



UnB

Universidade de Brasília - UnB

Bacharelado em Ciências Ambientais

IB/ IG/ IQ/ FACE-ECO/ CDS

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ERROS DE ARBORIZAÇÃO E DIRETRIZES
PARA MANEJO DE ESPÉCIES NO CAMPUS DARCY RIBEIRO - DIAGNÓSTICO
DE ERROS E ALTERNATIVAS**

Beatriz Carvalho de Medeiros

Marina de Almeida Magalhães Pereira

Brasília – DF

2023

Beatriz Carvalho de Medeiros
Marina de Almeida Magalhães Pereira

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ERROS DE ARBORIZAÇÃO E DIRETRIZES
PARA MANEJO DE ESPÉCIES NO CAMPUS DARCY RIBEIRO - DIAGNÓSTICO
DE ERROS E ALTERNATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade de Brasília, como requisito parcial
para obtenção de grau de bacharel em Ciências
Ambientais.

Orientadores: Dr. Andrei Domingues Cechin e Dr.
Uidemar Morais Barral

BRASÍLIA – DF

2023

Beatriz Carvalho de Medeiros
Marina de Almeida Magalhães Pereira

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ERROS DE ARBORIZAÇÃO E DIRETRIZES
PARA MANEJO DE ESPÉCIES NO CAMPUS DARCY RIBEIRO - DIAGNÓSTICO
DE ERROS E ALTERNATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade de Brasília, como requisito parcial
para obtenção de grau de bacharel em Ciências
Ambientais.

Aprovado em: 11/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Uidemar Morais Barral
Instituto de Geociências - IGD
Universidade de Brasília

Andrei Domingues Cechin
Departamento de Economia
Universidade de Brasília

Pedro Henrique Brum Togni
Departamento de Ecologia
Universidade de Brasília

Pedro Henrique Zuchi da Conceição
Departamento de Economia
Universidade de Brasília

“The Only thing I do know is that we have to be kind. Please be kind.

Especially when we don't know what's going on.”

- Waymond Wang [Everything everywhere all at once]

AGRADECIMENTOS - Beatriz

Agradeço imensamente aos meus pais, Maria Helena Carvalho e Miqueas Medeiros, por todo apoio, carinho e amor, me proporcionando um ambiente de incentivo ao meu crescimento, tanto profissional quanto como cidadã. Espero que até aqui e nos meus futuros caminhos, possa continuar honrando vocês. Lhes amo, queridos.

Ao meu irmão, Daniel Carvalho, pelas distrações e brincadeiras, amo você. Válido falar da Mel, a cachorra mais companheira que já existiu, “au-au” que em português significa te amo.

Ao meu companheiro, Gabriel de Carvalho, pela compreensão, paciência, imenso amor e pela alegria durante todos esses anos. Os dias foram e são mais leves com você, obrigada por ter tornado esse processo mais fácil. Você foi o melhor presente que a universidade me deu. Amo você.

A minha família, pelas correções, suporte, conselhos, pelo incentivo a educação, que indiretamente e diretamente me auxiliaram durante essa jornada pela Universidade. Vocês transformaram o cotidiano em dias mais calorosos e descontraídos. Com menções honrosas a vovó Marly e vô João, quando nos encontrarmos novamente conto tudo, sei que vocês são parte de mim, amo vocês para sempre.

As minhas amigas preciosas, Ester, Raquel, Marcela, Mariana e Gaio por dividirem esse momento comigo, por todos os dias felizes ou tristes, por sempre se fazerem estar presentes, saibam que vocês são incomparáveis. A minha amigona da faculdade, Marina, obrigada por essa amizade tão verdadeira e por todo o esforço, a faculdade foi muito mais proveitosa quando dividida contigo, grata eternamente por todas as conversas e apoio. Amo vocês.

A tantos outros amigos da faculdade que fizeram desses anos inesquecíveis, por todo companheirismo nas matérias, pelas dúvidas sanadas, pelas situações engraçadas e por toda essa vivência de curso.

Aos orientadores, Uidemar Barral e Andrei Cechin, pela condução do nosso trabalho, vocês foram excepcionais, grata pelas dicas valiosas. Com especial destaque para o professor Pedro Zuchi que consolidou todo este trabalho juntamente conosco, por todo cuidado em disponibilizar material para que evoluíssemos na formulação deste documento, imensamente agradecida. Agradecimento especial para todos os funcionários da Secretária do Meio Ambiente que contribuíram na aquisição de dados, parte essencial do nosso TCC.

AGRADECIMENTOS - Marina

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me proporcionado um caminho que me levou a ser a pessoa e a profissional que sou hoje. Sem Ele eu não teria tido fé e alcançado as conquistas que obtive até hoje, além de não ter conhecido meus amigos e/ou pessoas que me ajudaram durante a vida.

Aos meus pais, pela educação, amor, piadas, lições de moral, mesmo que às vezes eu não as escute, condição financeira de vida, em que na realidade brasileira de muitos universitários, que precisam se sustentar sozinhos, trabalhando e estudando, acabam não tendo o tempo livre que tive por boa parte da minha graduação para os estudos. Agradeço também a todos os familiares que fazem ou fizeram parte do meu cotidiano nos últimos anos e que de alguma forma me proporcionaram felicidade, boas risadas, histórias descontraídas ou que tenham cuidado de mim quando pequena, impedindo que eu morresse. Em especial a minha vó Beatriz que faleceu na época da pandemia.

Agradeço a todos os meus amigos, mesmo os que não tenho mais contato ou que a amizade tenha terminado por alguma razão, pelas lembranças boas que guardo. Em especial agradeço a Maria Eduarda, pelos 11 anos de amizade; pelas conversas sem sentido, por ser meu porto seguro, a primeira pessoa que eu procuro quando eu estou muito desolada, triste, no fundo do poço e quero me sentir melhor. A Bia, por estar comigo desde o primeiro dia de aula do curso, embora não tenha gostado muito de mim inicialmente, por todas as fofocas, ser a única parceira de trabalho em grupo que eu aguento, por ser chorona, amiga de festa, amiga de desabafo, de quase tudo se não tudo. Ao meu namorado, Arthur, por me estressar tanto ao ponto de me fazer rir e esquecer o porquê estava com raiva, por ser besta, amoroso e ser meu parceiro de todas as horas.

Ao meu professor/orientador de estágio, Pedro Togni, que representa todos os meus professores da graduação e por ter me dado a chance de trabalhar no meu primeiro trabalho, em um lugar com pessoas tão incríveis, assim como ele, que me ensinaram muito e me descontraíram nas tarefas. Em especial, Érika, Rafa, Maria, Luíza, Ana, Amanda, César e João. Agradeço aos meus colegas e amigos de graduação ou amigos de outros cursos que foram especiais para mim.

A Bia, Pedro Zuchi, Guilherme e demais pessoas da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) da universidade, Edilson e meus orientadores, Uidemar e Andrei, que ajudaram diretamente na formulação desse trabalho ou ajudaram na obtenção de algum dado.

Resumo

A arborização de centros urbanos gera vários benefícios para comunidade, entretanto, quando feita de forma desordenada, sem um planejamento prévio, resulta em consequências como gastos desnecessários com espécies não nativas dos biomas, prejuízo às estruturas urbanas, posicionamento inadequado de indivíduos arbóreos. Tais inconveniências acarretam remoção dos indivíduos arbóreos com o intuito de sanar ou minimizar os danos causados, resultando assim no aumento da temperatura nas cidades (mudança no microclima da região), na diminuição dos ventos, em uma baixa captura e fixação de carbono e no aumento do nível de estresse nessas áreas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo identificar, analisar e valorar árvores com alguma das irregularidades encontradas na literatura, que geram consequências negativas a comunidade acadêmica do *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília e externa. A escolha dos indivíduos se deu por apresentarem riscos de perda material — como é o caso de árvores produtoras de grandes frutos localizadas em estacionamentos — ou causadoras de outros transtornos. Estimar o custo defensivo causado pela falta de planejamento arbóreo também compôs o objetivo, assim como propor alternativas “secundárias” a remoção dos indivíduos. Para isso, foi realizada a valoração de árvores de acordo com Silva Filho et al. (2002), seguindo adaptações de Potenza (2016) e foram precificadas sete (7) árvores identificadas como causadoras de algum dos tipos de prejuízo. Para a quantidade de indivíduos arbóreos no Darcy Ribeiro, foi utilizado arquivo disponibilizado pelo coordenador, Edilson Bias, possibilitando obtenção dos dados a respeito da ocorrência dos espécimes analisados. Feito a valoração econômica, a soma total dos indivíduos estudados foi de R\$ 125.304,02. Foi estimado, por meio de pesquisa monetária, que o custo adicional de manutenção de asfalto por soerguimento de raízes de 150 indivíduos foi em média R\$302.346/m². Alternativas foram propostas para os erros identificados, com o intuito de solucionar e/ou mitigar os prejuízos, como redes para frutos localizados em áreas de intensa movimentação e garantir a nutrição mais próxima do ideal dos indivíduos arbóreos evitando o uso de inseticidas. Pôde-se concluir que por meio do planejamento de arborização urbana e gestão de áreas verdes é possível evitar custos defensivos que poderiam ter sido evitados e que os valores econômicos dos indivíduos arbóreos teriam sido maiores se estivessem em locais adequados.

Palavras-chaves: danos; alternativas sustentáveis; valoração ambiental; risco de árvores; planejamento de arborização urbana.

Abstract

The urban afforestation results in many community benefits, however, when conducted in a disordered way without a previous plan, it causes unnecessary expenses with non-native species, damage to the urban structures, improper placement of arboreal individuals. Those inconveniences result in the extraction of the trees seeking to minimize or solve the problems, following disturbs such as high-temperature levels in metropolitan areas (alteration of the microclimate in local), decreased wind velocity, reduction in carbon harvesting and fixation, increased stress levels in those areas. Therefore, the current study aims to identify, analyze, and value trees with some of the irregularity founded at literature, which cause negative consequences to the academic community in University of Brasília, Darcy Ribeiro campus and out. The individuals were chosen because they presented material loss risks- as the trees producing large fruits in parking lots- or causing others disorders. Estimating the defensive cost caused by the lack of tree planning also was part of the objective, as well as suggesting options to avoid the displacement of arboreal individuals. For that, it was made the valuation of trees proposed by Silva Filho et al. (2002) and adapted by Potenza (2016) to price seven (7) trees identified as causing some of the types of loss. Concerning the number of tree individuals in Darcy Ribeiro, was used the file provided by coordinator, Edilson Bias, ensuring the collection of data regarding the occurrence of the specimens analyzed. After the economic valuation, the total sum of the studied individuals was R\$ 125.304,02. It was estimate, by monetary research, that the adicional cost of asphalt maintenance by roots uplift to the 150 studied individuals was on average R\$302.346/m². Seeking to solve and/or reduce damage, alternatives were listed for the identified mistakes, such as chains for fruits located in areas of intense movement and to reinforce the arboreal individuals' nutrition as ideal as possible, avoiding the use of insecticides. It was concluded that through urban afforestation planning and green areas management It is possible to avoid defensive costs tchat could have been avoided and that the trees individuals's economic valuation would have been higher if they were in adequate places.

Key words: *damage; sustentable alternatives; environmental assessment; trees risc; urban afforestation planning.*

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Localização da área de estudo que se encontra em parte do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília - UnB, Brasília, Brasil.....	31
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diretrizes paisagísticas propostas pela Universidade de Brasília, campus Darcy Ribeiro, em 1987.....	12
Quadro 2 - Iniciativas do Plano de Logística Sustentável para a gestão de áreas verdes nos campus da UnB, de 2018 a 2021.	13
Quadro 3 - Erros de arborização identificados no campus Darcy Ribeiro e sua respectiva explicação	16
Quadro 4 - Tipos de podas feitas em árvores com sua funcionalidade e recomendações.....	21
Quadro 5 - Recomendações para quando os ramos forem do tipo grosso ou do tipo fino e materiais respectivos recomendados para manejo.	21
Quadro 6 - Recomendações de espécimes arbóreos com especificidades para locais específicos.....	21
Quadro 7 - Origem das seis (6) espécies analisadas pelo trabalho	32
Quadro 8 - Atributos relacionados ao valor de uma espécie arbórea.	33
Quadro 9 - Categorias de condição que uma árvore pode ter e significado dessas categorias.	34
Quadro 10 - Árvores identificadas e selecionadas no campus Darcy Ribeiro com algum dos erros definidos no trabalho.....	36
Quadro 11 - Soluções propostas para remediar os diversos danos causados por árvores presentes no campus universitário, Darcy Ribeiro.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento do valor de muda das árvores alvo do trabalho e a média final desses preços.....	40
Tabela 2 - Valores das espécies analisadas para o cálculo do Índice de Importância, assim como do Índice de Importância Relativo.....	41
Tabela 3 – Preços referentes a manutenção de espécies arbóreas no campus Darcy Ribeiro.	42
Tabela 4 - Valor econômico das espécies analisadas no campus Darcy Ribeiro, UnB.	43

Tabela 5 - Levantamento do valor de manutenção de asfalto das 150 Canafístulas do estacionamento do ICC Sul devido ao soerguimento de raízes arbóreas segundo empresas de asfaltagem no DF e a média final desses preços.....46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPLAN	Centro de Planejamento Oscar Niemeyer
CL	Café das Letras
CTLA	<i>Council of Tree and Landscape Appraisers</i>
DAP	Diâmetro a altura do peito
Hb	Altura do primeiro ramo
ICCS	Instituto Central de Ciências Sul
IDA	Instituto de Artes
Ii	Índice de importância
Iir	Índice de importância relativo
INFRA	Secretaria de Infraestrutura
Kr	Valor de constante
MCE	Método Custos Evitados
MMA	Ministério do meio ambiente
MVC	Método de Valoração Contingente
NDVI	Índice de vegetação de diferença normalizada
PM1	Pavilhão de Multiuso 1
PNAU	Política Nacional de Arborização Urbana
PSA	Pagamentos por serviços ambientais
SA	Secretaria de Administração
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
STEM	<i>Standard Tree Evaluation Method</i>
UnB	Universidade de Brasília
Vbm	Valor biométrico
Vc	Valor de condição
VE	Valor de Existência
Ve	Valor de espécie
VET	Valor Econômico Total
VI	Valor de localização
VO	Valor de Opção
VUD	Valor de Uso Direto
VUI	Valor de Uso Indireto

SUMÁRIO

Introdução	6
1. Contextualização e estudos principais	8
1.1. Breve histórico da arborização na UnB - <i>campus</i> Darcy Ribeiro	11
1.2. Planejamento de arborização urbana	13
1.3. Valoração econômica do meio ambiente	17
2. Áreas verdes: embasamento e benefícios	18
2.1. Áreas verdes X Arborização urbana: conceituação	18
2.2. Espécimes arbóreos inseridos em meio urbano: recomendações e vantagens	21
3. Valoração econômica do meio ambiente	23
4. Métodos de valoração	27
4.1. Métodos de valoração econômica ambiental	27
4.2. Métodos de valoração por fórmula	28
5. Metodologia	30
5.1. Caracterização da área de estudo	30
5.2. Método de Fórmula Brasileiro	32
5.3. Coleta e análise de dados	35
6. Resultados e discussão	36
6.1. Identificação e valoração de indivíduos arbóreos	36
6.2. Custos evitados com bom planejamento de arborização	44
6.3. Proposição de alternativas para manutenção das árvores	46
7. Conclusão	47
8. Referências bibliográficas	49

Introdução

A arborização em centros urbanos é essencial na garantia do conforto térmico, bem-estar social, abrigo temporário para a fauna, melhoria na qualidade do ar, conservação do solo, entre diversas funções ecossistêmicas proporcionadas pela vegetação arbórea (CARVALHO; PASTORE, 2019; ITII; MALHEIROS; CAMPOS, 2012). Todavia, a expansão urbana e o crescimento das cidades produzem consequências negativas oriundas da falta de planejamento arbóreo, indicando déficit das áreas verdes (GONÇALVES, 2018). Tais circunstâncias direcionam para uma gestão ineficaz desses recursos naturais e uma composição arbórea desconexa à vegetação nativa local (ITI; MALHEIROS; CAMPOS, 2012).

Tendo como foco a Universidade de Brasília e seu papel socioambiental desempenhado, fica implícito a necessidade de um manejo adequado dos indivíduos arbóreos espalhados pelo *campus*. Dessa forma é visado captar os benefícios promovidos pela vegetação com destaque para a arbórea, buscando assim minimizar os impactos negativos. É observado que a comunidade que frequenta o *campus* Darcy Ribeiro, tanto interna quanto externa, enfrenta cotidianamente adversidades causadas por indivíduos arbóreos que foram plantados sem o devido planejamento e cuja manutenção não ideal propicia certo grau de desconforto ao público (CARDOSO, 2019).

As árvores do Cerrado, bioma nativo desse estudo, em particular, eram suprimidas e substituídas por árvores de outros biomas, como a Mata Atlântica, para compor a arborização urbana da Região Centro-oeste. Em 2005, 50% da vegetação do bioma se encontrava convertido para áreas antrópicas (KLINK & MACHADO, 2005) e suas mudas em viveiros eram consideradas difíceis de encontrar pela falta de estudos (OLIVEIRA et al., 2016). No *campus* Darcy Ribeiro, apenas 24,03% de suas árvores são nativas do Cerrado (KURIHARA, 2005), que reflete a inexistência de um planejamento arbóreo e gestão de áreas verdes.

A valoração econômica de árvores e o planejamento da arborização tornam-se ferramentas essenciais no direcionamento de investimento da Universidade, além de no caso da primeira, podendo ser utilizada na aplicação de multas e indenizações (POTENZA, 2016). Ademais, tal valoração demonstra para população a importância da vegetação em termos econômicos, fora os benefícios intangíveis proporcionados, agindo como mecanismo de conscientização sobre espaços verdes com vegetação nativa preservada. Em suma, a valoração econômica ambiental fornece uma perspectiva econômica sobre os recursos naturais e serviços ecossistêmicos, de modo a auxiliar na tomada de decisões, na avaliação de políticas e projetos e na incorporação adequada dos recursos naturais nos sistemas contábeis e econômicos (POTENZA, 2016).

Tendo isso em vista, o objetivo do presente trabalho foi identificar e valorar economicamente árvores com alguma das irregularidades encontradas na literatura, no *campus* Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília – UnB. A escolha dos indivíduos se deu por gerarem consequências negativas a comunidade acadêmica e externa a Universidade, apresentando riscos de perda material — como é o caso de árvores produtoras de grandes frutos localizadas em estacionamentos — ou causadoras de outros transtornos. Finalizando, como objetivos específicos buscou-se: valorar economicamente as árvores identificadas com algum dos erros, estimar o custo defensivo causado pela falta de planejamento arbóreo e propor alternativas viáveis para solucionar os erros analisados.

Em relação a organização lógica do presente trabalho, na primeira seção são abordados a contextualização e importância das áreas verdes em um cenário geral juntamente com os principais estudos utilizados para embasamento. As subdivisões abordam tópicos específicos sobre a Universidade de Brasília, sua evolução paisagística e a ausência da organização de plantio em sua arborização, planejamento de arborização urbana. Ressalta o valor de espécies nativas e as desvantagens da ausência de áreas verdes, finalizando com a revisão de estudos referentes a valoração econômica do meio ambiente.

Na seção seguinte intitulada “Áreas verdes: embasamento e benefícios”, são discutidas as definições de arborização urbana e áreas verdes, além de abranger o contexto histórico, a mudança na utilidade da vegetação arbórea para sociedade e brevemente sobre a Política Nacional de Arborização Urbana. Nos outros tópicos dessa seção são discorridos sobre o manejo de espécies inseridas no meio urbano comentando vantagens e orientando para determinadas ações. Por fim, são citados conceitos econômicos pertinentes (Seção 3) para compreensão da escolha da metodologia e os diferentes métodos de valoração ambiental (Seção 4).

Na seção cinco (5) é abordada a localização da área de estudo, a metodologia e a coleta de dados necessária para a aplicação metodológica. A metodologia utilizada é o método de fórmula brasileiro adaptado por Potenza (2016), aplicado para valoração econômica de árvores previamente selecionadas por conter alguma irregularidade no *campus* Darcy Ribeiro - UnB, sendo referente a terceira seção deste estudo. Para chegar ao valor econômico final das árvores, a fórmula é dividida em quatro (4) etapas: o cálculo do Índice de Importância (Ii), o Índice de Importância Relativo (Iir), a equação de Valor da Constante (Kr) e, por último, o cálculo de valor econômico da unidade da árvore.

Na seção seis (6) são discutidos os resultados encontrados na pesquisa, além de abordar os custos que poderiam ser evitados pela universidade caso um planejamento de arborização

fosse feito e bem implementado, evitando futuras despesas como reparação do asfalto, gastos com controle de doenças arbóreas, limpeza e podas mais frequentes. Além de custos interiorizados pela comunidade acadêmica (interna e/ou externa) no geral. Visando mitigar e tentando solucionar essas questões, continuando na seção seis (6), algumas ações podem ser adotadas pela universidade. Alguns exemplos são: aumentar o canteiro destinado a espécie, garantir a condição de nutrição ótima da árvore, instalar placas de aviso debaixo de árvores produtoras de grandes frutos, entre outros.

1. Contextualização e estudos principais

Em áreas urbanas, as áreas verdes são responsáveis pelo equilíbrio entre o espaço modificado pelo homem e o meio ambiente. Entretanto, quando existe a ausência de tais espaços verdes a qualidade ambiental do meio é prejudicada. De acordo com Anunciação (2016), “[...] a densidade e a geometria das edificações criam uma superfície rugosa que influencia na circulação do ar e no transporte de calor e vapor d’água” (ANNUNCIÇÃO, 2016, p. 14).

Por conta da remoção da vegetação para expansão e desenvolvimento dos centros urbanos, a radiação de curta e longa distância pode ser potencializada em virtude do desequilíbrio energético causado pelo homem. Por meio de edificações e pavimentações em detrimento à vegetação, ocorrem modificações no solo, como erosão e impermeabilização, possibilitando a ocorrência de enchentes, e contaminação do substrato, o aumento de escoamento superficial e provocando ilhas de calor (LIMA; AMORIM, 2006).

Portanto, espaços verdes públicos tornam-se alvo de estudo principalmente no quesito de planejamento de centros urbanos, visando influenciar positivamente na qualidade de vida urbana e ambiental, além de estarem associados a aspectos políticos, estéticos e culturais dentro da sociedade (LIMA; AMORIM, 2006). Adicionando-se a isso, é válido direcionar estudos acerca da retirada da vegetação natural voltada para uma escala mais local, como é o caso das universidades, que podem ser entendidas como “pequenas cidades”, já que lidam com questões internas como coleta de lixo, transporte, políticas públicas e outras atividades referentes a administração de um extenso espaço.

No caso da Universidade de Brasília (UnB), segundo o Anuário Estatístico com dados de 2021, a população universitária era de 57.647, incluindo alunos de graduação e pós-graduação,

docentes e técnicos administrativos de todos os *campus*. Esse número representa a dimensão universitária da UnB, que apresenta uma população maior que muitas cidades brasileiras, como Porto Seguro, Bahia, com 167.955 e Brotas, em São Paulo, com 23.898 (IBGE, 2022).

As áreas verdes do *campus* Darcy Ribeiro, UnB, identificadas por meio de índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI), obtiveram uma área total ocupada por vegetação de 2.635.812 m², sendo 972.853 m² de vegetação arbórea e 461.215 m² consideradas áreas de absorção de água (ADÁRIO, 2021). O impacto da vegetação arbórea densa foi verificado quando esta registra temperaturas mais baixas quando comparada a locais sem vegetação. Por meio do uso do método *Green Metrics*, que busca analisar a sustentabilidade das faculdades quanto a um critério específico, sendo nesse caso “Definições e Infraestrutura”, o Darcy Ribeiro ocupou o 5º lugar entre 29 universidades nacionais aptas a serem analisadas em 2019 (ADÁRIO, 2021).

A implantação de áreas verdes e/ou o planejamento da arborização em grandes centros também tem influência sobre os serviços ecossistêmicos providos, como o conforto térmico (LIRA FILHO; MEDEIROS, 2006). O aumento desordenado sem o devido equilíbrio entre vegetação e pavimentação ocasiona modificações microclimáticas constantes nos ambientes urbanos (SILVA, 2020). O calor exorbitante causa desconforto térmico aos seres humanos e animais por meio das temperaturas elevadas, falta de circulação de ar e diminuição da velocidade dos ventos, em que esses efeitos colocam em risco a sustentabilidade de ambientes internos e externos (ABREU, 2012).

Dessa forma, para que a população nas cidades possa exercer suas atividades diárias com bem-estar e qualidade de vida, se faz necessário o aumento de cobertura vegetal, principalmente de árvores, que favoreça efetivamente o conforto térmico microclimático por meio do declínio de temperatura e radiação solar (ALCHAPAR et al., 2017; GOLDMAN, 2017; LINDÉN; FONTI; ESPER, 2016). Basso (2014) verificou a influência de diferentes espécies arbóreas na temperatura de ruas e calçadas, onde foram avaliadas as espécies *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna), *Licania tomentosa* (Oiti), *Michelia champaca* (Champaca), *Lagerstroemia indica* (Resedá) e *Ficus benjamina* (Figueira). Verificou-se que o Oiti (*Licania tomentosa*) demonstrou as maiores mudanças de temperatura superficial nas calçadas e à sombra, sendo de 17°C de diferença, enquanto o Ipê (*Tabebuia heptaphylla*) apresentou a menor diferença de temperatura superficial.

A escolha adequada de espécies associado ao porte e densidade de sombreamento, são características importantes a serem observadas na arborização de espaços urbanos. Foi registrada uma amenização de temperatura nas superfícies ao sol e à sombra próxima a copa dos espécimes, em que espécies de grande e médio porte tiveram maior redução nas temperaturas quando comparadas às de pequeno porte (BASSO; CORRÊA, 2014).

As árvores podem ser escolhidas segundo suas características e seus efeitos causados no ambiente onde serão plantadas. Abreu (2012), usando análise multicritério (MCA) em Campinas, São Paulo, concluiu que três espécies demonstraram boa performance individualmente principalmente Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* F.), Tipuana (*Tipuana tipu*) com classificação excelente, Jamelão (*Syzygium cumini* L.) e Mangueira (*Mangifera indica* L.) como muito bom e Ipê Amarelo, Jacarandá mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia* D. Don.), Espatódea (*Spathodea campanulata*) e Mirindiba Bagre (*Lafloensia glyptocarpa* L.) como bom, e Pinheiro (*Pinus palustris* L.) e Pinheiro (*Pinus coulteri* L.) como regular, para indicadores relacionados à temperatura do ambiente e característica das espécies.

Ademais, foi visto que árvores em conjunto auxiliam mais em conforto térmico do que separadas, como ocorre naturalmente, o que diminui a radiação solar e estresse térmico. Uma redução de 10% na radiação e 30% na temperatura foi observada principalmente para espécies de copa grande, tronco do tipo plagiotrópico e com presença de folhas menores, como a Tipuana, Sibipiruna, Jamelão e Mangueira. Estas possuem maior capacidade de sombreamento, além de possuírem maior evapotranspiração e maior absorção da radiação solar, promovendo temperaturas mais amenas (ABREU; LABAKI, 2008).

No Distrito Federal, com o aumento da vegetação nos espaços urbanos, houve uma melhoria térmica nas zonas climatológicas de três Regiões Administrativas estudadas: Riacho Fundo, Samambaia e Águas Claras. Essa melhoria foi relacionada com a localização e organização das espécies, onde árvores plantadas em grupo promoveram menor conforto térmico quando comparadas àquelas que foram plantadas de forma linear próximo a calçadas e canteiros centrais. A zona climática mais arbórea não apresentou conforto térmico melhor, e sim a cerca de quatro (4) metros das árvores (SILVA, 2020).

Além do conforto térmico, a arborização está associada a outros serviços ecossistêmicos, como sequestro de carbono e abrigo à fauna. Em estudo feito por Rodrigues (2017) nos locais coletados com diferentes tipos de arborização, foi verificado aumento de 8% de serviços de provisão e de regulação e 16% de serviços do tipo culturais. Os serviços ecossistêmicos de 16

biomas do mundo são valorados em US\$ 16-54 trilhões por ano, com média de US\$ 33 trilhões por ano (COSTANZA et al., 1997).

1.1. Breve histórico da arborização na UnB - *campus* Darcy Ribeiro

No *campus* Darcy Ribeiro é observada a escala bucólica, assim como por todo o Plano Piloto, em que se tem espaços livres em meio as estruturas urbanas, por toda a sua extensão (CARDOSO, 2019). Desde a criação da nova capital, Brasília, era pensada em uma universidade que refletisse cultura, o que se tornou realidade com a proposta de construção de Juscelino Kubitschek, em 1960.

A Secretaria de Infraestrutura (INFRA), do Centro de Planejamento Oscar Niemeyer (CEPLAN), é responsável, historicamente, pelo planejamento arquitetônico de todos os *campus* da UnB, incluindo a parte ambiental (ADÁRIO, 2021). Nos dados de relatórios feitos pelo CEPLAN é constatado que originalmente a universidade seria capaz de se tornar um parque aberto a população, preservando a vegetação original contínua em seus espaços abertos. Lúcio Costa, em 1962, instaurou um plano de ocupação da universidade com o objetivo de se tornar um parque aberto. Porém, com as suscetíveis mudanças de seu plano original por outros autores do CEPLAN, como Nelson Silva, e inserção de novas edificações, a universidade foi fraccionando seus espaços urbanísticos (CARDOSO, 2019).

A construção do Restaurante Universitário e da Administração Central, por exemplo, no chamado Zoneamento Paisagístico do Campus e o Projeto Paisagístico de Praça Maior, ou apenas “Plano 1971”, tinha um dos objetivos ser um local de encontro. Esta meta, porém, não implementada pelo projeto paisagístico de Fernando Chacel: “A arborização inadequada não se desenvolveu nos estares de forma a projetar sombra; e todo um detalhamento de elementos de arquitetura, de imobiliário e de infraestrutura não foi implementado” (CARDOSO, p.222, 2019).

No Projeto Paisagístico de Praça maior não foi pensado também na configuração das posições dos bancos, em que em alguns há sombreamento adequado, enquanto para outros os bancos dispostos não estão localizados próximos a árvores, não provendo sombra (CARDOSO). Em 1972, Nelson Silva foi designado para dar continuidade ao projeto de Chacel em que, quanto ao plantio, em arbustos e forrações não foram feitos como o planejado, as árvores foram plantadas em menor quantidade que o esperado e com muitas plantas frutíferas

não esperadas (CARDOSO, 2019). Dessa forma, conclui-se a falta de organização quanto ao plantio no *campus*.

Após a conclusão de grande parte das obras de paisagismo e infraestrutura, foi criado um documento pela universidade e pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal cujo qual promovia a presença de parques, e realização de pesquisas ligadas ao reflorestamento do Darcy Ribeiro, além de paisagismo no mesmo (ADÁRIO, 2021). Em 1987, no documento feito pela Prefeitura do *campus* e professores de Arquitetura e Urbanismo, são salientados os problemas observados, como a carência de estrutura físico-espacial que promova integração e continuidade. Destaca-se o trecho abaixo, o qual exemplifica a Biblioteca Central como um local distante das demais áreas acadêmicas:

A conexão entre as diversas atividades é restrita, concentrada em eixos de circulação de automóveis. Os interstícios entre as mesmas são espaços vazios, residuais, com nenhuma possibilidade de indução e permanências e encontros interpessoais: tal situação é incentivada pelo tratamento paisagístico sem sentido microclimático ou intenção de criar lugares de estar: são poucas as áreas sombreadas, configuradas para o lazer, a contemplação e o estudo, seja através de mobiliário urbano, ou de elementos topográficos, vegetais e de revestimentos de piso (UnB, 1987, p. 25).

Ainda no documento de 1987, são propostas diretrizes paisagísticas. No Quadro 1 estão presentes as diretrizes consideradas mais importantes e que estão vinculadas com esta pesquisa literária. Nos dias atuais, a universidade instituiu um Plano de Logística Sustentável com metas para 2018 a 2021 (Quadro 2) quanto as áreas verdes de todos os *campus* da UnB. Tanto o documento de 1971 quanto o Plano de Logística Sustentável não foram cumpridos em sua totalidade (ADÁRIO, 2021).

Quadro 1 - Diretrizes paisagísticas propostas pela Universidade de Brasília, *campus* Darcy Ribeiro, em 1987.

“Elaboração de um inventário das áreas identificando os diferentes tipos de tratamento paisagístico das áreas não ocupadas. Este inventário permitirá a realização de um zoneamento que sirva como orientação para o estabelecimento dos diferentes níveis de manejo e manutenção a serem adotados no Campus, definindo-se inclusive possíveis áreas de preservação.”
“Quanto às áreas já ocupadas, cabe um estudo que permita aperfeiçoar o tratamento paisagístico atual, especialmente dos corredores de circulação de pedestres (acessos da L2, acesso ao C.O., etc.), provendo-os de calçadas, árvores, bancos, iluminação, além de criar ou melhoras possíveis locais de estar e lazer ao ar livre adequando-os a diferentes tipos de permanência externa”.
Condições de controle ambiental: “A morfologia do campus deverá favorecer a utilização dos fatores climáticos que possam concorrer para a elevação do nível de conforto térmico em todos os edifícios, minimizando a necessidade de utilização de equipamentos mecânicos de climatização”.
Vegetação direcionando a ventilação: “A vegetação, dependendo da sua textura, porte e forma, pode auxiliar significativamente o aproveitamento da ventilação natural, pela criação de cozinhas de alta e baixa pressão. Nos pátios, por exemplo, uma vegetação de copa densa e alta contribuirá para o redirecionamento dos brises”.

Fonte: ADÁRIO, 2021 de UnB, 1987

Quadro 2 - Iniciativas do Plano de Logística Sustentável para a gestão de áreas verdes nos *campus* da UnB, de 2018 a 2021.

I. Implantar sistema de informações georreferenciadas de áreas verdes dos campi, sempre que possível, com identificação dos indivíduos arbóreos;
II. Elaborar os Planos de Arborização e Planos Paisagísticos dos campi;
III. Implantar normas e procedimentos para gestão de podas, erradicação e plantio de árvores;
IV. Implementar e monitorar os processos de regularização ambiental da UnB;
V. Incentivar a recuperação, restauração, reabilitação e remediação de áreas verdes nos campi;
VI. Incentivar a instalação de jardins verticais para melhorar o conforto térmico das edificações e contribuir para redução do consumo de energia elétrica;
VII. Implantar jardins com espécies vegetais, de preferência pertencentes ao bioma cerrado, pouco exigente no consumo de água e com qualidade paisagística comprovada;
VIII. Estabelecer mecanismos de controle de irrigação de jardins, inclusive eletrônicos, nos campi;
IX. Criar protocolos para redução do uso de agrotóxico no controle de pragas em jardins;
X. Implantar modelo de compostagem de material verde e adubação orgânica dos jardins.

Fonte: PLS, 2018, p. 47.

O *campus* Darcy Ribeiro apresenta uma configuração urbanística e de espécies arbóreas semelhante ao Plano Piloto. O que é observado hoje é que grande parte da vegetação nativa foi suprimida, com pequenas áreas de Cerrado. Há o predomínio, nas áreas verdes, de grama com presença ou ausência de árvores. A falta de implementação de um projeto das áreas verdes é constatada, tornando ainda o local dificultoso para a criação de relações interpessoais (CARDOSO, 2019).

1.2. Planejamento de arborização urbana

No *campus* Darcy Ribeiro - UnB, foram catalogadas e medidas 5.011 árvores, onde a maioria das espécies (totalizando 37) pertencem ao bioma Cerrado, bioma nativo da universidade, com percentual de 24,03% equivalente a 388 árvores, seguido das espécies da Mata Atlântica (totalizando 31) com 20,13%, sendo 706 indivíduos arbóreos, por árvores dos biomas Amazônia (6,49%), Caatinga (1,95%) e Pantanal (0,65%). O número de espécies exóticas do Brasil encontradas no campus foi igual a 29 espécies que englobam 895 indivíduos (18,83%). Além disso, cerca de 41 espécies têm seu habitat natural em mais de dois biomas brasileiros, equivalente a 26,62%, ou seja, 2.248 árvores. Por fim, não foi possível no estudo em questão identificar o gênero de duas espécies (1,3%), equivalente a 8 árvores (KURIHARA, 2005).

Diante disso, apesar do *campus* Darcy Ribeiro apresentar 24,03% referente a espécies nativas do Cerrado, cerca de 29,22% são espécies oriundas de outros biomas brasileiros. Adicionando-se a isso, a quantidade de espécies exóticas é significativa, obtendo uma

porcentagem de quase 20%. Com isso exposto, é inegável que a Universidade apresenta uma alta diversidade arbórea (KURIHARA, 2005), entretanto as espécies não pertencentes ao Cerrado somam 48,05%, implicando na possibilidade de futuros perjúrios oriundos de árvores exóticas — como a queda de frutos do Jamelão — e da falta de dominância das espécies nativas na paisagem. Além disso, a escolha de espécies exóticas na constituição da paisagem exclui o valor da cultura local atribuída a espécies nativas.

Várias espécies frutíferas foram encontradas no trabalho de Kurihara (2005), sendo 80 espécies identificadas. Uma dessas espécies foi *Syzygium cumini* (Jamelão), plantada geralmente no padrão de grupos (SILVA JUNIOR e CORREIA, 2001). A grande quantidade de espécies não nativas do bioma Cerrado observadas no *campus* da Asa Norte, que, por ser a única universidade pública do Distrito Federal, reflete a despreocupação em manter uma vegetação típica do bioma, dispensando o valor que poderia ser cultivado no inconsciente coletivo de regionalidade, patrimônio imaterial, conservação de espécies e o próprio desenvolvimento do afeto para com sua região (KURIHARA, 2005).

Na cidade de Nerópolis, Goiás, que possui presença predominante do bioma Cerrado, foi realizado levantamento das espécies em que das 166 árvores, apenas duas — uma quaresmeira e cinco bacuris — são nativas do bioma. O restante era composto por 7 espécies de outros biomas brasileiros e 12 de diferentes continentes como América Central, Oceania e Ásia. Os dados mostram descaso com a vegetação nativa e invalida seu importante valor na região, por ser um centro histórico, dificultando a conservação dessas espécies já que a comunidade não sente nenhuma ligação com as árvores que possibilitaram o desenvolvimento de sua população (ITII; MALHEIROS; CAMPOS, 2012). Quanto às áreas verdes, existe uma certa dificuldade de pesquisas em se estabelecer critérios:

Na maioria das vezes esses dados são obtidos por amostragem e refere-se somente ao tema pesquisado, áreas verdes ou arborização sem confrontações amplas e desejáveis com as demais estruturas e elementos constituintes da área urbana como edificações, tipos de pavimento, solo e demais elementos (SCHUCH, 2006, p. 16).

As árvores do Cerrado, bioma nativo desse estudo, em particular, por não apresentarem a estética muitas vezes considerada bonita, como árvores de floresta provindas de outros biomas, como a Mata Atlântica, são desvalorizadas, sendo assim não escolhidas em sua maioria na composição paisagística urbana no Brasil. Em Goiânia, no Goiás, tinha-se, principalmente nas décadas de 30 e 40, essa desvalorização do bioma, sendo substituído por vegetação exótica (FREITAS, 2012; JUNIOR & SILVA, 2015). Em 2005, 50% da vegetação do bioma se encontra convertido para áreas de atividade antrópica (KLINK & MACHADO, 2005) e suas

mudas em viveiros são consideradas difíceis de encontrar devido à falta de estudos de modo a reproduzi-las ou de serem obtidas em área natural (OLIVEIRA et al., 2016).

Os projetos de arborização inseridos dentro das cidades brasileiras não consideram a plantação de árvores específicas para a região, decorrente da falta de planejamento urbano (HOPPEN et al., 2014; FELIPPE et al., 2022), além da falta de gestão por parte de quem planta, que muitas vezes não é qualificado. Recorrentemente são plantadas espécies não adaptadas e que não garantem sombreamento eficiente, possuem riscos de queda e causam prejuízos econômicos pelos danos causados a calçadas, veículos e ruas.

A falta de manejo gera problemas na rede elétrica e de água, obstáculos de circulação, podas inadequadas, presença de problemas fitossanitários, os quais aumentam quando há uma homogeneidade de espécies (SANTAMOUR, 1990), dentre outros, sem considerar o contexto urbano inserido, como ruas e avenidas, no crescimento e estética dessas espécies (RODRIGUES et al., 2002). Santamour (1990) destaca que não se deve ter mais que 10% da mesma espécie, 20% do mesmo gênero e 30% da mesma família, de modo a evitar a presença de doenças e pragas indesejadas.

Em uma pesquisa feita em São Paulo foi constatado por meio de análise de campo de diversos fatores, como presença de conflitos, danos causados por poda, posicionamento e área permeável do plantio, que 53,7% das árvores possuíam danos físicos devido a podas mal planejadas e 18,9% possuíam algum conflito com a infraestrutura urbana. Além disto, a presença de ferimentos, concavidades e podas malfeitas podem contribuir para problemas fitossanitários, os quais trazem risco à saúde das pessoas (LESSI, 2014).

Ademais, no mesmo estudo, das 130 espécies presentes, 64 eram nativas, em que dentre elas 51 eram nativas do bioma da região e 13 nativas de outros biomas; e 66 foram identificadas como exóticas (LESSI, 2014), demonstrando esta última uma maior quantidade de espécies e pouca preocupação com o plantio de indivíduos nativos. Concluiu-se pelo autor que é comum a identificação de mais espécies exóticas, as quais trazem danos a infraestrutura, sendo um gasto econômico público, do que as originárias do Brasil em outras 3 universidades, incluindo o Darcy Ribeiro.

Uma dissertação feita por Schuch em 2006 revelou que 241 (equivalente a 58%) árvores não causavam conflito, enquanto 174,42%, apresentavam um tipo de conflito. Quanto a poda 208,50%, não possuíam poda, 161,39%, apresentavam poda drástica e 46,11%, poda leve. De 415 árvores, 49 espécies estavam presentes, sendo 5 espécies com 67,5% de representatividade.

A vegetação impacta o cotidiano do homem em diversos níveis, atingindo tanto a parte mental quanto o físico (ADÁRIO, 2021). Além disso, quando a vegetação é utilizada e mantida em ambientes urbanos algumas características do ambiente originário são preservadas pela aproximação das condições naturais do local (ADÁRIO, 2021). Uma das questões latentes quanto a organização arbórea em cidades é que quando não feita de maneira adequada e planejada torna-se um problema ambiental, principalmente se a expansão urbana ocorrer de maneira desordenada.

No *campus* Darcy Ribeiro, os efeitos da escolha inadequada de espécies e interferência da vegetação arbórea em meio a infraestrutura do meio são, por consequência, sentidos pela comunidade em áreas específicas, como a falta de sombreamento nos percursos e a falta de distribuição vegetativa entre a parte norte e sul, em que a parte sul apresenta mais árvores que a parte norte (CARDOSO, 2019). No caso dos estacionamentos, devido à ausência de planejamento e gestão, demonstram elevado risco de queda de galhos, árvores por completo e frutos, gerando transtornos e danos financeiros a veículos e/ou físicos às pessoas. Além disso, nesses locais é possível observar as raízes que elevam o concreto e cimento das calçadas e ruas.

Por conta da carência de um planejamento, o soerguimento do asfalto por raízes torna-se uma questão problemática para administração e reitoria da Universidade já que trata de um fator de acessibilidade e conforto da comunidade interna e/ou externa em suas rotas de trânsito. Dessa forma, os custos referentes ao reparo de tais adversidades serão inevitáveis. Com isto exposto, é de interesse da Universidade atuar na prevenção de possíveis prejuízos às estruturas de seu domínio, evitando maiores contratempos e custos, como a substituição da asfaltagem do estacionamento.

Em adição aos problemas citados, também é observado na universidade a falta informações, parâmetros e indicadores relacionados à arborização urbana, além da baixa eficiência de planejamento, manutenção e gestão de espaços livres verdes, cenário que é reflexo do que ocorre com frequência no país (BRASIL, 2021). Com o intuito de sintetizar as problemáticas relacionadas à disposição e escolha das árvores que compõem o *campus* Darcy Ribeiro, foi elaborado o Quadro 3, reunindo as principais questões discutidas acima:

Quadro 3 - Erros de arborização identificados no *campus* Darcy Ribeiro e sua respectiva explicação

Erros registrados	Autor (es)	Explicação do erro
Risco de queda de árvores	Schuch, 2006; Lessi, 2014	Árvores que, por serem suscetíveis a ação do vento ou com alguma questão fitossanitária grave, estão em risco de cair.

Soerguimento de estruturas (calçadas) pelas raízes das árvores	Santamour, 1990; Embrapa 2002; Schuch, 2006	Escolha inadequada de espécies com raízes do tipo tabular que, pelo limitado espaço, se expandem em busca de recursos, propiciando a danificação de estruturas como calçadas.
Espécies frutíferas localizadas em áreas de intensa movimentação	Schuch, 2006	Espécies que possuem frutos grandes ou que, apesar de pequenos, podem vir a prejudicar o trânsito de pessoas e veículos na área e quando não manejadas da forma adequada causam transtornos financeiros e na rotina da comunidade.
Podas malfeitas (interferência com estruturas urbanas)	Lessi, 2014; Santamour, 1990; Schuch, 2006; Basso, 2014	Árvores que não foram monitoradas corretamente e orientadas em seu crescimento que porventura adquirem determinado formato que causa interferência nas estruturas das cidades e precisam sofrer uma poda radical.
Questões fitossanitárias	Santamour, 1990; Schuch, 2006; Lessi, 2014	Árvores, normalmente da mesma espécie, que, por terem sido plantadas em grupo ou muito próximas, possuem risco maior de obter problemas fitossanitários, doenças e/ou pragas, e de retê-los.
Espécies exóticas	Lessi, 2014; Basso, 2014; Kurihara, 2005; Carvalho; Pastore, 2019; Itii et. al. 2012.	Espécies que por não estarem totalmente adaptadas ao bioma estão mais suscetíveis a pragas e doenças, além de demandarem cuidados específicos (como necessitar de mais água).
Danos a edificações	Lessi, 2014	Indivíduos arbóreos que não estão localizados a uma distância segura de edificações, seja por terem sido plantados antes ou depois do surgimento da edificação, de modo que suas copas, galhos e/ou folhas causem prejuízo financeiro de manutenção, como entupimento de calha.
Perto de fiação elétrica	Santamour, 1990; Schuch, 2006	Árvores em que suas copas estejam muito próximas de fiação elétrica, gerando gastos constantes com podas

Fonte: Elaborado pelos autores

1.3. Valoração econômica do meio ambiente

As áreas urbanas se modificam de forma muito rápida, destruindo e construindo, plantando e desmatando sem o menor cuidado e análise em um período tão curto (SCHUCH, 2006). A ausência de estudos específicos, principalmente a respeito dos custos ambientais de se suprimir árvores e da falta de planejamento adequado na arborização urbana, é um empecilho para o desenvolvimento sustentável da vegetação nessas áreas.

Desse modo, o intuito do trabalho de Ferreira (2019) foi efetuar a valoração de árvores em dois bairros do Paraná, utilizando dois métodos por fórmula: o norte-americano *Council of Tree and Landscape Appraisers* (CTLA, 2000) e o Método de Fórmula brasileiro. São

definidos uma série de critérios, como a espécie, condição e localização. Os resultados do método CTLA no bairro São Francisco Xavier com 121 árvores valoradas foi de R\$ 1.047.061,20, já para o bairro Centro Norte com 376 indivíduos valorados foi igual a R\$ 1.546.878,23. Para o método brasileiro, 891 espécies arbóreas foram valoradas no bairro São Francisco Xavier atingindo um valor total de R\$ 75.792.246,07 e para o bairro Centro Norte um total de 1.142 indivíduos somaram R\$ 115.985.022,53.

No estudo desenvolvido por Silva et al. (2002), o maior valor médio foi de R\$ 711.609,46 e pertenceu a espécie *Pterygota brasiliensis*, enquanto o menor valor econômico foi de R\$ 71.005,66, da espécie *Eugenia pyriformis*. **Potenza (2016)** adaptou a metodologia de Silva Filho et al. (2002), acrescentando 3 novas variáveis aos cálculos de valoração arbórea. Como resultado, obteve um total de R\$ 60.488.360,33 para o bairro Cambuí e média de R\$ 34.863,61 por indivíduo arbóreo.

Por meio da valoração econômica pode-se ter uma dimensão da importância das árvores na dinâmica urbana, orientando políticas públicas voltadas para preservação e implementação desses indivíduos arbóreos em cidades. Apesar desse fato, pesquisas de valoração ambiental são escassas no Brasil, estando mais presentes nos Estados Unidos e Europa (DETZEL, 1990; TOSETTI, 2012). Segundo levantamento de 2011, apenas 5% das pesquisas brasileiras sobre arborização urbana são voltadas para valoração (SOAVE JÚNIOR et al., 2011).

2. Áreas verdes: embasamento e benefícios

2.1. Áreas verdes X Arborização urbana: conceituação

As árvores urbanas no Brasil, principalmente por influência trazida pelos jardins e praças da Europa durante o século XVIII ou pelos imigrantes trazerem suas espécies nativas ao país (ANTUNES et al., 2020), eram plantadas com finalidade estética e de lazer à comunidade em meio a padronização estrutural das cidades. Todavia, com os avanços científicos de hoje, já se sabe que desempenham valor muito maior que isso, passando a ser uma necessidade em meio ao desequilíbrio ambiental proporcionado pelo êxodo urbano constante.

De acordo com Ribeiro (2009) a arborização em áreas urbanas desempenha diversas funções como purificação do ar, proporciona temperaturas amenas que contribuem para um microclima mais confortável nas cidades (BONAMETTI, 2011) — com destaque para o sombreamento exercido por espécies arbóreas — e redução da velocidade do vento. A arborização urbana abrange tanto o âmbito público, como as vias urbanas, parques e praças, quanto no âmbito privado (EMBRAPA 2002; SANCHOTENE, 1994).

O autor Ribeiro (2009), assim como Silva et al. (2002) também destaca a melhoria nas condições de infiltração da água interferindo positivamente na dinâmica do balanço hídrico do local, atua como abrigo para animais e desempenha papel essencial no amortecimento de ruídos, além do notável caráter paisagístico e estético. Adicionando-se a isso, a vegetação ainda pode funcionar como corredor ecológico, de modo a ligar espaços verdes urbanos e parques, por exemplo, retendo poluentes e diminuindo a quantidade de gás carbônico (LESSI, 2014). A cerca do conceito de arborização urbana, segundo a Embrapa:

Entende-se por arborização urbana toda cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades. Essa vegetação ocupa, basicamente, três espaços distintos: as áreas livres de uso público e potencialmente coletivas, as áreas livres particulares e acompanhando o sistema viário (RODRIGUES et al., 2002, p. 9).

As árvores funcionam como “bombas de água autorreguláveis” que proporcionam conforto térmico pelo clima urbano ameno (MILLER, 1997). Retêm materiais particulados do ar e até 70% de poeira suspensa, quando há boa arborização local. Essas vantagens proporcionadas pelas áreas verdes urbanas podem ser valoradas, avaliadas e monitoradas. Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) N° 369 de 2006, Art.8º, §1º área verde é definida como:

O espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização (“RESOLUÇÃO CONAMA N° 369, DE 28 DE MARÇO DE 2006”, 2006, pt. 8).

O Código Florestal pela Lei 12.651/2012, sobre o conceito de áreas verdes urbanas, as define como sendo:

Espaços, públicos ou privados, com predomínio 59 de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (“LEI N° 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.”, [s.d.], pt. 1).

Já o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014) considera áreas verdes urbanas sendo: “conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades”.

As áreas verdes possuem três funcionalidades: ecológica, devido ao conforto térmico atribuído e promoção da biodiversidade; econômica por poder ter caráter turístico (ESTELLITA; DEMATTÊ, 2006) e valorização dos imóveis em espaços urbanos; e social pelo lazer e qualidade de vida gerados (GONÇALVES et al., 2008; SILVA, 2020). Além da estética,

cada árvore possui sua função no meio quando sozinha ou em grupo. A seleção incorreta na flora urbana pode impedir a circulação de ar por não gerar as zonas de baixa e alta pressão.

Estas funcionalidades (ecológica, econômica e social) estão associadas aos serviços ecossistêmicos, provindos da arborização em meio urbano, os quais podem ser definidos como os benefícios gerados pelas funções ecossistêmicas que influenciam o ser humano (MARQUES, 2020). Os serviços ecossistêmicos associados à arborização urbana são de provisão, regulação e suporte e culturais. Os serviços de provisão são aqueles que provêm produtos para o uso humano e de regulação são os que realizam a manutenção das funções ecossistêmicas. Os serviços de suporte são todos aqueles que apoiam a manutenção de serviços ambientais, enquanto os culturais estão relacionados a estética, ao lazer, por exemplo (TEEB, 2011).

Para uma devida eficiência das diversas qualidades atribuídas à arborização urbana, é de extrema importância pesquisas acerca do planejamento, plantio e manutenção de espécies arbóreas, as quais devem ser adequadas ao bioma inserido e as características do local (BASSO; CORRÊA, 2014). Espécies nativas são resistentes a pragas, necessitando menos de agrotóxicos, e auxiliam na manutenção da fauna nativa, enquanto as exóticas causam competição e extermínio das primeiras, além de interferir negativamente na conservação da biodiversidade (LESSI, 2014).

Além disso, espécies nativas da região, no caso desse trabalho oriundas do bioma Cerrado, têm vantagens por já estarem adaptadas ao clima regional, inclusive ao regime hídrico — importante levar em conta se tratando do Centro-Oeste e sua dinâmica com a água-seca. Portanto, a escolha de espécies vegetais é fundamental caso se opte por economia de água, lar temporário para fauna local e serviços ecológicos específicos (CARVALHO; PASTORE, 2019).

Pensando nisso, o projeto de Lei PL 4309/2021 visa regular a arborização urbana por meio da criação da Política Nacional de Arborização Urbana (PNAU) estabelecendo objetivos, diretrizes e instrumentos, além do Sistema Nacional de Informações, ambos voltados para arborização urbana com o objetivo de dar assistência aos municípios brasileiros no planejamento arbóreo nas cidades (“PL 4309/2021”, 2021). A PNAU terá os instrumentos seguintes: índices de arborização urbana, declaração de imunidade de corte, espaço árvore e adoção de árvores e áreas verdes.

2.2. Espécimes arbóreos inseridos em meio urbano: recomendações e vantagens

Pensando no manejo de espécies arbóreas, podem ser feitos 3 tipos de podas, conforme o Quadro 4 elaborado. Nele são expostas as recomendações quanto a cada tipo de poda e suas funcionalidades.

Quadro 4 - Tipos de podas feitas em árvores com sua funcionalidade e recomendações.

Tipos de poda	Para que serve	Recomendações
Poda de limpeza ou manutenção	Retira-se galhos indesejados ou com potencial perigo	Galho é cortado entre 0,5 e 1 metro da inserção para que a própria árvore rejeite o galho com o tempo. Após avançado o processo de rejeição poderá ser retirado por completo. Recomendado fazer a poda durante o inverno quando ramos indesejados estão mais visíveis
Poda de formação	Quando o sentido de crescimento de um ou mais ramos apresentarem risco a elementos urbanísticos	Retirar desde cedo para precaver problemas maiores de cicatrização
Poda de condução	Quando se quer direcionar ou dar suporte a árvore.	As podas são orientadas durante a época de perda de folhas ou inverno

Fonte: SCHUCH, 2006.

Ainda de acordo com Schuch (2006), também são feitas algumas recomendações para quando os ramos forem grossos ou finos, sendo que os procedimentos devem ser feitos de maneira cuidadosa (Quadro 5). Quando realizada uma poda radical, sem levar em consideração o conteúdo contido nos Quadros 3 e 4, é muito provável que a árvore não consiga regenerar aquele local em que houve o corte, podendo estar sujeita a doenças fitossanitárias.

Quadro 5 - Recomendações para quando os ramos forem do tipo grosso ou do tipo fino e materiais respectivos recomendados para manejo.

Tipos de ramos	Recomendações	Utensílio de preferência
Ramos grossos	Podem ser cortados por cortes provisórios nas partes inferior e posterior e, após, cortados por completo	Serrote
Ramos finos	Precisam de apenas um corte feito de forma lisa, sem deixar tocos para que a cicatrização seja mais eficiente	Podão ou tesoura

Fonte: SCHUCH, 2006

Quanto a arborização em estacionamentos e outros locais, são recomendadas algumas informações prévias, que dizem respeito aos tipos de folha e porte das árvores, por exemplo, de acordo com a localidade (Quadro 6).

Quadro 6 - Recomendações de espécimes arbóreos com especificidades para locais específicos.

Locais	Recomendações

Com calhas e bueiros	Árvores de folhas grandes
Com maior poluição potencial por partículas, como próximo de incineradoras	Folhas grandes e com pelos retêm mais material particulado, ocorrendo risco de proliferação de líquens, por exemplo. Portanto, devem ser evitadas
Próximo a calçadas	Evitar árvores com flores e/ou frutos grandes que causem perigo, tornando as calçadas escorregadias; árvores que ultrapassem 10 metros e possuem raio de copa superior a 5 metros
Em estacionamentos	Recomendadas árvores sempre verdes por fornecerem sombreamento constante a veículos; de crescimento acelerado; tolerável a problemas fitossanitários (pragas e doenças); sistema radicular pivotante ou axial profundo; caule sem muitas ramificações que não precise de podas regulares e sem presença de espinhos
Ruas de calçada larga sem fiação elétrica	Árvores que atingem até de 5 a 10 metros e raio de copa de 4 a 5 metros (médio porte)
Com fiação elétrica	Árvores que atingem de 3 a 5 metros e raio de copa entre 2 e 3 metros (pequeno porte)
Próximo a edificações	Árvores de médio porte e com recuo predial de 6 a 8 metros; árvores de pequeno porte com recuo predial de 4 a 5 metros; árvores com altura maior que 10 metros e raio de copa superior a 5 metros (grande porte) com recuo predial de 8 a 15 metros

Fonte: ROCHA, 2017; SCHUCH, 2006; SILVA, 2020.

As estruturas e elementos urbanos são constituídos de elementos refletores, como asfalto e concreto, que proporcionam a criação de ilhas de calor, as quais são modificações no equilíbrio energético natural que propiciam desconforto térmico, assim como o conglomerado urbano e a poluição (SCHUCH, 2006). Para uma melhor definição de ilhas de calor, Amorim et al (2009), as define como:

Caracterizada por uma cúpula de ar quente que cobre a cidade, a ilha de calor urbana (ICU) é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas (AMORIM et al., 2009, p. 2).

A vegetação, em contraponto, propicia conforto térmico por meio da criação de microclimas urbanos os quais geram sombreamento, proteção a radiação solar, diminui a velocidade dos ventos e da temperatura por conta da sua capacidade de reter umidade do ar e do solo. O conforto térmico expressa uma condição de satisfação por meio da temperatura do ambiente, de acordo com a norma americana ANSI/ASHRAE, e depende do tipo, altura, idade e disposição espacial de cada indivíduo arbóreo (PEIXOTO, et al., 1995), além da densidade de galhos, cobertura foliar que ditam sobre a densidade das árvores (SCUDO, 2002). As árvores de copa pouco densa impedem até 80% da radiação do sol e as de copa densa impedem até 98% (LIMA, 1993; ANDRADE, 2002).

Uma árvore é equivalente ao funcionamento de cinco ar-condicionados, ressaltando novamente o alívio térmico proporcionado por espécies vegetais (SCHUCH, 2006). A conservação da umidade provinda pela vegetação pode ocorrer pela: evaporação física diretamente das chuvas, transpiração das plantas – inversamente proporcional ao grau hidrotérmico do meio – e a clorovaporiização do vapor de água pela assimilação de clorofila no CO₂ atmosférico, por meio dos raios solares (ANNUNCIACÃO, 2016). Além disso, as árvores desempenham papel essencial na fixação de partículas de poeira e na absorção do CO₂ produzidos em grandes centros (CARVALHO; PASTORE, 2019; ITII; MALHEIROS; CAMPOS, 2012).

Segundo Silva (2009), e Loboda e De Angelis (2005) a vegetação nos centros urbanos apresenta outro fator benéfico para a comunidade, além da melhoria do clima local, ela traz um efeito positivo sobre a estabilidade emocional e psicológica, caracterizando-se como espaços de lazer e recreação. Portanto, as áreas verdes são responsáveis por manter a estabilidade do clima na região, proporcionando ambientes mais ventilados, como também trazer uma sensação de bem-estar aos usuários.

Mesmo diante de todos os benefícios proporcionados pelas árvores, a população e autoridades responsáveis comumente pedem a retirada de indivíduos por apresentarem sinais de perigo ou por não estarem em acordo com as estruturas urbanas da área, resultando em graves complicações ambientais que poderiam ser evitadas caso a vegetação fosse mantida (SILVA, 2009) ou se houvesse o devido planejamento.

3. Valoração econômica do meio ambiente

Quando custos ambientais gerados para a população não são compensados ou incluídos nos preços de mercado, a sociedade arca com o ônus daquele impacto. Essa situação, como será explicado adiante, é considerada uma “externalidade negativa” na literatura econômica. O desafio então é valorar e tornar explícitos tais custos externos (ou benefícios, no caso de “externalidade positiva”), que são desconsiderados ao se tomar decisões de produção e consumo com base apenas nos preços de mercado.

Para viabilizar não apenas o planejamento ambiental e arborização, a valoração ambiental de espécimes arbóreos é fundamental para criação de políticas públicas e/ou programas. A valoração econômica é fator extremamente relevante na organização e monitoramento dos indivíduos arbóreos no *campus* Darcy Ribeiro, que apresenta dimensões e problemas de uma cidade.

A preocupação em valorar o meio ambiente é recente e cada vez mais crescente (CORREIA & SOUZA, 2013), surgindo a partir do movimento social a favor do meio ambiente, impulsionando economistas a reavaliarem os instrumentos utilizados para mensuração dos recursos naturais (NOGUEIRA; MEDEIROS, 1999). Agregar valor ao meio ambiente é uma tarefa complexa, pois este não dispõe de recursos passíveis de serem mensurados, consumidos e comercializados, além disso, não há um mercado aparente ou, quando existem, são enquadrados como mercados muito imperfeitos (ALVARES, 2020).

A valoração econômica ambiental é utilizada para estimar o valor de recursos ambientais em comparação a outros bens e serviços (MOTTA, 1997), dando base para formulação de alternativas sustentáveis para gerir o meio natural. Dessa forma, a definição econômica de um recurso natural fundamenta gastos envolvidos na manutenção, remoção e plantio de novos indivíduos convergindo para uma melhor utilização e implantação de áreas verdes (POTENZA, 2016).

O valor econômico associado a um recurso ambiental está vinculado à disposição a pagar, ou seja, o valor de um bem está associado a quanto um indivíduo está disposto a sacrificar por ele. Essa disposição a pagar se divide em: total e marginal. A disposição total significa a quantia total que uma pessoa estaria disposta a pagar para atingir determinado nível de consumo em vez de ficar sem o recurso. Já a segunda é referente a disposição a pagar por uma unidade adicional de um mesmo bem.

De modo geral, quando indivíduos valorizam um bem ou serviço, estão dispostos a pagar ou sacrificar algo por aquilo que lhes está sendo ofertado, obtendo assim um benefício desse recurso. Trazendo esse conceito para o trabalho em questão, poderíamos argumentar o quanto a comunidade interna e externa da Universidade de Brasília estaria disposta a pagar ou sacrificar pela manutenção das árvores, apesar de potenciais geradoras de adversidades, invés da retirada desses indivíduos arbóreos (FIELD & FIELD, 2014).

Outra forma de enxergar e compreender as relações da disposição marginal a pagar é por meio das curvas de demanda. A curva é construída a partir de duas variáveis, a quantidade do bem e o preço, sendo assim, de acordo com Field & Field (2014, p.45), uma curva de demanda mostra: “[...] a quantidade de um bem ou serviço que um indivíduo em questão demandaria (isto é, compraria e consumiria) em qualquer preço específico”. Portanto, essa representação gráfica da disposição marginal a pagar por um serviço ou bem sintetiza as preferências e capacidades de consumo desse recurso por um indivíduo.

Por outro lado, no quesito prático aplicado a questões reais, é interessante focar em grupos de pessoas, principalmente no que tange a temas como qualidade ambiental e políticas

reguladoras. Tendo isso em vista, é utilizada uma curva de demanda agregada que consiste no somatório de curvas de demandas individuais. Além desses conceitos, é necessário considerar os custos envolvidos em diferentes situações. Por exemplo, a produção de bens e serviços, que exigem gastos de recursos produtivos (insumos) no processo, os quais variam de acordo com a demanda.

O custo de oportunidade, segundo Field & Field (2014, p. 50) “[...] corresponde ao valor máximo de outros produtos que poderiam e teriam sido fabricados se os recursos para produzir o item em questão não fossem usados”, refere-se à produção alternativa caso os insumos fossem utilizados de forma diferente. Outro ponto válido a ser destacado, é a diferenciação dos custos sociais dos custos privados. O primeiro consiste nos custos enfrentados pela parte que toma as decisões que resultam em uma ação, já os custos sociais são sentidos por todos os indivíduos sujeitos a determinada ação, ou seja, são todos os custos da ação.

Assim como a disposição a pagar, os custos são divididos em marginais e totais. O custo marginal consiste nos custos adicionados ao processo produtivo, e os totais ao valor final resultante desses custos. Por fim, “a curva de custo marginal age essencialmente como uma curva de oferta” (FIELD & FIELD, p. 59) possibilitando regular a quantidade de bens produzidos por determinada empresa a diferentes preços.

Por último, o valor econômico de recursos ambientais não é geralmente incluído nos preços de mercado, ou seja, não refletem seu custo de oportunidade (MOTTA, 1997). Isso ocorre, pois, o valor econômico de um ativo ambiental se dá pelas suas características de fornecimento — por meio de serviços ambientais — que geram algum nível de satisfação nos indivíduos. Entretanto, tais benefícios podem ou não estar vinculados ao seu uso, de acordo com Motta (1997):

“[...] existem também atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental, independentemente do fluxo atual e futuro de bens e serviços apropriados na forma do seu uso.” (MOTTA, 1997, p. 11)

Para que seja possível comparar recursos que comumente não são precificados no mercado é necessário atribuí-los um valor e é por este motivo que a economia do meio ambiente desenvolveu técnicas de mensuração de bens ambientais. Para tanto, é utilizado o Valor Econômico Total (VET) para agregar valor a um serviço ou bem ambiental tendo como unidade a moeda corrente do país (R\$), sendo expresso pela Equação 1.

$$VET = (VUD + VUI + VO) + VE \quad (1)$$

Onde,

VET = Valor Econômico Total (R\$)

VUD = Valor de Uso Direto (sem unidade)

VUI = Valor de Uso Indireto (sem unidade)

VO = Valor de Opção (sem unidade)

VE = Valor de Existência (sem unidade)

Dessa forma, o valor de uso direto é definido pela contribuição direta que um recurso natural pode ter no presente ou seu ônus no futuro. Na esfera da arborização urbana, um exemplo de aplicação do VUD são as sementes destinadas para produção comercial de mudas. Já o valor indireto trata dos benefícios funcionais, como os serviços ambientais. No caso da arborização na UnB pode ser considerado, por exemplo, a regulação microclimática (POTENZA, 2016).

O valor de opção baseia-se em quanto os indivíduos estão dispostos a pagar para garantir a qualidade do recurso natural, seja no presente ou no futuro. Tendo como exemplo o valor agregado às mudas plantadas e o benefício que futuramente podem fornecer, como sombreamento. Por último, o valor de existência é dissociado da noção de uso efetivo do bem ambiental, trata do conhecimento acerca da existência de um bem que gera benefícios a humanidade como a preservação dos habitats (MATTOS et al., 2000).

Diversos métodos foram desenvolvidos com o intuito de mensurar os bens e serviços ambientais, a partir das preferências individuais. Portanto, é valorada a escolha das pessoas sobre a qualidade do meio ambiente em relação a sua mudança (em direção a conservação ou ao intenso uso e captação de seus recursos), em meio ao menor custo-benefício considerado (ALVARES, 2020).

Cada árvore possui certo grau de funcionalidade mínima ambiental a depender de sua posição no meio e sua utilização pela população de forma direta e/ou indireta. Dessa forma, todas as árvores apresentam e proporcionam certa externalidade, sendo conceituada como: “os efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente no mercado” (PINDYCK; RUBINFELD, 2013). Portanto, produtores e consumidores podem ser afetados por ações de terceiros, e esses custos ou benefícios não são internalizados pelo mercado conceituando assim externalidades (ANTUNES, 2009).

As externalidades se dividem em: positivas (quando as ações geram resultados benéficos) ou negativas (quando a ação gera custos) (ANTUNES, 2009). Em contrapartida a externalidade positiva de se manter uma árvore, também é necessário levar em conta os custos envolvidos,

como o preço de manutenção, danos causados às estruturas urbanas e a produção de grandes frutos.

Portanto, para se ter uma gestão economicamente eficiente da arborização seria necessário ter conhecimento do valor dos indivíduos arbóreos, assim como o comportamento da comunidade a respeito dos mesmos. Dessa forma, direcionando melhor os investimentos da universidade e otimizando os recursos destinados a arborização.

4. Métodos de valoração

4.1. Métodos de valoração econômica ambiental

Existem diferentes métodos de valoração econômica ambiental, porém, segundo Viana et al. (2012), os mais utilizados para a valoração arbórea são valoração hedônica, valoração contingente e os métodos de valoração por fórmula. A escolha de um deles depende do objetivo do trabalho, a quantidade de dados disponíveis e possíveis de mensurar, da preferência dos pesquisadores, dentre outros fatores, sendo que não há como afirmar que um é mais eficiente que o outro (MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004). Vale destacar ainda que nenhum método de valoração, seja por fórmula ou não, consegue ser perfeito, agregando valor a todos benefícios arbóreos, tendo sempre cada um vantagens e desvantagens.

O método valoração hedônica diz respeito à influência positiva que a oferta de um determinado serviço prestado pelo meio ambiente tem num bem composto privado, como um conjunto arbóreo que poderia aumentar o preço de forma implícita de um local privado, caso aquele serviço ambiental aumente a disposição a pagar das pessoas. A valoração desse serviço ambiental atuaria justamente para calcular qual seria o preço associado aos benefícios de se ter árvores em um ambiente urbano, conforme o exemplo (MOTTA, 1997).

O método anterior auxilia na valoração de uso do meio ambiente, necessitando de dados específicos e precisos quanto a qualidade e características do local, entre outros, o que dificulta pesquisas com a sua utilização, além de condições de mercado pré-definidas que podem não ser condizentes com a realidade (MOTTA, 1997). Outra problemática quanto ao seu uso para a valoração, é a de que ele apenas funciona em bens privados, portanto, não poderia ser aplicado em uma universidade pública.

O Método do tipo Valoração Contingente (MVC), ao contrário do anterior, é capaz de atribuir valor de existência ao bem ou serviço ambiental. Os valores de quanto o indivíduo está disposto a pagar e de aceitar são estimados por meio de pesquisa de campo, perguntando às pessoas acerca de cenários hipotéticos que deverão condizer com suas reais decisões e opiniões.

Entretanto, caso a pessoa desconheça ou não compreenda a importância que aquele serviço fornece, torna o questionário enviesado, devendo assim constar as informações e as perguntas certas, exigindo um grande esforço de pesquisa (MOTTA, 1997).

O Método Custos Evitados (MCE) busca indiretamente dar valor econômico aos danos gerados, caso ocorra algum dano a um serviço ambiental, e suas consequências negativas na qualidade de vida da população afetada. Em outras palavras, o MCE é sobre “analisar situações em que o custo incorrido para se evitar um dano ambiental é adotado como forma de estimar o valor desse dano” (YOUNG, p., 2015).

O MCE é baseado no pensamento de que o indivíduo preferirá evitar ser afetado por um possível problema ambiental que poderia ser de maior custo caso este ocorresse, sendo assim, podendo ser usado para a formação de políticas públicas como a pôr pagamentos por serviços ambientais (PSA). Algumas das desvantagens são que apenas o valor de uso é considerado, deixando de lado o valor de existência e opção. Ademais, a premissa é de que o gasto defensivo deve ser um substituto ideal para o valor do serviço ambiental (CASTRO; NOGUEIRA, 2017).

Os métodos de valoração hedônica e MVC possuem limitação em mensurar o valor individual das árvores (McPHERSON; SIMPSON, 2002), conseqüentemente não se adequam ao objetivo deste estudo. Quando se obtém o valor individual arbóreo tem-se maior objetividade e clareza de resultados por necessitar de menos dados para o valor econômico final (DETZEL, 1990), sendo que os métodos de valoração por fórmulas atingem esse objetivo, além de serem mais utilizados para árvores mundialmente (WATSON, 2002). Estes métodos, em sua maioria possuem variáveis em comum, como localização e tamanho, e são caracterizados por algumas destas serem subjetivas por depender do olhar do(s) pesquisador(es) envolvido(s).

4.2. Métodos de valoração por fórmula

Os métodos de valoração por fórmulas mais conceituados e/ou utilizados são o *Guide for Plant Appraisal*, Norma Granada, Burnley, Helliwell e o *Standard Tree Evaluation Method* (STEM). O primeiro deles, também conhecido como *Council of Tree and Landscape Appraisers* (CTLA) foca nos custos de substituição (método de substituição ou método de fórmula básica), impostos ou rendimentos de um local e no mercado, quando se tem a presença ou ausência de arborização; e apresenta variáveis quanto a localização, espécie e condição.

O método de substituição necessita de uma árvore que irá substituir a anterior, devendo ter diâmetro de tronco maior que 3,8 centímetros, ser uma espécie definida previamente e

ocupar área igual à anterior. Já o método por fórmula básica é aplicado quando se tem uma árvore maior que o indivíduo transplantável, com tronco superior a 30,48 cm. O método Norma Granada consiste nos valores de crescimento e duração de vida de árvores, assim como atributos intrínsecos (idade e expectativa de vida), e extrínsecos (quanto a estética, funcionalidade, rareza, entre outros). O método Burnley foca no tamanho do espécime, pela altura e tamanho da copa, e valor econômico base (US\$/m²), pelo preço de muda.

O Helliwell se baseia pelo tamanho arbóreo, expectativa de vida, de acordo com a sua localização, importância na posição da paisagem, presença de mais árvores, forma, importância e relação com o local. Mais especificamente quanto ao fator importância da posição da paisagem, são dados valores diferentes a depender do local que se encontram os indivíduos arbóreos, como em centros de cidade e em ruas e parques. Pela área deste estudo ter apenas um tipo, o qual seria um local público, o valor seria o mesmo. O método STEM possui 20 atributos quanto a condição, amenidades e qualidades notáveis, é considerado os custos de atacado de um espécime arbóreo de cinco anos de idade, plantio e manutenção, além de custos de atacado.

Em todos os métodos há a presença de variáveis semelhantes, algumas aparecem na fórmula de uns e não de outros, pois todos possuem uma base comum (HEGEDUS; GALL; BÉRCES, 2011). A presença dessas semelhanças explica a dificuldade de estabelecer valor para algo que não é comercializado (WATSON, 2002).

O fator condição da árvore, por exemplo, é observado em todos os métodos por fórmula, porém, quanto ao fator qualidade de espécie, apenas o método brasileiro, CTLA e Norma Granada o possuem. Esta variável é considerada muito importante, e compatível com o objetivo deste trabalho, por considerar e dar mais valor aos indivíduos de determinada espécie que possuem as melhores condições para o ambiente, como partes desejáveis e grau de adaptabilidade (POTENZA, 2016). Nos métodos *Helliwell*, STEM, Norma Granada e *Burnley* é utilizada variável expectativa de vida útil ou longevidade, a qual não seria fácil de encontrar dados sobre espécies nativas e exóticas no contexto brasileiro (LEAL, 2007).

Dessa maneira, os métodos Norma Granada, CTLA e brasileiro poderiam ser utilizados para esta pesquisa. Todavia, o Norma Granada não possui a variável localização, sendo assim descartado. Isso se dá, pois essa variável considera a problemática de indivíduos da mesma espécie arbórea em determinado ambiente pode aumentar o risco de problemas fitossanitários e representar baixa diversidade de árvores naquele ambiente urbano. Dessa forma, a localização é uma variável essencial para avaliar a valoração econômica de árvores com erros arbóreos, além de poder determinar o risco por proximidade exacerbada a estruturas urbanas.

O CTLA é visto como de fácil aplicabilidade e adaptável a diferentes regiões geográficas (GRANDE-ORTIZ; AYUGA-TÉLLEZ; CONTATO-CAROL, 2012), portanto, tanto ele quanto o método brasileiro são capazes de atender os objetivos da pesquisa. O Método de Fórmula brasileiro foi o escolhido para a metodologia, visto que foi considerado de mais fácil entendimento aplicável por parte dos autores, além de ter sido encontrados trabalhos brasileiros com o uso do mesmo e pela aplicação ser similar ao intuito do trabalho em questão.

5. Metodologia

5.1. Caracterização da área de estudo

O alvo de estudo do trabalho em questão é o *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, em Brasília - Distrito Federal, criada pela lei n.º 3.998, de 15 de dezembro de 1961. Está localizado entre os paralelos S 15° 43' - 15° 47' e meridianos W 47° 53' - 47° 51' (KURIHARA, 2005). A UnB está inserida no bioma Cerrado, sendo possível identificar algumas fitofisionomias dentro do *campus* Darcy Ribeiro. A respeito do levantamento florístico do *campus*, dados apresentados por Silva Júnior e Correia (2001), realizados no *campus* Darcy Ribeiro, identificaram cerca de 147 espécies vegetais. Destas 27% correspondem a espécies nativas do cerrado *sensu stricto*, 2% do cerradão, 11% de matas secas, 13% de matas de galeria e 46% foram reconhecidas como exóticas.

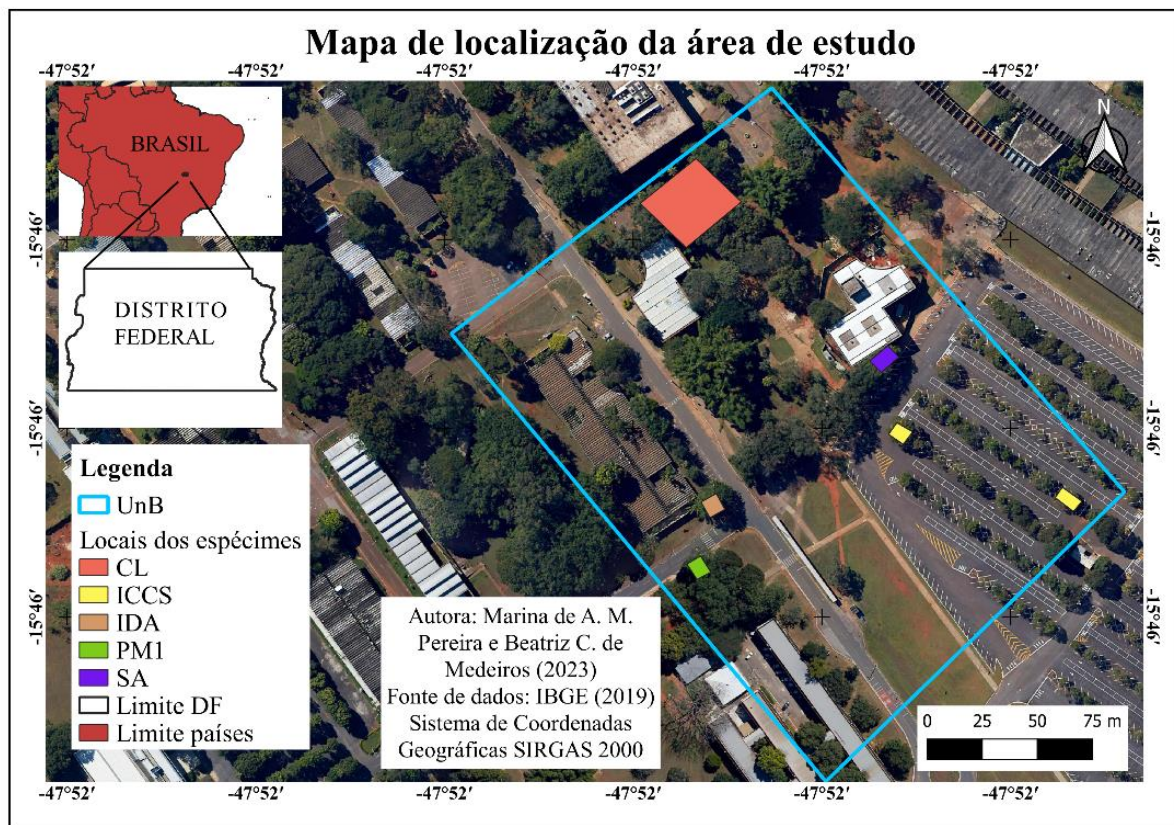
O Cerrado possui um regime sazonal tipicamente tropical, correspondente ao tipo climático Aw (de acordo com a classificação de Köppen), que se refere ao clima tropical úmido. Apresenta duas estações do ano bem definidas, uma estação chuvosa (setembro-abril) e outra seca (dura entre 5 e 6 meses), marcada por deficiência hídrica (SILVA et al., 2008). A temperatura média do mês mais frio no Cerrado é superior a 18°C, caracterizando um inverno seco e chuvas máximas no verão (KURIHARA, 2005).

Para este estudo, foram selecionados indivíduos arbóreos por possuírem uma das irregularidades presentes na literatura, identificados e localizados na região sul do *campus*. Os erros definidos para essa identificação foram: árvores frutíferas em locais de fluxo intenso, espécies exóticas, indivíduos arbóreos cujas raízes causam algum dano as estruturas urbanas, árvores com questões fitossanitárias e perto de fiação elétrica e, por último, indivíduos com risco de queda e com manutenção inadequada.

Os espécimes estavam situados próximos a Institutos e Secretarias, por exemplo, os quais possuem siglas para facilitar a comunicação e referência a essas diferentes partes da

universidade, especialmente em documentos, comunicados oficiais e conversas internas. Os locais de estudo são: o estacionamento do Instituto Central de Ciências Sul (ICC Sul), o Instituto de Artes (IDA), o Café das Letras (CL), Secretária de Administração e o Pavilhão Multiuso 1 (PM1) (Figura 1). Foi utilizado o *software* de geoprocessamento QGis com imagem de satélite do Google e dados do tipo *shapefile* disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 1 - Localização da área de estudo que se encontra em parte do *Campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília - UnB, Brasília, Brasil.



UnB: Universidade de Brasília; **CL:** Café das Letras; **ICCS:** Instituto Central de Ciências Sul; **ICCS:** estacionamento do Instituto Central de Ciências Sul), **IDA:** Instituto de Artes; **PM1:** Pavilhão de Multiuso 1; **SA:** Secretária de Administração.

Objetivando a aplicação da mesma solução para outros espécimes que possuem o mesmo tipo de problema em outras localidades, como por exemplo: os erros encontrados no estacionamento sul também podem ser observados no estacionamento norte. Dessa forma, as alternativas que serão propostas podem também ser implementadas em pontos diferentes, dentro da universidade, que não foram abordados por este trabalho.

Ademais, dentre as espécies selecionadas, apenas duas (2) são espécies nativas brasileiras, sendo elas o Ingá-Feijão e a Canafístula, de ocorrência natural no bioma Cerrado. Com isso exposto, é possível verificar no Quadro 7 a preferência a espécies exóticas na

universidade citadas também na literatura, principalmente aquelas de origem asiática como a Mangueira e o Jamelão.

Quadro 5 - Origem das seis (6) espécies analisadas pelo trabalho

Nome científico	Família	Origem
<i>Peltophorum dubium</i>	<i>Caesalpinaceae</i>	América do Sul, ampla ocorrência no Brasil, ocupando geralmente áreas florestais.
<i>Manguifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Índia e sudeste da Ásia, de ambientes florestais.
<i>Syzygium aqueum</i>	<i>Myrtaceae</i>	Índia e Ásia tropical, comum em áreas florestais.
<i>Delonix regia</i>	<i>Fabaceae</i>	Nativa de Madagascar, comum em áreas de mata.
<i>Syzygium cumini</i>	<i>Myrtaceae</i>	Índia, comum em áreas florestais.
<i>Inga marginata</i>	<i>Mimosaceae</i>	América do Sul, ampla ocorrência no Brasil. Apresenta distribuição em variados ambientes.

Fonte: CARVALHO, 2004; SILVA JÚNIOR & CORREIA, 2001; GODOY, 2013.

5.2. Método de Fórmula Brasileiro

O método de valoração utilizado foi a adaptação feita por Potenza (2016) da metodologia realizada por Silva Filho et al. (2002), em que são utilizadas variáveis qualitativas e quantitativas nas fórmulas de modo a estimar o valor final individual da árvore analisada. O método de Potenza (2016) acrescentou três novas variáveis para aprimorar o método base, sendo elas: adequação ecológica, custo de manutenção e raridade da espécie. Após tal aprimoramento, ocorre a aplicação do método sobre os dados coletados em observações de campo. Três cálculos sintetizam a metodologia, sendo eles: o Índice de Importância, o Índice de Importância Relativo e o Valor de Constante, para assim estipular o valor final do exemplar arbóreo.

O uso de fórmula para valoração econômica é bastante utilizado (VIANA et al., 2012), considerado objetivo, dependente de menos variáveis, de maior facilidade e precisão quanto aos resultados (DETZEL, 1990). Portanto, o método de valoração adaptado por Potenza (2016) é tido como de alta performance para valoração de árvores individuais, se comparado a outros métodos, que necessitam de entrevistas para avaliar a disposição a pagar do público-alvo e que não mensuram o valor econômico individual das árvores (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

O primeiro cálculo realizado é o Índice de importância (I_i), conforme equação abaixo:

$$I_i = V_e * V_c * V_l * V_{bm} \quad (2)$$

Onde,

Ve = valor de espécie (adimensional)

Vc= valor de condição (adimensional)

VI= valor de localização (adimensional)

Vbm= valor biométrico (cm)

O valor de espécie é a média da soma da disponibilidade, partes desejáveis, desenvolvimento, adaptabilidade e adequação ecológica, em que para cada uma dessas variáveis são atribuídos valores de 1 a 4 (Quadro 8).

O valor de espécie é a média da soma da disponibilidade, partes desejáveis, desenvolvimento, adaptabilidade e adequação ecológica. Pra cada uma das variáveis anteriores são atribuídos valores de 1 a 4 (Quadro 8).

Quadro 8 - Atributos relacionados ao valor de uma espécie arbórea.

Nota	Atributos				
	Disponibilidade	Partes desejáveis	Desenvolvimento	Adaptabilidade	Adequação ecológica
1	Mudas no local ou disponíveis na quantidade desejada	Três ou mais partes indesejáveis	Rápido	Espécie muito adaptada	Espécie exótica invasora
2	Encontrada com facilidade	Duas partes indesejáveis	Normal	Espécie adaptada	Espécie exótica
3	Encontrada com dificuldade	Uma parte indesejável	Lento	Espécie exigente	Espécie nativa brasileira
4	Não encontrada no mercado, e, ou técnicas de reprodução desconhecida ou não-iniciadas	Flores, ramos, frutos, folhas e raízes desejáveis	Muito lento	Espécie de difícil adaptação: muito exigente	Espécie nativa brasileira regional

Fonte: POTENZA, 2016, p.48.

O valor de condição (V_c) é referente ao estado do espécime em ótimo (valor 4), bom (valor 3), regular (valor 2), péssimo (valor 1) e morta (valor 0), expressos no Quadro 9. Importante salientar que a “presença de insetos” como algo negativo para esta variável está associado a insetos broqueadores, capazes de causar dano à vida e condição do indivíduo arbóreo.

Quadro 9 - Categorias de condição que uma árvore pode ter e significado dessas categorias.

Condição da árvore	Características
Ótimo	Árvore vigorosa, sem a presença de insetos, doenças e injúrias, pequena ou nenhuma necessidade de manutenção
Bom	Médias condições, necessitando pouca manutenção; possui a presença de insetos, doenças, dentre outros
Regular	Início de declínio; presença alta de insetos, pragas ou manutenção inadequada; problemas fisiológicos reversíveis
Péssimo	Declínio irreversível ou alto; presença muito alta de insetos, doença ou manutenção inadequada; problemas fisiológicos irreversíveis
Morta	Árvore seca ou com morte próxima

Fonte: Adaptado de SILVA FILHO et al., 2002

O Valor de localização (V_l) é de acordo com 3 variáveis, em que na presença tem-se o valor 1 e ausência valor 0. Caso o valor das variáveis seja nulo, será atribuído valor 1, sendo elas:

- I. Indivíduos da mesma espécie;
- II. Recuo de construção;
- III. Adequação (necessidade de manutenção).

Para encontrar o Valor biométrico (V_{bm}), o cálculo é o diâmetro à altura do peito (DAP) com importância de 60% e altura do primeiro ramo (H_b) de importância 40% (Equação 3).

$$V_{bm} = (DAP * 0,6) + (H_b * 0,4) \quad (3)$$

Além da equação do Índice de importância, também é feito o cálculo do Índice de importância relativo, em que “%” é a frequência de espécies (Equação 4).

$$I_{ir} = I_i / \% \quad (4)$$

Por último, o valor de constante é referente ao custo total de plantio (R\$), em que o custo total é a soma do custo de manutenção, custo de plantio e custo de muda dividido pelo menor

valor de Iir dentre as espécies analisadas (Equação 5). Para este estudo vamos considerar a composição do custo de manutenção como sendo o valor da poda ou da remoção da árvore, valor de muda e valor de plantio.

$$Kr = \text{Custo total (R\$/ menor valor de Iir)} \quad (5)$$

Associando as equações 3, 4 e 5 obtém-se o valor econômico da unidade de árvore (R\$) (Equação 6), constituído do valor médio dos índices de importância e importância relativo, multiplicado pela constante (Kr):

$$\text{Valor da árvore} = ((Ii + Iir)/2) * Kr \quad (6)$$

5.3. Coleta e análise de dados

Para a obtenção dos dados, como diâmetro a altura do peito, altura do primeiro ramo dos indivíduos e a identificação dos espécimes arbóreos estudados, foram feitas saídas de campo com o acompanhamento de dois engenheiros florestais da SeMA. Além disso, as análises subjetivas acerca dos atributos, para efetuação dos cálculos de valoração, também foram acompanhadas por esses engenheiros.

Objetivando aplicar o método de valoração adaptado por Potenza (2016), entramos em contato com cinco viveiros, sendo que a busca online também foi utilizada — por meio do site Mercado Livre — para realizar o levantamento do valor de muda dos espécimes escolhidos. Ao final do levantamento orçamentário das mudas, realizou-se uma média entre os valores coletados, chegando assim à estimativa do valor final da muda.

Em relação a frequência das espécies, foi utilizado documento em formato *shapefile* disponibilizado pelo professor e orientador do curso de Ciências Ambientais, Edilson Bias. Utilizando a ferramenta “selecionar por expressão”, em que por meio dela foram totalizadas 1703 árvores identificadas no *campus* Darcy Ribeiro, mas que para este estudo foram consideradas um total de 1168, visto que 535 árvores estavam sem identificação. Dentro desta quantidade, a Canafístula (*Peltophorum dubium*; Família: *Caesalpinaceae*) corresponde a 514 indivíduos observados, a Mangueira (*Mangifera indica*; Família: *Anacardiaceae*) a 304 e o Jambo (*Syzygium aqueum*; Família: *Myrtaceae*) a 130. O Flamboyant (*Delonix regia*; Família: *Fabaceae*) a 45, o Jamelão (*Syzygium cumini*; Família: *Myrtaceae*) a 421 e o Ingá Feijão (*Inga marginata*; Família: *Mimosaceae*) a 27.

A fim de obter os valores referentes a frequência dos espécimes alvo do estudo, foi feita uma regra de três simples em que o total (1168) está para 100% e a quantidade conhecida de indivíduos de uma espécie está para “x”. Já para os dados referentes aos custos de poda/supressão, foram utilizadas informações de pesquisas monetárias do ano de 2022 passadas pela Secretaria de Meio Ambiente (Sema) da universidade. Os valores encontrados foram organizados em uma planilha na plataforma Excel e calculados. Essa planilha será disponibilizada de forma que outras pessoas possam utilizá-la para valoração.

Os dados dos custos defensivos de manutenção de asfalto que a universidade possui, de manter os espécimes inadequados nos locais originais, foram estimados por meio de pesquisa monetária. Para isso, foram contatadas 3 empresas terceirizadas — as quais realizam serviços de pavimentação — pois não foi possível obtenção dos dados com a prefeitura do *campus* ou com a Novacap. Por último, as propostas sugeridas para mitigar os problemas arbóreos foram baseados em sugestões dadas pelos engenheiros florestais que auxiliaram no presente estudo.

6. Resultados e discussão



6.1. Identificação e valoração de indivíduos arbóreos

As árvores identificadas com algum tipo de irregularidade foram reunidas juntamente com a sua respectiva localização no *campus* Darcy Ribeiro (Quadro 10). Nota-se que existem dois (2) Jambos brancos no quadro abaixo, pois um deles está associado ao erro fitossanitário enquanto o outro ao erro de risco de queda.

Portanto, os espécimes foram escolhidos de acordo com o erro de arborização que apresentavam, podendo assim a mesma espécie apresentar indivíduos com erros distintos. Logo, o intuito da pesquisa não consistia em mensurar espécies diferentes, necessariamente, e sim abranger os erros encontrados na literatura.

Quadro 10 - Árvores identificadas e selecionadas no *campus* Darcy Ribeiro com algum dos erros definidos no trabalho

Erros	Registro das irregularidades	Localização
--------------	-------------------------------------	--------------------

<p>Risco de queda de árvore</p>		<p>Café das Letras</p>
<p>Soerguimento de estruturas (calçadas) pelas raízes das árvores</p>		<p>Estacionamento ICC Sul</p>

Espécies frutíferas localizadas em áreas de intensa movimentação e perto de fiação elétrica






Estacionamento ICC Sul

Podas mal-feitas (interferência com estruturas urbanas)



Instituto de Artes

<p>Questões fitossanitárias</p>		<p>Café das letras</p>
<p>Espécies exóticas e risco de queda de fruto</p>		<p>Próximo ao Pavilhão Multiuso 1</p>

<p>Entupimento de calha e possíveis danos a edificação</p>			<p>Prédio da Secretaria de administração</p>
---	--	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A respeito do valor de muda, é importante notar que nenhum dos viveiros contatados tinham todas as mudas das árvores analisadas, portanto os preços encontrados no site Mercado Livre foram de extrema importância para a média final do valor de muda (Tabela 1). A muda de maior valor encontrado foi a Mangueira (R\$ 36,67) seguida pela Canafístula (R\$ 36,50), já as outras espécies não variam tanto entre si em relação ao preço. Além disso, a muda de menor valor foi o Ingá-feijão (R\$ 29,33).

Tabela 1 - Levantamento do valor de muda das árvores alvo do trabalho e a média final desses preços, referentes ao ano de 2022

Nome popular	Viveiros						Média
	Pau Brasília	Mercado livre	Recanto ecológico saburo	Pau Brasil	Romero Melo	Fort Plantas	
-----R\$-----							
Canafístula	45	28	-	-	-	-	36,50
Mangueira (espada)	40	29	38	38	45	30	36,67
Jambo branco	-	48	15	-	-	30	31,00
Flamboyant	30	30	-	-	-	-	30,00
Jamelão	-	27	25	26	50	30	31,60
Ingá-feijão	-	38	20	-	-	30	29,33

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Já a respeito da Tabela 2, pode ser observado que quando considerada a frequência de espécies no valor econômico do Índice de Importância Relativo (Iir), nota-se uma

supervalorização dos indivíduos menos frequentes como é o caso do Flamboyant e do Ingá-feijão. Enquanto a Canafístula e o Jamelão— espécies com porcentagens mais altas de frequência — apresentam valores relativamente inferiores ao Índice de Importância Relativo (Iir). Portanto, em geral, espécies com quantidade de indivíduos (frequência baixa) menores, são mais consideradas, pois, as variáveis inseridas — como a raridade da espécie expresso pelo valor da espécie (Ve) — dão destaque as espécies nativas regionais, influenciando assim em valores mais altos de Iir para essas espécies.

Tabela 2 - Valores dos espécimes específicos analisados para o cálculo do Índice de Importância, assim como do Índice de Importância Relativo.

Nome científico	Nome popular	Família	Ve	Vc	VI	Vbm (cm)	%	Ii	Iir
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula	<i>Caesalpinaceae</i>	1,8	4	3	114,5	44,01	2473,2	56,20
<i>Manguifera indica</i>	Mangueira	<i>Anacardiaceae</i>	1,6	4	3	90,9	26,03	1744,9	67,04
<i>Syzygium aqueum</i>	Jambo branco (fito.)	<i>Myrtaceae</i>	1,8	1	2	21,6	11,13	77,8	6,99
<i>Syzygium aqueum</i>	Jambo branco (risco de queda)	<i>Myrtaceae</i>	1,8	1	2	39,6	11,13	142,6	12,81
<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	<i>Fabaceae</i>	1,2	1	3	151,9	3,85	546,9	141,95
<i>Syzygium cumini</i>	Jamelão	<i>Myrtaceae</i>	1,2	4	2	84,3	36,04	808,9	22,44
<i>Inga marginata</i>	Ingá feijão	<i>Mimosaceae</i>	1,6	4	3	108,2	2,31	2076,3	898,19

Ve: Valor da espécie (s/unidade); **Vc:** Valor de condição (s/unidade); **VI:** valor de localização (s/unidade); **Vbm:** Valor biométrico (cm); **%:** Frequência de espécies; **Ii:** Índice de importância; **Iir:** Índice de importância relativo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Apesar do incremento que as novas variáveis tiveram sobre o método de fórmula brasileiro, o peso das demais características não foi comprometido. Conseqüentemente, a espécie pode ser menos abundante na região — frequência baixa, apresentando assim um Índice de Importância Relativo (Iir) mais alto — e mesmo assim obter um valor final referente ao indivíduo inferior aos demais. Isso ocorre, pois as outras variáveis são consideradas nas etapas de cálculo e caso o indivíduo não tenha tido valores altos nas variáveis de condição, localização, espécie e biométrico o valor final poderá ser inferior as outras espécies.

É interessante notar, ao analisar a Tabela 3, que o indivíduo da espécie Canafístula (Kr = 34,07), do Jamelão (Kr = 33,59) e do Flamboyant (Kr = 33,44) ficaram com os maiores valores de Kr pois apresentam condições mais próximas do ideal. Adicionando-se a isso pode ser vista

uma relação direta entre o valor de constante (Kr) e o preço da poda/supressão da árvore, exercendo assim forte influência sobre o Kr.

O valor referente a poda e supressão dos indivíduos identificados abaixo é atribuído a partir do valor de diâmetro a altura do peito (DAP) encontrado, seguindo a pesquisa monetária (2022) disponibilizado pela Sema (UnB). Portanto, para indivíduos que possuem DAP entre 40,1 cm e 70 cm, o valor da poda/supressão é de R\$ 235,74. Já para indivíduos com DAP entre 10,1 cm e 40 cm, o valor designado é de R\$ 122,89.

Para finalizar o que foi discutido anteriormente, o Índice de Importância Relativo (Iir) tem a frequência de espécies como a variável de maior peso. Já o Índice de Importância (Ii) tem maior influência das variáveis de localização, espécie, biométrico e de condição, referentes ao espécime específico estudado.

Tabela 3 – Preços referentes a manutenção de espécimes arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP) entre 40,1 cm e 70 cm para valores de R\$ 235,74; e entre 10,4 cm e 40 cm para valores de R\$ 122,89, no *campus* Darcy Ribeiro. Preços válidos para o ano de 2023

Espécies	Família	Poda/ Supres.	Valor		Kr
			Média da muda	Plantio	
			-----R\$-----		
Canafístula	Caesalpiniaceae	235,74	36,50	75,3	34,07
Mangueira	Anacardiaceae	122,89	36,67	75,3	23,03
Jambo (fito.)	Myrtaceae	122,89	31,00	75,3	22,47
Jambo (risco de queda)	Myrtaceae	122,89	31,00	75,3	22,47
Flamboyant	Fabaceae	235,74	30,00	75,3	33,44
Jamelão	Myrtaceae	235,74	31,60	75,3	33,59
Ingá feijão	Mimosaceae	122,89	29,33	75,3	22,31

Poda/supres.: poda ou supressão (por unidade podada/suprimida); **Kr:** Valor de constante.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A valoração econômica calculada das 7 árvores (individualmente) pode ser conferida na Tabela 4, em que o indivíduo de maior valor é da espécie Canafístula. Fato que se dá principalmente pelo espécime ser nativo da região, estar em condições próximas do ótimo, além de possuir valores de diâmetro a altura do peito (DAP) e primeira ramificação (Hb) expressivos. Resultando assim em um Índice de importância (Ii) alto e consequentemente influenciando no aumento do valor de Kr. Por outro lado, o indivíduo da espécie Jambo branco que apresenta problemas fitossanitários — em que foram observados presença de cupim e ferrugem nas folhas, causados por uma doença fúngica — registrou o menor valor por estar em

péssimas condições quando comparado as outras espécies, além de ter o menor valor de diâmetro medido a altura do peito (DAP).

A principal diferença entre os valores do espécime de Ingá feijão e da Canafístula, se dão principalmente pelas variáveis de localização, de espécie, biométrico e de condição que exercem peso sob o Índice de Importância, sendo esse respectivamente 2.076,29 e 2.473,20, aumentando assim o valor da Canafístula estudada — além de outras características abordadas anteriormente que influenciam nesse valor. Portanto, apesar da frequência ser um ponto essencial no cálculo do Índice de Importância Relativo (Iir), tem outros fatores a serem observados que impactam diretamente no valor final da árvore.

Todos os dados utilizados para o cálculo do Valor Econômico Individual das árvores podem ser conferidos no link ([Planilha_valoração_darcy](#)) para a planilha base dos cálculos. É interessante citar que alguns dados, como os de custos de poda, remoção e valor de muda, devem ser substituídos pelos respectivos valores do local em que se deseja aplicar o método de valoração deste trabalho.

Tabela 4 - Valor econômico das espécies analisadas no *campus* Darcy Ribeiro, UnB, referente ao ano de 2023

Nome científico	Família	Nome popular	Problemas	Valor da árvore (R\$)	Quantidade de árvores
<i>Peltophorum dubium</i>	<i>Fabaceae</i>	Canafístula	Soerguimento de asfalto	43.091,56	514
<i>Manguifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Mangueira (espada)	Queda de fruto e perto de fiação elétrica	20.860,37	304
<i>Syzygium aqueum</i>	<i>Myrtaceae</i>	Jambo branco	Fitossanitário	952,99	130
<i>Syzygium aqueum</i>	<i>Myrtaceae</i>	Jambo branco	Risco de queda	1.745,53	130
<i>Delonix regia</i>	<i>Fabaceae</i>	Flamboyant	Poda inadequada	11.516,22	45
<i>Syzygium cumini</i>	<i>Myrtaceae</i>	Jamelão	Espécie exótica	13.963,21	421
<i>Inga marginata</i>	<i>Mimosaceae</i>	Ingá feijão	Entupimento de calha e possíveis danos a edificação	33.174,14	27

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com o intuito de comparação, no estudo de Potenza (2016), os valores individuais das árvores variavam de R\$ 92,32 até R\$ 1.132.590,37. Já no estudo de Silva Filho e Tosetti (2010), os valores individuais variaram de R\$2.176,13 a R\$ 8.047,30. Dessa forma, ambos mostram

que valores elevados para um indivíduo são esperados na valoração, estando condizente com os preços expressos neste trabalho (Tabela 4). O somatório final das espécies no mesmo trabalho de Potenza foi de R\$ 60.488.360,33 para 7.735 espécies do Bairro de Cambuí (POTENZA, 2016) e de R\$ 75.036.501,20 para 1.077 exemplares na bacia do Córrego do Sapateiro, a diferença entre essas localidades é justificada pelo custo de implantação arbórea entre São Paulo e Campinas.

Dessa forma, em ambos os locais tratados pelo trabalho de Potenza (2016), os indivíduos arbóreos mais valiosos são majoritariamente nativos (80%), de grande porte e com frequência baixa. Podendo ser observado também no estudo em questão, em que o somatória dos sete (7) espécimes analisados foi de R\$ 125.304,02, sendo que os dois (2) mais valiosos são nativos, de grande porte no caso da Canafístula e representa a menor quantidade de indivíduos no ambiente (frequência baixa) referente ao Ingá-feijão.

Vale salientar que as árvores apresentam outros benefícios envolvidos ou serviços ecossistêmicos, como absorção de carbono, que não foram mensurados. Portanto, o valor final dos sete indivíduos poderia ter sido muito superior ao mensurado. Ademais, o valor final das árvores também aumentaria caso as condições dos espécimes nas variáveis fossem melhores e, consequentemente, seus serviços ecossistêmicos prestados seriam maiores. Por exemplo, o fato de que das seis espécies valoradas, apenas duas são nativas do Cerrado.

6.2. Custos evitados com bom planejamento de arborização

A ausência de um plano de arborização adequado, resulta em uma divergência entre a arborização urbana (escolha de espécies ideais para certas localidades) e o planejamento urbano, ocasionando perceptíveis danos a espaços de convívio públicos (CHAVES; SILVA; AMADOR, 2013), e custos defensivos. Os gastos mais frequentes são os ocasionados por podas malfeitas, que gerarão uma frequência maior de podas, manutenção de calçadas e controle de doenças (MILLER; SILVESTER, 1981).

Os custos extras gerados à Universidade de Brasília quanto à frequência de poda, controle de doenças e dano associado à queda de galhos ou frutos em pessoas ou veículos são difíceis de serem estimados. O primeiro devido à falta de um padrão na frequência de poda entre indivíduos plantados em locais inadequados e locais adequados: existem espécimes, que não estão entre os sete (7) estudados, que nunca foram podados por estarem “adequados”. Além disso, os espécimes que estavam próximos a fiação elétrica, em estacionamentos e calçadas

foram podados uma ou duas vezes no intervalo de 4 anos (2019 a 2022), segundo dados georreferenciados da SeMA (disponível em [SeMA - Arborização \(unb.br\)](http://SeMA - Arborização (unb.br))). Portanto, é possível afirmar com base nisso, e confirmado pela SeMA, que as podas realizadas no *campus* são do tipo corretivas.

Quanto aos gastos extras gerados por doenças, danos de queda de frutos ou galhos a pessoas e veículos são difíceis de serem estimados e encontrados, cabendo a outros estudos futuros a realização desse tipo de valor monetário. Os custos de soerguimento de asfalto por raízes também se enquadram na mesma problemática observada nos outros custos, tendo a diferença da possibilidade de contato com empresas externas. A ocorrência de danificações às estruturas da universidade é notada mais intensamente nos estacionamentos da UnB — neste presente trabalho, foi selecionado o estacionamento do ICC Sul.

Nesse local, há a presença de 274 árvores, sendo 150 apenas da espécie *Peltophorum dubium* (Canafístula), dado obtido pelo *shapefile* de árvores do *campus*. Isso representa que 54,7% das árvores no estacionamento do ICC Sul são Canafístulas. Desse modo, somente analisando essa área da universidade, é possível observar que a mesma não atende a recomendação de Santamour (1990) de que não se deve ter mais que 10% da mesma espécie em uma mesma área.

Observando pessoalmente o local, percebe-se que os indivíduos jovens, de menor altura, não causam a problemática de soerguimento, todavia é esperado que, conforme crescerem, suas raízes causarão prejuízos financeiros futuros à universidade, visto que a espécie pode atingir de 10 a 40 m, a depender da região (CARVALHO, 2002). Os canteiros destinados às árvores no estacionamento do ICC Sul possuem aproximadamente 5,4 m², área insuficiente para o desenvolvimento de raízes de *Peltophorum dubium* de maior altura, em que foi calculado uma área de cerca de 23,7 m² para um espécime com elevado grau de soerguimento de asfalto por suas raízes.

Buscando uma estimativa para o custo adicional causado por soerguimento de asfalto pelas raízes, uma pesquisa monetária foi feita com empresas no DF que realizam o serviço de manutenção (Tabela 5). Considerando as 150 Canafístulas presentes no estacionamento, e que eventualmente cada indivíduo da espécie soerguerá potencialmente os 23,7m² de asfalto calculados quando seu crescimento vegetativo aumentar, se a universidade decidisse realizar a manutenção da asfaltagem total, 3564m² potenciais no local seriam custeados aproximadamente R\$ 302.346,00 que, após alguns anos, poderiam ter que ser refeitos pelo

crescimento de raízes novas. Este custo poderia ser evitado, caso houvesse um planejamento de arborização e gestão na UnB.

Tabela 5 - Levantamento do valor de manutenção de asfalto de área total igual a 3564 m² do estacionamento do ICC Sul devido ao soerguimento de raízes arbóreas, segundo empresas de asfaltagem no DF e a média final desses preços referentes ao ano de 2023.

Empresas de asfaltagem no DF					
Área (m²)	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Média	
-----R\$/m ² -----					
1	170	42	42,5	84,8	
Total	3564	605.880	151.470	149.688	302.346

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Supondo que todas as 150 Canafístulas apresentam as mesmas condições que o indivíduo valorado, de mesma espécie, em R\$ 43.091,56 (Tabela 4), o custo econômico dos 150 espécimes seria no total R\$ 6.463.734,00. Esse valor comparado com o custo total de manutenção de asfalto por soerguimento de raízes, de R\$ 302.346,00, demonstra que os benefícios proporcionados pelos indivíduos são superiores aos custos corretivos de falta planejamento arbóreo e gestão no *campus*.

6.3. Proposição de alternativas para manutenção das árvores

Para complementar os estudos de valoração econômica de espécies arbóreas específicas no Darcy Ribeiro, foi sugerido alternativas para manutenção de árvores com erros associados, para que assim sua retirada não ocorra por motivos que podem ser contornados e que para as plantações arbóreas futuras, seja realizado o devido planejamento, implantando as árvores mais adequadas que não causem injúrias às estruturas urbanas.

Objetivando propor alternativas para solucionar cada tipo de injúria causada pelos espécimes analisados, um conjunto de ações e medidas mitigadoras foram pensadas, que podem ser usadas como substitutas para opção de supressão das árvores. Dessa forma, o Quadro 11 foi elaborado de modo a orientar e propor medidas aos funcionários responsáveis da reitoria universitária e Secretária do Meio Ambiente e demais entidades responsáveis quanto ao planejamento arbóreo, em adição aos demais quadros esquemáticos anteriores, que também poderão ser aplicados em outros locais.

Quadro 11 - Soluções propostas para remediar os diversos danos causados por árvores presentes no *campus* universitário, Darcy Ribeiro.

Problemas	Propostas

Insetos indesejados	Garantir o estado ótimo da árvore com a nutrição da mesma o mais próximo do ideal
Queda de frutos	Instaurar grade, rede (como as de apartamento) ou outro tipo de mecanismo que evite a queda de frutos
Rede elétrica	Adaptar a rede elétrica, como substituí-la por uma rede elétrica subterrânea
Entupimento de calha	Limpar calha frequentemente; afastá-la da copa; instaurar uma rede ou rampa que impeça as folhas de caírem na calha
Homogeneidade arbórea, causando problemas fitossanitários	Substituir os espécimes, conforme forem morrendo, por outros com maior resistência e de preferência nativos do bioma
Em estruturas de edifícios	Realizar podas feitas de acordo com o Quadro 4 e 5
Soerguimento da pavimentação (calçadas e estacionamentos)	Aumentar o canteiro destinado a espécie, quando necessário; além de nivelar a altura da raiz da árvore à superfície do solo, evitando soerguimento de estrutura pelas raízes

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

7. Conclusão

As árvores identificadas foram escolhidas por apresentarem algum erro relacionado a ausência ou ineficácia de uma gestão e planejamento de arborização, sendo eles: risco de queda de árvore, soerguimento de estruturas (calçada) pela influência de raízes, espécies frutíferas localizadas em áreas de intensa movimentação, podas inadequadas, questões fitossanitárias (ferrugem e cupim), espécies exóticas, danos a edificações e perto de fiação elétrica.

A coleta de informações como total de indivíduos arbóreos na Universidade de Brasília e valores referentes aos custos gerados por essas árvores, como o de manutenção de calçadas, foi de difícil acesso. Assim, destaca-se a importância de se ter disponível no futuro informações que agreguem para o desenvolvimento da universidade no que tange arborização e planejamento, e a transparência no destino da renda universitária.

A soma total da valoração econômica dos sete (7) espécimes analisados neste estudo foi de R\$ 125.304,02, sendo seu valor individual de forma crescente: indivíduo da espécie Jambo branco com problema fitossanitário (R\$ 952,99) > Jambo branco com risco de queda (R\$ 1.745,53) > Flamboyant (R\$ 11.516,22) > Jamelão (R\$ 13.963,21) > Mangueira - Espada (R\$ 20.860,37) > Ingá-feijão (R\$ 33.174,14) > Canafístula (R\$ 43.091,56). Vale ressaltar que este valor econômico não inclui os benefícios oriundos dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelas árvores, o que demonstraria um valor econômico ainda mais elevado.

Entre os exemplares arbóreos estudados, os dois mais caros (Canafístula e Ingá-feijão) são nativos da América do Sul, o que era esperado por conta do peso dado as espécies de origem nativa. Os demais indivíduos são exóticos com origem predominante na Ásia, Índia e África onde ocupam e se desenvolvem, principalmente, em ambientes florestais e de mata, no caso do Flamboyant.

A partir do resultado individual obtido do indivíduo da espécie Canafístula, supondo que as 150 Canafístulas, localizadas no estacionamento, apresentam as mesmas condições das variáveis, o valor econômico seria de R\$ 6.463.734,00. Este valor representa, comparando com o custo de manutenção por soerguimento de asfalto por raízes, o qual resultou em R\$ 302.346,00, que os benefícios proporcionados pela arborização dos espécimes são superiores ao custo defensivo. Este custo poderia ser evitado, caso houvesse um planejamento de arborização e gestão na UnB.

Tendo isso em vista, as propostas mitigadoras elencadas neste trabalho podem ser adaptadas a outras localizadas na universidade, de forma a trazer um maior conforto para a comunidade interna e externa a UnB. Prezando assim pela manutenção das árvores em questão, assim como para outros locais no Brasil com ausência de planejamento arbóreo urbano, gestão e manutenção de áreas verdes. A planilha Excel base para os cálculos deste trabalho podem servir como auxílio para demais pessoas que procuram valorar árvores, tendo apenas que alterar alguns valores para dados da localidade específica.

Além disso, nota-se uma carência de pesquisas voltadas para o tema de paisagismo utilizando árvores nativas do cerrado, estudo de técnicas voltadas para reprodução de espécies desse bioma e do valor histórico associado as mesmas. Adicionando-se a isso faz-se necessário ainda pesquisas mais voltadas a valoração de árvores no contexto brasileiro, visto que são essenciais na formulação de políticas internas.

A Universidade de Brasília, não diferente, carece de pesquisas de modo geral sobre planejamento arbóreo, diretrizes para este planejamento e valoração econômica de árvores no *campus*. Excetuando-se o *campus* Darcy Ribeiro que possui alguns trabalhos sobre o assunto, mas permanecendo distante de um cenário ideal no campo da pesquisa sobre arborização. Em adição a isso, ainda pende a questão de as universidades públicas terem um papel social dentro do meio em que estão inseridas fazendo-se imprescindível uma postura mais sustentável e que preze pela conservação da vegetação nativa da área, optando por indivíduos arbóreos que estejam adequados às condições do local.

8. Referências bibliográficas

ABREU-HARBICH, L. V. **Contribuições das árvores para o bioclima térmico no desenho urbano em cidades tropicais: o caso de Campinas, SP.** 2012. 135 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.

ABREU, L. V. **Estudo do raio de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas.** Campinas. 2008, 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

ADÁRIO, J. L. **A dimensão verde do campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.** 2021. p. 131. Tese de doutorado (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

ALCHAPAR, N. L. *et al.* The impact of different cooling strategies on urban air temperatures: the cases of Campinas, Brazil and Mendoza, Argentina. **THEORETICAL AND APPLIED CLIMATOLOGY**, v. 130, n. 1–2, p. 35–50, out. 2017.

ALVARES, M. DE R. **Valoração econômica do Arboreto da Universidade de Brasília.** Tese de conclusão de curso departamento de Engenharia Florestal—Brasília, DF: Universidade de Brasília, 27 nov. 2020.

AMORIM, M. C. de C. *et al.* **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França).** n. 7, p. 16, 28 out. 2009.

ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos de Jordão, SP.** Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Piracicaba, SP. 2002.

ANNUNCIÇÃO, L. **Instrumentação, modelagem e validação de procedimento a partir de gradientes de temperatura e umidade relativa.** 2016. 88 f. Tese de doutorado (Doutorado em Física ambiental) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá- MT, 2016.

ANTUNES, D. Externalidades negativas sobre o meio ambiente: processos econômicos de custeio. **Revista de Ciências Gerenciais.** Vol. XIII, nº. 18. São Paulo, 2009.

ANTUNES, T.J.; COSTA, C.B.N.; SANTOS, V.C.; COSTA, J.A.S. Plantas ornamentais no Jardim Botânico FLORAS. Paubrasilia. 2020.

ASHRAE. **Thermal comfort conditions.** New York: ASHRAE standart 55.66, 1966.

BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Paisagem e Ambiente**, n. 34, p. 129–148, 7 dez. 2014.

BONAMETTI, J. H. Arborização Urbana. **Revista Terra e Cultura**, ano XIX, nº 36. Curitiba, 2001.

BRASIL. Lei N° 12.651, de 25 de março de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Câmara dos Deputados**. Brasília, 2012, Art.3.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**, 2021. Programa Cidades + Verdes.

BRASIL. Resolução Conama N°369, de 22 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente APP. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2006. Art.8, §1°.

CARDOSO, A. R. A. **Praça Maior da Universidade de Brasília: arquitetura paisagística e cotidiano**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2019.

CARVALHO, A. Z.; PASTORE, J. B. **Análise de vigor e da viabilidade de espécies do cerrado com potencial paisagístico**. 2019. 27 p. Dissertação (Tese de conclusão de curso em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. **Colombo: EMBRAPA Florestas**. v. 01, p. 1039, 2004.

CASTRO, J. D. B.; NOGUEIRA, J. M. Métodos custos evitados: conduta defensiva na produção versus a perda da biodiversidade: O estado-das-artes no Brasil. **Revista Espacios** v. 38, n. 28, p. 30- 47, 2017.

CHAVES, A. M. S.; SILVA, A.S.; AMADOR, M. B. M. Ausência de sincronia entre planejamento e a arborização urbana: Um estudo de caso na avenida Rui Barbosa em Garanhuns–PE. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 01, n. 03, p. 54–71, 2013.

CORREA, R. S.; SOUZA, A. N. Valoração de danos indiretos em perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**. v-2, p. 7-15, 2013.

COSTANZA, R.; D'ARGE R.; GROOT, R. de; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S., O'NEILL, R. V. PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT M. V. D. The value of the word's ecosystem services and natural capital. **NATURE**, v. 387, 8f., 1997.

DETZEL, V. A. Avaliação monetária de árvores urbanas. Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 3. **Anais...**Curitiba: FUPEF, 1990. P. 140-152, Curitiba, 1990.

ESTELLITA, M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Índice de Valor Paisagístico para árvores em ambiente urbano. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** v. 12, n.2, p. 103- 111, 2007.

FERREIRA, J. D. J. **Métodos de valoração de árvores urbanas aplicadas ao município de dois vizinhos - PR**. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal) —Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

FIELD, B. C.; FIELD, M. K. **Introdução à economia do meio ambiente**. Nova York, Estados Unidos. Grupo A, 2014. *E-book*.

FREITAS, S. A. De. Arborização da Av. César Lattes, Setor Novo Horizonte- município de Goiânia: um estudo de caso. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO**. IBEAS- Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 9 f. Goiás, 2012.

GODOY, R. D. O. et al. Identificação de compostos voláteis de jamelão (*Syzygium cumini*). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 27, n. 218/219, p. 1569-1573, mar./abr. 2013. Edição dos Resumos do VI Congresso Latinoamericano e XII Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos, II Encontro Nacional de Vigilância das Zoonoses, IV Encontro do Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Gramado, abr. 2013.

GOLDMAN, W. **Social dimensions of urban heat island mitigation using community gardens**. (Dissertação de mestrado). Department of Geography, University of Delaware. Delaware, p. 155. 2017.

GONÇALVES, C. A. *et al.* **Árvores**: importância para a arborização urbana. p. 2, 2008.

GONÇALVES, L. M. et al. Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades. **Ensaio e Ciência Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 128-136, 2018.

GRANDE-ORTIZ, M. A.; AYUGA-TÉLLEZ, E.; CONTATO-CAROL, M. L. Methods of tree appraisal: a review of their features and applications possibilities. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, v. 38, n. 4, p. 130-140, 2012.

HEGEDUS, A.; GALL, M.; BÉRCES, R. Tree appraisal methods and their application- first results in one of Budapest's districts. Corvinus University of Budapest & Budapest University of Technology and Economics. p. 411- 423. **Applied ecology and environmental research**. Budapest, Hungary. 2011.

IBGE. Cidades e Estados. 2022.

ITII, S. H. T.; MALHEIROS, R.; CAMPOS, A. C. A arborização urbana com espécies nativas do cerrado no contexto do patrimônio histórico da cidade de Nerópolis. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Goiânia, p. 9, 2012.

JUNIOR, H. M.; SILVA, A. M. L. Da. Concepção dos alunos do ensino médio e superior sobre arborização urbana inseridas no contexto de educação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.21, p. 2676- 2704. Goiânia, Goiás, 2015.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, p. 707-713, 2005.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; DE PAULA, J. E. **Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília**. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

LEAL, L. **Custos das árvores de rua: estudo de caso; cidade de Curitiba/PR**. 2007. 115 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LESSI, B. F. **Aspectos quali-quantitativos da arborização urbana da Área Norte do campus da UFSCar, São Carlos (SP)**. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 21 nov. 2014.

- LIMA, A. M. L. P. **Piracicabapa, SP: análise da arborização viária na área central e seu entorno.** 1993. 283 f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.
- LINDÉN, J.; FONTI, P.; ESPER, J. Temporal variations in microclimate cooling induced by urban trees in Mainz, Germany. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p. 198- 209, 2016.
- LIRA FILHO, J. A.; M. M. A. S. Impactos adversos na avifauna causados pelas atividades de arborização urbana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.2, n.2, 2006.
- LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: Conceitos, usos e funções. *Ambiência- Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*. Vol. 1, Nº1, p. 125-139 2005.
- MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais- metodologias e recomendações. Texto para Discussão. **IE/UNICAMP** n. 116, 39 f., 2004.
- MARQUES, T. H. N. **Eixos multifuncionais: infraestrutura verde e serviços ecossistêmicos urbanos aplicados ao córrego Mandaqui, São Paulo, SP.** 218 f.. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.
- MATTOS, K. M. C.; FILHO, N. J. F.; MATTOS, A. Uma abordagem conceitual sobre a valoração econômica de recursos naturais. Uma abordagem conceitual sobre a valoração econômica de recursos naturais. Anais... Em: **III simpósio sobre recursos naturais e socio-econômicos do pantanal - os desafios do novo milênio.** Corumbá - MS.: nov. 2000.
- McPHERSON, E. G.; SIMPSON, G. R. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica. **Urban Forestry and Urban Greening**. Jena, v.1, p. 61-74, 2002
- MILLER, R. W. **Urban forestry: planning and managing urban greenspaces.** New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- MILLER, R. W.; SILVESTER, W. A., An economic evaluation of tree pruning cycle. **Journal of Arboriculture**, 7(4): 109-112, 1981.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Parques e áreas verdes.** 2014.
- MOTTA, R. S. D. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** 254 f., 1997.
- NOGUEIRA, J.; MEDEIROS, M. Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 59-83, set./dez. 1999.
- OLIVEIRA, M. C. De; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. De; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; JUNIOR, M. C. da S.; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. Manual de viveiro e produção de mudas- espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Editora Rede de Sementes do Cerrado.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Cerrados, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 128 f. Brasília, 2016.

PEIXOTO, M. C.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. Conforto térmico nas cidades: Avaliação de efeitos da arborização no controle da radiação Solar. **ETAC- Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído**, 1995, Rio de Janeiro. ANTAC, 1995. P. 629-634.

PYNDICK, R. S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013, 8 ed.

POTENZA, R. F. **Método de fórmula para valoração econômica de árvores nas cidades**. Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado em Ciências. Piracicaba, SP. 2016.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. **Revista da Católica**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

RODRIGUES, C. A. G. BEZERRA, B.DA. C; ISHII, I. H; CARDOSO, E. L. SORIANO, B. M. A; OLIVEIRA, H. **Árvores: Importância para a arborização urbana**. Embrapa Pantanal. 2008.

RODRIGUES, J. A. **Influência da arborização na provisão de serviços ecossistêmicos em Rio Claro, São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso em ecologia. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São Paulo, 47 f., 2017.

ROCHA, R. P. L. **Manual de arborização urbana**. Prefeitura Municipal da Estância Hidromineral de Lindoia. Diretoria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura. Lindoia, SP. 18 f., 2017.

SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da Arborização Urbana no Brasil. In: **II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana; V Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**. Anais... São Luiz-MA: SBAU, p. 15 – 25, 1994.

SANTAMOUR, F. Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. **7th Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance**, v.7, p. 57-66, 1990.

SCHUCH, M. I. S. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 18 dez. 2006.

SCUDO, G., Thermal comfort in green spaces. **Green Structures and urban planning**, Milan, 2002.

SILVA, B. G. **Simulação computacional de zonas climáticas locais do Distrito Federal: A contribuição da vegetação intraurbana**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 17 mar. 2020.

SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina - PI**. Tese (Mestrado em arquitetura e urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, p. 140. 2009.

SILVA FILHO, D. F. da; TOSETTI, L. L. Valoração das árvores no Parque do Ibirapuera - SP: Importância da infraestrutura verde urbana. Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP. **Revista LABVERDE**, (1), 11-25. 2010.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; 49 FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.629-642, 2002.

SILVA JÚNIOR, M. C.; CORREIA, C. R. M. A. Arborização no campus da Universidade de Brasília. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 9., 2001, Brasília, DF: [s.n.], 2001, p. 25.

SOAVE JÚNIOR, M. A.; TOSETTI, L. L.; VIANA, S. M.; SILVA FILHO, D. F. Segundo Panorama das Pesquisas de Arborização Urbana no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 15., Congresso Iberoamericano de Arborização Urbana, 1., 2011, Recife. **Anais ...** Recife: CBAU, 2011.

VIANA, S. M.; TOSETTI, L. L.; ROLLO, L. C. P.; SILVA FILHO, D. F. da. Valoração monetária: pesquisas em floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização**, Piracicaba, v. 7, p. 76-88, 2012.

TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity in national and international policy making. **Patrick ten Brink**, ed, 2011.

WATSON, G. Comparing formula methods of tree appraisal. **Journal Of Arboriculture**. p. 11-18. 2002.

Young, C. E. F. *et al.*, Fundamentação teórica para valoração de benefícios econômicos e sociais de unidades de conservação. p. 19. **Fundação grupo Boticários**. 2015.