possível a comparação serão feitos.

A gestão dos resíduos presente em cada uma das cidades será então identificada analisada criticamente por meio de uma matriz SWOT.

A matriz SWOT foi utilizada aqui como ferramenta de levantamento dos pontos positivos e negativos, das oportunidades e ameaças da situação atual da situação atual da cidade de Curitiba com relação a cidade de Stuttgart. Possíveis melhorias serão, ao fim, propostas.

4 RESULTADOS

Os dados obtidos através da metodologia proposta foram compilados nesta seção do trabalho.

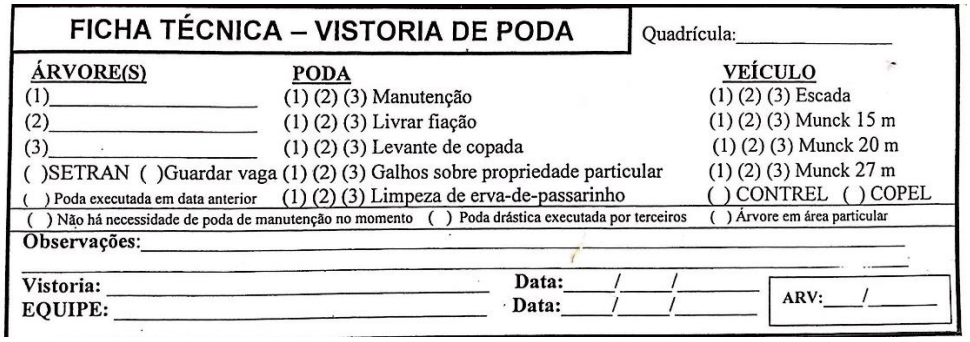
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DO RESÍDUO EM CURITIBA E STUTTGART

4.1.1 Curitiba

Os principais geradores de resíduo arbóreo urbano na cidade de Curitiba são dois, a prefeitura municipal e a empresa de distribuição de energia elétrica (COPEL). A proporção de contribuição de cada um deles é de aproximadamente 60% e 40% das árvores podadas, respectivamente. A prefeitura é dividida e, 3 departamentos que gerenciam as áreas verdes urbanas e seus resíduos. Eles são o departamento de limpeza pública de vias, o de parques e praças e o de produção vegetal, atendendo solicitações da população feitas pelo telefone 156 para corte e poda de espécimes. A descrição de cada um dos três geradores municipais além da COPEL será feita abaixo.

4.1.1.1 Departamento de Produção Vegetal

Este departamento é responsável desde o horto municipal e as mudas que são plantadas até as podas realizadas em vias urbanas na cidade de Curitiba. A poda e remoção são feitas tanto preventivamente quanto após a solicitação por parte da população, da COPEL ou de um trabalhador interno, seguida de vistoria. Um encarregado da prefeitura se dirige ao local indicado e verifica a espécie e as características da árvore, o dano gerado, o equipamento de poda necessário e a fitossanidade da planta. As fichas de vistoria de poda e remoção podem ser vistas nas FIGURAS 07 e 08 respectivamente.



FICHA TÉCNICA – VISTORIA DE PODA

Quadrícula:_____

ÁRVORE(S)	PODA	VEÍCULO
(1)_____	(1) (2) (3) Manutenção	(1) (2) (3) Escada
(2)_____	(1) (2) (3) Livrar fiação	(1) (2) (3) Munck 15 m
(3)_____	(1) (2) (3) Levante de copada	(1) (2) (3) Munck 20 m
( )SETRAN ( )Guardar vaga	(1) (2) (3) Galhos sobre propriedade particular	(1) (2) (3) Munck 27 m
( ) Poda executada em data anterior	(1) (2) (3) Limpeza de erva-de-passarinho	( ) CONTREL ( ) COPEL

( ) Não há necessidade de poda de manutenção no momento ( ) Poda drástica executada por terceiros ( ) Árvore em área particular

Observações:_____

Vistoria: _____ Data:____/____/_____

EQUIPE: _____ Data:____/____/_____

ARV:____/_____

FIGURA 07 - FICHA DE VISTORIA DE PODA UTILIZADA PELA PREFEITURA DE CURITIBA.
FONTE: CURITIBA, 2018.

VISTORIA DE REMOÇÃO VEGETAL ARV: _____

Vistoriador: _____ Data:____/____/_____ Quadrícula: _____

RUA _____ Nº:

BAIRRO: _____ REGIONAL:

TRANSVERSAL: CROQUI NO VERSO

☐ Sem intervenção
☐ Poda de Manutenção

ÁRVORE(S)
(1)_____
(2)_____
(3)_____

SERVIÇO COM:
(1) (2) (3) URGÊNCIA
(1) (2) (3) PROGRAMAÇÃO REGIONAL
(1) (2) (3) SETRAN
(1) (2) (3) CONTREL (15m)
(1) (2) (3) COPEL

VEÍCULO:
(1) (2) (3) Escada
(1) (2) (3) Munck até 10 m
(1) (2) (3) Munck até 15 m
(1) (2) (3) Munck até 20 m
(1) (2) (3) Munck até 27m

ESTRUTURA
H (m) _____
∅ copa (m) _____
H 1ª Ramif (m) _____
DAP (m) _____

COPADA
( ) AltaTensão
( ) Baixa Tensão e/ou ramal
( ) Sinalização/poste/iluminação
( ) Área Livre
( ) Cerca elétrica

CALÇADA
( ) Ondulada ( ) Raiz aflorante
( ) Solo compactado ( ) Colo afogado
( ) Área Livre
( ) Outros danos: _____

FITOSSANIDADE
( ) Morta / seca ( ) Boa
( ) Comprometida: De que forma?
( ) Danos físicos: Quais?
( ) Pragas/Doenças: Quais? ( ) Erva-de-passarinho

DATA DE EXECUÇÃO ____/____/____

Equipe Executora _____

Observação: _____

FIGURA 08 - FICHA DE VISTORIA PARA REMOÇÃO VEGETAL UTILIZADA PELA PREFEITURA DE CURITIBA.
FONTE: Rios (2019)

Majoritariamente as solicitações são feitas pela ameaça de queda da árvore, pela proximidade com a rede elétrica ou residências, pela dificuldade de visibilidade causada pela planta e pelos danos às estruturas como calçadas, ruas e postes. A poda feita pela Prefeitura não tem periodicidade definida e é majoritariamente feita por equipes terceirizadas. O processo de contratação se inicia com a publicação do edital de licitação (RIOS, 2019).

Cada equipe de poda da Prefeitura de Curitiba, terceirizada ou não, conta basicamente com um encarregado, que é também o motorista, dois podadores e dois auxiliares. A função de cada um deles é basicamente, distribuir e fiscalizar as atividades, transportar podadores e resíduos, realizar a poda e coletar e triturar o material, respectivamente. Quando se faz necessário o uso do caminhão Munck, o número de trabalhadores também aumenta, sendo composta por, além do já citado,

uma equipe de coleta do resíduo. Se a poda for feita sem o uso do caminhão, a equipe é composta apenas por dois podadores e dois ajudantes, além do motorista (RIOS, 2019). A FIGURA 11 ilustra a situação de poda e remoção sendo realizada.

FIGURA 9 - OPERAÇÃO DE PODA E REMOÇÃO NA CIDADE DE CURITIBA.
FONTE: AUTORA, 2018.

As podas e remoções realizadas na cidade de Curitiba utilizam principalmente motosserra, para remoção de galhos e troncos, e sopradores, para facilitar a coleta do resíduo de menor dimensão gerado durante o manejo arbóreo (RIOS, 2019).

4.1.1.2 Departamento de Limpeza Pública

O Departamento de Limpeza Pública abrange tanto a varrição de logradouros quanto a gestão dos resíduos gerados particularmente pela população que são coletados porta-a-porta. A quantidade de resíduo recolhido pelo setor de Limpeza Pública da SMMA proveniente da geração particular varia ao longo do ano. Durante os meses de junho a setembro, a quantidade de resíduo gerado diminui, o que se acredita ocorrer devido ao inverno e com ele a redução de podas realizadas pelos cidadãos (SILVA, 2019). De acordo com Curitiba (2004b), a geração particular dos resíduos vegetais é de responsabilidade do município se a quantidade gerada não

exceder 1000 L ao mês, ou seja, deve poder ser transportada em um carrinho de mão. Quantidades acima desse volume devem ser particularmente destinadas.

O telefone 156 e o website da prefeitura ficam disponíveis para os agendamentos da retirada deste tipo de resíduo à domicilio. O ano de 2013 contou com 147.481 solicitações enquanto durante o último ano 59.917 foram recebidas representando um total de aproximadamente 134 toneladas ao mês (CURITIBA, 2008b; SILVA, 2019). Desde o ano de 1998, com a Coleta Especial de Lixo Domiciliar Tóxico, é possível também entregar o resíduo aos caminhões de coleta específicos que ficam estacionados próximos aos terminais de ônibus de acordo com o cronograma.

Com relação aos resíduos gerados pelo serviço de coleta de vias urbanas, a classificação se dá em resíduo domiciliar, aquele coletado nas residências em sacos de lixo, a varrição de feiras livres, a varrição manual, a varrição mecanizada e a coleta vegetal. A varrição manual não possui registro específico do volume coletado já que este é contabilizado com o chamado resíduo domiciliar, no qual inclui-se também a fração orgânica descartada. O mesmo ocorre com o resíduo da coleta vegetal e a varrição mecanizada, não havendo como assegurar que o montante total do resíduo recolhido seja resíduo vegetal já que uma parcela pode ser de entulho ou outros resíduos. O serviço de limpeza urbana é realizado por equipes também terceirizadas e coleta folhas secas e a própria grama roçada (SILVA, 2019).

4.1.1.3 Departamento de Parques e Praças

A poda e remoção nos parques e praças é estritamente emergencial e realizada no mesmo formato que já foi citado para árvores em vias públicas. As quantidades de resíduo verde retiradas de parques e praças não é contabilizada em conjunto com o resíduo de produção vegetal e são geridos por duas gestões a responsável pelos parques da capital e a responsável somente pelas praças.

4.1.1.4 Companhia de Distribuição de Energia Elétrica do Paraná (COPEL)

A poda próxima a cabos de distribuição de energia elétrica é feita, por sua vez, pela empresa de distribuição de energia elétrica do estado (COPEL). Seu intuito é, principalmente, que a vegetação não volte a tocar nos cabos de transmissão pelo

período de 1 ano. Há, basicamente, três situações em que a poda pode ser realizada: por solicitação da população, da prefeitura ou como prevenção por parte da empresa. Esses requerimentos são feitos tanto por telefone ou site, quanto pessoalmente. A necessidade de poda de prevenção é determinada pelo encarregado ou engenheiro responsável, enquanto a de supressão da vegetação deve passar por aprovação do órgão ambiental. Quanto a supressão da Araucária, por exemplo, a Lei municipal 9.806/2000 e a Portaria IAP 46/2015 devem ser atendidas. As leis restringem o abate na época de queda de sementes que ocorre entre abril e junho exceto se houver autorização por motivo de risco de danos, interesse social e para pinheiros de reflorestamento (IAP, 2015).

O processo de poda é, então, realizado por empresas terceirizadas. O resíduo retirado não é triturado, sendo entregue "*in natura*" para as empresas de destinação final de resíduo. Apesar da poda e remoção autorizada poderem ser feitas pela COPEL de acordo com o artigo 151 do Código das Águas, o resíduo ainda é de responsabilidade do município já que as árvores são bens públicos segundo o Código Florestal (BRASIL, 1934, 2012a). O cumprimento do descrito no Código das Águas foi celebrado pelo contrato de cooperação 46/99 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ANEEL, 1998).

4.1.2 Stuttgart

Na cidade de Stuttgart, os cerca de 5400 km de linhas de distribuição da energia elétrica são majoritariamente subterrâneos, tornando o principal gerador do resíduo verde, a própria prefeitura (STUTTGART NETZE BETRIEB GMBH, 2018).

A necessidade de poda e supressão é determinada pelo "*Garten-Friedhofs und Forstamt der Stadt Stuttgart (Gartenamt)*", departamento responsável pelos jardins, cemitérios e florestas de Stuttgart. Este processo ocorre periodicamente 2 vezes ao ano e as solicitações pela população só podem ser feitas em casos emergenciais. As equipes de poda são contratadas pelo próprio município e o resíduo gerado é de responsabilidade, também, municipal.

Enquanto em Curitiba a poda da vegetação arbórea urbana se sobressai à coleta deste resíduo por varrição e limpeza pública, na cidade de Stuttgart este balanço não pode ser feito já que a fração coletada na varrição e a coletada nas residências se somam e não são contabilizadas separadamente. A necessidade e

importância da limpeza pública na geração dos resíduos verdes na cidade alemã fica evidenciada nos meses de outono a novembro, situação retratada pela FIGURA 13. Devido à grande quantidade de folhas que se desprendem das árvores durante o outono, a limpeza pública se intensifica. Coerentemente, na estação seguinte, de janeiro a março, a produção vegetal tende a reduzir já que as árvores praticamente não têm mais folhas. A varrição então é feita periodicamente e depende da quantidade de folhas no chão. Esta limpeza é feita pelo "*Abfallwirtschaft Stuttgart (AVL)*" o departamento de manejo de resíduos (FISCHER, 2019).

FIGURA 10 - FOLHAGEM PERDIDA PELA VEGETAÇÃO DURANTE O OUTONO.
FONTE: A autora, 2018.

Na limpeza e varrição dos resíduos, alguns equipamentos podem ser utilizados, como mostrados na FIGURA 14 e 15. Na primeira, é possível ver o equipamento utilizado para soprar e agrupar as folhas, enquanto na segunda, o caminhão que recolhe e transporta o resíduo. Em alguns outros casos, a coleta é feita manual e o resíduo armazenado em containers, como mostrado na FIGURA 16.

FIGURA 11 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA SOPRAR E AGRUPAR AS FOLHAS.
FONTE: Autora, 2018.

FIGURA 12 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA RECOLHER E TRANSPORTAR RESÍDUO VEGETAL.
FONTE: Autora, 2018.

FIGURA 13 - CONTÂINERS UTILIZADOS PARA ARMAZENAMENTO DO RESÍDUO VEGETAL.
FONTE: Autora, 2018.

Quanto à geração particular, na cidade de Stuttgart, além da porcentagem compostada nas próprias residências, o habitante possui duas outras possibilidades, aguardar a coleta à domicílio, 2 vezes ao ano, na primavera e no outono, ou depositar em uma das mais de mil centrais de reciclagem (FISCHER, 2019). A coleta deste resíduo é feita separadamente do resíduo orgânico de cozinha e o resíduo da vegetação pode ser entregue em pontos de coleta que totalizam 1223 no país todo. Dentre eles, estão locais somente para recolhimento do resíduo verde e os centros de reciclagem, que possuem containers para exclusivo recolhimento deste resíduo. Neste local, o resíduo é depositado em caçambas sendo separado entre folhas e resíduo mais volumoso, como mostrado nas FIGURAS 17 e 18. Em Stuttgart, há de 8 a 10 unidades de recolhimento deste tipo de resíduo. No verão, a coleta de material lenhoso também ocorre em algumas áreas (BADEN- WÜRTTEMBERG, 2017).

FIGURA 14 - CONTÂINERS DE SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS VEGETAIS NA CENTRAL DE COLETA DE RESÍDUOS DE STUTTGART.
FONTE: Autora, 2018.

FIGURA 15 - RESÍDUOS DE PODA COLETADOS NA CENTRAL DE RESÍDUOS DE STUTTGART.
FONTE: Autora, 2018.

Há ainda na região uma porcentagem de materiais como plástico que são destinados erroneamente pela população. Em 2017, o nível médio encontrado foi de 2,3% em peso, o que pode vir a reduzir a qualidade do composto gerado. Atualmente, a preocupação do estado é em obter melhor qualidade do resíduo destinado e, para isso, se faz necessária boa separação já na fonte geradora (BADEN-WÜRTTEMBERG, 2017).

Comparando as duas cidades é possível notar já de início que a geração do resíduo vegetal se configura de forma diferente mesmo que em ambas cidades o município contribua majoritariamente para a geração desse tipo de resíduo, Curitiba conta com a participação ativa da companhia de distribuição elétrica. Outra diferença é que a poda na cidade alemã é feita preventivamente e só pode ser solicitada em casos emergenciais, enquanto em Curitiba a situação, por parte da Prefeitura, é oposta. Por ter dois agentes diferentes, Curitiba possui duas visões quanto a poda e supressão. A prefeitura visa a fitossanidade da planta e o bem-estar da população assim como ocorre em Stuttgart, enquanto a COPEL visa apenas o afastamento das redes elétricas para evitar o custo de manutenção das mesmas. Em ambas as cidades, o resíduo e sua destinação são de responsabilidade do próprio município.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO RESÍDUO

4.2.1 Espécies Recorrentes

4.2.1.1 Curitiba

As espécies plantadas em cada uma das cidades variam não só pelas diferenças regionais e de espécies nativas, como pelo plantio preferencial de certas árvores. Em Curitiba, além da Araucária, árvore muito presente no bioma da região, são encontradas nas vias públicas principalmente espécies como: Alfenerio (*Ligustrum vulgare*), Extremosa (*Lagerstroemia indica*), Ipê amarelo (*Handroanthus albus*), Tipuana (Tipuana tipu), Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), Cinamomo (*Melia Azedarach*) e Acer (Acer palmatum), como mostrado na FIGURA 09 (RIOS, 2019).

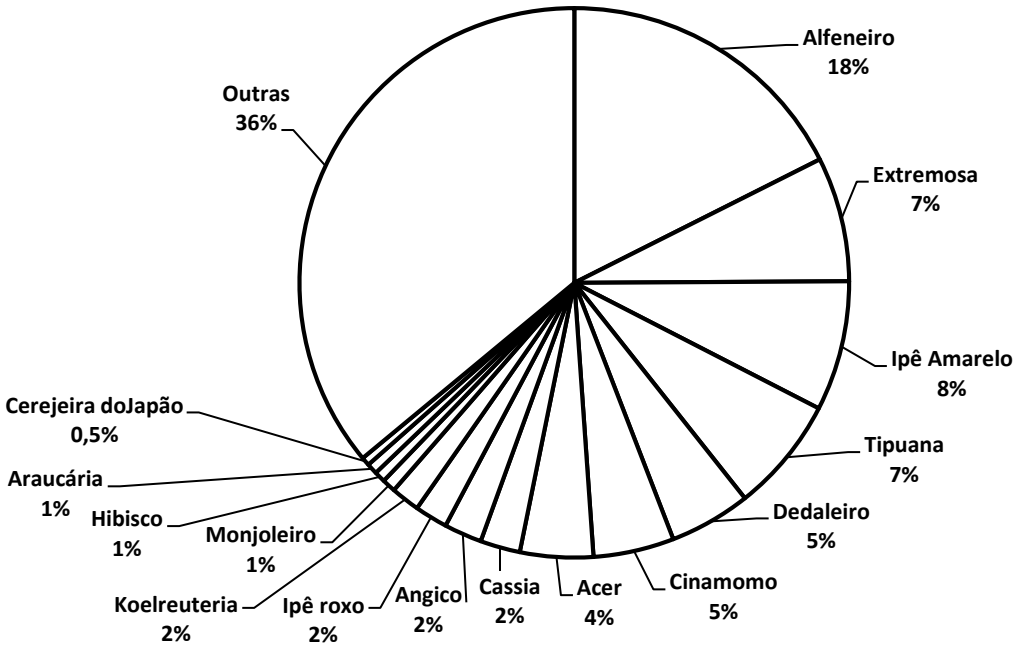


FIGURA 016 - PORCENTAGEM QUANTO À TIPOLOGIA DE ÁRVORES NA CIDADE DE CURITIBA.
FONTE: AUTORA, 2019.

Não há senso arbóreo recente na cidade de Curitiba e a porcentagem relativa a cada espécie se torna de difícil contabilidade por haver plantios muito antigos (RIOS, 2019). Apesar disso, as espécies mais recorrentes em Curitiba e suas porcentagens, por amostragem, são mostradas na FIGURA 09. A porcentagem referida como

“outros” abrange outras espécies não especificadas por possuírem baixo número de indivíduos.

As espécies aqui relacionadas como presentes na cidade de Curitiba estão de acordo com o determinado por Bobrowski (2016). O autor lista, em semelhança com o presente estudo, as espécies recorrentes na cidade: Extremosas (*Lagerstroemia indica*), Alfenerio (*Ligustrum vulgare*), Tipuana (Tipuana tipu), Ipê amarelo (*Handroanthus albus*), Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), Acer (Acer palmatum) e Cinamomo (*Melia Azedarach*). A lista relaciona as espécies em ordem de significância, ou seja, a primeira citada é a mais recorrente. Nota-se que a proporção entre as espécies trazidas em ambos os estudos é semelhante, com exceção do primeiro e segundo lugares que aprecem invertidos. Assim como acontece com a última e penúltima espécie citada.

Quanto à parques e praças, espécies como Ipês amarelos (*Handroanthus albus*), Aroeiras (*Schinus terebinthifolius*), Pitangueiras (*Eugenia uniflora*), Araças (*Psidium cattleianum*), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), Dedaleiros (*Lafoensia pacari*), Canelas (Cinnamomum verum) e Ingás (*Inga edulis*) são recorrentes (LIMA, 2019). Nos bosques, por sua vez, segundo Curitiba (2016) as espécies mais recorrentes são: Pitangueiras (*Eugenia uniflora*), Araças (*Psidium cattleianum)*, Cerejeiras (*Prunus serrulata)*, Araucárias (*Araucaria angustifólia*), Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster*), Canjarana (*Cabralea oblongifoliola*) e Branquilhos (*Sebastiania commersoniana*). As espécies plantadas nessas localidades não precisam ser tão restritas já que não oferecem perigo de afetar estruturas próximas ou a população diretamente.

Apesar de algumas espécies exóticas, como as Cerejeiras (*Prunus serrulata*) serem utilizadas, espécies nativas da região da Mata Atlântica são preferencialmente plantadas. Outra espécie não nativa da Mata Atlântica é a Extremosa (*Lagerstroemia indica*) que devido ao seu porte, se adequa às redes de distribuição elétrica e também, as Cerejeiras (*Prunus serrulata*) que continuam sendo plantadas pelo seu apelo cultural e de tradição da população além de pela harmonização paisagística trazida pela floração, cor das folhas, estrutura e arquitetura das copas (LIMA, 2019; RIOS, 2019).

Há uma diferença entre as espécies exóticas, como as citadas acima, e as espécies exóticas invasoras, que são basicamente as que, além de ocorrerem fora do seu habitat natural, ameaçam o ecossistema de onde se instalam. A Portaria IAP nº 095 de 22 de maio de 2007 lista as espécies consideradas exóticas e as consideradas exóticas invasoras no estado do Paraná (PARANÁ, 2007). Com relação às espécies invasoras no município de Curitiba, o Decreto nº 473/2008 deve ser levado em consideração (CURITIBA, 2008a). A preocupação quanto às árvores classificadas nesta classe se dá por ser uma das ameaças à diversidade biológica, uma vez que quando fora do seu espaço de ocorrência natural, não possuem inimigos naturais e passam a se desenvolver e ocupar espaços que antes era ocupado por árvores nativas (ZILLER; ZENNI; GRAF NETO, 2004).

Segundo Biondi e Mueller (2013), que estudou espécies exóticas invasoras em parques na região de Curitiba, as espécies mais encontradas foram: Limoeiro (Citrus limon), Ameixeira amarela (Eriobotrya japonica), Eucalipto (Eucalyptus), Uva-do-japão (Hovenia dulcis), Alfeneiro (Ligustrum lucidum), Cinamomo (Melia azedarach), Amoreira (Morus nigra), Pinus (Pinus) e Pau-Incenso (Pittosporum undulatum). Dentre elas, o Alfeneiro (Ligustrum lucidum) foi encontrado em maior escala tanto em parques quanto nas ruas, tendo sido possivelmente usado para ornamentação no passado. Por mais que algumas destas espécies já tenham seus plantios proibidos, a presença delas em fase adulta indica que mesmo antes da instituição do parque elas já existiam. O combate à essas espécies deve preferencialmente ser feito evitando a plantação, ao invés de combater os espécimes já existentes uma vez que que esta estratégia possui menor custo (BURT et al., 2007; MACK et al., 2000; ZALBA; ZILLER, 2007).

Segundo o departamento de produção vegetal da SMMA, há uma tendência em mudar as espécies de árvores utilizadas no plantio urbano suprimindo gradativamente espécies exóticas invasoras e aquelas com comprometimento fitossanitário e estrutural e as substituindo por espécies nativas adequadas ao meio urbano (RIOS, 2019). Atualmente, 80% das espécies plantadas são nativas (CURITIBA, 2016). Isso é relatado também no estudo de Bobrowski (2011), que comparou as espécies existentes em Curitiba no ano de 1984 e 2010. No primeiro ano de estudo espécies como Monjoleiro (*Anadenanthera colubrina)*, Fedegoso (*Senna macranthera)*, Jacarandá-mimoso *(Jacaranda mimosifolia*) e Quaresmeira *(Tibouchina sellowiana*) mostraram-se majoritariamente presentes, enquanto no ano

de 2010, o número de indivíduos de cada uma dessas espécies foi reduzido. Fato esse explicado por seu grande porte, susceptibilidade a pragas e baixa longevidade.

Ainda em concordância com o estudo citado, há mais de 5 anos, espécies como Angico (Parapiptadenia rígida) e Mojoleiro (*Anadenanthera colubrina*) não são mais plantadas em vias públicas e avenidas de Curitiba devido à seu grande porte (CURITIBA, 2016).

4.2.1.2 Stuttgart

Stuttgart, na Alemanha, por sua vez, possui um quadro de espécies plantadas que inclui Carvalho (*Quercus*), a Faia (*Fagus*), o Pinheiro (*Pinus*), o Acer (*Acer*), Carpino (*Carpinus*) e algumas espécies como o Freixo (Fraxinus Excelsior) e o Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) entre outras espécies de coníferas e árvores caducifólias como Plátanos (*Platanus*), Robínia (*Robinia Pseudoacacia*) e Tílias (*Tilioideae*) (STATICHES AMT, 2017).

A prioridade na cidade é, assim como em Curitiba, plantar espécies nativas sempre levando em conta o agrado da população, a baixa necessidade de cuidados e a pequena predisposição a pragas e espécies invasoras. A espécie deve também ser resistente ao sal utilizado para descongelar a neve no inverno e à poluição atmosférica emitida por veículos automotores (FISCHER, 2019). Quanto aos últimos fatores, o plantio de árvores exóticas é recomendado quando possuírem maior resistência. A porcentagem dessas espécies é mostrada na FIGURA 10 abaixo.

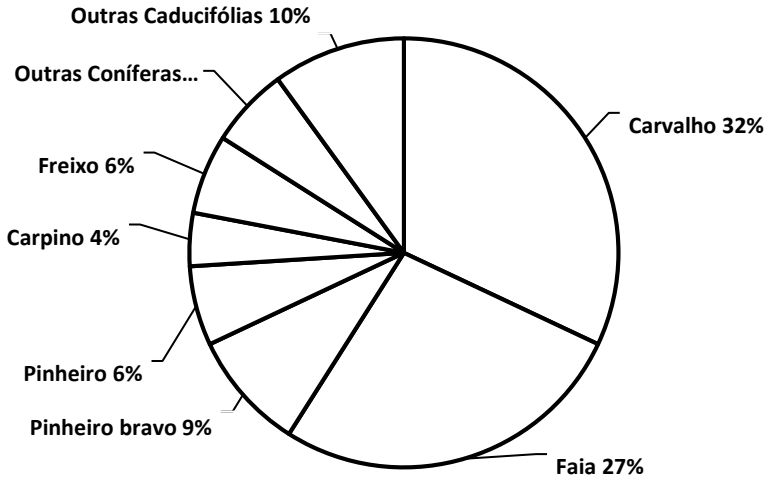


FIGURA 17 - TIPOLOGIA DE ÁRVORES NA CIDADE DE STUTTGART EM PORCENTAGEM.
FONTE: ADAPTADO DE STATICHES AMT, 2017.

Quanto às espécies plantadas em ambas cidades, como era esperado pelo diferente bioma em que se inserem, há uma pequena similaridade entre os locais estudados. Em ambas cidades são encontradas espécies como o Pinheiro (*Pinus*) e o Acer (*Acer*). Cada cidade preza por plantas espécies nativas da sua região, mas ao mesmo tempo, não privam o plantio de espécies exóticas quando estas possuem melhor adaptação às características locais.

4.2.2 Quantidades Geradas nas Duas Cidades

4.2.2.1 Curitiba

Dados fornecidos pelo Departamento de Produção Vegetal da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba trazem que a quantidade de resíduo vegetal gerada pelo citado departamento é de 62 toneladas ao mês, equivalendo à 2600 árvores podadas, de acordo com a demanda e reclamação dos cidadãos. Com relação a esses dados, estima-se que cada poda resulte em 24 quilos de resíduo. Não há uma variação expressiva na quantidade de resíduo gerado ao longo do ano, porém, uma pequena variação ocorre nos meses de abril e setembro pela sazonalidade de outono e primavera (RIOS, 2019).

O volume de resíduo de varrição é contabilizado em conjunto com o domiciliar e, quanto a esta tipologia de resíduo, são gerados na cidade de Curitiba aproximadamente 40 mil toneladas mensais. Além deste valor, a varrição e limpeza de feiras livres gera aproximadamente 250 toneladas ao mês, a varrição mecanizada 120 toneladas mensais e a coleta vegetal 3 mil toneladas. Por serem recolhidos, além do resíduo verde, entulhos, por exemplo, é de difícil estimativa a quantidade de resíduo gerado por esta fonte. O peso específico do resíduo vegetal é muito menor do que o das outras tipologias contabilizadas em conjunto e é por este motivo que a quantidade de proveniente da varrição de vias públicas será desconsiderado neste estudo (SILVA, 2019).

Com relação aos resíduos gerados nos parques, tem-se aproximadamente 350 árvores podadas ao mês totalizando entre 1500 e 2300 mil m³ mensais. Considerando aproximadamente 24 kg em média para cada árvore podada como estimado anteriormente, tem-se 8,5 toneladas de resíduo gerado em parques da capital a cada mês. O resíduo proveniente das praças não é contabilizado (LIMA, 2019).

Quanto à geração particular de resíduo, segundo o departamento da SMMA responsável, 134 toneladas ao mês são geradas (SILVA, 2019). Somando esse valor ao relatado pela Produção Vegetal e o de Parques e Praças, encontrando-se o total de 205 toneladas coletadas ao mês pelos departamentos da prefeitura.

Segundo dados fornecidos pela COPEL, anualmente são podadas no Paraná inteiro cerca de 500 mil árvores, resultando numa poda mensal de 40 mil exemplares. O peso considerado aqui pela COPEL para a estimativa foi de 15 kg por poda, o que resulta em 7500 toneladas ao ano e consequentemente 625 toneladas ao mês. Curitiba é responsável por aproximadamente 20% deste total sendo geradas aproximadamente 1400 toneladas ao ano resultando em 118 toneladas de resíduo gerados ao mês. São podadas mensalmente pela COPEL aproximadamente 7800 árvores na capital. A variação durante o ano, relativa à poda realizada pela companhia de distribuição de energia elétrica, se dá por situações econômicas e não sazonais, como no caso da variação anual na poda feita pela Prefeitura. Neste caso, a redução no volume podado se dá devido à problemas nos processos de contratação e devido ao recurso financeiro disponível para contratações (MICHELS, 2019a). Deste modo, se nenhuma destas situações ocorrer, a quantidade de resíduo gerada é constante ao longo do ano.

Um dos maiores problemas em relação a poda realizada pela empresa de distribuição de energia elétrica é a falta de preocupação em relação as características próprias de cada espécie de árvore. O intuito é meramente evitar o contato entre vegetação e cabos de distribuição, o que muitas vezes acarreta em poda inadequada e possibilidade de adoecimento da planta ou de queda por falta de estabilidade, aumentando ainda mais o volume de resíduo gerado.

Comparando os dados de ambos os agentes atuantes na poda e supressão vegetal na cidade de Curitiba, tem-se que aproximadamente 40% dos resíduos gerados vem da companhia de distribuição de energia elétrica, enquanto 60% são gerados pela prefeitura. Este número vai na mesma direção ao que mostra Meira (2010) cujo levantamento resultou numa porcentagem de 70% de responsabilidade do município contra 30% da concessionária de energia.

4.2.2.2 Stuttgart

A cidade de Stuttgart está inserida na região de Baden-Württemberg que é, depois das regiões de Nordrhein-Westfalen e Bayern, uma das maiores geradoras de resíduos orgânicos da Alemanha, representando 28% do total de resíduos orgânicos gerados nacionalmente (BADEN- WÜRTTEMBERG, 2017).

Neste Estado, a produção de resíduo verde per capita é de 74 kg ao ano, 20 kg maior do que a média nacional, e a proporção entre resíduos alimentares e resíduos verdes gerado mostra que a maior porção é de resíduo vegetal, sendo esta cerca de 60%. Estatísticas do ano de 2017 mostram que Baden-Württemberg gerou 91 kg de resíduo vegetal por habitante e apenas 60 kg de resíduo alimentar. A tendência de maior geração de resíduo vegetal se comparado ao alimentar pode estar relacionada à densidade populacional das regiões, já que quanto maior a densidade populacional das regiões, maior quantidade de resíduo gerado foi encontrada (BADEN-WÜRTTEMBERG, 2017; KERN et al., 2010).

Quanto à cidade de Stuttgart, a quantidade total de resíduo orgânico gerada no ano de 2017 foi de 58 mil toneladas, contabilizando não só resíduos de poda, como também restos alimentares. Quanto ao resíduo de vegetação, os habitantes da cidade de Stuttgart geram 57 quilos de resíduo per capita também no ano de 2017, totalizando aproximadamente 36 mil toneladas (SIEDLUNGSABF, 2017; STATICHES AMT, 2017).

A TABELA 2 compara as quantidades de resíduo gerado nas duas cidades. Nota-se que enquanto Curitiba gera mensalmente aproximadamente 320 toneladas de resíduo ao mês classificados de acordo com sua fonte geradora, a cidade de Stuttgart gera 3000 toneladas, um valor 10 vezes maior.

TABELA 3 – TABELA COMPARATIVA DOS VALORES DE RESÍDUO VEGETAL GERADOS PELA CIDADE DE CURITIBA E STUTTGART

Gerador	**Curitiba**	**Stuttgart**
	Quantidade (ton/mês)	**Quantidade (ton/mês)**
Produção Vegetal	62	
Parques e Praças	8,5	
Coleta Domiciliar	134	
COPEL	118	
Total	**322,5**	**3000**

FONTE: Autora, 2020.

Analisando as características de ambas as cidades e a quantidade de resíduo vegetal gerada por elas é possível obter alguns índices como a produção de resíduo vegetal por habitante, por área verde urbana, por área da cidade e por árvore plantada. A TABELA 3 abaixo apresenta estes valores.

TABELA 4 - ÍNDICES COMPARATIVOS QUANTO A PRODUÇÃO DE RESÍDUO VEGETAL PARA AS CIDADES DE CURITIBA E STUTTGART.

índices	**Curitiba**	**Stuttgart**
Tonelada de resíduo verde por habitante (kg/hab)	1,7	4,7
Tonelada de resíduo verde por árvore plantada (kg/árvore)	1,1	16,7
Tonelada de resíduo verde por área urbana (ton/km²)	3,2	60
Tonelada de resíduo verde por área verde urbana (ton/km²)	0,74	14,49

FONTE: Autora, 2020

Analisando a TABELA 3 acima é possível concluir que, devido à grande quantidade de resíduo gerada na cidade alemã, todos os índices comparativos têm maiores valores para a cidade de Stuttgart. A presença majoritária de árvores caducifólias na cidade aumenta a produção de resíduo vegetal por árvore e consequentemente a produção por área urbana e área verde urbana. Apesar das podas em Curitiba serem constantes e em grande volume devida a manutenção da rede elétrica, o volume de resíduo gerado pela queda das folhas das árvores em Stuttgart pode ser o motivo para o aumento dos índices.

4.3 DESTINAÇÃO DO RESÍDUO NAS DUAS CIDADES

4.3.1 Curitiba

Em Curitiba, o resíduo vegetal de maior volume não é triturado pela Prefeitura, apenas cortado no próprio local de poda, antes da destinação final. O resíduo fica então armazenado entre 3 a 4 dias, a céu aberto, até que seja encaminhado para o destino final. Após este processo, ocorre a destinação às empresas localizadas na região metropolitana da capital, principalmente em Campo Largo e Tibagi, que produzem cavacos desse material e revendem para serem usados como combustível de fornos em processos industriais, tais como produção de insumos para indústria química, saneamento ambiental, agropecuária e construção civil. A grama roçada e

as folhas secas varridas, por sua vez, são encaminhadas para compostagem e o produto gerado utilizado no Horto Municipal, como adubo para flores e árvores que serão futuramente plantadas na cidade (RIOS, 2019).

Os resíduos gerados pela limpeza pública são enviados à aterro, com custo aproximado de R$75,61 por tonelada. Fora o resíduo de destinado de forma paga, uma pequena quantidade é encaminhada para ser utilizada na estruturação de estradas e vias para o transporte do resíduo. Esta destinação não é paga e ocorre quando há a solicitação por parte do próprio aterro. Uma camada de aproximadamente 40 cm de resíduo vegetal é adicionada onde pretende-se estruturar a estrada e em seguida saibro é utilizado. O material vegetal dá suporte ao saibro e não deixa que esse afunde em meio ao resíduo. Esta pratica é importante para o próprio aterro pois da estabilidade ao trânsito dos caminhões de coleta. O resíduo destinado a esse fim inclui alguns troncos de maior volume e não é composto somente por resíduo vegetal, como mostrado na FIGURA 19 abaixo. Apesar desta destinação, a SMMA está estudando projetos para compostar o resíduo.

FIGURA 18 - RESÍDUO VEGETAL UTILIZADO NA ESTRUTURAÇÃO DE ESTRADAS EM ATERRO NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.
FONTE: Autora, 2019.

Por sua vez, os gerados particularmente pelos cidadãos e recolhidos pela prefeitura são enviados para a produção de biomassa depois de serem triturados. Futuramente os planos são também de compostar esse resíduo (SILVA, 2019). Quanto aos resíduos gerados pelo setor de Parques da Prefeitura municipal, a

destinação dada é a mesma daquela dada aos resíduos sob responsabilidade do departamento de limpeza pública, encaminhados à aterros e à geração de biomassa.

A FIGURA 20 abaixo ilustra as destinações finais utilizadas pela cidade de Curitiba como fim dos resíduos vegetais gerados no município. Neste gráfico, a fração gerada pela limpeza de vias públicas foi desconsiderada por não poder se distinguida das outras frações de resíduos domiciliares e entulhos. O uso do resíduo vegetal para transformação em biomassa e em cavacos foi tratada aqui como reuso do resíduo. É possível perceber que a maior parte do resíduo gerado hoje na cidade de Curitiba é reutilizado na fabricação de pellets e cavacos com o intuito de gerar energia.

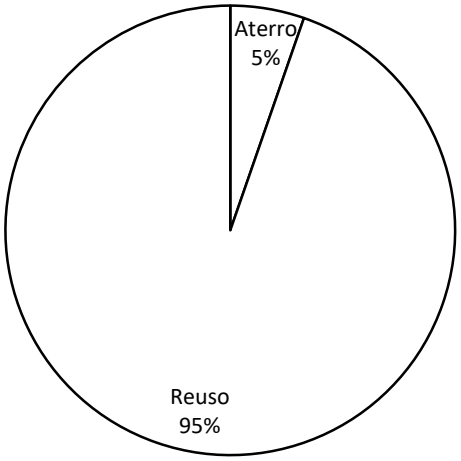


FIGURA 19 - PRINCIPAIS DESTINAÇÕES DADAS AOS RESÍDUOS VEGETAIS NA CIDADE DE CURITIBA.
FONTE: Autora, 2019.

Segundo a COPEL, o resíduo das podas feitas por essa instituição não é triturado, nem armazenado pela companhia, sendo enviado imediatamente após a poda ou supressão à destinação final. Esta, por sua vez, é definida pelo órgão ambiental responsável e não gera custos à instituição, ficando à cargo da Prefeitura municipal arcar com as despesas. Apesar disso, a destinação é descrita como economicamente não sustentável, mas que foge à competência da COPEL mudá-la conforme seu interesse próprio. O entrevistado alega não ter nenhuma sugestão para melhoria da gestão dos resíduos. Atualmente, o resíduo é encaminhado para aterro, compostagem, queima em olarias e para recuperação ambiental de terrenos. A COPEL indica que a compostagem foge da área de interesse para investimento dentro da empresa mas que é feita por quem recebe o resíduo (LEAL, 2019; MICHELS, 2019a).

Pode-se notar aqui que a compostagem como tratamento do resíduo sólido urbano ainda caminha a passos lentos. Vale lembrar que há mais de uma década ela explicitamente faz parte do serviço de limpeza pública de Resíduos Sólidos Urbanos segundo Brasil (2007) e que a partir de 2010 através da Política Nacional de Resíduos Sólidos se tornou responsabilidade do titular do serviço de limpeza pública, devendo este implantar tal tecnologia e articular a criação do mercado para seu composto (BRASIL, 2010a). O Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos de Curitiba, por sua vez, preconiza desde 2013, o aproveitamento do resíduo de capina e poda em plantas de compostagem com o intuito da geração de adubo e energia (PARANÁ, 2013).

4.3.2 Stuttgart

Na cidade de Stuttgart os resíduos orgânicos são triturados e destinados a plantas de compostagem ou a plantas de tratamento biológico e térmico para gerarem energia, já que desde 2005, a destinação para aterros sanitários foi proibida. Desde o ano de 1980 a coleta seletiva é feita na Alemanha. As plantas de compostagem são as principais destinações dadas a este tipo de resíduo, uma vez que a tecnologia está bem consolidada no país. Podendo serem construídas exclusivamente para o tratamento de resíduos da vegetação ou para tratarem resíduos orgânicos em geral. Em Stuttgart, atualmente, não há nenhuma planta de compostagem e todo o resíduo vegetal é enviado para uma cidade vizinha chamada Kirchheim para ser compostado. No ano de 2006, a região de Baden-Württemberg tinha 97 plantas de compostagem, sendo 64 exclusivamente para resíduo vegetal. Técnicas de tratamento anaeróbio em plantas de fermentação vêm sendo estudadas e utilizadas hoje em dia para a fração de madeira existente nos resíduos gerados particularmente nas residências (KERN et al., 2010). O composto gerado nas plantas de compostagem é vendido aos consumidores locais.

De um milhão de toneladas de resíduos de vegetação gerados por ano na região de Baden-Württemberg, 6500 toneladas são encaminhadas para reciclagem, 677 000 toneladas para tratamento biológico, 313000 para tratamento térmico, 1400 toneladas para ser utilizada em aterros e 2200 toneladas para outros tratamentos. A destinação deste resíduo pela cidade de Stuttgart é majoritariamente para plantas de compostagem, enquanto de 10 a 15% dos resíduos vão para plantas de geração de

energia (BADEN- WÜRTTEMBERG, 2017). Uma planta de fermentação está sendo construída na cidade. A FIGURA 21 mostra as principais destinações utilizadas na cidade de Stuttgart.

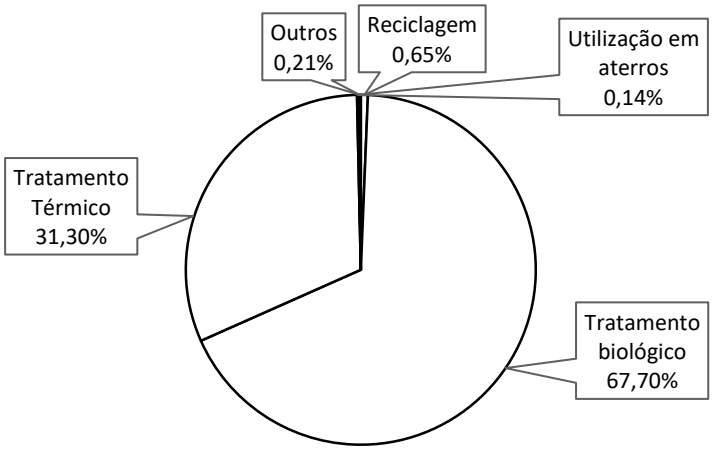


FIGURA 20 - DESTINAÇÃO FINAL DO RESÍDUO VEGETAL NA REGIÃO DE BADEN-WÜRTTEMBERG.
FONTE: A autora, 2019.

Apesar de ser difícil o levantamento da proporção do resíduo que é encaminhado para cada fim na cidade de Curitiba, já que são muitos atores para a sua gestão e que a contabilização é muitas vezes falha, é possível perceber que há uma grande diferença na proporção do resíduo encaminhado aos diferentes destinos finais. A Alemanha já adotou a tecnologia de compostagem e pretende seguir na direção da fermentação destes resíduos. No Brasil, a situação ainda é de encontrar alternativas viáveis ao envio à aterros. O mais utilizado é o reuso do material e a transformação em biomassa. A compostagem aparece como uma tímida solução e a fermentação ainda nem é cogitada. A utilização desses resíduos em aterros é necessária por um lado para a estruturação dos mesmos e para dar rigidez ao solo tensionado pelo trânsito de caminhões. E é por esse motivo que uma mínima parte tem essa destinação também na Alemanha. A utilização energética do resíduo é apontada em ambas as Figuras 20 e 21, na Alemanha pelo processo de fermentação do resíduo e no Brasil pela transformação deste em biomassa para uso industrial.

4.4 SISTEMA DE GESTÃO DAS DUAS CIDADES

4.4.1 Curitiba

Na cidade de Curitiba, desde o ano de 1920, se vê a consciência que para um planejamento urbano de qualidade se faz necessário o planejamento ambiental. As áreas verdes são tratadas como essenciais desde o Plano Agache, considerado como o ponta pé inicial para a arborização da cidade. Apesar disso, foi só na década de 70 que mudanças mais significativas como a criação do Parque Barigui e São Lourenço e a plantação de, em média, 60 mil árvores por ano, aconteceram. Foi durante as 2 décadas seguintes que houve o maior incremento na taxa de área verde per capita da cidade (OLIVEIRA, 2001). Atualmente, o planejamento da cidade é de responsabilidade do IPPUC, enquanto a execução dos planos de gestão e manutenção, elaborados em cada gestão política, fica a cargo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

No Brasil em geral, as decisões relacionadas ao plantio de árvores em centros urbanos seguem o Plano Diretor da cidade. Em alguns casos os municípios possuem planos de arborização urbana (PDAU) específicos, porém, por não ser obrigatório, são poucas as cidades que já elaboraram ou estão desenvolvendo tal ferramenta. O Plano de Arborização Urbana seria uma ferramenta complementar ao Plano Diretor da cidade sob responsabilidade também do IPPUC. Seria ele, então, que seria executado pela SMMA em relação à arborização urbana na cidade de Curitiba. Estes planos têm como intuito reunir métodos e medidas para preservação das áreas verdes urbanas de acordo com as necessidades e exigências da população (COMAM, 2006). Cidades como Porto Alegre, Vitória e Goiânia já tomaram essa iniciativa.

Na cidade de Curitiba não há um Plano de Arborização Urbana apesar de já haver um modelo ditando a estrutura necessária. Produzido em 2012, pelo Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana no Estado do Paraná. Este comitê inclui instituições como COPEL, o Conselho Regional de Engenharia (CREA-PR), a Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA), o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), o Ministério Público do Paraná e a companhia de saneamento do Paraná (SANEPAR). A união de instituições de diversas áreas para a elaboração deste documento deixa clara a complexidade do tema. Além da estrutura, há uma cartilha publicada pela COPEL sobre arborização

em vias públicas. Apesar de não trazer um inventário florestal e nem um diagnóstico, estão descritas nele estratégias de escolha de espécie, plantio, manejo e destinação que serão explicitadas ao longo deste tópico de acordo com o assunto sobre o qual tratam (COPEL, 2009).

Quanto ao inventário florestal da cidade de Curitiba, não há publicidade. É conhecida a realização por parte do estado para contribuição do inventário florestal nacional porém também não foi amplamente divulgado. Se assim fosse feito, este poderá dar suporte para elaboração de políticas públicas eficazes no estado já que trará conhecimento qualitativo e quantitativo dos espécimes a serem manejados.

Hoje o plantio na cidade de Curitiba é distribuído entre 17 espécies, cujas mudas são cultivadas no Horto municipal da Barreirinha. O Horto municipal abriga 142 mil mudas em seus 125 mil m². De lá saem 50 mil mudas ao ano para serem plantadas na cidade de Curitiba (CURITIBA, 2018c). A qualidade das mudas influencia no desenvolvimento da planta depois do replantio. Recomenda-se que o tronco da muda seja retilíneo com no mínimo 2 metros de altura e tenha altura mínima de bifurcação de 1,80 metros. O período ideal para o plantio é no início da época chuvosa (COPEL, 2009).

O principal problema encontrado no replantio das mudas nos centros urbanos é o vandalismo e a infestação de pragas, como a erva-de-passarinho (RIOS, 2019). Segundo Pauleit et. Al. (2002), o vandalismo não é um problema apenas do Brasil, cidades europeias relatam que perdem cerca de 30% das mudas por vandalismo. Uma solução apontada por Curitiba (2016) para o vandalismo é a plantação de mini bosques, ao invés de mudas individuais, o que nos últimos anos tem resultado num melhor desenvolvimento das plantas.

Quanto à infestação de pragas, a homogeneidade de plantio nas cidades brasileiras torna as florestas urbanas mais vulneráveis. Por isso também, a diversidade de espécies na cidade é importante. Segundo COPEL (2009), uma única espécie não deve ultrapassar 10 a 15% do total de árvores plantadas mantendo o equilíbrio entre espécies nativas e exóticas, dando preferência as nativas e não plantando espécies invasoras. Neste contexto, os índices de Shannon-Weaver e de Odum que medem a diversidade de uma comunidade informando além da riqueza de espécies suas proporções, podem ser então considerados para o manejo e elaboração do plano diretor (DA SILVA; BORTOLETO, 2005). Outros fatores que

podem afetar a prosperidade dos plantios, além dos já citados, e que não dependem do controle humano, são as intempéries climáticas como tempestades, vendavais e chuvas de granizo (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Tanto no plantio quanto no replantio das mudas, o espaçamento entre elas e entre elas e as edificações é de importante observação. A distância mínima entre os indivíduos é de 8 metros para espécies de pequeno porte, 12 metros para espécies de médio porte e 15 metros para espécies de grande porte. Essa distância deve ser respeitada para evitar sombreamento e a competição entre os exemplares. Outro fato a ser destacado aqui é que as árvores plantadas em vias públicas devem ter no mínimo 1,80 metros de tronco sem galhos ou bifurcações para não atrapalhar na circulação de pedestres e veículos (Biondi, 2005). Segundo Guia de Arborização de Vias Públicas da COPEL, as árvores devem ser plantadas levando em consideração também a largura do passeio que deve ser mínima de 2,4 metros para aqueles nos quais o recuo das edificações não é obrigatório e de 1,5 metros nos quais há o recuo das edificações. Em passeios com largura menor não é recomendável o plantio de árvores. Deve ser levado em conta também a distância de 5 metros da esquina e de postes de 3, 4 e 5 metros para portes pequenos, médios e grandes respectivamente (COPEL, 2009).

As espécies a serem plantadas nas vias da cidade de Curitiba são preferencialmente nativas e escolhidas de acordo com seu porte, preferência da população, significância para o abrigo da fauna, área de copa, os interesses paisagísticos, a predisposição a espécies invasoras, a disponibilidade das mudas no horto municipal e a área necessária ao enraizamento da planta. O modelo de arborização pública atual segue recomendações e contratos estabelecidos pela Prefeitura Municipal de Curitiba e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, não havendo planos a longo prazo ou metodologias de plantio e gestão estabelecidas. Quanto à contabilização das árvores plantadas, sabe-se que há mais de 320 mil indivíduos espalhados por toda a cidade, mas não há dados específicos para cada uma e nem georreferenciamento por parte da Prefeitura (LIMA, 2019; RIOS, 2019).

A COPEL, por outro lado, já incluiu na sua metodologia de controle o georreferenciamento das árvores. Após o levantamento de campo, o cadastro é feito através do aplicativo Collector (Esri). A base de dados utilizada é o ArcGis e neste cadastro há aproximadamente 935 mil árvores distribuídas por todo o Paraná, sendo

dessas, 260 mil passíveis de poda. Cada procedimento realizado em um exemplar é registrado no aplicativo. A imagem final fica como mostrada na FIGURA 22 abaixo. Nesse exemplo, a legenda apresentada não está configurada corretamente por ser um sistema em atual implantação e melhoramento. O intuito é que cada cor relacione as condições das árvores com relação à rede elétrica e alguns de seus atributos. Um exemplo seria relacionar a cor A, por exemplo, às árvores cujo a poda deve ser feita de maneira convencional, a cor B, àquelas com necessidade de mão de obra especializada, e a cor C para árvores já podadas identificando a equipe, a data da última poda e o número da ordem de serviço.

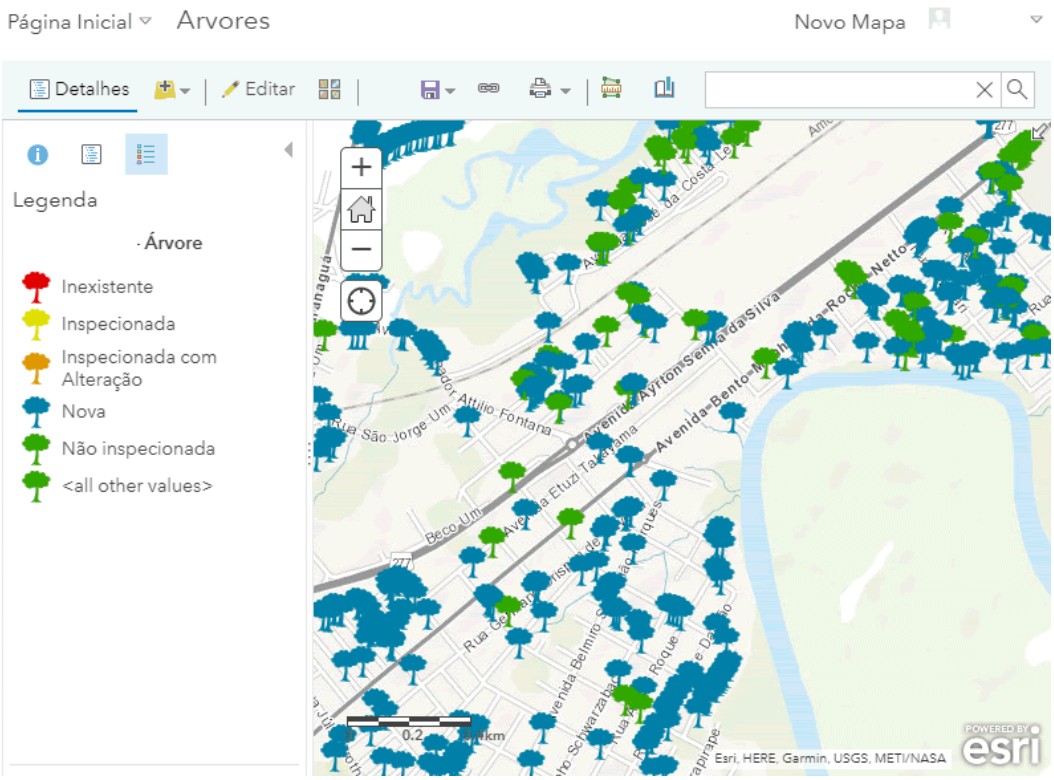


FIGURA 21 - INTERFACE DO APLICATICO CALLECTOR UTILIZADO PARA CADASTRAMENTO DA VEGETAÇÃO ARBOREA URBANA PELA COPEL.
FONTE: Michels (2019b).

As podas e remoções realizadas pela Prefeitura, por sua vez, são contabilizadas e cadastradas no Sistema de Monitoramento Ambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SIMA). Quando o corte ilegal é identificado, ocorre a abertura de ação fiscal contra o autor. Um fato importante a ser ressaltado é que para cada árvore podada, 2 são plantadas, o que se duplica no caso da Araucária (*araucária angustifólia*) sendo plantadas, nesse caso, 4 árvores (CURITIBA, 2016). A

punição para este tipo de delito é de detenção de 3 meses a 1 ano e/ou multa (BRASIL, 1998). Segundo Clark (1997), a relação entre o número de árvores suprimidas e plantadas é um bom índice para avaliar a sustentabilidade da floresta urbana já que a capacidade de regeneração das árvores neste meio acaba limitada.

A COPEL reitera a falta de plano a longo prazo e de uma metodologia de plantio e gestão por parte da prefeitura. Outro ponto apontado pela companhia é que as Prefeituras municipais em alguns casos não possuem local definido para depósito dos resíduos.

Há também conflito entre a empresa de distribuição de energia elétrica e a prefeitura municipal pela falta de poda preventiva por parte do órgão público. As podas de manutenção então são feitas majoritariamente pela COPEL que tem o intuito de afastar a vegetação dos cabos de transmissão elétrica, não se preocupando com a fisiologia da planta. Do outro lado, a Prefeitura afirma que a poda irregular feita pela COPEL gera maior demanda de poda por parte da prefeitura que, muitas vezes, tem que terminar a poda para estabilizar a árvore. Outro ponto é que o conhecimento das características específicas da árvore poderia prolongar o intervalo de manutenção.

A poda e remoção na cidade de Curitiba, como já abordado, fica sob responsabilidade da Prefeitura no departamento de produção vegetal e da COPEL no caso de proximidade com as redes elétricas. Quanto ao departamento de produção vegetal da secretaria municipal do meio ambiente, a poda é realizada majoritariamente por pessoal terceirizado apesar de haver algumas equipes internas da prefeitura. As exigências feitas pela prefeitura quanto à equipe terceirizada concorrente a licitação são que esta possua o maquinário adequado, os equipamentos de segurança, os certificados de treinamento e experiência na área. É necessário então que principalmente os podadores tenham experiência e treinamento para exercer a função. O período de cada contrato varia entre 8 meses, 1 e 5 anos (RIOS, 2019).

Segundo Rios (2019) do departamento de Produção Vegetal da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, as podas feitas pela prefeitura de Curitiba levam em conta perspectivas econômicas ao visar a prevenção de danos ao cabeamento de energia elétrica, sociais visando a segurança e o bem-estar da população e ecológicas ao levar em conta o bem-estar da espécie e seu crescimento adequado. São consideradas nesse procedimento fatores como o porte e a espécie da árvore, a

distância e voltagem da rede elétrica, a estabilidade e os fatores fisiológicos da planta, o intervalo de podas e o custo de manutenção.

A COPEL, da mesma forma, terceiriza as contratações por meio de Edital de Concorrência no qual valores e unidades de serviço são acordados. A validade do contrato é de um ano e o total de 10.000 árvores, ou unidades de serviço como é tratado contratualmente, é acordado. Ao final do contrato ou ao esgotamento das unidades de serviço contratadas, este pode ser prorrogado por igual prazo e condição (MICHELS, 2019a).

Segundo dados levantados com a aplicação dos questionários, a poda e remoção de árvores é realizada para fins econômicos visando prevenir danos ao cabeamento de energia e assim manter a qualidade do fornecimento de energia e social visando a segurança e bem-estar da população. Diferente da poda realizada pela prefeitura, a fitossanidade da planta não foi apontada como um objetivo da poda realizada por este setor. Os critérios levados em conta na poda e supressão da vegetação são o porte da árvore, a distância da rede elétrica, o intervalo até a próxima poda e o custo de manutenção desta. Nenhuma característica da própria planta, com relação à sua espécie e fitossanidade, é levada em consideração. Quanto ao seu porte, para árvores grandes, veículos com guindauto se fazem necessários assim como a ancoragem de galhos próximos a condutores elétricos (LEAL, 2019; MICHELS, 2019a).

As exigências feitas aos prestadores de serviço são que tenham maquinário adequado, equipamentos de segurança, certificado de treinamento da equipe e experiência, principalmente dos podadores. Requisitos estes apresentados também pela prefeitura como necessários (LEAL, 2019; MICHELS, 2019a). Nota-se que nem a escolaridade da equipe, nem o conhecimento botânico desta é levado em consideração nas contratações.

A equipe contratada pela empresa é composta por 4 podadores e 4 recolhedores, fora o motorista do caminhão que usualmente é o encarregado. A poda é feita manualmente com serra ou motopoda, de acordo com a ABNT NBR 16.146-1/2013. Os equipamentos de segurança exigidos são: o cinto paraquedista com cinturão abdominal, a trava queda, o talabarde de posicionamento, os mosquetões, a corda de linha de vida e o talabarte tipo Y, configuração de segurança do trabalho típica para trabalhos em altura (BRASIL, 2012b). Além destes equipamentos podem

ser citados botas, capacetes, luvas, óculos e uniformes com mangas longas (MEIRA, 2010).

O conhecimento técnico da equipe de poda é restrito aos quesitos da fiação e da rede elétrica, tendo os trabalhadores pouco conhecimento quanto a vegetação e suas características. A grande rotatividade de trabalhadores pela busca de melhores oportunidades, pela falta de oportunidade de crescimento e pela falta de comprometimento com o trabalho faz com que o conhecimento adquirido pela experiência não se perpetue (LEAL, 2019; MICHELS, 2019a).

Com intuito de definir o valor de corte e poda, a COPEL determina o valor de gastos diretos e sobre ele calcula 19,4% para benefícios e despesas indiretas. Nos gastos diretos estão inclusas a remuneração de pessoal como podador, recolhedor, motorista e encarregado, responsável técnico, corresponsável técnico e técnico de segurança, gerente, administrativo, secretária, vigilante e zeladora, os gastos com refeição e alimentação, treinamento de poda e de trabalho em altura, os gastos com veículos, de administração como anotações de responsabilidade técnica, seguro de pessoal, ensaios de equipamento, aluguel do alojamento e depósito, e a depreciação dos bens de serviço e da remuneração do capital investido nos bens de serviço. Este total soma 55.851,88 reais e os gastos indiretos que incluem despesas financeiras, incerteza e risco de negócio, lucro e tributos, somam 10.836,94 reais. A soma desses dois valores dividido pela quantidade mensal de unidades de serviço dá o valor máximo de 39,23 reais por árvore podada ou removida. Baseado neste cálculo, é aberta uma licitação na modalidade de concorrência é publicado. Os valores aqui apresentados tem base no edital de concorrência publicado em 2018 para a região nordeste do estado do Paraná (COPEL, 2018).

Segundo a mesma fonte, o valor pago aos trabalhadores é de 3.595,87 reais ao encarregado, 2.188,85 reais a cada podador, 2.084,6 reais a cada recolhedor e 2.188,86 reais ao motorista (COPEL, 2018). Para facilitar a comparação, valores em dólares serão usados de acordo com a taxa de conversão do Banco Central do Brasil. Neste contexto os salários são de 861,78 dólares ao encarregado, 524,57 dólares a cada podador, 459,89 dólares a cada recolhedor e 524,27 dólares o motorista (BRASIL, [s.d.]). Segundo dados levantados na entrevista e em um modelo de pregão recebido o valor máximo por unidade de serviço é de 40,51 reais ou 9,71 dólares. Atualmente, o valor pago por árvore é de 18,72 reais ou 4,48 dólares, resultando em

um total por contrato de 187.200,00 reais (MICHELS, 2019a). A diferença entre o valor pago e o valor máximo se dá pelos diferentes orçamentos apresentados pelos concorrentes da licitação.

Algumas fotos das podas realizadas pela COPEL (FIGURA 12) abaixo demonstram a situação de poda severa. Nota-se que muitas árvores, após a poda, ficam instáveis, por seu peso passar a se concentrar nos galhos afastados da fiação, além de ficarem expostas a pragas e doenças. A poda é, antes de qualquer coisa, uma agressão à árvore e, portanto, deve ser realizada da maneira menos invasiva possível. A realização desta por pessoal sem conhecimento técnico específico pode aumentar a quantidade de resíduos gerados, já que o contato do lenho com fungos e bactérias pode causar a morte da planta, tornando necessária a sua remoção (MARTO et al., 2006). O corte drástico de árvores que cause desestabilização da árvore ou afete seu desenvolvimento saudável é proibido pelo Código Florestal de Curitiba através da Lei 9806/2000 (CURITIBA, 2000).

FIGURA 22 - FOTOS TIRADAS NA CIDADE DE CURITIBA PARA EXEMPLIFICAR AS PODAS FEITAS PELA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.
FONTE: Autora, 2018.

Quanto a destinação do resíduo, o plano de gestão integrada de resíduos sólidos de Curitiba traz como estratégia futura a destinação dos resíduos vegetais para plantas de compostagem e reaproveitamento, o que demonstra um interesse da

cidade em optar por destinações mais corretas deste resíduo (CURITIBA, 2012). Foi apontado pela SMMA, que a compostagem, apesar de ser cogitada, não é utilizada pelo custo operacional que a implementação e operação da planta de compostagem geraria.

Depois de ressaltado todos esses pontos, é importante levantar os custos trazidos não só por cada uma das etapas, mas também, do processo como um todo. Segundo Leal, Biondi & Rochadelli (2008) na cidade de Curitiba, o custo aproximado corrigido para o ano de 2019 de uma árvore até os 30 anos de idade varia de 22.500 reais para árvores de pequeno porte e rápido crescimento em viveiro a 47.400 reais para árvores de grande porte e crescimento lento em viveiro. Ainda segundo as autoras, este custo se tornaria ainda maior se a ele fossem adicionados os gastos com reparos a calçadas e estruturas e de adubação, irrigação e controle de pragas.

Os gastos em cada etapa são divididos com relação ao porte e tempo de permanência das plantas em viveiro. Segundo Leal (2008), são consideradas plantas de pequeno porte e rápido crescimento em viveiro a Quaresmeira (*Tibouchina sellowianan*). A Extremosa (*Lagerstroemia Indica*), por sua vez, tem pequeno porte e crescimento médio. Plantas de médio porte são Dedaleiro (*Lafoensia pacari*) cujo crescimento é também médio, Alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) cujo crescimento é lento, Acer (*Acer negundo*), Cassia (*Cassia leptophylla*) e Fedegoso (*Senna macranthera)* cujo crescimento é rápido. Já Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*) possui grande porte e crescimento rápido assim como Coreutéria (*Koelreuteria paniculata*) e Cinamomo (*Melia azedarach*). As árvores de grande porte e crescimento médio são Tipuanas (*Tipuana Tipu*) e Angico (*Anadenanthera colubrina)*. Já as árvores no outro extremo, consideradas de grande porte e lento crescimento em viveiro são Pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya*), Magnólia (*Magnolia grandiflora*) e Ipê amarelo (*Tabebuia alba*).

Levando em conta as características de porte, tortuosidade, altura de bifurcação, tipo de raiz, as espécies consideradas invasoras e o custo de manejo, são recomendadas para o plantio na cidade Curitiba o Dedaleiro (*Lafoensia pacari*) e o Fedegoso (*Senna macranthera*) que apesar de apresentarem bifurcação abaixo de 1,80 metro pode ser manejado de maneira a evitar o problema de trânsito de pedestres pela baixa altura do galho, o Acer (*Acer negundo*) que possui médio porte e crescimento rápido, a Cassia (*Cassia leptophylla*) que possui médio porte e

crescimento lento sendo seu cultivo mais custoso, a Quaresmeira (*Tibouchina sellowianan*) que possui pequeno porte e crescimento rápido e a Extremosa (*Lagerstroemia Indica*) que possui também pequeno porte e crescimento médio. Todas as espécies apresentadas aqui possuem médio e pequeno porte de modo a não interferir no cabeamento de distribuição de energia elétrica.

Deste total são gastos com as operações de planejamento e controle da arborização 1,92 reais por árvore ao ano. O gasto com a produção de mudas varia entre 140 reais, para árvores de rápido crescimento em viveiro, e 225 reais para as de lento crescimento, o que indica que a permanência da muda em viveiro contribui para o encarecimento do processo. Quanto ao plantio da muda nas vias públicas, incluindo o custo de irrigação, o valor gasto inicial é de aproximadamente 108 reais, que deve ser acrescido ao próprio valor das mudas, resultando no total de 248 a 332 reais. Devido à perda de mudas pelo vandalismo, por exemplo, esse custo sobe para 409 reais para espécies de rápido crescimento em viveiro e 544 para espécies de lento crescimento em viveiro. O custo da poda já levando em conta a coleta do resíduo e destinação, varia entre 83 e 457 reais, quando realizadas pela gerencia de arborização e variam de 74 a 270 reais, quando realizadas pela companhia de distribuição de energia elétrica (COPEL). Por fim, o custo de remoção de uma árvore varia de 236 a 610 reais (LEAL; BIONDI; ROCHADELLI, 2008).

Os valores médios foram calculados e os custos proporcionais de cada etapa foram plotados na FIGURA 23 abaixo. Os gastos com o planejamento foram desconsiderados por serem muito pequenos se comparado às outras etapas do processo. Pode-se perceber que os maiores gastos estão relacionados à poda e remoção das árvores, e vem daí a importância de se ter um gasto irrisório com planejamento, visando evitar gastos maiores futuros.

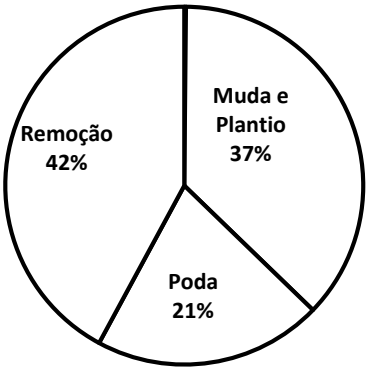


FIGURA 23 - PROPORÇÃO DE GASTOS COM A GESTÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA URBANA NA CIDADE DE CURITIBA
FONTE: Autora, 2019

O contrato de poda e manutenção da vegetação arbórea da cidade de Curitiba vigente hoje tem um valor total global de 2 milhões de reais e validade de 11 meses. Este contrato inclui a poda de manutenção com retirada de erva de passarinho bem como a coleta e destinação dos resíduos provenientes do serviço realizado em árvores alocadas nas vias públicas que não tenham conflito com a fiação de alta tensão (CURITIBA, 2018d). O contrato de poda e plantio em parques tem um valor aproximado de 100 mil reais mensais. Para praças, por sua vez, um total de 14 contratos de valor médio de 40 mil reais mensais cada são fechados além do custo de 60 mil reais mensais para paisagismo (LIMA, 2019). Nessa estimativa são gastos aproximadamente 330 mil reais mensais apenas para poda e manutenção das árvores de vias públicas, parques e praças.

4.4.2 Stuttgart

Na cidade de Stuttgart, o material de referência para o plantio das árvores em centros urbanos não está disponível ao público, mas consiste de uma lista na qual espécies são recomendadas de acordo com as características do local como sombreamento, umidade, proximidade a rodovias e contato com sal no inverno. O número de espécies plantadas varia somente de acordo com o custo de plantio e o orçamento da Prefeitura municipal.

O controle do plantio das espécies e o monitoramento das mesmas gera o inventário de árvores em áreas urbanas, que é uma ferramenta crucial na tomada de decisão quanto a investimento, manutenção, reabilitação e planejamento do uso da

terra. Informações como espécie, quantidade, localização e a classificação entre áreas verdes nas ruas ou vegetação de parques já podem ser obtidas, enquanto outras como o ano de plantio ainda não está disponível. A entrada de dados como a altura da árvore, a circunferência da raiz ou o diâmetro do dossel são coletados apenas mediante solicitações para projetos individuais. Este programa faz parte do programa de manutenção de áreas verdes.

Todas as árvores plantadas na cidade de Stuttgart são georreferenciadas e cadastradas na base de dados municipal chamada "*Baumkataster der Stadt Stuttgart*". Periodicamente é feito o sobrevoo da cidade por aviões, que através de ondas infravermelhas, identificam a vitalidade da planta e a consequente necessidade de poda ou supressão. A equipe de poda recebe treinamento do "*Gartenbauamt*", departamento de horticultura. Os trabalhadores contratados geralmente são jardineiros e possuem outras funções já que a poda é realizada somente entre o fim do outono e o começo da primavera para que além do crescimento da vegetação, a fauna que necessita das árvores como abrigo não seja afetada. Diferente do que ocorre no Brasil, esses profissionais recebem formação de 3 anos para se tornarem aptos a realizar o serviço. Os trabalhadores são contratados por um longo período pela própria prefeitura e ganham de 2000 a 3000 euros por mês (FISCHER, 2019). O valor em dólares fica entre $ 2227,80 e $ 3341,70 segundo a conversão feita pelo Banco Central do Brasil (BRASIL, [s.d.]).

A poda e supressão da vegetação é feita manualmente no caso das árvores e para arbustos, com maquinário específico e tem como principal objetivo a fitossanidade da planta e o bem-estar da população. As equipes de poda possuem apenas 2 trabalhadores e o custo da poda especificamente não está disponível. O orçamento total do "*Gartenbauamt*" é de 26 milhões de euros ou aproximadamente 29 milhões de dólares, o que inclui o custo da mão de obra, do maquinário, do transporte e de insumos básicos como luz, água e combustível, ou seja, todos os gastos que possam ocorrer desde o cultivo das mudas até a supressão das árvores. Não há, porém, especificidade dos gastos e por isso não há valores para o custo de cada etapa do processo (FISCHER, 2019; STUTTGART, 2018b).

O corte ilegal na região de Stuttgart é facilmente reconhecido, já que a partir da segunda quinzena de abril até final de outubro o corte de árvores é proibido,

principalmente em proteção aos pássaros que migram para a região e ao desenvolvimento da própria planta.

O resíduo destinado à planta de compostagem tem um custo mínimo de 12 euros para folhas e grama e de 10 euros para resíduo de poda e remoção. Quantias menores de 0,5 m³ por dia de resíduos de menor volume custam 2 euros e volumes até 2 m³ por dia de resíduo de maior volume pode ser destinada gratuitamente (KOMPOSTWERK, 2019)

Comparando as duas cidades é possível notar que a cidade de Stuttgart está muito mais avançada na gestão arbórea do que a cidade de Curitiba. Stuttgart possui já concluído um inventário das árvores municipais enquanto Curitiba caminha a passos lentos para que isso ocorra. A inspeção da necessidade de corte ou supressão é feita também de modo mais tecnológico e levando em consideração a saúde da planta, enquanto na cidade brasileira a inspeção é visual e visa principalmente o bem-estar da população e a não interferência nas redes elétricas. Há também diferenças quanto ao profissional que realiza o serviço de poda e supressão. Enquanto em Curitiba os trabalhadores são em sua maioria terceirizados e não possuem formação específica, na Alemanha eles são contratados do município e possuem formação técnica. Além da base obtida com os estudos, a contratação a longo prazo preserva o conhecimento que é passado de um trabalhador para o outro, reduzindo erros cometidos pela falta de experiência do podador. A comparação de custos entre as cidades fica difícil a medida que os gastos obtidos pelo órgão alemão não são especificados como os brasileiros e que no Brasil a poda é descentralizada entre a COPEL e a Prefeitura. Pode-se perceber que os salários pagos aos profissionais alemães são mais altos, respondendo ao maior volume de responsabilidades acumuladas pelo cargo e a maior especialização do trabalhador.

4.5 OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA OS SISTEMAS DE GESTÃO DAS DUAS CIDADES

A diferença entre Curitiba e Stuttgart começa na organização governamental para o gerenciamento deste tipo de resíduo. Enquanto que para a primeira cidade, um órgão só é responsável por todo o resíduo vegetal gerado, em Curitiba, cada fonte de geração tem seu departamento específico. A divisão se dá basicamente no resíduo

proveniente da limpeza pública e geração particular, de parques e praças e por fim da produção vegetal englobando as árvores em vias públicas. Por um lado, a divisão em setores específicos poderia melhorar a gestão dos resíduos, ao passo que estes diferem em sua composição de acordo com sua fonte e, portanto, necessitariam de diferentes destinações. O resíduo gerado na produção vegetal e por parques e praças é de maior volume, enquanto que o gerado na limpeza de vias públicas e da grama roçada é de pequeno volume e muitas vezes encontra-se misturado com outros tipos de resíduo. O que se vê, porém, é que com a divisão dos departamentos a gestão de resíduos fica fragmentada e principalmente com o setor de produção vegetal e de parques e praças, as responsabilidades se confundem.

Quanto ao planejamento da vegetação urbana, seria interessante para a cidade de Curitiba, aos moldes de Stuttgart e de algumas cidades brasileiras, estabelecer um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU). Para isso, o primeiro passo é a realização de um levantamento de dados quantitativos e qualitativos da vegetação urbana que pode ser feita em toda a área municipal ou por amostragem. No segundo caso é importante que as amostras sejam representativas. Pode ser feito, já nessa etapa, a identificação de locais viáveis para a plantação de novos indivíduos, dispensando assim, novo estudo futuro com tal intuito. Informações quanto a frequência das espécies, espécies raras e importantes, o estado fitossanitário das plantas, seu estágio de sucessão e sua localização são básicas para se ter um bom embasamento para a tomada de decisões e futuro monitoramento (SANCHES; COSTA; FILHO, 2008).

A fase seguinte do PDAU é o diagnóstico e a apresentação dos resultados. Com os dados catalogados é possível analisar, por exemplo, a diversidade de espécies e verificar a necessidade de aumento ou diminuição de alguma delas, o estado fitossanitário da planta para determinar planos de manejo e ações pontuais de remoção ou reposição de indivíduos e a relação de adaptabilidade das espécies para escolha futura. A forma de apresentação dos resultados impacta na melhor visualização das potenciais áreas de atuação e da priorização das mesmas. Setorizar o diagnóstico por regiões e espécies, por exemplo, torna rápida a visualização do manejo necessário. A terceira etapa é o planejamento e nele tudo que apontado no diagnóstico como melhoria necessária deve ter uma solução. Programas de plantio, manejo, educação ambiental. Cadastramento, capacitação de mão-de-obra,

convênios e de produção de mudas são planos interessantes de serem feitos. O cronograma de execução para cada um deles ajuda no cumprimento e na organização dos mesmos (SANCHES; COSTA; FILHO, 2008).

Inicialmente, mesmo que apenas um inventário amostral fosse realizado, o monitoramento da vegetação arbórea urbana já poderia ser feito com maior precisão e melhores decisões quanto às espécies adequadas e locais de plantio poderiam ser tomadas em busca do estabelecimento de uma floresta urbana sustentável. A quantidade de resíduo gerada e a consequente necessidade de destinação poderia ser reduzida se houvesse planejamento prévio, já que a árvore não interferiria na rede de transmissão com tanta regularidade, por exemplo. Segundo Rodrigues (2015), os principais custos obtidos com resíduos sólidos dependem das estratégias de manejo escolhidas e principalmente da forma de gestão municipal.

Atualmente, a cartilha elaborada pela COPEL traz algumas recomendações para o plantio de espécies no estado do Paraná. Quanto a essas características o Guia de arborização da COPEL indica que a copa da árvore seja globoso ou oval para que, mesmo após a poda, a forma original seja preservada e recuperada. Os troncos e ramos não devem conter espinhos para que não provoque acidentes além das flores e frutos não serem grandes/espessos para evitar o risco de queda e assim acidentes. O perfume também não deve ser forte para evitar alergias. As raízes devem ser pivotantes e os indivíduos devem ser resistentes a ventos fortes, doenças bióticas e abióticas, pragas e ervas-de-passarinho. A última consideração feita é quanto é o tamanho dos canteiros devendo ter, em média, 1 m². Quanto a distância das redes elétricas, recomenda-se que árvores de pequeno porte ou arbustivas sejam plantadas fora do eixo da rede elétrica para que as podas sejam facilitadas. Essa distância varia de acordo com a tensão da fiação sendo ela de 4,3 metros para redes de alta tensão em 138 kv, 4 metros para redes de alta tensão em 69 kv, 2 metros para redes convencionais de média tensão em 34,5 kv e em 13,8 kv e de 1 metro para redes de baixa tensão em 110 ou 220 kv (COPEL, 2009). Recomendações quanto ao replantio de mudas são que possuam tronco retilíneo com altura de bifurcação maior do que 1,80 metro para não atrapalhar no transito de veículos e pedestres (BIONDI; ALTHAUS, 2005; DE GONÇALVES OLIVEIRA; GONÇALVES; GONÇALVES, 2004).

Os fatores citados acima são de extrema importância para o desenvolvimento de uma floresta urbana sustentável na qual seus indivíduos se desenvolvam de forma

saudável, evitando a falta de espaço e nutrientes para seu desenvolvimento pleno e garantindo a escolha correta da espécie e a e a boa adaptação da árvore nas condições locais. A utilização de instrumentos de gestão como o Citree, por exemplo, ajudaria a escolher as espécies de árvores a serem plantadas de acordo com sua compatibilidade com as características locais. Outro instrumento interessante seria o Sistema de suporte de decisão que empiricamente ajuda a organizar estratégias para a gestão da vegetação arbórea urbana.

Levando em consideração a realização de podas na cidade de Curitiba, o principal conflito é que as árvores são ativos do município, o que gera conflito de interesses entre as duas entidades responsáveis pela poda e supressão vegetal. Um passo para a solução deste conflito seria a apresentação de um cronograma de podas a serem realizadas pela Prefeitura, para que a empresa de distribuição de energia elétrica possa também se programar e passar a levar em conta fatores fisiológicos das plantas. Segundo Aguirre Junior (2008), deixar as podas a encargo da COPEL é aumentar o resíduo produzido, já que por falta de conhecimento e pelo interesse próprio em manter a vegetação longe da rede de distribuição faz com que a companhia pode mais do que o necessário. O estudo técnico dos podadores quanto a fitossanidade das plantas e um plano de carreira estruturado poderiam amenizar as podas drásticas que ocorrem assim como perpetuar o conhecimento na área de modo que a rotatividade de trabalhadores diminuiria. Agregar funções como é feito em Stuttgart reduziria o número de trabalhadores necessários no órgão público e melhoraria a gestão da vegetação urbana.

Outra diferença notável é o sistema de coleta domiciliar. Enquanto em Stuttgart este ocorre somente duas vezes ao ano, nos períodos em que a poda de árvores, mesmo que em propriedade particular, é permitida, no Brasil, a solicitação pode ser feita a qualquer momento durante o ano, desde que esteja dentro das quantidades estipuladas. Na Alemanha, a restrição à poda é necessária devido a rígida sazonalidade. As estações são bem delimitadas e a amplitude térmica entre elas é grande. Observa-se aqui, então, uma grande preocupação com a fauna e seus processos migratórios.

Stuttgart possui o sistema de coleta do resíduo através da destinação em containers feita pela população em centrais de coleta já bem estruturada enquanto em Curitiba tal modelo existe para classes específicas de resíduo como pilhas e remédios.

Pode-se notar que a configuração dos postos de coleta é diferente. Na cidade alemã, os postos são fixos e a população pode levar seu resíduo até ele durante todo o ano. Na cidade brasileira, por outro lado, tem postos de coleta móveis e sua localização depende do cronograma estabelecido. A existência de postos fixos facilita para a criação do hábito de levar seu resíduo até um mesmo lugar todas as vezes além de ser mais cômodo aos moradores poder escolher a hora e o dia em que preferem fazê-lo. É necessário instalar no Brasil uma política de conscientização e instrução sobre a coleta seletiva. Hoje, apenas 18% dos municípios possuem coleta seletiva o que dificulta a correta destinação dos resíduos e a qualidade do tratamento (CEMPRE, 2016).

Um ponto em comum entre as duas regiões é que a produção, como esperado, reduz no inverno. Os motivos, porém, diferem nas duas situações. Em Stuttgart, as árvores em sua grande maioria já não têm mais folhas e nem produzem flores ou frutos, o que reduz a quantidade de resíduo gerado por elas. Em Curitiba, por sua vez, com a chegada do inverno a população deixa de podar seus jardins particulares, sendo assim, o número de solicitações para recolhimento do resíduo diminui.

Quanto a destinação, idealmente, o envio do resíduo vegetal para plantas de compostagem geraria adubo orgânico que poderia ser revendido aos consumidores locais como acontece em Stuttgart. Além dos solos brasileiros serem pobres em relação ao teor de nutrientes em sua composição devida a grande rotatividade de culturas e a alta produção (BIOGASTEC ENERGIE, 2013), a olericultura realizada no entorno da cidade de Curitiba seria um destino viável e menos custoso a esse resíduo. Os produtores do cinturão verde, basicamente familiares de pequeno e médio porte, representam hoje um mercado já existente para o composto. Estima-se que cada propriedade tenha em média 3 hectares e que hajam 14 mil produtores de hortaliças na região (HAMERSCHMIDT, 2016). Segundo Souza (2008), devem ser usados por plantio entre 10 a 50 toneladas de composto orgânico ou esterco curtido por hectare de cultivo dependendo das características do solo e dos nutrientes necessários. Levando em conta estes dados, e considerando um valor médio de adubo de 30 toneladas por hectare de plantação, apenas na região metropolitana de Curitiba, a demanda por adubo orgânico seria de 1.260.000 toneladas.

Quanto ao valor da tonelada do adubo orgânico, este pode variar de 100 a 150 reais enquanto o adubo químico custaria entre 800 e 900 reais a tonelada. As

dosagens de cada um variam com a necessidade do solo e a quantidade de nutrientes em suas composições (CEMPRE, 2015). Segundo a BIOGASTEC ENERGIE (2013), os adubos orgânicos possuem menor teor de nutrientes se comparados aos minerais, precisando serem aplicados em maiores quantidades. Por outro lado, possuem vantagens como a agregação do solo, melhora da estrutura, aeração, drenagem e armazenamento de água. Ainda pode-se comentar que fertilizantes orgânicos provenientes de esterco, por exemplo, podem ser de difícil obtenção em algumas regiões do país além de terem o risco de contaminação por antibióticos, sementes de espécies invasoras e patógenos, por exemplo (LEAL, 2014). Se comparada às fontes já citadas, o adubo orgânico proveniente somente de restos vegetais é uma alternativa que apresenta vantagens.

Quanto ao mercado de fertilizantes orgânicos, Nicoloso (2014) estima que até 2030 estes representem até 20% da demanda de fertilizantes no Brasil. Comparando os anos de 2017 e 2019 já é percebido um aumento no consumo de fertilizantes orgânicos e organominerais que representam 4% e 12%, respectivamente (BRASIL, 2019). Ambas as parcelas utilizam em sua produção matéria orgânica que pode ser de origem vegetal ou animal como estercos, restos de culturas, folhas, cascas, galhos, raízes, insetos, fungos e microorganismos (CRUZ; PEREIRA; FIGUEREDO, 2017). Pode-se notar que o mercado para adubos orgânicos ainda é pequeno, contudo, a perspectiva de crescimento indica também a necessidade de aumento da produção. Uma estratégia interessante para o crescimento deste mercado seria a implementação de um subsídio para o adubo orgânico, como já é feito na Europa. A redução do custo de venda ou a valorização daqueles que utilizam o composto incentivaria os produtores agrícolas a investirem neste mercado além de reduzir o uso de fertilizantes químicos e todas os impactos por eles trazidos.

A falta de pessoal e de conhecimento técnico para operar uma planta de reciclagem poderia ser suprida com a abertura de uma licitação e a escolha de uma empresa capacitada para gerir a planta de compostagem e assim seria possível a venda do composto gerado. Um exemplo de iniciativa neste sentido é o Projeto compostar, hoje conhecido como Composta Mais, implantado no ano de 2018 em Curitiba e região metropolitana. O intuito é a coleta resíduos orgânicos nos domicilio e empresas retornando ao cliente 1kg do próprio composto gerado no tratamento ou uma muda de hortaliça. Semanalmente ou com maior frequência de acordo com a

demanda do cliente, a coleta é feita. Hoje o projeto atende 180 casas e 85 estabelecimentos comerciais e já tratou mais de 300 toneladas de material orgânico. O custo desta destinação é de 55 reais ao mês para famílias com até 3 pessoas e de 65 reais para famílias maiores (COMPOSTAMAIS, 2020).

A implementação de plantas de compostagem como tratamento para resíduos orgânicos requer primeiramente uma coleta seletiva eficiente. No caso de restos alimentares a contaminação desse resíduo com metais ou a falta de consciência da população tornam difíceis a instalação de plantas de compostagem municipais. Com relação aos resíduos vegetais, a separação se mostra mais fácil já que são situações específicas que geram tal resíduo. Da mesma maneira, uma triagem anterior ao tratamento do resíduo seria interessante para separar os resíduos com maior valor de mercado como os troncos com diâmetros mais grossos que já possuem mercado consolidada na indústria de mobiliário e de pequenos objetos. Além disso, o uso desta fração do resíduo em fornos como combustível reduziria, por exemplo, o uso de combustíveis fósseis.

Abaixo, como mostrado na FIGURA 24, as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da cidade de Curitiba com relação ao cenário de destinação dos resíduos apresentado pela cidade de Stuttgart foram compiladas através de uma matriz SWOT. A comparação aqui se deu entre a destinação majoritária do resíduo para produção de cavacos na cidade de Curitiba e as alternativas de compostagem e geração de energia por biogás amplamente utilizadas na cidade de Stuttgart.

A destinação atual da cidade de Curitiba tem como vantagem o mercado garantido para esse tipo de resíduo e o retorno imediato de capital, já que não é necessário esperar o resíduo maturar, como no caso compostagem. Como desvantagem, a destinação como cavacos ao setor industrial não gera aditivo orgânico e assim, não completa a ciclagem dos nutrientes, já que estes não se decompõem e são reabsorvidos pelo solo. Além disto, há emissões gasosas geradas pela queima do cavaco nas indústrias, sendo este um composto mais instável e poluente do que o gerado na compostagem. Para este fim, o poder calorífico do resíduo precisa ser levado em conta e a presença de folhas não é recomendável sendo solução para apenas uma fração do resíduo gerado. Deve-se ressaltar que o uso de cavacos na indústria possui a vantagem de reduzir o uso de combustíveis fósseis.

A implementação de unidades de compostagem na cidade de Curitiba reduziria em volume e massa do resíduo sólido urbano gerado e a utilização do composto na agricultura reciclaria os nutrientes retirados do solo durante o desenvolvimento da planta, fertilizando o solo. O uso e venda do composto produzido pela compostagem poderia consolidar um novo mercado e sua utilização no horto municipal da cidade favoreceria o desenvolvimento das mudas que futuramente seriam plantas nos canteiros urbanos. Se a destinação escolhida fosse a degradação anaeróbia, a energia gerada pelo composto poderia também ser utilizada localmente. No quesito ambiental, o composto produzido é mais estável e menos poluente, evitando, além das emissões gasosas geradas pela queima final do cavaco, a emissão de gás carbônico ou metano nos aterros sanitários. Além disso, o lodo, se retirada a umidade, pode ser usado também como fonte de nutrientes na agricultura. O processo de retirada da água, porém, seria custoso.

Por fim, as principais ameaças quanto a destinação atual são o déficit de mercado, caso o uso dos cavacos pelas indústrias seja substituído por outro material e o tratamento de resíduos com maior valor agregado pela compostagem como galhos de madeira. Já para o caso da compostagem, seriam a necessidade de investimento inicial e de manutenção, de pessoal capacitado para operar as plantas e a possível falta de mercado para o composto final.

	Forças	Fraquezas
Ambiente Interno	• Retorno financeiro imediato já que não há tempo de maturação do composto • Garantia de mercado do cavaco nas indústrias que hoje já o utilizam como combustível • Redução do uso de combustíveis fósseis e, em consequência, das emissões gasosas pelo uso destes	• Uso como cavaco não gerar aditivo orgânico • Emitir gases no processo de queima do cavaco • Desbalanço nutricional por falta de retorno dos nutrientes ao solo • Não gerar energia do resíduo sólido • Geração de composto mais instável e poluente do que o adubo orgânico gerado na compostagem
Ambiente Externo	• Implantação de plantas de compostagem • Redução em massa e volume dos resíduos sólidos • Reciclagem dos nutrientes • Fertilização do solo • Criação de um novo mercado • Utilização do composto gerado no horto municipal • Redução da emissão gerada pela queima do composto • Geração de energia • Formação de composto mais estável e menos impactante ao ambiente	• Redução do mercado de cavaco • Investimento para implementação e manutenção das plantas de compostagem • Treinamento de pessoal capacitado para operar a planta • Contole de parâmetros como temperatura, umidade e aeração • Falta de mercado para o composto final • Falha na coleta seletiva ou na triagem e destinação de resíduos com maior valor agregado para compostagem
	Oportunidades	Ameaças

FIGURA 24 - ANÁLISE SWOT DAS FORÇAS, FRAQUEZAS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS DA DESTINAÇÃO UTILIZADA PELA CIDADE DE CURITIBA COM RELAÇÃO ÀQUELA ESCOLHIDA PELA CIDADE DE STUTTGART.
FONTE: Autora, 2019.

5 CONCLUSÕES

O processo de gestão da vegetação arbórea urbana de uma cidade vai desde o cultivo da muda até a destinação final do resíduo de poda e supressão. A comparação entre as cidades de Curitiba e Stuttgart apontou semelhanças e diferenças neste processo. A começar pelas espécies recorrentes, as únicas semelhanças são o Pinheiro bravo (*Pinus Pinaster*) e Acer (*Acer*). Este fato está relacionado aos diferentes biomas em que as cidades se encontram, predominando em Stuttgart árvores caducifólias. Em ambas, as árvores plantadas são preferencialmente nativas, mas o uso de árvores exóticas é aceito quando estas possuem melhor adaptabilidade local e grande aceitação da população. Em Curitiba, o plantio e escolha das espécies segue o Manual de arborização urbana do estado elaborado pela COPEL e em Stuttgart uma lista de espécies catalogadas de acordo com sua adaptabilidade as características como umidade, poluição e sombreamento. Falta em Curitiba, a elaboração de um Plano Diretor de Arborização Urbana necessário para elaboração do diagnóstico da cidade e para tomadas de decisão.

Outra grande diferença entre as cidades é que em Stuttgart um único órgão municipal gere todo o resíduo proveniente das podas e supressão vegetal enquanto, em Curitiba, a responsabilidade é dividida entre departamentos de Produção vegetal, Limpeza Pública e Parques e Praças o que dificulta a contabilização de dados e a formulação de planos de gestão na área.

A poda e supressão na cidade brasileira é feita por dois agentes diferentes, a Prefeitura e a Companhia de distribuição de energia elétrica do Paraná (COPEL). No primeiro caso o intuito é o bem-estar da planta e no segundo o afastamento do cabeamento e redução dos danos gerados aos mesmos. Em Stuttgart a poda tem objetivo semelhante ao da Prefeitura Municipal de Curitiba. Para tanto, os podadores na cidade alemã recebem um treinamento de 3 anos teórico e prático enquanto os trabalhadores contratados tanto pela Prefeitura quanto pela COPEL não necessitam ter educação técnica especifica apenas experiência na área e treinamento.

Um importante instrumento de gestão é o monitoramento dos espécimes. Para tanto é necessária a elaboração de um inventário florestal definido como estágio base para o monitoramento. Stuttgart já possui seu georreferenciamento das árvores urbanas e seu banco de dados possui características específicas de cada indivíduo. Em Curitiba, a elaboração de um inventário ainda se faz necessário assim como um sistema de

georreferenciamento, que atualmente, é feito apenas pela COPEL visando identificar indivíduos passíveis de poda.

O monitoramento das plantas é importante para ver como se dá seu desenvolvimento quanto às características locais. Dessa maneira, um plantio inteligente com a escolha adequada das espécies pode ser feito. Questões como o tamanho de copa, a área do canteiro, o tipo de raiz da planta, a altura de bifurcação e a tortuosidade devem ser levados em conta para que não haja problemas futuros nem no desenvolvimento da planta e nem na acessibilidade de pedestres e veículos nas vias públicas. Para suprir esta necessidade instrumentos de gestão como o Citree poderiam ser utilizados ou até desenvolvidos especificamente para a região.

A má escolha das espécies pode gerar um aumento na necessidade de poda e supressão tanto pela proximidade ao cabeamento de distribuição de energia quanto pela desaprovação da sociedade. Deste modo, a quantidade de resíduo gerado pode aumentar. Foi visto que as etapas de poda e supressão são as mais custosas para o município de Curitiba, portanto, reduzir a geração de resíduo reduz o custo gasto tanto na gestão da árvore quanto na sua destinação final. Quanto as características de porte para que a cabeamento elétrico não seja afetado, a tortuosidade, altura de bifurcação, tipo de raiz para evitar danos ao trânsito de pedestres e veículos, as espécies consideradas invasoras e o custo de manejo, são recomendados para o plantio na cidade Curitiba o Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), o Fedegoso (*Senna macranthera*), o Acer (*Acer negundo*), a Cassia (*Cassia leptophylla*), a Quaresmeira (*Tibouchina sellowianan*) e a Extremosa (*Lagerstroemia Indica*).

Stuttgart gera aproximadamente dez vezes mais resíduo do que Curitiba devido à perda de folhas da vegetação durante o outono. Este resíduo é destinado principalmente à compostagem. Curitiba, por sua vez, gera em torno de 300 toneladas ao mês de resíduo sendo 60% deste de origem da Prefeitura municipal. As destinações utilizadas na cidade variam entre compostagem, aterro, utilização como biomassa e combustível para forno. Quanto à destinação de resíduos sólidos provenientes da poda, Curitiba possui muitas oportunidades a serem exploradas.

Pode-se perceber que a implementação de plantas de compostagem possui muitas vantagens para a cidade e que a destinação usada atualmente não apresenta muitas forças. Apesar de algumas incertezas quanto ao mercado do adubo aditivo orgânico produzido e do custo de implementação, a compostagem dos resíduos verde geraria menores impactos ambientais gerando compostos mais estáveis e com menores

impactos ambientais. Soluções seriam a abertura de editais de licitação terceirizando o tratamento do resíduo e a implementação de um subsídio para incentivar a compra o composto orgânico. É importante também a segregação das frações do resíduo vegetal, dando ao resíduo de maior valor como galhos mais grossos de madeira destinações que valorizem seu valor de mercado.

Um plano de gestão arbórea urbana bem consolidado e estruturado em todas as fases do processo deve ser elaborado e estar presente no Plano diretor do município. Sendo possível assim, reduzir custos e tornas a gestão da vegetação arbórea urbana mais eficiente.

REFERÊNCIAS

AASETRE, J. Perceptions of communication in Norwegian forest management. **Forest Policy and Economics**, 2006.

AGUIRRE JUNIOR, J. H. DE. Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas / SP : histórico , situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí. p. 122, 2008.

ALEMANHA. Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG). p. 1–66, 2009.

ALVEY, A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 5, n. 4, p. 195–201, 2006.

AMATO, N. E. D.; SYDNOR, T. D.; KNEE, M.; HUNT, R. WHICH COMES FIRST , THE ROOT OR THE CRACK ? n. September, 2014.

ANEEL. Contrato de Concessão 46/99 - ANEEL. 1998.

ARCHETTI, M. The origin of autumn colours by coevolution. **Journal of Theoretical Biology**, v. 205, n. 4, p. 625–630, 2000.

ARCHETTI, M. Classification of hypotheses on the evolution of autumn colours. **Oikos**, v. 118, n. 3, p. 328–333, 2009a.

ARCHETTI, M. Decoupling vigour and quality in the autumn colours game: weak individuals can signal, cheating can pay. **Journal of theoretical biology**, v. 256, n. 3, p. 479–484, 2009b.

ARCHETTI, M.; BROWN, S. P. The coevolution theory of autumn colours. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 271, n. 1545, p. 1219, 2004.

ARCHETTI, M.; DÖRING, T. F.; HAGEN, S. B.; HUGHES, N. M.; LEATHER, S. R.; LEE, D. W.; LEV-YADUN, S.; MANETAS, Y.; OUGHAM, H. J.; SCHABERG, P. G.; THOMAS, H. Unravelling the evolution of autumn colours: an interdisciplinary approach. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, n. 3, p. 166–173, 2009.

ARMSON, D.; STRINGER, P.; ENNOS, A. R. The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 12, n. 3, p. 282–286, 2013.

AUER, C. Doenças em Ipês: identificação e controle. **Embrapa Florestas. Documentos**, p. 18, 2001.

AUER, C. G. Doenças de Árvores Urbanas. **Embrapa-CNPF, Documento 28**, p. 18, 1996.

AVELIN, A.; SKVARIL, J.; AULIN, R.; ODLARE, M.; DAHLQUIST, E. Forest Biomass for Bioenergy production – Comparison of Different Forest Species. **Energy Procedia**, v. 61, p. 1820–1823, 1 jan. 2014.

BADEN- WÜRTTEMBERG, S. L. Abfallbilanz 2017. 2017.

(BADEN- WÜRTTEMBERG STATISTICHES LANDESAMT). **Bevölkerung, Gebiet und Bevölkerungsdichte - Statistisches Landesamt Baden-Württemberg**. Disponível em: <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/GebietFlaeche/01515020.tab?R=GS111000>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Química da madeira. **Piracicaba: ESALQ**, 1985.

BENGOUGH, A. G.; MCKENZIE, B. M.; HALLETT, P. D.; VALENTINE, T. A. Root elongation , water stress , and mechanical impedance : a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. v. 62, n. 1, p. 59–68, 2011.

BERG, A. E. VAN DEN; VRIES, S. DE; VERHEIJ, R. A.; GROENEWEGEN, P. P. safety. v. 9, p. 1–9, 2006.

BERNETTI, I.; FAGARAZZI, C.; FRATINI, R. A methodology to anaylse the potential development of biomass-energy sector: an application in Tuscany. **Forest Policy and Economics**, v. 6, n. 3–4, p. 415–432, 2004.

BIOGASTEC ENERGIE. **Relatório Final – Desenvolvimento de conceitos para o tratamento de efluentes do biogás no sul do Brasil. Förderung klimafreundlicher Biogastechnologien in Brasilien, GIZ Brasil (DKTI-Biogas-BR).** [s.l: s.n.].

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. 2005.

BIONDI, D.; MULLER, E. Espécies arbóreas invasoras no paisagismo dos parques urbanos de curitiba, PR. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 69–82, 2013.

BOBROWSKI. Universidade Federal Do Paraná Rogério Bobrowski Estrutura E Dinâmica Da Arborização De Ruas De Curitiba ,. p. 0–144, 2011.

BOBROWSKI, R.; FERREIRA, R. L. C.; BIONDI, D. Phytosociological Description of Street Trees By Different Ways of. p. 1167–1178, 2016.

BODNARUK, E. W.; KROLL, C. N.; YANG, Y.; HIRABAYASHI, S.; NOWAK, D. J.; ENDRENY, T. A. Landscape and Urban Planning Where to plant urban trees ? A spatially explicit methodology to explore ecosystem service tradeoffs. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 457–467, 2017.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. v. 29, p. 293–301,

1999.

BOSCHIERO, M.; CHERUBINI, F.; NATI, C.; ZERBE, S. Life cycle assessment of bioenergy production from orchards woody residues in Northern Italy. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 2569–2580, 20 jan. 2016.

BOURNE, K. S.; CONWAY, T. M. The influence of land use type and municipal context on urban tree species diversity. **Urban ecosystems**, v. 17, n. 1, p. 329–348, 2014.

(BRASIL). **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Disponível em: <http://www.sbau.org.br/>. Acesso em: 5 dez. 2018a.

BRASIL. **Decreto nº 24.643 - Código das Águas**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm>.

(BRASIL). **Constituição Federal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 9 jan. 2020.

(BRASIL). **Lei 9605 - Lei de Crimes Ambientais**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 9 jan. 2020.

(BRASIL). **Lei 10.257 - Estatuto das Cidades**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 9 jan. 2020a.

(BRASIL). **Lei nº 11.445 - Diretrizes sobre o Saneamento Básico**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 22 jan. 2020.

(BRASIL). **Lei nº 12.305/2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 24 nov. 2018a.

BRASIL. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. p. 75, 2010b.

(BRASIL). **Lei 12651 - Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 9 jan. 2020a.

(BRASIL). **Indústria de fertilizantes especiais cresce em 2018 e fatura 7,6 bilhões - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/industria-de-fertilizantes-especiais-cresce-em-2018-e-fatura-7-6-bilhoes>. Acesso em: 19 jan. 2020.

BRASIL, C. N. DO M. A. Resolução 278. v. 11, n. 3, p. 287–301, 2001b.

(BRASIL, B. C. DO). **Currency Conversion**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/en/currencyconversion>. Acesso em: 16 jan. 2020b.

BRASIL, M. DO T. **NR-35 Trabalho em Altura**. [s.l: s.n.].

(**Britannica**.). Disponível em: <https://www.britannica.com/plant>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BURT, J. W.; MUIR, A. A.; PIOVIA-SCOTT, J.; VEBLEN, K. E.; CHANG, A. L.; GROSSMAN, J. D.; WEISKEL, H. W. Preventing horticultural introductions of invasive plants: potential efficacy of voluntary initiatives. **Biological Invasions**, v. 9, n. 8, p. 909–923, 2007.

BUSTAMANTE, M. A.; SAID-PULLICINO, D.; AGULLÓ, E.; ANDREU, J.; PAREDES, C.; MORAL, R. Application of winery and distillery waste composts to a Jumilla (SE Spain) vineyard: Effects on the characteristics of a calcareous sandy-loam soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 140, n. 1–2, p. 80–87, 30 jan. 2011.

CABARABAN, M. T. I.; KROLL, C. N.; HIRABAYASHI, S.; NOWAK, D. J. Modeling of air pollutant removal by dry deposition to urban trees using a WRF/CMAQ/i-Tree Eco coupled system. **Environmental Pollution**, v. 176, p. 123–133, 2013.

CANNON, A. The significance of private gardens for bird conservation. **Bird Conservation International**, v. 9, n. 04, p. 287–297, 1999.

CAPOTORTI, G.; VICO, E. DEL; ANZELLOTTI, I.; CELESTI-GRAPOW, L. Combining the Conservation of Biodiversity with the Provision of Ecosystem Services in Urban Green Infrastructure Planning : Critical Features Arising from a Case Study in the Metropolitan Area of Rome. 2017.

CARDOSO, G. V.; DA ROSA, C. A. B.; GUARIENTI, A. F.; PEDRAZZI, C.; DE SOUZA, M. C. H.; FRIZZO, S. M. B.; FOELKEL, C. E. B. Adequação de metodologia amostral de madeira de Eucalyptus saligna e Eucalyptus globulus para determinaçãodo teor de cinzas. Congresso Anual de Celulose e Papel, São Paulo, Brasil. **Anais**... 2001 v. 34

CARREIRO, M. M.; SONG, Y.-C.; WU, J. **Ecology, planning, and management of urban forests: International perspective**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2007.

(CEMPRE). **Composto Urbano | CEMPRE**. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>. Acesso em: 22 jul. 2019.

(CEMPRE). **Coleta seletiva ainda é um desafio para o país, aponta Ciclosoft 2016 | CEMPRE**. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/70/coleta-seletiva-ainda-e-um-desafio-para-o-pais--aponta-ciclosoft-2016>. Acesso em: 22 jan. 2020.

CLARK, J. R.; MATHENY, N. P.; CROSS, G.; WAKE, V. A model of urban forest sustainability. **Journal of arboriculture**, v. 23, p. 17–30, 1997.

(**Clemson University, South Carolina**.). Disponível em: <https://hgic.clemson.edu/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CODER, K. D. **Tree roots and infrastructure damage**. [s.l.] University of Georgia Cooperative Extension Service Forest Resources, 1998.

COMAM. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização de Porto Alegre Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.07.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.080%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007%0Ahttps://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.02309/full%0Ahttp://dx.doi.org/10.1007/s13762->

COMMISSION, E. Green infrastructure (GI)—enhancing Europe’s natural capital. **European Commission, Brussels**, 2013.

(COMPOSTAMAIS). **O que fazemos**. Disponível em: <https://compostamais.com/o-que-fazemos/>. Acesso em: 25 jan. 2020.

COPEL. **Arborização de Vias Públicas**., 2009.

COPEL. EDITAL - Concorrência Copel SGD180021/2018. v. 01, 2018.

COPEL, C. P. DE E. **Curitiba, Abril de 2016.** [s.l: s.n.].

COUNCIL, N. R. **Urban forestry: toward an ecosystem services research agenda: a workshop summary**. [s.l.] National Academies Press, 2013.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. DOS S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes Organominerais De Resíduos Do Agronegócio : Avaliação Do Potencial Fertilizers : Evaluation of the Brazilian Economic Potential. **Indústria Química: BNDES Setorial**, v. 45, p. 137–187, 2017.

CUMMINS, S. K.; JACKSON, R. J. THE BUILT ENVIRONMENT AND CHILDREN ' S HEALTH. v. 48, n. 5, p. 1241–1252, 2001.

CURITIBA. Lei 7651 - Obrigatoriedade do plantio de árvores nos passeios para expedição do certificado de conclusão de obra. 1991.

CURITIBA. **Lei 9806 - Código Florestal do Município de Curitiba**. [s.l: s.n.].

(CURITIBA). **Decreto 983**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2004/98/983/decreto-n-983-2004-regulamenta-os-arts-12-21-e-22-da-lei-n-7833-de-19-de-dezembro-de-1991-dispondo-sobre-a-coleta-o-transporte-o-tratamento-e-a-disposicao-final-de-residuos-solidos-no-munic>. Acesso em: 28 set. 2019a.

CURITIBA. Decreto 983 - Regulamenta os arts. 12, 21 e 22 da Lei nº 7.833 de 19 de dezembro de 1991, dispondo sobre a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no município de Curitiba

CURITIBA. Decreto 1181 - Árvores imunes ao corte. 2009.

CURITIBA. Plano de Gestão Integrada de resíduos sólidos. 2012.

CURITIBA. Unidades de Triagem e Compostagem de Apostila para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos. 2013.

(CURITIBA). **Plano de arborização colocou 139 mil árvores em Curitiba desde 2013 - Prefeitura de Curitiba**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/plano-de-arborizacao-colocou-139-mil-arvores-em-curitiba-desde-2013/40342>. Acesso em: 25 set. 2019.

(CURITIBA). **Conheça as árvores que compõem a paisagem de Curitiba - Prefeitura de Curitiba**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/conheca-as-arvores-que-compoem-a-paisagem-de-curitiba/45657>. Acesso em: 4 dez. 2018a.

CURITIBA. **Diretrizes Para Conservação Da Biodiversidade Na Região Metropolitana De Curitiba: Áreas Prioritárias, Ações Estratégicas E Integração Regional. Publicação Da Prefeitura Municipal De Curitiba, Secretaria Municipal Do Meio Ambiente E Spvs (Sociedade De Pes**. [s.l: s.n.].

(CURITIBA). **Conheça as árvores que compõem a paisagem de Curitiba - Prefeitura**

de Curitiba. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/conheca-as-arvores-que-compoem-a-paisagem-de-curitiba/45657>. Acesso em: 25 set. 2019c.

CURITIBA. **Contrato de Prestação de Serviços**., 2018d.

CURITIBA, P. Decreto 473/2008 da Prefeitura Municipal de Curitiba. 2008a.

CURITIBA, S. M. DO M. A. Plano Municipal de controle ambiental e Desenvolvimento Sustentável. v. I, p. 430, 2008b.

DA SILVA, D. F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na adefinição de plano de manejo de aborização viária de águas de São Pedro-SP. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 973–982, 2005.

DAILY, G. C. Valuing and safeguarding Earth's life support systems. **Natures Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, DC**, p. 365–374, 1997.

DAVIES, H. J.; DOICK, K. J.; HUDSON, M. D.; SCHRECKENBERG, K. Challenges for tree officers to enhance the provision of regulating ecosystem services from urban forestsDAVIES, H. J.; DOICK, K. J.; HUDSON, M. D.; SCHRECKENBERG, K. Challenges for tree officers to enhance the provision of regulating ecosystem services f. **Environmental Research**, v. 156, n. March, p. 97–107, 2017.

DE GONÇALVES OLIVEIRA, E.; GONÇALVES, W.; GONÇALVES, L. A. J. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 479–486, 2004.

DE LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H.; BOBROWSKI, R. Fotografias aéreas para mensuração da área de copa das árvores de ruas de curitiba - PR. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 577–586, 2012.

(**Desenvolvimento Sustentável: Inventário Florestal no Paraná vai orientar políticas públicas - Agência Estadual de Notícias**.). Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=99559>. Acesso em: 9 jan. 2020.

DOICK, K.; HUTCHINGS, T. **Air temperature regulation by urban trees and green infrastructure**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRN012.pdf/$FILE/FCRN012.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

DWYER, J.; MCPHERSON, E. G.; SCHROEDER, H. W. ASSESSING THE BENEFITS AND COSTS OF THE. n. JANUARY 1992, 1992.

(EMBRAPA). **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/>. Acesso em: 8 jan. 2020.

ESCOBEDO, F. J.; ANDREU, M. **A community guide to Urban Forest Inventories**. [s.l.] University of Florida, IFAS Extension, 2008.

ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J. E. Urban forests and pollution mitigation : Analyzing ecosystem services and disservices. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 8–9, p. 2078–2087, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. **Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities**. [s.l: s.n.].

EVENSON, K. R.; WEN, F.; HILLIER, A.; COHEN, D. A. Assessing the Contribution of Parks to Physical Activity using. v. 45, n. 10, p. 1981–1987, 2014.

FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIORNMENT, NATURE, CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY. Waste management in Germany 2018. **Waste Management**, p. 1–32, 2018.

FERNÁNDEZ-ROMERO, M. L.; LOZANO-GARCÍA, B.; PARRAS-ALCÁNTARA, L.; COLLINS, C. D.; CLARK, J. M. Effects of Land Management on Different Forms of Soil Carbon in Olive Groves in Mediterranean Areas. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 4, p. 1186–1195, 1 maio 2016.

FISCHER, K. **Gestão e destinação do resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019.

FLANNIGAN, J.; FLANNIGAN, J. AN EVALUATION OF RESIDENTS ' ATTITUDES TO STREET TREES IN SOUTHWEST ENGLAND. v. 1375, 2012.

FONTAINE, L. C.; LARSON, B. M. H. The right tree at the right place? Exploring urban foresters' perceptions of assisted migration. **Urban Forestry and Urban Greening**, 2016.

FRANCIS, R. A.; LORIMER, J.; RACO, M. Urban ecosystems as' natural'homes for biogeographical boundary crossings. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 37, n. 2, p. 183–190, 2011.

FRANCO, J. A.; BAÑÓN, S.; VICENTE, M. J.; MIRALLES, J.; BAÑÓN, S.; VICENTE, M. J.; MIRALLES, J. Review Article : Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions – a review. v. 0316, 2015.

FRUMKIN, H. Human Health and the Natural Environment. v. 20, n. 3, 2001.

GÄLZER, R. **Grünplanung für Städte : Planung, Entwurf, Bau und Erhaltung**. [s.l.] Ulmer, 2001.

(GAZETA DO POVO). **Info - Áreas Verdes em Curitiba**. Disponível em: <https://apps.gazetadopovo.com.br/ger-app-webservice/webservices/iframeHttps/codigo/646>. Acesso em: 14 fev. 2019.

GERMAN BIOWASTE ORDINANCE. Verordnung {ü}ber die Verwertung von Bioabf{ä}llen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und g{ä}rtnerisch genutzten B{ö}den (Bioabfallverordnung - BioAbfV). p. 1–58, 1998.

(GEYER). **Central Database For Cultivated Woody Plants In Europe—GINKGO**. Disponível em: <https://www.uni-due.de/ginkgo/index.htm>. Acesso em: 24 nov. 2018.

GIVONI, B. IMPACT OF PLANTED AREAS ON URBAN ENVIRONMENTAL QUALITY : A REVIEW. v. 25, n. 3, p. 289–299, 1991.

GONÇALVES, C.; EVTYUGINA, M.; ALVES, C.; MONTEIRO, C.; PIO, C.; TOMÉ, M. Organic particulate emissions from field burning of garden and agriculture residues. **Atmospheric Research**, v. 101, n. 3, p. 666–680, 1 ago. 2011.

(GOOGLE MAPS). **Google Maps**. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Stuttgart,+Alemanha/@50.857084,10.6616346,6z/data=!4m5!3m4!1s0x4799db34c1ad8fd3:0x79d5c11c7791cfe4!8m2!3d48.7758459!4d9.1829321>. Acesso em: 5 dez. 2018.

GÖRANSSON, H.; WALLANDER, Æ.; INGERSLEV, M.; ROSENGREN, Æ. U. Estimating the relative nutrient uptake from different soil depths in Quercus robur , Fagus sylvatica and Picea abies. p. 87–97, 2006.

HAASE, D.; LARONDELLE, N.; ANDERSSON, E.; ARTMANN, M.; BORGSTRÖM, S.; BREUSTE, J.; GOMEZ-BAGGETHUN, E.; GREN, Å.; HAMSTEAD, Z.; HANSEN, R.; KABISCH, N.; KREMER, P.; LANGEMEYER, J.; RALL, E. L.; MCPHEARSON, T.; PAULEIT, S.; QURESHI, S.; SCHWARZ, N.; VOIGT, A.; WURSTER, D.; ELMQVIST, T. A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. **Ambio**, v. 43, n. 4, p. 413–433, 2014.

(HAMERSCHMIDT, I.). **A Agricultura Familiar e a Olericultura no Paraná - Emater - Emater**. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=4624>. Acesso em: 18 jan. 2020.

HAMILTON, W. D.; BROWN, S. P. Autumn tree colours as a handicap signal. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 268, n. 1475, p. 1489–1493, 2001.

HEILWECK-BACKES, I. zungsplanung und die tatsächliche Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Stuttgart seit 1980. 2004.

HEINEMAN, A. M.; OTIENO, H. J. O.; MENGICH, E. K.; AMADALO, B. A. Growth and yield of eight agroforestry tree species in line plantings in Western Kenya and their effect on maize yields and soil properties. **Forest Ecology and Management**, v. 91, n. 1, p. 103–135, 1997.

HILL, K. **Design and planning as healing arts: the broader context of health and environment**. [s.l.] Island Press: Washington, DC, USA, 2002. v. 1

HORNBEAM, E.; GILMAN, E. F.; WATSON, D. G. Carpinus betulus “Fastigiata”. n. November, p. 1–3, 1993.

HOUGH, M. **City form and natural process: towards a new urban vernacular**. [s.l.] London: Croom Helm, 1984.

(**i-Tree**.). Disponível em: <http://www.itreetools.org/>. Acesso em: 24 nov. 2018.

IAP. Portaria 46/2015 - Procedimentos para controle da exploração do pinhão. p. 1–5, 2015.

(IBF). **Instituto Brasileiro de Florestas**. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

(IBGE). **Curitiba (PR) | Cidades e Estados | IBGE**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/curitiba.html?>. Acesso em: 11 jan. 2020.

IBGE, I. B. DE G. E E. Censo Demográfico 2010: Características urbanísticas do entorno dos domicílios. **Censo Demográfico 2010**, v. 41, p. 1–81, 2010.

(INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS). **Árvore Araucária**. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/component/tags/tag/arvore-araucaria.html>. Acesso em: 25 nov. 2018.

IPPUC, I. DE P. E P. U. DE C. DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO IPPUC - SETOR DE DOCUMENTAÇÃO Ângela M . Silvia Küster Cherobim – CRB / 9ªr - 601. 2015.

(ISSG). **Global Invasive Species Database of Invasive Species Specialist Group**. Disponível em: <http://www.iucngisd.org>. Acesso em: 8 jan. 2020.

JACOMETTI, M. A.; WRATTEN, S. D.; WALTER, M. Management of understorey to reduce the primary inoculum of Botrytis cinerea: Enhancing ecosystem services in vineyards. **Biological Control**, v. 40, n. 1, p. 57–64, 1 jan. 2007.

JACTEL, H.; BROCKERHOFF, E.; DUELLI, P. **2 A Test of the Biodiversity-Stability Theory: Meta-analysis of Tree Species Diversity Effects on Insect Pest Infestations, and Re-examination of Responsible Factors**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-26599-6_12.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

(JBRJ). **Flora do Brasil 2020 em construção - Jardim Botânico do Rio de Janeiro**.

JENERETTE, G. D.; HARLAN, S. L.; STEFANOV, W. L.; MARTIN, C. A. Ecosystem services and urban heat riskscape moderation: water, green spaces, and social inequality in Phoenix, USA. **Ecological applications : a publication of the Ecological Society of America**, v. 21, n. 7, p. 2637–51, out. 2011.

JIMÉNEZ, S.; REIGHARD, G. L.; BIELENBERG, D. G. Gene expression of DAM5 and DAM6 is suppressed by chilling temperatures and inversely correlated with bud break rate. **Plant molecular biology**, v. 73, n. 1–2, p. 157–167, 2010.

JOBBÁGY, E. G.; JACKSON, R. B. The distribution of soil nutrients with depth : Global patterns and the imprint of plants. p. 51–77, 2001.

JOHNSTON, M. Trees in Towns II government recognition of urban forest needs. n. November 2009, p. 1–12, 2009.

KANG, B. T. Alley cropping—soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v. 91, n. 1, p. 75–82, 1997.

KANGAS, A.; SAARINEN, N.; SAARIKOSKI, H.; LESKINEN, L. A.; HUJALA, T.; TIKKANEN, J. Stakeholder perspectives about proper participation for Regional Forest Programmes in Finland. **Forest Policy and Economics**, 2010.

KAPLAN, R. Some Psycholog Ical Benefits of Gardening. **Environment and behavior**, v. 5, n. 2, p. 145–162, 1973.

KENNEY, W. A.; WASSENAER, P. J. E. VAN; SATEL, A. L. Criteria and Indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management. v. 37, n. 3, p. 108–117, 2011.

KERN, M.; RAUSSEN, T.; FUNDA, K.; LOOTMA, A.; HOFMANN, H. Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz. 2010.

KIRNBAUER, M. C.; KENNEY, W. A.; CHURCHILL, C. J.; BAETZ, B. W. A prototype decision support system for sustainable urban tree planting programs. v. 8, p. 3–19, 2009.

(KOMPOSTWERK). **Kompostwerk Kirchheim u.T.** Disponível em: <https://www.kompostwerk-kirchheim.de/preise.htm>. Acesso em: 1 out. 2019.

KONIJNENDIJK, C. C.; RICARD, R. M.; KENNEY, A.; RANDRUP, T. B. Defining urban forestry - A comparative perspective of North America and Europe. **Urban Forestry and Urban Greening**, 2006.

KOZERA, C.; DITTRICH, A. V. DE O.; SILVA, S. M. Composição Florística Da Floresta Ombrófila Mista Montana Do Parque Municipal Do Barigüi , Curitiba , Pr 1. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 45–58, 2006.

KUSER, J. E. **Urban and community forestry in the northeast**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2006.

(LANDESHAUPTSTADT STUTTGART, S.). **Grüne Großstadt - Stadt Stuttgart**. Disponível em: <https://www.stuttgart.de/item/show/54306/1>. Acesso em: 4 dez. 2018.

LEAL, L. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CLIMA URBANO DA CIDADE DE CURITIBA - PR CURITIBA DA CIDADE DE CURITIBA – PR. 2012.

LEAL, L. **Gestão e destinação de resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019.

LEAL, L.; BIONDI, D.; ROCHADELLI, R. Custos de implantação e manutenção da arborização de ruas da cidade de Curitiba, PR. **Revista Arvore**, v. 32, n. 3, p. 551–565, 2008.

(LEAL, M. A.). **Artigo: Produção de fertilizante orgânico de origem 100% vegetal por meio da compostagem - Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1865056/artigo-producao-de-fertilizante-organico-de-origem-100-vegetal-por-meio-da-compostagem>. Acesso em: 19 jan. 2020.

LEE, D. W. Anthocyanins in leaves: distribution, phylogeny and development. 2002.

LI, H.; LI, J.; HE, Y.; LI, S. Changes in carbon , nutrients and stoichiometric relations under different soil depths , plant tissues and ages in black locust plantations. p. 2951–2964, 2013.

LI, Z.; REIGHARD, G. L.; ABBOTT, A. G.; BIELENBERG, D. G. Dormancy-associated MADS genes from the EVG locus of peach [Prunus persica (L.) Batsch] have distinct seasonal and photoperiodic expression patterns. **Journal of experimental botany**, v. 60, n. 12, p. 3521–3530, 2009.

LIM, P. O.; KIM, H. J.; GIL NAM, H. Leaf Senescence. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, n. 1, p. 115–136, 1 maio 2007.

LIM, S. L.; LEE, L. H.; WU, T. Y. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 111, p. 262–278, 16 jan. 2016.

LIMA, W. **Gestão e destinação de resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019.

LINDEMANN-MATTHIES, P.; JUNGE, X.; MATTHIES, D. The influence of plant diversity on people's perception and aesthetic appreciation of grassland vegetation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 1, p. 195–202, jan. 2010.

MAACK, R. Geografia física do Paraná. **Livraria Jose Olimpio, Rio de Janeiro**, 1981.

MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; MARK LONSDALE, W.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological applications**, v. 10, n. 3, p. 689–710, 2000.

MAGAGNOTTI, N.; PARI, L.; PICCHI, G.; SPINELLI, R. Technology alternatives for tapping the pruning residue resource. **Bioresource Technology**, v. 128, p. 697–702, 2013.

MAIER, C.; LINDNER, T.; WINKEL, G. Stakeholders' perceptions of participation in forest policy: A case study from Baden-Württemberg. **Land Use Policy**, 2014.

MARQUES, E.; NETO, D. L.; BARDELLI-DA-SILVA, M. Y.; RAQUEL, A. Soc. Bras. de Arborização Urbana. v. 4, p. 40–56, 2010.

MART, T. Etnobotânica e Histórico Cuidados Ecologia e Reprodução. **Cytotechnology**, v. 67, n. 4, p. 2–4, 1998.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; SILVA FILHO, D. F. DA; MÜLLER, P. H. Arborização urbana. **Infobibos. São Paulo**, v. 21, 2006.

MATSUOKA, R. H.; KAPLAN, R. People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. **Landscape and Urban Planning**, v. 84, p. 7–19, 2008.

MATTHEWS, T.; LO, A. Y.; BYRNE, J. A. Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. **Landscape and Urban Planning**, v. 138, p. 155–163, 2015.

MCCORMACK, G. R.; ROCK, M.; TOOHEY, A. M.; HIGNELL, D. Characteristics of urban parks associated with park use and physical activity: A review of qualitative research. **Health and Place**, v. 16, n. 4, p. 712–726, 2010.

MCKENNEY, D.; PEDLAR, J.; O'NEILL, G. Climate change and forest seed zones: Past trends, future prospects and challenges to ponder. **Forestry Chronicle**, v. 85, n. 2, p. 258–266, 2009.

MCPHERSON, E. G. Structure and sustainability of Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture**, v. 24, n. 4, p. 174–189, 1998.

MCPHERSON, E. G.; KOTOW, L. A municipal forest report card: Results for California, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 12, p. 134–143, 2013.

(MCTIC). **SiBBr - Sistemas de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: 9 jan. 2020.

MEIRA, A. M. DE. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz " Gestão de resíduos da arborização urbana Ana Maria de Meira Piracicaba.

2010.

MG, G. DO ESTADO DE. Estudo Econômico-Financeiro para destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). 2012.

MICHELS, P. R. **Gestão e destinação de resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019a.

MICHELS, P. R. **Formalização das Informações [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por:<isabelapscarneiro@gmail.com>**., 2019b.

MORANI, A.; NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; CALFAPIETRA, C. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 5, p. 1040–1047, 2011.

MORGENROTH, J.; BUCHAN, G.; SCHARENBROCH, B. C. Belowground effects of porous pavements-Soil moisture and chemical properties. **Ecological Engineering**, v. 51, p. 221–228, 2013.

MOSKELL, C.; ALLRED, S. B. Landscape and Urban Planning Residents ' beliefs about responsibility for the stewardship of park trees and street trees in New York City. **Landscape and Urban Planning**, v. 120, p. 85–95, 2013.

MULLANEY, J.; LUCKE, T. Practical review of pervious pavement designs. **Clean - Soil, Air, Water**, v. 42, n. 2, p. 111–124, 2014.

MULLANEY, J.; LUCKE, T.; TRUEMAN, S. J. Landscape and Urban Planning Review article A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. **Landscape and Urban Planning**, v. 134, p. 157–166, 2015.

NASA, EARTH OBSERVATORY. Temperate Deciduous Forest: Mission: Biomes. 4 dez. 2018.

NICOLOSO, R. DA S. Estudo técnico da destinação do fertilizante orgânico sólido produzido em uma usina de biogás no município de Concórdia-SC. **Embrapa Suínos e Aves-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta-Tabebuia cassionides (Lam.) DC.: caracterização e perpectivas**., 2000.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. v. 4, p. 115–123, 2006.

NOWAK, D. J.; MCHALE, P. J.; IBARRA, M.; CRANE, D.; STEVENS, J. C.; LULEY, C. J. Modeling the effects of urban vegetation on air pollution. In: **Air pollution modeling and its application XII**. [s.l.] Springer, 1998. p. 399–407 .

NTALOS, G. A.; GRIGORIOU, A. H. Characterization and utilisation of vine prunings as a wood substitute for particleboard production. **Industrial Crops and Products**, v. 16, n. 1, p. 59–68, 2002.

OBERNBERGER, I.; BRUNNER, T.; BÄRNTHALER, G. Chemical properties of solid biofuels—significance and impact. **Biomass and Bioenergy**, v. 30, n. 11, p. 973–982, 1 nov. 2006.

OLIVEIRA, M. DE. A TRAJETÓRIA DO DISCURSO. p. 97–106, 2001.

ORDÓÑEZ, C.; DUINKER, P. N. An analysis of urban forest management plans in Canada: Implications for urban forest management. **Landscape and Urban Planning**, v. 116, p. 36–47, 2013.

OUGHAM, H.; HÖRTENSTEINER, S.; ARMSTEAD, I.; DONNISON, I.; KING, I.; THOMAS, H.; MUR, L. The control of chlorophyll catabolism and the status of yellowing as a biomarker of leaf senescence. **Plant Biology**, v. 10, p. 4–14, 2008.

PARANÁ, I. A. Portaria IAP nº095. 2007.

PARANÁ, S. DO M. A. E R. H. DO P. Plano Estadual de Gestão Integrada e Associada de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná (PEGIRSU PR). **Plano Estadual de Gestão Integrada e Associada de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná (PEGIRSU PR)**, 2013.

PARI, L.; SUARDI, A.; SANTANGELO, E.; GARCÍA-GALINDO, D.; SCARFONE, A.; ALFANO, V. Current and innovative technologies for pruning harvesting: A review. **Biomass and Bioenergy**, v. 107, p. 398–410, 2017.

PATAKI, D. E.; CARREIRO, M. M.; CHERRIER, J.; GRULKE, N. E.; JENNINGS, V.; PINCETL, S.; POUYAT, R. V; WHITLOW, T. H.; ZIPPERER, W. C. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 1, p. 27–36, fev. 2011.

PAUL, L. K.; RINNE, P. L. H.; VAN DER SCHOOT, C. Shoot meristems of deciduous woody perennials: self-organization and morphogenetic transitions. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 17, p. 86–95, 2014.

PAULEIT, S. Urban street tree plantings : identifying the key requirements. n. March, p. 43–50, 2003.

PAULEIT, S.; JONES, N.; GARCIA-MARTIN, G.; GARCIA-VALDECANTOS, J. L.; RIVIÈRE, L. M.; VIDAL-BEAUDET, L.; BODSON, M.; RANDRUP, T. B. Tree establishment practice in towns and cities–Results from a European survey. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 1, n. 2, p. 83–96, 2002.

PERGOLA, M.; PERSIANI, A.; PASTORE, V.; PALESE, A. M.; AROUS, A.; CELANO, G. A comprehensive Life Cycle Assessment (LCA) of three apricot orchard systems located in Metapontino area (Southern Italy). **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 4059–4071, 20 jan. 2017.

PICCHI, G.; LOMBARDINI, C.; PARI, L.; SPINELLI, R. Physical and chemical characteristics of renewable fuel obtained from pruning residues. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 457–463, 10 jan. 2018.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; BOONE, C. G.; GROFFMAN, P. M.; IRWIN, E.; KAUSHAL, S. S.; MARSHALL, V.; MCGRATH, B. P.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V.; SZLAVECZ, K.; TROY, A.; WARREN, P. **Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress**.**Journal of Environmental Management**, 2011.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V; ZIPPERER, W. C.; COSTANZA, R. Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. **Annual**

Review of Ecology and Systematics, v. 32, n. 1, p. 127–157, 1 nov. 2001.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. Arborização Urbana. **Boletim Acadêmico**, p. 6, 2002.

PNUD, P. DAS N. U. PARA O D. **Reduzir as Vulnerabilidades e Reforçar a Resilência**. [s.l: s.n.].

(PREFEITURA DE CURITIBA). **Perfil da Cidade de Curitiba**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>. Acesso em: 26 nov. 2018.

REED, M. S.; GRAVES, A.; DANDY, N.; POSTHUMUS, H.; HUBACEK, K.; MORRIS, J.; PRELL, C.; QUINN, C. H.; STRINGER, L. C. Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. **Journal of Environmental Management**, 2009.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; CAMARGO MARTENSEN, A.; PONZONI, J.; MAKIKO HIROTA, M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. 2009.

RIOS, J. F. **Gestão e destinação de resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019.

ROBERTS, J.; JACKSON, N.; SMITH, M. **Tree roots in the built environment**. [s.l.] The Stationery Office, 2006.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 75–92, 2002.

RODRIGUES, W.; MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; PEREIRA, R. DOS S. Análise dos Determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2015.

ROY, S.; BYRNE, J.; PICKERING, C. Urban Forestry & Urban Greening A systematic quantitative review of urban tree benefits , costs , and assessment methods across cities in different climatic zones. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 11, n. 4, p. 351–363, 2012.

RUST, S.; SAVILL, P. S. The root systems of Fraxinus excelsior and Fagus sylvatica and their competitive relationships. **Forestry**, v. 73, n. 5, p. 499–508, 2000.

SÆBØ, A.; BENEDIKZ, T.; RANDRUP, T. B. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 2, n. 2, p. 101–114, 1 jan. 2003.

SAER, A.; LANSING, S.; DAVITT, N. H.; GRAVES, R. E. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 234–244, 1 ago. 2013.

SALLIS, J. F.; FLOYD, M. F.; RODRÍGUEZ, D. A.; SAELENS, B. E. Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. **Circulation**, v. 125, n. 5, p. 729–737, 2012.

SANCHES, P. M.; COSTA, J. A. DA; FILHO, D. F. DA S. ANÁLISE COMPARATIVA DOS

PLANOS DIRETORES DE ARBORIZAÇÃO ENQUANTO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO Patrícia Mara Sanches 1 , Juliana Amorim da Costa 2 , Demóstenes Ferreira da Silva Filho 3. **REVSBAU**, v. 3, n. 4, p. 53–74, 2008.

SANTOS, C.; GOUFO, P.; FONSECA, J.; PEREIRA, J. L. S.; FERREIRA, L.; COUTINHO, J.; TRINDADE, H. Effect of lignocellulosic and phenolic compounds on ammonia, nitric oxide and greenhouse gas emissions during composting. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 548–556, 10 jan. 2018.

SANTOS, F. T.; GOUFO, P.; SANTOS, C.; BOTELHO, D.; FONSECA, J.; QUEIRÓS, A.; COSTA, M. S. S. M.; TRINDADE, H. Comparison of five agro-industrial waste-based composts as growing media for lettuce: Effect on yield, phenolic compounds and vitamin C. **Food Chemistry**, v. 209, p. 293–301, 15 out. 2016.

SEITZ, J.; ESCOBEDO, F. Urban Forests in Florida : Trees Control Stormwater Runoff and Improve Water Quality 1. n. June, 2014.

(**Seminário em Curitiba discute Inventário Nacional Florestal no Paraná - IAP - Instituto Ambiental do Paraná**.). Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/2016/12/1072/Seminario-em-Curitiba-discute-Inventario-Nacional-Florestal-no-Parana.html>. Acesso em: 9 jan. 2020.

SENESI, N. Composted materials as organic fertilizers. **Science of The Total Environment**, v. 81–82, p. 521–542, 1 jun. 1989.

(SERRALVES). **Espécies**. Disponível em: <http://serralves.ubiprism.pt/species/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SIEDLUNGSABF, T. Abfallwirtschaftsplan. 2017.

SIEGHARDT, M.; MURSCH-RADLGRUBER, E.; PAOLETTI, E.; COUENBERG, E.; DIMITRAKOPOULUS, A.; REGO, F.; HATZISTATHIS, A.; RANDRUP, T. B. The abiotic urban environment: impact of urban growing conditions on urban vegetation. In: **Urban forests and trees**. [s.l.] Springer, 2005. p. 281–323 .

SILVA, L. C. C. DA. **Gestão e destinação de resíduo verde na cidade de Curitiba**.Curitiba, 2019.

SILVA, J. D. C.; OLIVEIRA, J. T. D. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; KEINERT JÚNIOR, S.; DE MATOS, J. L. M. Influência da idade e da posição radial na flexão estática da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden. **Revista floresta**, v. 34, n. 1, p. 13–22, 2004.

SOARES, A. L.; REGO, F. C.; MCPHERSON, E. G.; SIMPSON, J. R.; PEPER, P. J.; XIAO, Q. Urban Forestry & Urban Greening Benefits and costs of street trees in Lisbon , Portugal. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 10, n. 2, p. 69–78, 2011.

SONG, X. P.; TAN, P. Y.; EDWARDS, P.; RICHARDS, D. The economic benefits and costs of trees in urban forest stewardship: A systematic review. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 29, n. August 2017, p. 162–170, 2018.

SOUZA, R. B. DE. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. n. Figura 1, p. 1–8, 2008.

SPINELLI, R.; MAGAGNOTTI, N.; NATI, C. Harvesting vineyard pruning residues for energy use. **Biosystems Engineering**, v. 105, n. 3, p. 316–322, 1 mar. 2010.

(STATICHES AMT, L. S.). **Statistik Gesamtstadt - Stadt Stuttgart**. Disponível em: <https://www.stuttgart.de/statistik-gesamtstadt>. Acesso em: 27 nov. 2018.

STEMADT, G. H. Pequenos objetos de madeiras-POM; compostagem de serragem de madeira. 2002.

STOLT, E. Vegetationens förmåga att minska expositionen för bilavgaser (The ability of vegetation in decreasing exposure to car fumes). **Göteborgs Universitet på uppdrag av Göteborgs Hälsovårdsavdelning (quoted from Svensson and Eliasson 1997, in Swedish)**, 1982.

STUTTGART. Satzung der Landeshauptstadt Stuttgart über den Schutz von Landschaftsbestandteilen (Baumschutzsatzung). n. August, p. 1–10, 2013.

(STUTTGART). **Natur & Umwelt - Stuttgart Maps**. Disponível em: <https://gis6.stuttgart.de/maps/index.html?karte=umwelt&embedded=false#basemap=0&scale=288895&centerX=1021394.4300392324&centerY=6237484.397593873>. Acesso em: 14 fev. 2019a.

(STUTTGART). **Stuttgart: Doppelhaushalt 2018/2019**. Disponível em: <https://www.stuttgart.de/doppelhaushalt-2018-2019>. Acesso em: 1 out. 2019b.

(STUTTGART NETZE BETRIEB GMBH). **Aktuelles - Stuttgart Netze**. Disponível em: <https://stuttgart-netze.de/aktuelles/unwetter-sorgt-fur-stromausfalle-im-stuttgarter-norden/>. Acesso em: 4 dez. 2018.

(STUTTGART, S. C.). **Stuttgart's History**. Disponível em: <http://www.stgt.com/stuttgart/historye.htm>. Acesso em: 11 jan. 2020.

SUMMIT, J.; MCPHERSON, E. G. Residential tree planting and care : A study of attitudes and behavior in Sacramento , California. n. June, 2015.

TANAKA, Y.; SASAKI, N.; OHMIYA, A. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 733–749, 2008.

TREES & DESIGN ACTION GROUP. No Trees No Future. n. February, p. 37–39, 2010.

(TU DRESDEN). **citree - Gehölze für urbane Räume**. Disponível em: <https://citree.de/index.php?language=en>. Acesso em: 6 jan. 2020.

ULRICH, R. S. Visual landscapes and psychological well-being. **Landscape research**, v. 4, n. 1, p. 17–23, 1979.

(UNDP, U. N. D. P.). **Human Development Data (1990-2017) | Human Development Reports**. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/data>. Acesso em: 26 nov. 2018.

(USDA). **Genetic and Silvicultural Foundations for Management Team - Oak Studies**. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/pnw/olympia/silv/oak-studies/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

UTAD, J. B. Ficha da espécie Quercus canariensis. p. 1, [s.d.].

VALE, A. T.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF. **Ciencia Florestal**, v. 15, p. 411–420, 2005.

VAN DEN BERG, A. E.; MAAS, J.; VERHEIJ, R. A.; GROENEWEGEN, P. P. Green space as a buffer between stressful life events and health. **Social science & medicine**, v. 70, n. 8, p. 1203–1210, 2010.

VAN DER JAGT, A.; LAWRENCE, A. Trees and Woods in Scottish Towns : The role of Local Authorities. n. May, 2015.

VIEIRA, C. H. S. D.; BIONDI, D. Análise da dinâmica da cobertura vegetal de Curitiba, PR (de 1986 a 2004), utlizando imagens Landsat TM. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 479–487, 2008.

VILLENEUVE, P. J.; JERRETT, M.; SU, J. G.; BURNETT, R. T.; CHEN, H.; WHEELER, A. J.; GOLDBERG, M. S. A cohort study relating urban green space with mortality in. **Environmental Research**, v. 115, n. 2012, p. 51–58, 2016.

VOGT, J.; GILLNER, S.; HOFMANN, M.; THARANG, A.; DETTMANN, S.; GERSTENBERG, T.; SCHMIDT, C.; GEBAUER, H.; RIET, K. VAN DE; BERGER, U.; ROLOFF, A. Landscape and Urban Planning Citree : A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 14–25, 2017.

VOGT, J.; HAUER, R. J.; FISCHER, B. C. The Costs of Maintaining and Not Maintaining the Urban Forest : A Review of the Urban Forestry and Arboriculture Literature. n. November, 2015.

VORSCHRIFTEN, A.; ERZEUGER, P. DER; GESETZES, Z.; ABFALLEIGENSCHAFT, E. DER. Abfg - 2011 - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwir.pdf. 2017.

WEBER, N. **Die Rolle der Umweltverbände in der Forstpolitik. Einzelverbandliche und verbandssystemische Analyse der" neuen Akteure" im ökologischen Konflikt um die qualitative Walderhaltung**.Habilitationsschrift, , 2003.

WINDER, R.; NELSON, E. A.; BEARDMORE, T. Ecological implications for assisted migration in Canadian forests. **Forestry Chronicle**, v. 87, n. 6, p. 731–744, 2011.

WINKEL, G. **Waldnaturschutzpolitik in Deutschland: Bestandsaufnahme, Analysen und Entwurf einer story-line**. [s.l.] Verlag Kessel, 2007.

(**Woodland Trust**.). Disponível em: <https://www.woodlandtrust.org.uk/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

XIE, Y.; AHMED, K. F.; ALLEN, J. M.; WILSON, A. M.; SILANDER, J. A. Green-up of deciduous forest communities of northeastern North America in response to climate variation and climate change. **Landscape Ecology**, v. 30, n. 1, p. 109–123, 2015.

YAMAKI, K. Role of social networks in urban forest management collaboration: A case study in northern Japan. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 18, p. 212–220, 1 ago. 2016.

ZALBA, S. M.; ZILLER, S. R. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação5**, p. 8–15, 2007.

ZHANG, Y.; HUSSAIN, A.; DENG, J.; LETSON, N. Public Attitudes Toward Urban Trees and Supporting Urban Tree Programs. p. 797–814, 2007.

ZILLER, S. R.; ZENNI, R. D.; GRAF NETO, J. Invasões biológicas: introdução, impactos e espécies invasoras no Brasil. **Princípios e rudimentos do controle biológico de plantas: coletânea. Curitiba: UFPR**, p. 17–41, 2004.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Identificação

1. **Qual seu nome? ***

2. **Qual é seu local de trabalho e cargo? ***

Identificação da origem do resíduo

Nesta seção, informações sobre a origem do resíduo e a quantidade gerada serão requeridas

3. **Qual a quantidade estimada de resíduo gerado mensalmente pela poda e supressão arbórea? (Se possível responder em quilos e número de árvores)**

4. **Há uma variação significativa da quantidade gerada durante o ano?**

Sim ( )

Não ( )

5. **Em quais meses essa variação é mais significante?**

Janeiro ☐

Fevereiro ☐

Março ☐

Abril ☐

Maio ☐

Junho ☐

Julho ☐

Agosto ☐

Setembro ☐

Outubro ☐

Novembro ☐

☐

Dezembro

6. **Porque há essa variação?**

7. **Com que perspectiva e realizada a poda/remoção?**

Econômico, prevenindo danos ao cabeamento de energia elétrica ☐

Social, visando a segurança e bem estar da população ☐

Ecológico, visando o bem estar da espécie e o adequado crescimento ☐

Outro: ☐ _____

8. **Quais os critérios utilizados para realização deste procedimento?**

Porte da arvore ☐

Espécie da arvore ☐

Distância da rede elétrica ☐

Voltagem da rede elétrica (se próxima a uma) ☐

Estabilidade da planta ☐

Fatores fisiológicos da planta (taxa de crescimento, interação com outras espécies) ☐

Intervalo entre podas ☐

Custo de manutenção da poda ☐

Outro: ☐ _____

9. **Como a poda/remoção das árvores podem ser solicitados a Prefeitura?**

Website ☐

Telefone. Qual? ☐

Pessoalmente ☐

Outro: ☐ _____

10. **Quem pode solicitar a poda?**

População ☐

COPEL ☐

Trabalhadores da Prefeitura ☐

11. **É possível solicitar a poda ligando para a defesa civil e para os bombeiros?**

Sim ◯
Não ◯

12. **Em quais situações?**

13. **Essa poda é contabilizada por vocês também?**

Sim ◯
Não ◯

14. **Quem é responsável por esta contabilização?**

15. **Quais são os fatores mais recorrentes nas solicitações de poda recebidas pela prefeitura?**

Ameaça de queda ☐
Cupins ☐
Proximidade com a rede elétrica ☐
Proximidade as residências ☐
Presença de animais ☐
Dificuldade de visibilidade ☐
Danos a estruturas (calcadas, ruas, postes) ☐
Outro: ☐ _____

16. **Há uma certa periodicidade com que a poda/remoção é feita?**

Sim ◯
Não ◯

17. **Qual é esse intervalo?**

18. **Como pode ser solicitado o serviço de coleta residencial do resíduo verde?** *Marque todas que se aplicam.*

Website ☐
Telefone ☐
Pessoalmente ☐
Outro: ☐ _____

19. **Até qual quantidade é coletado?**

20. **Como é destinado e tratado o resíduo proveniente da coleta residencial de resíduo verde?**

☐

Aterro

Compostagem ☐

Incineração ☐

Reuso ☐

Outro: ☐ _____

21. **Quantas foram as solicitações para este tipo de serviço no último ano?**

22. **O resíduo verde gerado por parques e praças é contabilizado em conjunto com o de podas realizadas pelo departamento de produção verde?**

Sim ◯

Não ◯

23. **Há previsão dessa situação mudar?**

Sim ◯

Não ◯

24. **Como será após a mudança?**

25. **Há planos futuros e metodologias especificas a serem seguidas quanto a poda e remoção?**

Sim ◯

Não ◯

26. **Quais?**

27. **Há uma tendência em aumentar a quantidade de árvores plantadas ou de mudar as espécies utilizadas?**

Sim ◯

Não ◯

28. **Alguma estratégia é pensada?**

Sim ◯

Não ◯

29. **Qual?**

Caracterização dos resíduos

Nesta seção, as perguntas serão voltadas à caracterização dos residuos

Espécies recorrentes

Nessa seção as perguntas serão sobre as espécies recorrentes na cidade de Curitiba.

30. **Quais são as 5 espécies atualmente mais plantadas na cidade?**

31. **Essas espécies mudaram ao longo do tempo?**
Sim ◯
Não ◯

32. **Porque?**

33. **Quais eram as espécies plantadas anteriormente?**

34. **Quais são os critérios de escolha para tais espécies serem plantadas?**

Espécies nativas ☐
Sombra ☐
Paisagismo ☐
Beleza ☐
Porte ☐
Área de terra necessária para enraizamento ☐
Necessidade de cuidados ☐
Preferencia da população ☐
Predisposição a pragas e espécies invasoras ☐
Abrigo para fauna ☐
Outro: ☐ _____

35. **Porque as espécies escolhidas são as mais recomendadas para Curitiba?**

36. **Há uma preferência por espécies nativas?**
Sim ◯
Não ◯

37. **O plantio de espécies exóticas acontece?**
Sim ◯
Não ◯

38. **Ele é recomendado?**
Sim ◯
Não ◯

39. **Porque?**

40. **Há uma contabilização da quantidade de árvores existentes na cidade hoje?**
Sim
Não

41. **Como isso é feito? Elas são classificadas por espécies?**

42. **Há dados suficientes para saber a porcentagem de cada espécie em relação ao todo?**
Sim
Não

43. **Qual é essa proporção?**

44. **Há algum material de referência para escolha das espécies e para a heterogeneidade do plantio?**
Sim
Não

45. **Qual é ele?**

46. **Há um mínimo de espécies diferentes que devem ser plantadas?**
Sim
Não

47. **Quais?**

48. **Quais foram as 5 principais espécies plantadas no canteiro central da Linha Verde?**

49. **Foi dada preferência para espécies nativas?**
Sim
Não

50. **Seria possível a disponibilização da licença ambiental da Linha Verde?**
Sim
Não

Poda e Remoção

51. **A poda ou supressão precisam de autorização do órgão especial?**
Sim
Não
Apenas em casos específicos

52. **Em quais casos?**

53. **Para qual órgão deve ser pedida?**

54. **Houve alguma mudança quanto a este procedimento nos últimos anos?**
Sim
Não

55. **Como era antes?**

56. **Como é composta a equipe de poda? (Responda com a quantidade de trabalhadores dos cargos da encarregado, podador, auxiliar e motorista)**

57. **Houve mudança nessa estruturação nos últimos anos?**
Sim
Não

58. **Como era antes?**

59. **Qual é o método de contratação das equipes de poda?**
Tercerizado
Concurso público
Outro: _____

60. **Se o serviço é terceirizado, a contratação é por meio de licitação?**
Sim
Não

61. **Quais são as exigências feitas?**
Maquinário adequado
Equipamento de segurança
Certificado de treinamento da equipe
Escolaridade da equipe
Conhecimento botânico por parte da equipe
Experiência por parte da equipe
Outro: _____

62. **Qual período do contrato?**

63. **Poderia indicar o custo aproximado deste serviço por árvore?**

63. **Se possível, uma licitação de contratação poderia ser disponibilizada?**
Sim
Não

65. **Há alguma exigência de formação técnica para os empregados na equipe de poda/remoção?**
Sim
Não

66. **Qual?**

67. **É dado treinamento aos trabalhadores?**
Sim
Não

68. **Há uma grande rotação das equipes?**
Sim
Não

69. **Quais são as principais motivações de tais rotações?**
Remuneração inadequada
Falta de oportunidade de crescimento
Busca por novas oportunidades
Acidentes e lesões durante o trabalho
Envolvimento com álcool e drogas
Falta de comprometimento com o trabalho
Outro: _____

70. **Anteriormente as podas eram feitas exclusivamente por equipes da Prefeitura?**
Sim
Não

71. **Quantas eram?**

72. **Quando e porque isso mudou?**

73. **Quantas equipes estão em serviço no momento? Quantas são tercerizadas?**

74. **Há algum tipo de pré tratamento antes da destinação? O resíduo é triturado ou cortado, por exemplo?**
Sim
Não

75. **Qual é o pré-tratamento utilizado?**

76. **O resíduo verde permanece armazenado por certo período?**
Sim
Não

77. **Por quanto tempo o resíduo fica armazenado?**

78. **Onde?**

Galpão ☐
A céu aberto ☐
Outro: ☐ _____

79. **Quais são os equipamentos utilizados para a poda? Quais são os tipos de cada um (especificar no campo outros)?**
Caminhões ☐
Maquinários (motosserra, soprador) ☐
Outro: ☐ _____

80. **Há diferenciação no procedimento de poda e corte quanto ao porte da árvore?**
Sim ◯
Não ◯

81. **Quais são as principais diferenças?**

Destinação dos resíduos

82. **Como é destinado o resíduo verde gerado por remoção e poda?**
Aterro ◯
Incineração ◯
Compostagem ◯
Reuso ◯
Outro: ◯ _____

83. **Ele é misturado ao resíduo urbano ou é dada uma destinação em separado?**
Misturado ao resíduo urbano ◯
Destinado separadamente ◯

84. **Aproximadamente quanto custa a destinação deste resíduo?**

85. **Essa destinação e economicamente sustentável?**
Sim ◯
Não ◯

86. **Há alguma previsão de mudança nessa destinação?**
Sim ◯
Não ◯

87. **Quais os planos futuros?**

88. **Houve alguma mudança na destinação nos últimos anos?**
Sim
Não

89. **Como era anteriormente?**

90. **Qual foi a motivação para essa mudança?**

91. **Porque a destinação utilizada atualmente foi escolhida?**

92. **Ela é economicamente sustentável?**
Sim
Não

93. **A compostagem ou fermentação são cogitadas?**
Sim
Não

94. **Porque não são utilizadas?**

95. **Porque elas não são cogitadas?**

96. **Houve uma época em que o resíduo era enviado para plantas de compostagem?**
Sim
Não

97. **Quando foi?**

98. **Porque hoje em dia esta destinação não é mais utilizada?**

99. **A SANEPAR já recebeu resíduos de poda e remoção para compostagem na ETE?**
Sim
Não

100. **Quando isso ocorreu?**

101. **Ela continua recebendo?**

Modelos de Gestão

102. **Atualmente qual é o modelo de gestão adotado com relação aos resíduos arbóreos urbanos? Qual é o processo adotado desde o plantio até a destinação? Como é feita a tomada de decisão?**

103. **Há um plano a longo prazo? Uma metodologia de plantio e gestão estabelecidas?**

Sim ◯

Não ◯

104. **Qual?**

105. **Qual é o principal conflito com relação a gestão dos resíduos de poda e corte?**

106. **Há alguma sugestão para solucionar a gestão de podas e remoções em Curitiba? (Deixe em branco se não)**

107. **Falta um plano de gestão a longo prazo? Uma metodologia de plantio e gestão estabelecidas?**

Sim ◯

Não ◯

108. **Como poderia ser?**

109. **Há mudanças na gestão dos resíduos quando há a mudança de direção?**

Sim ◯

Não ◯

110. **Há um georrefenciamento das árvores plantadas?**

Sim ◯

Não ◯

111. **Há controle das podas e corte feitos?**

Sim ◯

Não ◯

112. **Como é feito?**

113. **Há algum procedimento a ser tomado com relação a prefeitura para corte e poda de alguma determinada espécie?**

Sim ◯

Não ◯

114. **Para quais espécies?**

115. **Quais são os procedimentos?**

116. **Há um cronograma de podas a serem realizadas por parte da prefeitura?**

Sim ◯

◯

Não

117. **As podas são feitas com qual motivação?** *Marque todas que se aplicam.*

Precaução ☐

Solicitação de moradores ☐

Emergência ☐

Outro: ☐ _____

118. **De onde vem as mudas que são plantadas na cidade?**

119. **Quais são os principais problemas apresentados no plantio das mudas?**

120. **Há problemas com pragas como erva de passarinho?**

Sim ◯

Não ◯

121. **Quais?**

122. **Muitas mudas são perdidas pela presença de pragas ou insetos como formigas e cupins?**

Sim ◯

Não ◯

123. **Como é feito o tratamento das mudas nesse caso?**

124. **Há uma estimativa de quantas mudas são perdidas? Qual é a estimativa?**

125. **Há um espaçamento determinado entre as mudas para o plantio?**

Sim ◯

Não ◯

126. **Qual é o espaçamento recomendado?**

127. **Se elas estiverem muito próximas, pode ocorrer algum tipo de problema? Qual?**

128. **Com que altura aproximadamente as mudas são plantadas?**

129. **O corte ou poda ilegal é identificado facilmente?**

Sim ◯

Não ◯

130. **Qual é o procedimento quando um corte ilegal é identificado?**

131. **Um cronograma de podas a serem realizadas por parte da prefeitura seria possível?**

Sim ⬭

Não ⬭

132. **Há possibilidade de as podas serem feitas por precaução e não só após a solicitação dos moradores?**

Sim ⬭

Não ⬭

133. **O que falta para isso ser possível?**

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE LIMPEZA PÚBLICA DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Identificação

1. **Qual seu nome?** *

2. **Qual é seu local de trabalho e cargo?** *

Identificação da origem do resíduo

Nesta seção, informações sobre a origem do resíduo e a quantidade gerada serão requeridas

3. **A divisão de Limpeza Pública da SMMA é responsável pela gestão e destinação dos resíduos gerados pela varrição pública?**

Sim ◯

Não ◯

4. **Quem é o responsável?**

Caracterização dos resíduos

Nesta seção, as perguntas serão voltadas à caracterização dos resíduos. A seção será dividida em duas subseções referentes aos resíduos gerados pela varrição pública e aqueles gerados particularmente

Varrição pública

5. **Qual é a quantidade aproximada de resíduo proveniente de vegetação arbórea coletado pelo sistema de limpeza pública municipal por região/bairro/setor?**

6. **Qual é a forma de resíduo verde recolhido?**

Folhas ◯

Galhos ◯

Troncos ◯

Outro: ◯ _____

7. **Há uma variação significativa da quantidade gerada durante o ano?**

◯

Sim

Não

8. **Em quais meses essa variação é mais significante?**

Janeiro
Fevereiro
Março
Abril
Maio
Junho
Julho
Agosto
Setembro
Outubro
Novembro
Dezembro

9. **Porque há essa variação?**

10. **Como é destinado o resíduo de varrição coletado pelo sistema de limpeza pública?**

Aterro
Compostagem
Incineração
Reuso
Outro: _____

11. **Qual o custo aproximado da destinação?**

12. **Essa destinação e economicamente sustentável?**

Sim
Não

13. **Há alguma previsão de mudança nessa destinação?**

Sim
Não

14. **Quais são os planos futuros?**

15. **Houve alguma mudança na destinação nos últimos anos?**

Sim ◯
Não ◯

16. **Como era anteriormente?**

17. **Qual foi a motivação para essa mudança?**

18. **Porque a destinação utilizada atualmente foi escolhida?**

19. **Ela é economicamente sustentável?**

Sim ◯
Não ◯

20. **A compostagem ou fermentação são cogitadas?**

Sim ◯
Não ◯

21. **Porque não são cogitadas?**

22. **Porque não são utilizadas?**

Identificação da origem do resíduo

23. **A divisão de Limpeza Pública da SMMA é responsável pela gestão e destinação dos resíduos coletados nas residências dos cidadãos após a geração particular por estes?**

Sim ◯
Não ◯

24. **Quem é o responsável?**

Geração Particular

Essa seção é referente aos resíduos gerados pelos cidadãos em suas residências

25. **Qual é a quantidade aproximada de resíduo proveniente de vegetação arbórea coletado pelo sistema de coleta particular por região/bairro/setor?**

26. **Qual é a forma de resíduo verde recolhido?**

Folhas ◯
Galhos ◯
Troncos ◯
Outro: ◯ _____

27. **Como pode ser solicitado o serviço de coleta residencial do resíduo verde?**

Website ☐
Telefone. Qual? ☐
Pessoalmente ☐
Outro: ☐ _____

28. **Até qual quantidade é coletado?**

29. **Quantas foram as solicitações para este tipo de serviço no último ano?**

30. **Como este tipo de resíduo é tratado e destinado?**

Aterro ◯
Incineração ◯
Compostagem ◯
Reuso ◯
Outro: ◯ _____

31. **Houve alguma mudança quanto a este procedimento nos últimos anos?**

Sim ◯
Não ◯

32. **Como era anteriormente?**

33. **Porque a destinação utilizada atualmente foi escolhida?**

34. **Ela é economicamente sustentável?**

Sim ◯
Não ◯

35. **A compostagem ou fermentação são cogitadas?**

Sim ◯
Não ◯

36. **Porque não são utilizadas?**

37. **Porque não são cogitadas?**

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO DE PARQUES E PRAÇAS DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Identificação

1. Qual seu nome? *

2. Qual é seu local de trabalho e cargo? *

Identificação da origem do resíduo

Nesta seção, informações sobre a origem do resíduo e a quantidade gerada serão requeridas

3. Qual é a forma de resíduo verde recolhido? *Marque todas que se aplicam.*

- [ ] Folhas
- [ ] Galhos
- [ ] Troncos
- [ ] Outro: _____

4. Qual é a quantidade aproximada de resíduo proveniente de vegetação arbórea coletado pelo departamento de parques e praças (se possível responder em quilos e em quantidade de árvores)?

5. O resíduo verde gerado por parques e praças é contabilizado em conjunto com o de podas realizadas pelo departamento de produção verde?

- ◯ Sim
- ◯ Não

6. Há previsão dessa situação mudar?

- ◯ Sim
- ◯ Não

7. Como será após a mudança?

8. Quais são as 5 espécies de arvores/arbustos atualmente mais plantadas nos Parques e Praças da cidade?

9. Quais são os critérios de escolha para tais espécies serem plantadas?

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Espécies nativas
- [ ] Sombra
- [ ] Paisagismo
- [ ] Beleza
- [ ] Porte
- [ ] Área de terra necessária para enraizamento
- [ ] Necessidade de cuidados
- [ ] Preferencia da população
- [ ] Predisposição a pragas e espécies invasoras
- [ ] Abrigo para fauna
- [ ] Outro: _____

10. Porque as espécies escolhidas são as mais recomendadas para Curitiba?

11. Há uma preferência por espécies nativas?

- ◯ Sim
- ◯ Não

12. O plantio de espécies exóticas acontece e é recomendado?

- ◯ Sim
- ◯ Não

13. Porque?

14. **Há uma contabilização da quantidade de árvores existentes na cidade hoje?**

- ◯ Sim
- ◯ Não

15. **Como isso é feito?**

16. **Elas são classificadas por espécie**

17. **Há dados suficientes para saber a porcentagem de cada espécie em relação ao todo?**

Sim ◯
Não ◯

18. **Qual é essa proporção?**

19. **Há algum material de referência para escolha das espécies e para a heterogeneidade do plantio?**

Sim ◯
Não ◯

20. **Qual é ele?**

21. **Há um mínimo de espécies diferentes que devem ser plantadas?**

Sim ◯
Não ◯

22. **Quantas?**

Caracterização dos resíduos

Nesta seção, as perguntas serão voltadas à caracterização dos resíduos.

23. **A coleta de folhas secas e grama roçada nos parques é de responsabilidade do Departamento de parques e praças?**

Sim ◯
Não ◯

24. **De quem é a responsabilidade?**

25. **Como é composta a equipe de varrição (Encarregados, podadores, auxiliares, motoristas)? Se possível indicar o número de trabalhadores em cada uma das funções.**

26. **Houve alguma mudança nessa estruturação nos últimos ano?**

Sim ◯
Não ◯

27. **Como era anteriormente?**

28. **Se o serviço é terceirizado, a contratação é por meio de licitação?**

Sim ◯
Não ◯

29. **Quais são as exigências?** *Marque todas que se aplicam.*

Maquinário adequado ☐
Equipamento de segurança ☐
Certificado de treinamento da equipe ☐
Escolaridade da equipe ☐
Conhecimento botânico por parte da equipe ☐
Experiência por parte da equipe ☐
Outro: ☐ _____

30. **Qual o período do contrato?**

31. **Poderia indicar o custo mensal aproximado deste serviço?**

32. **Se possível, uma licitação de contratação poderia ser disponibilizada?**

Sim ◯
Não ◯

33. **Há alguma exigência de formação técnica para os empregados na equipe de varrição?** .

Sim ◯
Não ◯

34. **Qual?**

35. **É dado treinamento aos trabalhadores?**

Sim ◯
Não ◯

36. **Há uma grande rotação das equipes?**

Sim

Não

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO APLICADO A EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO PARANÁ

Identificação

1. Qual seu nome? *

2. Qual é seu local de trabalho e cargo? *

Identificação da origem do resíduo

Nesta seção, informações sobre a origem do resíduo e a quantidade gerada serão requeridas

3. Qual a quantidade estimada de resíduo gerado mensalmente pela poda e supressão arbórea? (Se possível responder em quilos e em quantidade de árvores)

4. Há uma variação significativa da quantidade gerada durante o ano?

Sim ◯
Não ◯

5. Em quais meses essa variação é mais significante?

Janeiro ☐
Fevereiro ☐
Março ☐
Abril ☐
Maio ☐
Junho ☐
Julho ☐
Agosto ☐
Setembro ☐
Outubro ☐
Novembro ☐
Dezembro ☐

6. Porque há essa variação?

7. Com que perspectiva e realizada a poda/remoção?

Econômico, prevenindo danos ao cabeamento de energia elétrica ☐
Social, visando a segurança e bem estar da população ☐
Ecológico, visando o bem estar da espécie e o adequado crescimento ☐
Outro: ☐ _____

8. Quais os critérios utilizados para realização deste procedimento?

Porte da árvore ☐
Espécie da árvore ☐
Distância da rede elétrica ☐
Voltagem da rede elétrica (se próxima a uma) ☐
Estabilidade da planta ☐
Fatores fisiológicos da planta (taxa de crescimento, interação com outras espécies)
Intervalo entre podas ☐
Custo de manutenção da poda ☐
Outro: ☐ _____

9. Como a poda/remoção das árvores podem ser solicitados a COPEL?

Website ☐
Telefone. Qual? ☐
Pessoalmente ☐
Outro: ☐ _____

10. Quem pode solicitar a poda? *Marque todas que se aplicam.*

População ☐
Prefeitura ☐
Trabalhadores da Copel ☐

11. Há uma certa periodicidade com que a poda/remoção é feita?

Sim ◯
Não ◯

12. Qual é esse intervalo?

Caracterização dos resíduos

Nesta seção, as perguntas serão voltadas à caracterização dos residuos

Poda e Remoção

13. **A poda ou supressão precisam de autorização do órgão ambiental?**

Sim ⬭

Não ⬭

Apenas em casos específicos ⬭

14. **Em quais casos?**

15. **Houve alguma mudança quanto a este procedimento nos últimos anos? Com a mudança de direção da COPEL, por exemplo?**

Sim ⬭

Não ⬭

16. **Qual foi a essa mudança?** *Marque todas que se aplicam.*

Os critérios estão mais brandos ☐

Os critérios estão mais rígidos ☐

Outro: ☐ _____

17. **Como é composta a equipe de poda? (quantos encarregados, podadores, auxiliares, motoristas, etc)**

18. **Houve mudança nessa estruturação nos últimos anos? Com a mudança na direção da COPEL, por exemplo?**

Sim ⬭

Não ⬭

19. **Como era antes?**

20. **Se o serviço é terceirizado, a contratação é por meio de licitação?**

Sim ⬭

Não ⬭

21. **Quais são as exigências feitas?** *Marque todas que se aplicam.*

Maquinário adequado ☐
Equipamento de segurança ☐
Certificado de treinamento da equipe ☐
Escolaridade da equipe ☐
Conhecimento botânico por parte da equipe ☐
Experiência por parte da equipe ☐
Outro: ☐ _____

22. **Qual período do contrato?**

23. **Poderia indicar o custo aproximado deste serviço por arvore?**

24. **Se possível, uma licitação de contratação poderia ser disponibilizada?**

Sim ◯
Não ◯

25. **Há alguma exigência de formação técnica para os empregados na equipe de poda/remoção?**

Sim ◯
Não ◯

26. **Qual?**

27. **É dado treinamento aos trabalhadores?**

Sim ◯
Não ◯

28. **Há uma grande rotação das equipes?**

Sim ◯
Não ◯

29. **Quais são as principais motivações de tais rotações?**

Remuneração inadequada ☐
Falta de oportunidade de crescimento ☐
Busca por novas oportunidades ☐
Acidentes e lesões durante o trabalho ☐
Envolvimento com álcool e drogas ☐
Falta de comprometimento com o trabalho ☐
Outro: ☐ _____

30. **Há algum tipo de pré tratamento antes da destinação? O resíduo é triturado ou cortado, por exemplo?**

Sim ◯
Não ◯

31. **Qual é o pré-tratamento utilizado?**

32. **Ele permanece armazenado por certo período?**

Sim ◯
Não ◯

33. **Por quanto tempo o resíduo fica armazenado?**

34. **Onde?** *Marque todas que se aplicam.*

Galpão ☐
A céu aberto ☐
Outro: ☐ _____

35. **Quais são os equipamentos utilizados para a poda? Quais são os tipos de cada um (discriminar no campo outros)?**

Caminhões ☐
Maquinários (motosserra, soprador) ☐
Outro: ☐ _____

36. **Há diferenciação no procedimento de poda e corte quanto ao porte da árvore?**

Sim ◯
Não ◯

37. **Quais as principais diferenças?**

38. **E quanto a tensão da rede elétrica?**

Sim ◯
Não ◯

39. **Quais são as principais diferenças?**

Destinação dos resíduos

40. **Como é destinado o resíduo de arborização gerado pela COPEL?** *Marque todas que se aplicam.*

Aterro ☐
Compostagem ☐
Incineração ☐
Reuso ☐
Outro: ☐ _____

41. **Qual o custo aproximado da destinação?**

42. **Há alguma previsão de mudança nessa destinação?**

Sim ◯
Não ◯

43. **Quais são os planos futuros?**

44. **Houve alguma mudança na destinação nos últimos anos?**

Sim ◯
Não ◯

45. **Como era anteriormente?**

46. **Qual foi a motivação para essa mudança?**

47. **Porque a destinação utilizada atualmente foi escolhida?**

48. **Ela é economicamente sustentável?**

Sim ◯

Não ◯

49. **A compostagem ou fermentação são cogitadas?**

Sim ◯

Não ◯

50. **Porque não são cogitadas?**

51. **Porque não são utilizadas?**

Modelos de Gestão

52. **A COPEL tem alguma sugestão de destinação para os resíduos arbóreos?**

Sim ◯

Não ◯

53. **Qual?**

54. **Se o resíduo fosse de propriedade da COPEL, qual seria a destinação escolhida?**

55. **Falta um plano a longo prazo? Uma metodologia de plantio e gestão estabelecidas?**

Sim ◯

Não ◯

56. **Qual é o principal conflito com relação a gestão dos resíduos de poda e corte?**

57. **Há mudanças na gestão dos resíduos quando há a mudança de direção?**

Sim ⬭

Não ⬭

58. **Há um georrefenciamento das árvores plantadas?**

Sim ⬭

Não ⬭

59. **Há controle das podas e corte feitos?**

Sim ⬭

Não ⬭

60. **Como é feito?**

61. **Há algum procedimento a ser tomado com relação a prefeitura para corte e poda de alguma determinada espécie (Araucárias, por exemplo)?**

Sim ⬭

Não ⬭

62. **Para quais espécies?**

63. **Quais são os procedimentos?**

64. **Um cronograma de podas a serem realizadas por parte da prefeitura ajudaria a COPEL na realização de podas e cortes levando em consideração a fisiologia das plantas?**

Sim ⬭

Não ⬭

65. **Há alguma sugestão para solucionar a gestão de podas e remoções em Curitiba? (Deixe em branco se não)**

APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ENTREVISTADOS NA CIDADE DE STUTTGART

Identificação da origem dos Resíduos

1. Qual é a forma de resíduo verde recolhido?

( ) Folhas
( ) Galhos
( ) Troncos
( ) Grama
( ) Arvores inteiras
( ) Outros: _____

2. Quais são os geradores de cada um desse tipo de resíduo?

Galhos: _____
Troncos: _____
Grama: _____
Folhas: _____
Arvores inteiras: _____
Outros: _____

3. Quais são as quantidades de resíduo gerado por classificação?

Galhos: _____
Troncos: _____
Grama: _____
Folhas: _____
Arvores inteiras: _____
Outros: _____

4. A fração proveniente da variação e significativa?

( ) Sim
( ) Não

5. A quantidade de resíduo gerada com relação aos tipos de resíduo varia ao longo do ano (por exemplo, mais folhagem no outono e mais poda no verão?)

( ) Sim
( ) Não

6. Se sim, por favor, marque abaixo com um "x" os meses em que algum tipo de resíduo e produzido em maior quantidade e ao lado, se possível, justifique.

( ) jan: _____

( ) fev: _____
( ) mar: _____
( ) abr: _____
( ) mai: _____
( ) jun: _____
( ) jul: _____
( ) ago: _____
( ) set: _____
( ) out: _____
( ) nov: _____
( ) dez: _____

7. Como o serviço pode ser solicitado?
( ) Website
( ) Telefone
( ) Pessoalmente
( ) Outros: _____

8. Há uma periodicidade com que os órgãos públicos realizem a poda, corte, varrição?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual é essa periodicidade? _____

9. Quais são os órgãos responsáveis pela gestão dos resíduos verdes?
_____

10. Há diferenciação entre os responsáveis pela varrição, poda e corte?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quem são eles?_____

Caracterização dos Resíduos

Espécies recorrentes

11. Quais são as 5 espécies atualmente mais plantadas na cidade?
_____

12. Quais são os critérios de escolha para tais espécies serem plantadas?
( ) Espécies nativas
( ) Sombra
( ) Paisagismo
( ) Beleza

( ) Porte
( ) Área de terra necessária para enraizamento
( ) Necessidade de cuidados
( ) Preferencia da população
( ) Predisposição a pragas e espécies invasoras
( ) Abrigo para fauna
( ) Outros: _____

13. Porque as espécies escolhidas são as mais recomendadas para Stuttgart?

_____

14. Há uma preferência por espécies nativas?
( ) Sim
( ) Não

15. O plantio de espécies exóticas acontece e é recomendado?
( ) Sim
( ) Não
Porque? _____

16. Há uma contabilização da quantidade de árvores existentes na cidade hoje?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, como isso é feito? Elas são classificadas por espécies?_____

17. Há dados suficientes para saber a porcentagem de cada espécie em relação ao todo?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual é essa proporção? _____

18. Há algum material de referência para escolha das espécies e para a heterogeneidade do plantio?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual é ele?_____

19. Há um mínimo de espécies diferentes que devem ser plantadas?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quantas? _____

Poda e Remoção

20. A poda ou supressão precisam de autorização especial?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, pra qual órgão deve ser pedida? _____

21. Houve alguma mudança quanto a isso nos últimos anos?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, como era antes? _____

22. Como é composta a equipe de poda? (Complete com a quantidade de trabalhadores)
____ Encarregado (s)
____ Podador (es)
____ Auxiliar (es)
____ Motorista
____ Outras Funções, quais? _____

23. Houve mudança nessa estruturação nos últimos anos?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, como era antes? _____

24. Se o serviço é terceirizado, a contratação é por meio de licitação?
( ) Sim
( ) Não

25. Quais as exigências?
( ) Maquinário adequado
( ) Equipamento de segurança
( ) Certificado de treinamento da equipe
( ) Escolaridade da equipe
( ) Conhecimento botânico por parte da equipe
( ) Experiência por parte da equipe
( ) Outros: _____

26. Qual período do contrato?
_____ meses

27. Poderia indicar o custo aproximado deste serviço por arvore?
_____ reais

28. Se possível, uma licitação de contratação poderia ser disponibilizada?

29. Há alguma exigência de formação técnica para os empregados na equipe de poda/remoção?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual? _____

30. É dado treinamento aos trabalhadores?
( ) Sim
( ) Não

31. Há uma grande rotação das equipes?
( ) Sim
( ) Não

32. Se sim, quais são as motivações de tais rotações?
( ) Remuneração inadequada
( ) Falta de oportunidade de crescimento
( ) Busca por novas oportunidades
( ) Acidentes e lesões durante o trabalho
( ) Envolvimento com álcool e drogas
( ) Falta de comprometimento com o trabalho
( ) Outros: _____

33. Quantas equipes estão em serviço no momento? Quantas são terceirizadas?
_____ equipes

34. Há algum tipo de pré tratamento antes da destinação? O resíduo é triturado ou cortado, por exemplo?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual e o pre tratamento utilizado? _____

35. Ele permanece armazenado por certo período?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, por quanto tempo? _____ meses

36. Onde?
( ) Galpão
( ) a céu aberto
( ) Outro: _____

37. Quais são os equipamentos utilizados para a poda?
( ) Caminhões. Quais tipos? _____
( ) Maquinário (motosserra, soprador). Quais? _____

38. Há diferenciação no procedimento de poda e corte quanto ao porte da árvore?
( ) Sim ( ) Não
Se sim, quais as principais? _____

39. Durante quais meses a produção vegetal por podas e cortes é maior? Porque?
_____

Varrição Pública e geração particular de resíduos

40. Como é composta a equipe de varrição? (Complete com a quantidade de trabalhadores)
____ Encarregado (s)
____ Podador (es)
____ Auxiliar (es)
____ Motorista
____ Outras Funções, quais? _____

41. Houve mudança nessa estruturação nos últimos anos?
( ) Sim ( ) Não
Se sim, como era antes? _____

42. Se o serviço é terceirizado, a contratação é por meio de licitação?
( ) Sim
( ) Não

43. Quais as exigências?
( ) Maquinário adequado
( ) Equipamento de segurança
( ) Certificado de treinamento da equipe
( ) Escolaridade da equipe
( ) Conhecimento botânico por parte da equipe
( ) Experiência por parte da equipe
( ) Outros: _____

44. Qual período do contrato?
_____ meses

45. Poderia indicar o custo aproximado deste serviço por arvore?
_____ reais

46. Quais são os equipamentos utilizados para a varrição e coleta?
( ) Caminhões. Quais tipos? _____
( ) Maquinário. Quais? _____

47. Há algum tipo de pré tratamento do resíduo antes da destinação?
( ) Sim
( ) Não

48. Se sim, qual e o pre tratamento utilizado?
( ) Triturado
( ) Cortado
( ) Outros: _____

49. Ele permanece armazenado por certo período?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, por quanto tempo? _____ meses

50. Onde?
( ) Galpão
( ) a céu aberto
( ) Outro: _____

51. Houve alguma mudança na gestão deste tipo de resíduo nos últimos anos?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual e porquê? _____

52. Durante quais meses a produção vegetal por varrição é maior?
( ) Jan
( ) Fev
( ) Mar
( ) Abr
( ) Mai
( ) Jun
( ) Jul
( ) Ago
( ) Set
( ) Out
( ) Nov

( ) Dez
Porque há essa variação?_____

53. Há um serviço de coleta residencial do resíduo verde?
( ) Sim
( ) Não

54. Se sim, como pode ser solicitado o serviço de coleta residencial do resíduo verde?
( ) Website
( ) Telefone
( ) Pessoalmente
( ) Outro: _____

55. Até qual quantidade é coletado? _____

56. Como é tratado e destinado?
( ) Aterro
( ) Incineração
( ) Compostagem
( ) Reuso
( ) Outro: _____

57. Quantas foram as solicitações para este tipo de serviço no último ano?
_____ solicitações

58. Há postos de coleta nos quais a população possa destinar o resíduo?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quantos? _____

59. Como é feita essa coleta? Há algum tipo de classificação?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual? _____

60. Qual a destinação dada?
( ) Aterro
( ) Incineração
( ) Compostagem
( ) Reuso
( ) Outro: _____

61. Qual a quantidade de resíduo coletado nessas localidades?_____

62. Uma porcentagem do resíduo vegetal gerado nas residências é compostado pelos próprios moradores?
( ) Sim
( ) Não

63. Se sim, há estatísticas e dados?
( ) Sim
( ) Não
Qual é essa quantidade/porcentagem? _____

64. Há planos futuros e metodologias especificas a serem seguidas?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quais? _____

Destinação dos resíduos

65. Como é destinado o resíduo verde gerado por remoção e poda?
( ) Aterro
( ) Incineração
( ) Compostagem
( ) Reuso
( ) Outro: _____

66. Ele é misturado ao resíduo urbano ou é dada uma destinação em separado?
( ) Misturado ao resíduo urbano
( ) Destinado separadamente

67. Aproximadamente quanto custa a destinação deste resíduo? ____ reais

68. Essa destinação e economicamente sustentável? _____

69. Há alguma previsão de mudança nessa destinação?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quais são os planos futuros? _____

70. Houve alguma mudança na destinação nos últimos anos?
( ) Sim
( ) Não

71. Se sim, como era anteriormente? _____

72. Qual foi a motivação dessa mudança? _____

73. Porque a destinação utilizada atualmente foi escolhida? _____

74. Ela e economicamente sustentável?
( ) Sim
( ) Não

75. Quantas usinas de compostagem e fermentação existem em Stuttgart?

Modelos de Gestão

76. Atualmente qual é o modelo de gestão adotado com relação aos resíduos arbóreos urbanos? Qual é o processo adotado desde o plantio até a destinação? Como é feita a tomada de decisão?_____

77. Há um plano de gestão a longo prazo? Uma metodologia de plantio e gestão estabelecidas?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual? _____

78. Qual é o principal conflito com relação a gestão dos resíduos de poda e corte?_____

79. Há mudanças na gestão dos resíduos quando há a mudança de direção?
( ) Sim
( ) Não

80. Há um georrefenciamento das árvores plantadas?
( ) Sim
( ) Não

81. Há controle das podas e corte feitos?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, como é feito? _____

82. Há algum procedimento a ser tomado com relação a prefeitura para corte e poda de alguma determinada espécie?
( ) Sim
( ) Não

Se sim, qual espécie? _____

83. Qual o procedimento? _____

84. Há um cronograma de podas a serem realizadas por parte da prefeitura?
( ) Sim
( ) Não

85. As podas são feitas com qual motivação?
( ) Precaução
( ) Solicitação de moradores
( ) Emergência
( ) Outros: _____

86. De onde vem as mudas que são plantadas na cidade? _____

87. Com que altura aproximadamente as mudas são plantadas?
_____ metros

88. Quais são os principais problemas apresentados no plantio das mudas?_____

89. Há problemas com pragas?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quais? _____

90. Muitas mudas são perdidas pela presença de pragas ou insetos?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, como é feito o tratamento destas? _____

91. Há uma estimativa de quantas mudas são perdidas?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual é essa estimativa? _____

92. Há um espaçamento determinado entre as mudas para o plantio?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, qual é o recomendado? _____

93. Se elas estiverem muito próximas, pode ocorrer algum tipo de problema?
( ) Sim
( ) Não
Se sim, quais? _____

94. O corte ou poda ilegal é identificado facilmente?
( ) Sim
( ) Não

95. Qual é o procedimento quando é identificado? _____