



Universidade de Brasília  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Florestal

MANUELLA DE REZENDE ALVARES

# **VALORAÇÃO ECONÔMICA DO ARBORETO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Brasília, 27 de novembro de 2020



Universidade de Brasília  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Florestal

MANUELLA DE REZENDE ALVARES

# **VALORAÇÃO ECONÔMICA DO ARBORETO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Florestal da Universidade de  
Brasília como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia  
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Ângelo

Brasília, 27 de novembro de 2020

MANUELLA DE REZENDE ALVARES

VALORAÇÃO ECONÔMICA DO ARBORETO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília da aluna *Manuella de Rezende Alvares*.

---

*Prof. Dr. Humberto Ângelo*  
Presidente

---

*MSc. Alexandre Anders Brasil*  
Membro

---

*MSc. Pedro Guilherme de A. Vasconcelos*  
Membro

Brasília, 27 de novembro de 2020

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a toda comunidade acadêmica da Universidade de Brasília e a todos que contribuíram para a criação do Arboreto, que possui um grande potencial de ensino, pesquisa e extensão. Espero que esta pesquisa seja uma semente que possa germinar e que o Arboreto seja valorizado e usado em benefício da comunidade e da Universidade. Para todos que trabalham em prol de viver em harmonia com a natureza.

## AGRADECIMENTOS

Finalizado um sonho e uma etapa importante da minha vida, não poderia deixar de expressar meu agradecimento pelo curso que me encantou e o qual me encontrei nesta longa caminhada. Agradeço a todas as pessoas que de uma forma especial estiveram envolvidas com minha graduação, que contribuíram para minha formação e a consequente realização deste trabalho.

À Universidade de Brasília, por todo aprendizado, por ter proporcionado os melhores anos da minha vida e por me formar como engenheira florestal. Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pessoas tão boas e generosas, e a tantas outras pessoas da comunidade acadêmica que me transmitiram conhecimentos, valores e experiências. Em especial ao Prof. Humberto Ângelo pela orientação, por sempre acreditar em mim, me incentivar e me apoiar e por toda paciência e compreensão.

Aos meus queridos amigos que sempre estiveram comigo desde o começo da graduação, em especial às minhas grandes amigas Clara Abreu, Cybelle Perrone, Karolline Valentim, Rafaela Machado, Marcella Albrecht, Letícia Santos e Renata Mourão por tantos momentos vividos nessa fase, pela amizade, carinho e confiança, e a certeza que posso contar com vocês para tudo.

Aos amigos que fiz no curso de Engenharia Florestal e que deixaram o curso mais leve. Obrigada por serem as melhores companhias desses anos e por sempre poder contar com vocês, em especial à Letícia Vaz, Danilo Guimarães e Marta Nogueira.

Ao meu namorado Matheus Castro, que esteve presente nesses últimos anos de graduação e sempre me aconselhou, me proporcionou os melhores momentos dessa fase, acreditou incondicionalmente em mim e cresceu junto comigo. Obrigada pela sua parceria, amizade e por ser meu porto seguro.

À toda minha família, especialmente à minha tia Denise Nicolaidis, por ter me inspirado a fazer este curso e por sempre ter me ajudado. Aos meus primos, em especial à Alexandre Nicolaidis e Mickaella Martins, por sempre me proporcionarem bons momentos e me ajudarem em tudo.

Aos meus avós Milksa e Estevam Rezende e Maria José Alvares, por estarem tão presentes e pela felicidade proporcionada por toda a vida.

Aos meus pais Lillian e Alberto Alvares, que são minha rocha e minha inspiração. Obrigada pelo apoio incondicional e amor de sempre.

Aos meus irmãos Marcos Estevam, Joao Alberto e Luis Felipe, amo vocês. Em especial a minha irmã Carolina, por tudo que vivemos juntas, pela amizade, cumplicidade, companheirismo, confiança, e por tudo na vida! Mesmo se eu pudesse escolher uma irmã, teria sido você.

## EPÍGRAFE

“Seja você a mudança que espera ver no mundo.”

*Gandhi*

## RESUMO

O objetivo do estudo foi o de aplicar o método Valoração Contingente (MVC) à população universitária da Universidade de Brasília residente do Distrito Federal e, com isso, contribuir para a conservação e manutenção do Arboreto da UnB. Especificamente, estimar a disposição a pagar pelo Arboreto a partir do modelo de regressão logística, uma DAP mensal média a partir da média aritmética somente dos indivíduos dispostos a pagar pelo Arboreto, e o valor econômico do Arboreto. A Valoração Contingente (MVC) foi usado porque o Arboreto não apresenta um valor no mercado, criando um mercado hipotético onde fosse possível comprá-lo, em que os indivíduos são questionados sobre suas preferências por esse ativo ambiental. A estimação de valores ambientais em termos monetários permite a tomada de decisão envolvendo esse ativo ambiental, devido ao aspecto político. Foram aplicados 308 questionários, em que as perguntas foram baseadas em variáveis de segmentação psicográfica, socioeconômicas e de conhecimento ecológico dos entrevistados. Concluiu-se que há uma disposição a pagar pelo Arboreto, o que permite gerar subsídios para a elaboração de políticas públicas em prol da melhoria do Arboreto. O resultado também indicou que pessoas altruístas tendem a se dispor a pagar mais por serem mais amigas do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Valoração ambiental. Método valoração contingente. Disposição a pagar.

## **ABSTRACT**

The aim of the study was to apply the method of Contingent Valuation (MVC) in the university population of the University of Brasília resident in the Federal District in order to contribute for the conservation and maintenance of the University of Brasília Arboretum. Specifically, estimate the willingness to pay for the Arboretum using the logistic regression model, a monthly willingness to pay from the arithmetic average only of the individuals willing to pay for the Arboretum, and the economic value of the Arboretum. The method of Contingent Valuation (MCV) was used because the Arboretum doesn't have a market value, creating a hypothetical market where it could be purchased, in which the obliged are asked about their favorites for this environmental asset. The estimation of environmental values in monetary terms allows decision making involving this environmental asset, due to the political aspect. Were applied 308 questionnaires, with questions was based on psychographic, socioeconomic and ecological knowledge variables of the interviewed. As a result, there is a willingness to pay for the Arboretum, which allows generating subsidies for the elaboration of public policies in favor of improving the Arboretum. The result also indicated that people with altruistic profile showed a greater willingness to pay for conservation of the Arboretum because they are more environmentally friendly.

**Keywords:** Environmental valuation. Contingent valuation method. Willingness to pay.



## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 – Exemplos de valores atribuíveis aos recursos ambientais .....	16
Tabela 2 – Classificação dos principais métodos de valoração ambiental .....	18
Tabela 3 – Estimativa da Amostra .....	27
Tabela 4 – Escolaridade (R\$) versus Ocupação .....	39
Tabela 5 – DAP (R\$) versus renda mensal .....	43
Tabela 6 – DAP (R\$) versus local de residência .....	44
Tabela 7 – Valores do IC .....	46
Tabela 8 – Testes de hipótese .....	50
Tabela 9 – Valores dos coeficientes e do valor-P das variáveis independentes .....	51
Tabela 10 – Variabilidade das amostras .....	77

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

Figura 1 – Classificação dos valores econômicos .....	16
Figura 2 – Mapa de localização do “Arboreto” (SN-13) circundado por linha amarela, na Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil. Imagem de satélite .....	20
Figura 3 – Vista de parte do Setor Norte do Campus, em sua extremidade, ao final da Asa Norte, junto o Lago Paranoá, o Parque Olhos D’Água e a Estação de Tratamento de Esgoto .....	26
Figura 4. – Perfil socioeconômico dos entrevistados .....	40
Figura 5 – Inferências sobre a amostra .....	41
Figura 6 – Renda mensal da amostra .....	42
Figura 7 – Renda mensal dos entrevistados moradores da Asa Norte .....	42
Figura 8 – Teste de Normalidade para a DAP (R\$) .....	45
Figura 9 – Teste de Normalidade para a DAP mensal tratada .....	47
Figura 10 – Histograma da Distribuição da DAP mensal tratada .....	47
Figura 11 – Motivos para explicar a não DAP .....	49
Figura 12 – Bens e serviços proporcionados pelo Arboreto à sociedade .....	54
Figura 13 – Placa de localização do Arboreto da Universidade de Brasília .....	64
Figura 14 – Região do Arboreto .....	65
Figura 15 – Cursos de água dentro do Arboreto .....	66
Figura 16 – Cerrado <i>sensu stricto</i> no Arboreto .....	67
Figura 17 – Caminhos no Arboreto .....	68
Figura 18– Vegetação a margem do curso de água dentro do Arboreto .....	69
Figura 19 – Vegetação de dossel dentro do Arboreto .....	69
Figura 20 – Caminho no Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	69
Figura 21 – Invasão da área do Arboreto por <i>Brachiaria decumbens</i> .....	70
Figura 22 – Invasão por <i>Piper aduncum</i> .....	70
Figura 23 – Invasão do Arboreto por <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Arundo donax</i> e <i>Pennisetum purpureum</i> .....	71
Figura 24 – Invasão de <i>Andropogon gayanus</i> no Arboreto .....	72
Figura 25 – Invasão de <i>Baccharis dracunculifolia</i> no Arboreto .....	72
Figura 26 – Invasão de <i>Agave spp.</i> no Arboreto .....	73
Figura 27 – Invasão antrópica no Arboreto .....	74
Figura 28 – Dia de Campo .....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UNB	Universidade de Brasília
MVC	Método Valoração Contingente
DAP	Disposição a Pagar
DF	Distrito Federal
VET	Valor Econômico Total
GDF	Governo do Distrito Federal

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
3.1 VALOR ECONÔMICO TOTAL DE BENS AMBIENTAIS .....	14
3.2 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL .....	17
3.2.1 <i>Método de Valoração Contingente (MVC)</i> .....	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
4.1.1 <i>Área de Estudo</i> .....	20
4.1.2 <i>Flora e Fauna</i> .....	22
4.1.3 <i>Clima e Solo</i> .....	23
4.1.4 <i>Entorno</i> .....	24
4.2 COLETA DOS DADOS .....	26
4.2.1 <i>Amostragem</i> .....	26
4.2.2 <i>Tamanho da Amostra</i> .....	27
4.3 MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE (MVC) .....	27
4.3.1 <i>Estágio 1: Pesquisa e Questionário</i> .....	28
4.3.2 <i>Estágio 2: Cálculo e Estimação</i> .....	30
4.3.2.1 <i>Determinação da Disposição a Pagar</i> .....	30
4.3.2.2 <i>Regressão Logística Binária</i> .....	31
4.3.2.3 <i>Estimativas da Disposição a Pagar</i> .....	33
4.3.2.3.1 <i>Método de Estimação</i> .....	36
4.3.2.4 <i>Determinantes da Disposição a Pagar</i> .....	38
4.3.2.5 <i>Disposição a Pagar</i> .....	38
4.3.2.6 <i>Tratamento dos Dados</i> .....	38
4.4 VALOR ECONÔMICO TOTAL .....	39
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	39
5.2 TRATAMENTO DOS DADOS .....	44
5.3 ANÁLISE DA DAP E DOS VIESES .....	48
5.3.1 <i>Disposição a Pagar</i> .....	48
5.3.2 <i>Votos de Protesto</i> .....	48
5.4 DETERMINANTES DA DISPOSIÇÃO A PAGAR .....	50
5.4.1 <i>Ajuste do Modelo</i> .....	50
5.4.2 <i>Validação das Hipóteses</i> .....	51
5.5 VALOR ECONÔMICO TOTAL (VET) .....	53
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>7. RECOMENDAÇÕES</b> .....	5
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	57
APÊNDICE A - PESQUISA SOBRE A VALORAÇÃO AMBIENTAL DO ARBORETO DA UNB .....	59
A1 <i>Modelo de Estimativa da Disposição a Pagar</i> .....	60
A2 <i>Variáveis Psicográficas</i> .....	61
A3 <i>Variáveis Ambientais</i> .....	62
A4 <i>Informações Socioeconômicas</i> .....	63
APÊNDICE B – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	64
ANEXO A – FÓRMULAS PARA O SANEAMENTO DE DADOS .....	76

## 1. INTRODUÇÃO

Devido a decisões políticas e econômicas, as crescentes atividades socioeconômicas dos seres humanos sobre a Terra produzem mudanças significativas sob o meio ambiente, causando diversos danos ambientais e diminuindo a qualidade de vida dos cidadãos.

Nosso modelo de desenvolvimento é destrutivo, de forma que uma mudança só seria viável considerando não somente fatores ecológicos, mas também valores políticos, morais, científicos, sociais, religiosos, econômicos, culturais, éticos, e muitos outros. Deve-se compatibilizar as necessidades sociais e econômicas do ser humano com a preservação ambiental, assegurando assim a sustentabilidade na Terra para as gerações presentes e futuras (DIAS, 2003).

A valoração econômica é importante porque valoriza econômica e socialmente a diversidade biológica ao estimar o valor socioeconômico de um bem ambiental em termos monetários deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia, uma vez que recursos naturais não possuem um mercado definido (MOTTA, 1998).

O presente trabalho visa valorar o Arboreto da Universidade de Brasília, área de preservação ambiental, através do Método Valoração Contingente (MVC) por meio da Disposição a Pagar (DAP). O Arboreto possui um grande potencial de ensino, pesquisa e extensão para a comunidade acadêmica, em que a Universidade e a comunidade poderiam usufruir dos benefícios proporcionados por este bem ambiental.

A justificativa para a realização dessa pesquisa tem um aspecto institucional, em vista que o Arboreto vem sido um problema institucional da Universidade de Brasília, pois o Governo do Distrito Federal (GDF) não se articula com a UnB por diversos motivos, o que faz com que o Arboreto não seja uma prioridade.

Devido à falta de recursos para mantê-lo, ou de recursos escassos e limitados para sua conservação, ocasiona diversos problemas ambientais relacionados a erosão do solo, invasão antrópica e queimadas, com a gestão inconstante ou insuficiente por parte da UnB para promover sua conservação e manutenção, podendo se tornar um problema para a cidade.

Assim, a valoração econômica do Arboreto é fundamental para a formulação e a avaliação de projetos e políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável e para medidas eficientes à preservação de recursos naturais, permitindo a tomada de decisão envolvendo recursos ambientais através da estimação dos valores ambientais em termos monetários.

Como o Arboreto é um bem público, a disposição a pagar pela sua conservação indica tanto um valor que reflete as preferências pessoais das pessoas, quanto sua consciência ecológica sobre a manutenção de bens ambientais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O trabalho trata da valoração econômica de um ativo ambiental.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Em especial, busca-se:

- I. Estimar o valor econômico dos atributos ambientais do Arboreto da Universidade de Brasília pelo Método Valoração Contingente (MVC);
- II. Determinar a Disposição a pagar (DAP);
- III. Estimar a média mensal da DAP (R\$) dos indivíduos dispostos a pagar;
- IV. Gerar subsídios para a gestão do Arboreto e poder prestar um maior benefício para a Universidade e para a comunidade, pois a falta de recursos para sua manutenção e conservação gerou diversos problemas ambientais na área.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 VALOR ECONÔMICO TOTAL DE BENS AMBIENTAIS**

Desenvolvido pela Economia Ambiental, o Valor Econômico Total (VET) identifica os diversos valores associados aos recursos ambientais, ou seja, os valores desses recursos consistem nos seus valores de uso, composto pelos valores de uso direto, uso indireto e de opção, e seus valores de não-uso, composto pelos valores de existência (ARRUDA, 2001).

Os Valores de Uso Direto (VUD) de um recurso ambiental, são aqueles derivados do uso ou consumo direto do recurso, onde o mesmo recurso pode ter vários usos distintos então terá vários valores. Como são bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso, são exemplos do uso direto Atividades para obtenção de alimentos como pesca, caça e colheita de recursos; extração de madeira; recursos para medicamentos e produtos não madeireiros; turismo, recreação e lazer (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Valores de Uso Indireto (VUI), são os benefícios que as pessoas obtêm das funções ecológicas dos recursos ambientais de forma indireta, como o ar puro, um clima ameno, água potável, solo que de frutos e beleza cênica, e que são consumidos indiretamente hoje (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Os Valores de Opção (VO), são a possibilidade de uso direto ou indireto do recurso no futuro, sendo a disposição a pagar pelos indivíduos para manter ou não o recurso futuramente para ser consumido (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

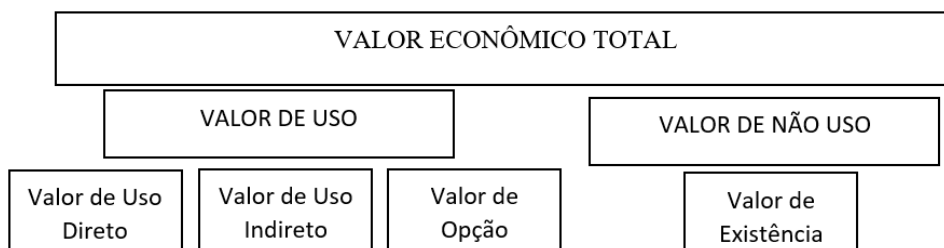
O Valor de Não-Usado representa o Valor De Existência (VE) de um recurso é a satisfação que este recurso proporciona por existir, embora o indivíduo não usufrua direta ou indiretamente do recurso, ou seja, não é associado ao consumo, como ter disposição a pagar para não desmatar a Amazônia, mesmo que o indivíduo não conheça e nem vá consumir algum produto de lá nem terão qualquer benefício de uso. Deriva-se de uma postura pessoal, seja moral, cultural, ética ou altruística em relação a diversidade de espécies existentes ou preservação de recursos naturais (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Há uma controvérsia na literatura a respeito do valor de existência representar o valor de herança, ou seja, é o benefício de saber que outras pessoas se beneficiarão de usos diretos e indiretos do recurso ambiental no futuro, isto é, as gerações futuras (MOTTA, 1998).

O VET de um recurso natural é a soma de todos os seus valores de uso e de não uso representado pela seguinte expressão:

$$VET = (VUD + VUI + VO) + VE$$

**Figura 1.** Classificação dos valores econômicos



Fonte: SBSTTA, 1996.

Para a determinação do VET deve identificar os conflitos de uso dos recurso ambientais e determinar estes valores, pois um tipo de uso pode excluir outro tipo de uso do recurso ambiental, ou seja, se usar uma área para agricultura é excluído seu uso para conservação da floresta que cobria este solo, devido a mudança na cobertura original do solo.

**Tabela 1.** Exemplos de valores atribuíveis aos recursos ambientais

VALORES DE USO			VALORES DE NÃO-USO
VALOR DE USO DIRETO	VALOR DE USO INDIRETO	VALOR DE OPÇÃO	VALOR DE EXISTÊNCIA
Recreação e Lazer	Serviços ambientais	Informação futura	Biodiversidade
Pesca	Estabilização climática	Usos futuros diretos e indiretos	Beleza cênica
Lenha	Controle de enchentes		Valores espirituais e religiosos
Transporte	Proteção de nascentes e bacias hidrográficas	Áreas de conservação	
Energia hidrelétrica		Herança	Valores históricos e culturais
Extratativismo sustentável	Habitat natural	Segurança	
Educação	Retenção de nutrientes		Habitat
Pesquisa	Controle de erosão		Ecosistema
			Fauna e Flora
			Recursos naturais

Fonte: ARRUDA, 2001.



### **3.2 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL**

A valoração econômica ambiental atribui valores monetários aos bens e serviços derivados dos recursos ambientais, independentemente de existirem ou não preços de mercado relacionados a eles (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

A Economia Ambiental, fundamentada na Teoria Econômica Neoclássica, utiliza métodos de valoração que integram as dimensões econômicas, ecológicas e sociais a fim de obter os valores econômicos associados à conservação e a preservação da biodiversidade (MOTTA, 1998).

Os métodos de valoração econômica ambiental buscam medir as preferências das pessoas por um recurso ou serviço ambiental, então o que recebe valor monetário não é o meio ambiente ou o recurso ambiental, e sim as preferências das pessoas em relação as mudanças de qualidade ou quantidade ofertada do recurso ambiental (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Dessa forma, a valoração econômica ambiental é fundamental para inserir o meio ambiente em estratégias de desenvolvimento econômico, gestão de recursos ambientais e tomada de decisões que geram impacto ambiental (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

A escolha do método de avaliação econômica ambiental mais adequado para dado estudo depende dos dados e recursos disponíveis. Diferentes autores classificam os métodos de variadas maneiras, porém a classificação mais usual é a dos métodos diretos ou métodos indiretos (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Os métodos indiretos de valoração inferem o valor econômico de um recurso ambiental a partir do comportamento das pessoas em mercados de bens complementares ou substitutos relacionados ao recurso e só estimam valores de uso, o que pode subestimar o VET do recurso natural (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Os métodos diretos de valoração são usados quando a informação de mercado não existe ou é insuficiente, então é feita uma pesquisa de campo em amostras representativas das populações humanas, onde é perguntado as pessoas sobre sua disposição a pagar ou receber pelos benefícios dos bens e serviços ambientais e deste modo pode ser inferido as preferências individuais sobre o recurso ambiental (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

**Tabela 2.** Classificação dos principais métodos de valoração ambiental

MÉTODOS DIRETOS	MÉTODOS INDIRETOS
Método de Valoração Contingente (MVC)	Custo de Viagem
Ranqueamento Contingente	Preços Hedônicos
	Custos de Reposição
	Gastos Defensivos
	Produtividade Marginal
	Transferência de Benefícios
	Capital Humano

Fonte: MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003.

### **3.2.1 Método de Valoração Contingente (MVC)**

O método de valoração contingente é um modelo probabilístico que estima os valores de DAA e DAP com base em mercados hipotéticos, onde esses mercados se dão através de pesquisas de campo, com questionários hipotéticos feito diretamente as pessoas e que indagam ao entrevistado sua valoração contingente (DAA ou DAP) em cenários envolvendo mudanças na disponibilidade de recursos ambientais. Deve-se simular um cenário com características mais próximas possíveis das existentes no mundo real, para que as preferências reveladas nas pesquisas reflitam decisões que as pessoas tomariam de fato caso existisse um mercado para o recurso ambiental descrito no cenário hipotético (MOTTA, 1998).

Esse método é o único que permite a estimação de valores de existência, pois podemos obter as preferências individuais sobre recursos ambientais que nunca foram ou serão utilizados pelas pessoas, ou seja, o valor de existência (MOTTA, 1998).

Para a aplicação do método Valoração Contingente (MVC), deve-se escolher a medida de valoração, ou seja, decidir a forma de valoração entre as duas variações básicas: disposição a pagar (DAP) pelo ativo ambiental, ou disposição a receber (DAA) a compensação pela perda ambiental. A escolha deve ser criteriosa, pois cada estimativa pode resultar em valores bastantes diferentes. A DAP é como um pagamento para medir uma variação positiva de disponibilidade, e a DAA é como uma compensação por uma variação negativa (MOTTA, 1998).

A medida de valoração Disposição a Pagar (DAP), consiste em usar amostras populacionais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a recursos naturais, onde o valor é medido pela disposição máxima a pagar. Assim, as pessoas expressam suas preferências através da disposição a pagar (DAP) para evitar a alteração na

qualidade ou quantidade do recurso ambiental (MOTTA, 1998). Calcula-se a probabilidade de obter uma resposta positiva ou negativa a uma pergunta sobre a DAP para uma melhoria ambiental, e para validar as respostas da pesquisa deve-se perguntar sobre atributos socioeconômicos e características da pessoa, pois isso conta nas preferências individuais de cada um, além de perguntas sobre a qualidade e quantidade do bem ambiental que está sendo oferecido.

O MVC é dividido nas categorias Confiabilidade, Validade e Vieses, em que a Validade refere-se ao grau em que os resultados obtidos no MVC indicam o “verdadeiro” valor do bem que está sendo investigado, a confiabilidade analisa a consistência das estimativas, em que quanto menos aleatória for a amostra, menor será o grau de confiabilidade, porque quanto mais aleatória for a amostra, mais próximo a realidade será o resultado, já que os indivíduos da população possuem diferentes características socioeconômicas e sobre seu comportamento verde. Já os Vieses são os problemas do método, pois são erros associados a amostra que afetam a confiabilidade do método e que devem ser minimizados (MOTTA, 1998).

O problema metodológico é devido a limitação em captar valores ambientais que as pessoas não entendem, ou desconhecem, e como as perguntas são hipotéticas as pessoas não dão as respostas que de fato dariam caso realmente tivessem que pagar pelo recurso ambiental (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003).

Dito isto, existem pelo menos dez principais tipos de vieses conforme descritos por Willis (1995) e Bateman e Turner (1993): o viés estratégico, viés hipotético, viés parte-todo, viés da informação, viés do entrevistador e do entrevistado, viés do instrumento de pagamento, viés do ponto inicial, viés da obediência, viés da subatividade e viés da sequência de agregação.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

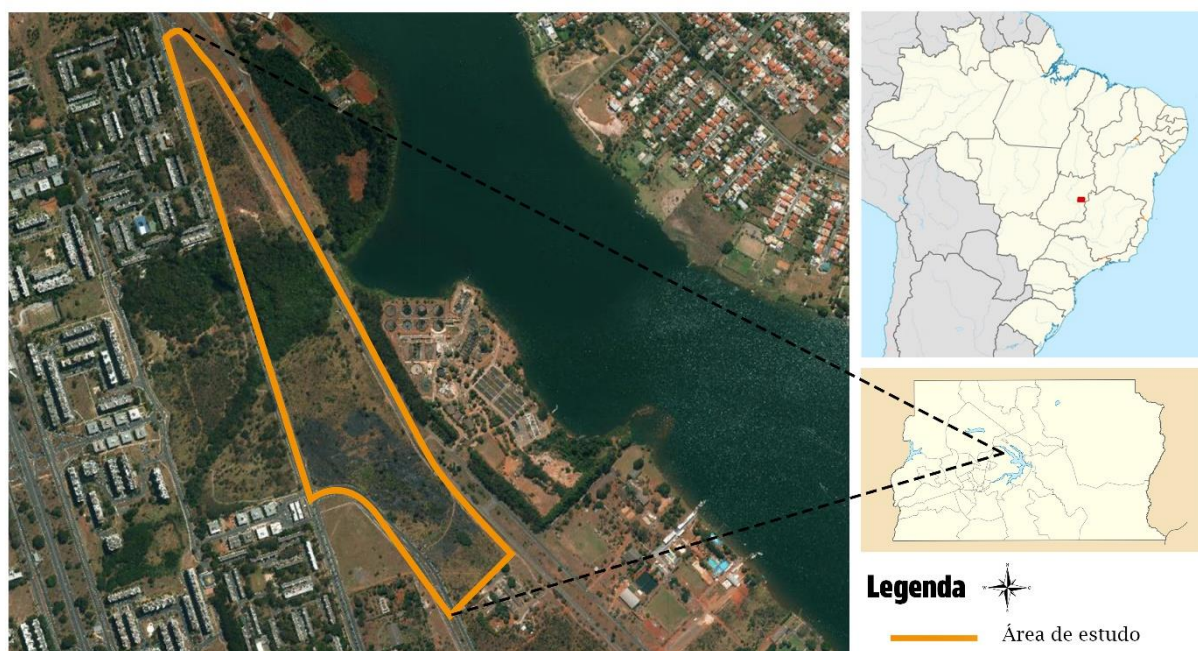
### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1 Área de Estudo

O ativo ambiental a ser valorado no presente trabalho é o Arboreto da Universidade de Brasília, Área Natural De Estrita Preservação, ou seja, é uma área de proteção estrita da vegetação nativa aberto ao público (FUB, 1998).

Endereçado como Unidade Física SN-13, o “Arboreto” ( $15^{\circ}44'34''S$   $47^{\circ}52'52''W$ ) possui uma área total de 262.872 m<sup>2</sup>. Está localizado na extremidade Norte do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, sito à Asa Norte do Plano Piloto, Distrito Federal, Brasil. Ocupa a área da Superquadra Norte 413 extinta, próximo à área de nascentes preservadas do Parque Olhos d’Água - reserva natural do Distrito Federal - e as do Lago Paranoá (FUB, 1998).

**Figura 2.** Mapa de localização do “Arboreto” (SN-13) circundado por linha amarela, na Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil. Imagem de satélite.



Fonte: Elaboração temática em ambiente Photoshop e Google Earth, 2020.

Na década de 1970 ocorreu exploração de cascalho na área, deixando o solo exposto. O Arboreto foi implantado em 1989, por estudantes de graduação e professores do Departamento de Engenharia Florestal da UnB e os plantios foram feitos em regime de mutirão, apoiado pelo Governo do Distrito Federal/ Novacap, Prefeitura do Campus e pela Comunidade da Asa Norte. Devido ao plantio de mudas arbóreas, observou-se a recolonização espontânea da área a partir de 2002 (FRANÇOSO; CORRÊA, 2007; CAPES, 2006).

O Arboreto apesar de ser um Área de Preservação Ambiental é em parte manejada, mas com destinação de uso restrita por diretrizes de preservação da área natural, ou seja, é uma reserva de área natural, de edificação condicionada às necessidades de pesquisa in situ. Sua preservação e conservação é devido a existência de cursos de água e aflorações do lençol freático e nascentes, assim como de matas ciliares que protegem as margens dos mananciais que deságuam no Lago Paranoá (FUB, 1998).

A área é destinada para realização de projetos de pesquisas em biologia, ou seja, do solo, da fauna e da flora do cerrado. Assim como para o ensino e extensão, e então pode prestar um maior benefício para a Universidade e para a comunidade.

Como a manutenção e conservação do Arboreto não é uma prioridade, vem ocasionando diversos problemas ambientais devido às ações antrópicas, podendo se transformar em um problema para a cidade.

Apesar de ser uma área protegida, alguns dos problemas ambientais ocorrentes no Arboreto são a invasão por animais exóticos e domésticos, invasão por pessoas para a retirada de lenho e caça a animais silvestres, contaminação de mananciais e cursos de água, dejeção de esgoto, lixo e entulhos, as queimadas. Vale ressaltar as principais invasões de espécies vegetais exóticas principalmente do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim andropogon (*Andropogon gayanus*), cana-do-reino (*Arundo donax*), *Agave spp.* e capim elefante (*Pennisetum purpureum*), identificadas por Nunes (2012). Além da falta de segurança que um local abandonado traz, pois o não uso faz com que diversas pessoas com intenções duvidosas possam se refugiar nesta área.

Espécies vegetais invasoras exóticas (vindas de outras regiões) se estabelecem em áreas degradadas e se alastram em novo ecossistema causando danos às espécies locais. O Arboreto

possui um grande potencial de ensino, pesquisa e extensão, porém é mal utilizado pela comunidade acadêmica ocasionado pela falta de recursos e conseqüentemente gerenciamento insuficiente ou inconstante por parte da UnB.com um mínimo de fiscalização e intensificada há alguns anos.

#### **4.1.2 Flora e Fauna**

O bioma Cerrado é formado por diversos tipos de vegetações, e como o Arboreto é uma reserva de área natural sua cobertura vegetal é nativa do bioma cerrado.

O Arboreto é formado por um mosaico de vegetações com fitofisionomias florestais, savânicas e campestres , apresentando trechos de Mata de Galeria, Mata Ciliar, Cerrado sentido restrito e Campo Sujo.

Temperaturas extremas, baixos teores de água e de nutrientes no solo, e queimadas (COUTINHO, 1990) estão entre os determinantes das fisionomias do bioma. Com isso, essas formações apresentam diversas espécies em comum, mas também espécies raras ou de ocorrência restrita a determinadas regiões.

O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente em diferentes densidades, em que a vegetação típica possui arbustos e subarbustos espalhados, e árvores de baixo porte, inclinadas, com troncos tortuosos, ramos retorcidos, com evidências de queimadas, e com cascas espessas e folhas grossas que não é pela falta de água, mas sim devido a adaptação à condições de seca (xeromorfismo) e por fatores edáficos como o desequilíbrio no teor do alumínio (ARRUDA, 2001, p.15; RIBEIRO; WALTER, 1998). A vegetação da área é composta de espécies arbóreas típicas do Cerrado, como o *Caryocar coriaceum* (Pequi), *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão) e *Dalbergia miscolobiu* (Jacarandá-do-cerrado).

O Campo Sujo é um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com presença marcante de arbustos e subarbustos esparsos no estrato herbáceo, constituídos por espécies arbóreas menos desenvolvidos do Cerrado sentido restrito (RIBEIRO; WALTER, 1998). Observou-se a presença das espécies arbustivas Acumã (*Syagrus flexuosa*), Murici rasteiro (*Byrsonima basiloba*) e Alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*).

A Mata de Galeria é uma formação florestal associada a cursos de água de pequeno porte com predominância de espécies arbóreas e formação de dossel, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água, em que a altura média do estrato arbóreo varia entre 20 e 30 metros e pode ocorrer em terrenos bem ou mal drenados (RIBEIRO; WALTER, 1998). Observou-se a presença das espécies arbóreas *Cariniana rubra* (Jequitibá), *Tapirira guianensis* (Pau-pombo, Pombeiro) e da espécie invasora exótica arbórea *Piper aduncum* (Pimenta-de-macaco-da-mata).

A Mata de Ciliar é uma formação florestal associada a cursos de água com predominância de espécies arbóreas e formação de dossel, em que a vegetação arbórea não forma galerias, as árvores variam entre 20 a 25 metros de altura e pode ocorrer em terrenos bem ou mal drenados ((RIBEIRO; WALTER, 1998). Observou-se a presença da espécie arbórea *Anadenanthera spp.* (Angico).

A fauna da área é representada pela presença marcante de aves, também por peixes e tartaruga.

#### **4.1.3 Clima e Solo**

O Cerrado está distribuído principalmente pelo Planalto Central Brasileiro, abrangendo o Distrito Federal. Se desenvolveu como resposta a uma história de incêndios frequentes, solos pobres em nutrientes, um lençol freático profundo e um clima com acentuadas estações do ano de umidade e seca (EITEN, 1972).

O regime sazonal do Cerrado é tropical e possui duas estações do ano bem definidas, uma estação chuvosa (outubro-abril) e outra estação seca marcada por deficiência hídrica (Silva et al, 2008). Conforme *Silva et al* (2008), o clima tropical úmido (Aw segundo a classificação de Köppen) prevalece em grande parte da área do Cerrado, incluindo no Distrito Federal, com temperatura média do mês mais frio acima de 18°C, inverno seco e chuvas máximas de verão. A estação de seca no Distrito Federal apresenta entre 5 e 6 meses marcados por grande deficiência hídrica.

A média anual de temperatura no Cerrado varia de 19 a 22°C, com as médias das temperaturas máximas entre 24°C e 33°C, e as médias das temperaturas mínimas entre 14°C e 18°C (BRAGA, 2007; SILVA et al, 2008).

Os “solos do cerrado têm baixas concentrações de nutrientes, alto teor de alumínio e baixo pH” (CASTRO; KAUFFMAN, 1998, p.265), ou seja, são solos ácidos e de baixa fertilidade porque os solos de regiões tropicais são muito antigos, então são altamente intemperizados e evoluídos, assim são os solos mais profundos, com baixa disponibilidade de minerais e nutrientes que foram perdidos ao longo do tempo devido a lixiviação do solo, tornando-o pobre, pois os minerais restantes não conferem nutrientes e, portanto, fertilidade ao solo. Os elementos mais abundantes do solo do cerrado são o alumínio, o ferro e o silício, porque são abundantes em solos antigos como o latossolo, conferindo a acidez e oxidez do solo.

Os solos do Cerrado *sensu stricto* são geralmente das classes Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Roxo, moderadamente ácidos, com carência generalizada dos nutrientes essenciais, principalmente fósforo e nitrogênio, e com altas taxas de alumínio (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Os solos do Campo Sujo são geralmente das classes de solos rasos como os Neossolos Litólicos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos, , ou em solos profundos e de baixa fertilidade como os Latossolos (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Os solos da Mata de Galeria são geralmente Cambissolos, Plintossolos, Argissolos, hidromórficos ( Gleissolo, Plintossolo, Espodossolo e Organossolo) ou aluviais, podendo ocorrer Latossolos semelhantes aos das áreas de cerrado (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Os solos da Mata Ciliar são geralmente solos rasos, como os Cambissolos, Plintossolos e Neossolos Litólicos, ou profundos como os Latossolos e Argissolos, ou solos aluviais (RIBEIRO; WALTER, 1998).

#### **4.1.4 Entorno**

O conjunto do Arboreto (Unidade Física SN-13) fica situado próximo ao Lago Paranoá, à esquerda ao Parque Ecológico Olhos d'Água, avançando sobre sua margem à Estação Experimental de Biologia (Unidade Física SN-14) e mais abaixo à Estação de Tratamento de Esgotos da Asa Norte administrada pela CAESB.

A área onde situa-se a Estação de Tratamento de Esgotos, sofre com a exalação de odores da ônus permanente da ocupação por qualquer atividade.



A Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, *Campus Darcy Ribeiro*, faz parte da Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá e possui uma área total de 162.600 m<sup>2</sup>. A APA do Paranoá se destina à proteção de espécies da fauna nativa, e à conservação do cerrado, das várzeas e das matas ciliares protetoras dos mananciais que deságuam no Lago Paranoá. Não há proibição da presença humana nas APA.

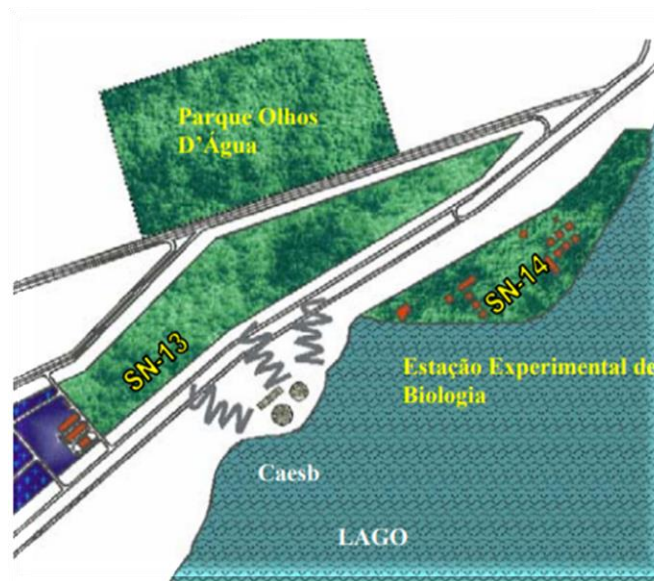
A Estação Experimental de Biologia foi considerada Área Natural De Estrita Preservação, ou seja, a associação dessas áreas a atividades de pesquisa com suporte físico, com edificação relacionada com sua utilização para abrigo das atividades acadêmicas.

O “Parque Olhos d’Água” possui uma área total de 21 hectares, ocupando a área das Superquadras Norte 413 e 414 extintas, e objetiva a preservação da vegetação nativa do bioma cerrado. É protegido por legislação distrital, sendo reserva natural do Distrito Federal. Sua preservação se dá devido à existência de nascentes, cursos de água e mata de galeria. É voltado para contemplação, lazer e recreação em contato com a natureza, sendo benéfico para a saúde das pessoas, além de que o curso de água, especialmente a lagoa interna ao parque, tem papel fundamental na regulação térmica do parque, com o aumento da umidade em seu interior (microclima). Possui uma fauna diversa, e pode-se citar uma grande variedade de aves, pequenos mamíferos e répteis.

Devido à proximidade do Lago Paranoá, o micro clima na área do Campus Universitário Darcy Ribeiro é beneficiado, e nota-se que o lago se estreita nesse trecho, alongando-se até atingir uma pequena bacia de nascentes que também cruzam a área do Parque Olhos D’água e o Arboreto.

Conforme as informações e a Figura 3, o Parque Olhos D’Água, o Arboreto (SN-13) e a Estação Experimental de Biologia (SN-14), ambos os dois pertencentes à Universidade de Brasília, são áreas de preservação ambiental.

**Figura 3.** Vista de parte do Setor Norte do Campus, em sua extremidade, ao final da Asa Norte, junto o Lago Paranoá, o Parque Olhos D'Água e a Estação de Tratamento de Esgoto.



Fonte: Plano Diretor Físico do Campus Universitário Darcy Ribeiro, 1998.

## 4.2 COLETA DOS DADOS

### 4.2.1 Amostragem

A amostragem é usada para a obtenção de dados, onde se observa apenas uma parte representativa da população para obter estimativas confiáveis desta população de interesse. Quanto menor o erro exigido, mais exigente será a amostragem, pois o nível de confiança aumenta.

A amostra é um grupo de unidades amostrais escolhidas para representar a população e gera informações desejadas num menor tempo e com menor custo que o censo (PÉLLICO NETTO E BRENA, 1997). Assim, a amostra é o número de unidades representativas em uma área, e as amostras mais representativas da área são usadas como estimadores dos parâmetros da população ou comunidade.

Deve-se utilizar informações sobre a atualidade e acuidade da qual a amostra é definida. Para esta pesquisa foi consultada a população universitária da Universidade de Brasília residente no Distrito Federal, em que os dados foram coletados por meio de questionário online. A escolha foi feita devido ao Arboreto se localizar no Distrito Federal, sito Asa Norte.

Ressalta-se que o erro aleatório é inerente a qualquer pesquisa estatística e pode ser minimizado através da utilização de uma amostra estatisticamente grande.

#### 4.2.2 Tamanho da Amostra

A amostra deve ter um tamanho suficiente para incluir um número representativo de pessoas, porém pequeno o suficiente para economizar tempo na coleta dos dados.

Yamane (1967) fornece uma fórmula simplificada para calcular o tamanho da amostra, conforme a Equação 1 a seguir:

$$n = \frac{N}{1+N.(e)^2} \quad (4.1)$$

Onde:

n=tamanho da amostra

N=tamanho da população universitária da UnB. Inclui os docentes ativos permanentes, substitutos, temporários e visitantes; alunos de graduação; alunos de pós-graduação(mestrado, doutorado e residência médica); e técnico-administrativos (Censo da Educação Superior 2014 a 2018- 2º semestre).

e=nível de significância 10%

Como forma de minimizar os possíveis problemas nas respostas dos formulários, adotou-se um erro máximo de 10% sobre o total da amostra determinado com um nível de 90% de confiança. Na Tabela são apresentados os valores assumidos para a Equação (4.1):

	<b>Valores</b>
emáx	0,10
N	54.306
n	100

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Para garantir a representatividade da amostra da população da Universidade de Brasília que reside no Distrito Federal, deve-se ter no mínimo 100 indivíduos na população amostral.

#### 4.3 MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE (MVC)

O Método Valoração Contingente, e neste caso Disposição a Pagar (DAP), estima valores socioeconômicos baseados nas preferências dos consumidores.

Adotou-se o Método de Valoração Contingente por ser capaz de captar o valor de uso do Arboreto, o valor de opção pela preservação do Arboreto, e o valor de existência da preservação do Arboreto, e ser teoricamente o único método que pode captar o valor de existência nessa situação em que um mercado hipotético pôde ser construído, e, também, devido a inexistência

de custos ou preços de mercado relacionados diretamente ao Arboreto da UnB. Sendo então capaz, do ponto de vista teórico, de mensurar valores de uso e não-uso (MOTTA, 1998).

Assim, é possível obter as preferências individuais sobre os recursos ambientais que nunca foram ou serão utilizados pelas pessoas, obtendo-se neste caso, o valor de não-uso ou o valor de existência.

A forma de valoração escolhida para determinar o valor monetário dos benefícios ambientais advindos do “Arboreto” foi a Disposição a Pagar (DAP) das pessoas, pois o questionário foi baseado na escolha dicotômica, a, conforme será analisado mais adiante.

De acordo com a literatura, como é um questionário com eliciação aberta, o valor médio esperado da variável dependente (DAP) é obtido diretamente com a aplicação de regressão para validar o resultado.

Segundo Motta (1998), os procedimentos requeridos para aplicação do MVC são divididos em estágios, onde o 1º o estágio define a pesquisa e o questionário, e o 2º estágio é o cálculo e a estimação.

#### **4.3.1 Estágio 1: Pesquisa e Questionário**

O MVC é feito através da aplicação de questionários direcionados aleatoriamente a população, neste caso, do Distrito Federal e, assim, estimar um modelo de probabilidade da DAP e uma DAP média mensal pelo Arboreto.

Para analisar a relevância das variáveis socioeconômicas (sexo, idade, renda mensal, residência, escolaridade e ocupação), variáveis ambientais e variáveis psicográficas (altruísmo, eficácia percebida, preocupação ambiental e liberalismo) com o comportamento do indivíduo ecologicamente consciente residente do Distrito Federal foram feitos questionários.

A pesquisa foi divulgada pela pesquisadora, a fim de ter um maior controle amostral, para a população do Distrito Federal por meio de mídias sociais como Facebook, Instagram, WhatsApp e via e-mail.

Inicialmente o tamanho da amostra calculada para o Distrito Federal foi de 100 indivíduos, porém, para a obtenção dos dados para esta pesquisa foram realizadas 341 entrevistas, a fim de obter resultados mais consistentes acerca da a disposição a pagar pelo

Arboreto da Universidade de Brasília. Com isso, a partir dos dados brutos foram utilizadas 308 entrevistas, pois utilizou somente as respostas dos indivíduos moradores do Distrito Federal, descartando as demais respostas.

A aplicação do questionário se deu de forma remota, por meio da plataforma online Google Forms. O questionário foi aplicado durante o 2º semestre de 2020. Detalhes da elaboração do questionário são encontrados em Apêndice A.

O questionário foi dividido em quatro partes. A primeira parte indicou a disposição a pagar pelos entrevistados baseado no método de valoração contingente (MVC). A segunda parte buscou identificar o grau de conscientização ambiental do entrevistado por meio de variáveis psicográficas, onde foi solicitado aos entrevistados que indicassem o seu grau de concordância com estes tópicos, numa escala de Likert: de “discordo totalmente” (1) a “concordo totalmente” (5). A terceira buscou captar o conhecimento ecológico do entrevistado por meio de variáveis ambientais. A quarta parte buscou caracterizar os entrevistados conforme variáveis socioeconômicas.

A definição dos valores de DAP foi conforme a literatura sobre o método de valoração contingente (modelo de *referendum* - abordagem de Hanemann), e a pergunta do Apêndice A1 definiu a disposição a pagar pelo Arboreto pelos entrevistados. Incluiu-se uma questão direcionada apenas aos entrevistados não dispostos a pagar valor algum pelo Arboreto (Viés de Protesto), a fim de compreender o motivo para essa escolha.

A definição das variáveis psicográficas foi adaptada de Straughan e Roberts (1999), e utilizadas para identificar o grau de conscientização ecológica do entrevistado foi baseada na caracterização de seus valores pessoais, onde os maiores graus de concordância numa escala de Likert (escala ordinal de cinco categorias) sobre as afirmações do Apêndice A2 do questionário, são associado aos seguintes perfis:

- I. **Altruísmo:** se existe preocupação com o bem-estar dos outros;
- II. **Preocupação ambiental:** o nível de apreensão do indivíduo em relação aos problemas ambientais;
- III. **Eficácia Percebida:** se nós enquanto indivíduos fazemos a diferença;
- IV. **Liberalismo:** ideologias políticas de direita.

A concordância sobre as afirmações do Apêndice A3 do questionário, em 3.i indica que a pessoa é altruísta, em 3.ii indica preocupação ambiental, em 3.iii indica eficácia percebida em suas ações e em 3.iv indica liberalismo.

A definição das variáveis ambientais levou em consideração questões simples de conhecimento ecológico sobre o Arboreto a fim de captar o conhecimento ecológico do entrevistado. A discordância sobre as afirmações 3.ii , 3.iii e 3.iv e a concordância sobre as afirmações 3.i e 3.v do Apêndice A3 do questionário, indicaram um maior conhecimento ambiental.

Determinaram-se as variáveis socioeconômicas conforme a literatura, em que a localização da residência do entrevistado morador do Distrito Federal foi conforme a distância da sua residência ao Arboreto, localizado na Asa Norte. O questionário sobre as informações socioeconômicas do entrevistado (APÊNDICE A4) foram dispostas por último para evitar viés no preenchimento deste.

### **4.3.2 Estágio 2: Cálculo e Estimação**

Para estimar a probabilidade da DAP foi adotado o modelo logístico, pois foram usadas no questionário perguntas com escolhas dicotômicas no método referendo, relacionando a probabilidade de uma resposta “sim” ou “não” para cada quantia sugerida e sua correlação com as variáveis explicativas, utilizando seus coeficientes numa função logística que reflita uma forma de função de utilidade (MOTTA, 1998).

Já o valor da medida monetária do DAP tem que ser estimada de forma bastante complexa. Para estimar a DAP mensal por família, utilizou-se segundo Hanemann (1984), o modelo de *referendum*. No método referendo é oferecida aos entrevistados uma melhoria ambiental em troca de um pagamento no valor de S, por meio de uma única pergunta diante da qual o consumidor responderá “sim” ou “não”, caso concorde ou discorde do pagamento do valor proposto.

#### **4.3.2.1 Determinação da Disposição a Pagar**

Foi estimada uma DAP (R\$) mensal média a partir da média aritmética somente dos indivíduos dispostos a pagar pelo Arboreto (265 indivíduos); e uma probabilidade estimada da DAP pelo Arboreto de todos os indivíduos entrevistados a partir do modelo de regressão

logística, utilizando as variáveis independentes. A probabilidade da DAP é uma variável dicotômica e a DAP(R\$) é uma variável discreta.

Foi feita uma regressão logística para analisar o perfil dos entrevistados dispostos a pagar pelo Arboreto e assim determinar quais das variáveis da segmentação influenciariam de maneira significativa na decisão entre estar ou não disposto a pagar pelo ativo ambiental. Assim, deve-se definir as variáveis independentes e dependente para ajustar o modelo de regressão.

#### **4.3.2.2 Regressão Logística Binária**

O modelo foi ajustado pela regressão logística binária, porque é um modelo não linear de variável dicotômica.

A regressão logística binária é uma técnica usada para prever o resultado de uma variável categórica binária com exatamente dois resultados possíveis para  $y$  (0 ou 1), por exemplo, para saber se um produto está com defeito (POCHAMPALLY; GUPTA, 2013).

Na regressão logística os valores previstos estarão sempre entre 0 e 1, em que existem apenas dois valores de  $y$  (0 e 1), por isso é comumente usada para desenvolver modelos para prever variáveis dicotômicas dependentes.

Deve-se definir as variáveis independentes e dependente para ajustar o modelo de regressão. A regressão estuda a relação entre uma variável dependente ( $y$ ) e uma ou mais variáveis independentes ( $x_i$ ), para isso se quantifica a relação, ou seja, o quanto a variável independente  $x_i$  explica a variável dependente  $y$ .

De acordo com Black (2016), o modelo da regressão binária é:

$$f(x) = p = \frac{e^u}{1+e^u} \quad (4.2)$$

Em que,  $p$  é a probabilidade de o indivíduo responder sim à pergunta se está disposto a pagar pela melhoria e manutenção da qualidade ambiental de um bem;  $f$  é a função densidade;  $X$  é um vetor de variáveis explicativas; e  $\beta$  parâmetros desconhecidos a serem estimados.

Começamos com o modelo mais simples:  $u = \beta_0 + \beta_1 X_1$

Substituindo tem-se (BLACK, 2016):

$$f(x) = p = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1}} \quad (4.2.1)$$

Em geral para múltiplos preditores, o modelo logístico é (BLACK, 2016):

$$f(x) = p = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} \quad (4.3)$$

ou

$$P = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots)}} \quad (4.3.1)$$

Para facilitar o cálculo na regressão logística, essa expressão é transformada em uma razão de chances. As chances de um evento ocorrer são calculadas dividindo a probabilidade de ocorrência ( $p_i$ ) pela probabilidade de não-ocorrência ( $1 - p_i$ ). Ao transformar o modelo logístico, a função é convertida em razão de probabilidade (BLACK, 2016):

$$S = \frac{p \text{ (probabilidade de ocorrer)}}{1-p \text{ (probabilidade de não ocorrer)}} \quad (4.4)$$

$$S = \frac{\frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}}{1 - \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}} \quad (4.5)$$

Reorganizando e reduzindo por álgebra resulta em:

$$S = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k} \quad (4.6)$$

A transformação é concluída tomando o logaritmo natural de cada lado da equação. Logo, para estimar a DAP, empregou-se a função logística, que pode ser expressa pela seguinte forma funcional (BLACK, 2016):

$$\ln(S) = \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \quad (4.7)$$

O modelo foi linearizado para mantê-lo o mais simples possível. O log da razão de probabilidade é chamado de logit, e o modelo transformado agora é linear nos coeficientes  $\beta$ 's.



### 4.3.2.3 Estimativa da Disposição a Pagar

Para analisar o perfil dos usuários dispostos a pagar pelo Arboreto e obter a DAP, a metodologia empregada foi a regressão logística binária por ser adequada para estimar a probabilidade de um indivíduo se dispor a pagar

Logo, o modelo logit é:

$$\log(\text{chances do indivíduo se dispor a pagar}) = \log \left[ \frac{P}{1-P} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \quad (4.8)$$

Deve-se definir as variáveis independentes e dependente para ajustar o modelo de regressão. Nessa regressão, a variável dependente é o logaritmo das chances de o indivíduo escolher pagar ou escolher não pagar (variável dicotômica). A escolha positiva depende de vários fatores, como renda mensal, grau de escolaridade, grau de conhecimento ecológico, sexo, idade, residência, entre outras variáveis independentes.

O modelo linearizado como uma função linear dos parâmetros e das variáveis explicativas é expresso por:

$$\ln(\text{chances do indivíduo se dispor a pagar}) = \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \quad (4.9)$$

Sendo o logaritmo natural da relação entre a probabilidade de resposta afirmativa [P(Sim)] e a probabilidade de resposta negativa [1-P(Sim)] à pergunta da DAP, onde:

$\beta_0$  = é uma constante, ou seja, representa o ponto em que a linha estimada de regressão corta o eixo y;

$\beta_1, \beta_2, \dots$  = são coeficientes de fatores independentes, ou seja, de  $X_1, X_2, \dots$  que representam o ângulo de inclinação da linha e que serão estimados por máxima verossimilhança;

$X_1, X_2, \dots$  = variáveis independentes indicadas para explicar y.

Para o presente trabalho, o modelo de regressão logística prediz a probabilidade da DAP influenciada pelas variáveis independentes.

Onde a probabilidade de resposta “Sim” e probabilidade de resposta “Não” é:

(p) = probabilidade de ocorrência (dispostos a pagar pela preservação do Arboreto)

(p-1) = probabilidade de não ocorrência (não dispostos a pagar pela preservação do Arboreto)

Para a probabilidade de ocorrência ( $p$ ), quando não é dado adota-se sempre 0,50 e consequentemente  $(1-p)$  é igual a 0,50. Isso é devido ao não-conhecimento da ocorrência desse evento, assim, existe 50% de probabilidade de pagar pela preservação do Arboreto, e 50% de probabilidade de não pagar pela preservação do Arboreto.

Para estimar a DAP, empregou-se a função logística, onde o Modelo de Regressão Logística linearizado pode ser expresso pela seguinte equação:

$$\ln \left[ \frac{((P)(afirmativa))}{((1-P)(negativa))} \right] = \beta_0 + \beta_1 At + \beta_2 Pa + \beta_3 Ea + \beta_4 L + \beta_5 CAi + \beta_6 CAUi + \beta_7 FAi + \beta_8 CE + \beta_9 S + \beta_{10} I + \beta_{11} LR + \beta_{12} GE + \beta_{13} OCUPi + \beta_{14} Rm + \varepsilon \quad (4.10)$$

Onde:

$\varepsilon$  = erro, porque o modelo não inclui todas as variáveis ou causado por erros sistemáticos;

$\beta_0$  = constante;

$\beta_i$  (de  $i = 1, 2, 3$  até 14) = coeficientes a serem estimados.

Os coeficientes estimados são fundamentais, uma vez que informam o quanto uma mudança em cada variável explicativa afeta a DAP.

Essa equação de regressão associa a variável dependente (DAP) com as variáveis independentes. Os fatores independentes que influenciam na Disposição a Pagar pela preservação do Arboreto são:

$\ln \left[ \frac{((P)(afirmativa))}{((1-P)(negativa))} \right]$ : É a probabilidade de resposta afirmativa (Sim) e de resposta

negativa à pergunta de DAP, em que assume dois valores dependendo da resposta do indivíduo; 1 (disposto a pagar) e 0 (não disposto a pagar).

**At:** Altruísmo; preocupação com o bem-estar dos outros; 1 (altruísta) e 0 (egoísta).

**Pa:** Preocupação com o meio ambiente; 1 (preocupado) e 0 (despreocupado).

**Ea:** Eficácia percebida das ações ambientais (se fazemos diferença como indivíduo); 1 (eficácia) e 0 (ineficácia).

**L:** Liberalismo (possuem ideologias de direita); 1 (liberal) e 0 (não liberal).

**CAi:** Conhecimento do Arboreto; 1 (conhece) e 0 (não conhece).

**CAUi:** Conhecimento de que a UnB possui um Arboreto; 1 (conhece) e 0 (não conhece).

**FAi:** Frequência de visita ao Arboreto, foram tratados como classes: 6 (sempre), 5 (muito frequentemente), 4 (frequentemente), 3 (ocasionalmente), 2 (raramente), 1 (quase nunca) e 0 (nunca).

**CE:** Conhecimento ecológico; 1(maior conhecimento) e 0 (desconhecimento).

**S:** Sexo; 1 (feminino) e 0 (masculino).

**I:** Idade; foram tratados como classes: 0 (menos de 20), 1 (20-24), 2 (25-31), 3 (32-44), 4 (45-59), 5 (60-65) e 6 (Acima de 65).

**LR:** Local da residência; 1 (Asa Norte - Próximo ao Arboreto) e 0 (Distante do Arboreto).

**GE:** Grau de escolaridade; foram tratados como classes: 0 (sem instrução), 1 (primeiro grau incompleto), 2 (1º grau), 3 (2º grau incompleto), 4 (segundo grau), 5 (ensino superior incompleto), 6 (ensino superior) e 7 (pós-graduação).

**OCUPi:** Ocupação do indivíduo; 1 (Estudante) e 0 (quem trabalha).

**Rm:** Renda mensal; foram tratados como classes: 0 (Até 1), 1 (1-3), 2 (3-5), 3 (5-7), 4 (7-9), 5 (9-12), 6 (12-15), 7 (15-20), 8 (20-25), 9 (25-30), 10 (Acima de 30).

Para este modelo de regressão logística binária, as hipóteses a serem testadas são:

Hipótese 1 – Espera-se valor positivo para os coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_8$ , pois se prevê que as pessoas altruístas que possuem conhecimento ecológico são mais preocupadas com o meio ambiente, e como percebem eficácia de suas ações ambientais- a pessoa acredita que suas atitudes como indivíduo fazem diferença para o meio ambiente- tendem a ter uma maior disposição a pagar pelo Arboreto. Assim, pessoas altruístas tendem a ser mais amigas do meio ambiente do que as pessoas individualistas.

Hipótese 2 – Espera-se valor positivo para os coeficientes  $\beta_5$ ,  $\beta_6$ ,  $\beta_7$  e  $\beta_{11}$ , pois quanto maior o conhecimento sobre o Arboreto e maior a proximidade da residência, maior será a frequência de visita ao Arboreto, e, portanto, estarão mais dispostas a pagar pela sua conservação.

Hipótese 3 – Espera-se valor positivo para os coeficientes  $\beta_{10}$ ,  $\beta_{12}$  e  $\beta_{14}$ , onde se prevê que quanto mais avançada for a idade, maior será o grau de escolaridade e conseqüentemente maior será a renda mensal, então a probabilidade da DAP aumenta.

Hipótese 4 – Espera-se valor positivo para os coeficientes  $\beta_4$  e  $\beta_{13}$ , pois se prevê que se a pessoa for liberal e trabalhar, é esperando que a probabilidade de responder afirmativamente à questão da disponibilidade a pagar aumente, devido as ideologias econômicas e políticas somado a um salário.

Já para o coeficiente  $\beta_9$ , devido à incerteza teórica do efeito das variáveis, não se definiu uma previsão dos efeitos, podendo ser positivos ou negativos

Possivelmente, um maior grau de escolaridade ocupará melhores trabalhos, e como trabalhadores possuem maior renda, tendem a apresentar uma maior DAP. Já os estudantes possuem maior consciência ambiental, e tendem a apresentar maior disposição a pagar porque são mais engajados sobre as questões ambientais. Assim, a probabilidade de aceitar a DAP cresce com o aumento dessas variáveis.

#### **4.3.2.3.1 Método de Estimação**

Dentro da regressão logística, a metodologia de regressão de mínimos quadrados não é usada para desenvolver o modelo, mas sim é empregado o método da Máxima Verossimilhança (MV) para a estimação dos parâmetros ( $\beta$ ) da regressão logística.

O método de máxima verossimilhança estima valores para os diferentes parâmetros do modelo por meio da maximização da probabilidade de obter os resultados observados (processo iterativo feito pelo computador).

Para que o modelo linearizado descreva adequadamente a relação entre a resposta e o preditor, as variáveis discretas foram tratadas como um preditor contínuo (covariável) porque têm muitos níveis, e assim serem incluídas no modelo de regressão.

O software escolhido foi o Minitab17, que usa um procedimento de máxima verossimilhança para produzir resultados de regressão logística binária.

O modelo ajustado de regressão logística foi avaliado por testes de hipótese, a fim de determinar se o resultado é estatisticamente significativo. Empregou-se o teste estatístico

baseado em probabilidades estimadas de Hosmer-Lemeshow, o teste de Pearson e o teste de Deviance.

Na regressão, o valor-p testa a hipótese nula ( $H_0$ ) de que todos os coeficientes para preditores são iguais a zero. A hipótese alternativa ( $H_1$ ) é que pelo menos um dos coeficientes de uma variável independente não é igual a zero. Se o valor-p for maior que o valor de significância escolhido, nesse caso a 5% de significância, o modelo aceita a hipótese nula de que o modelo ajusta bem os dados.

A análise do chi-quadrado é um tipo de teste de hipótese em que uma estatística de amostra (valor do chi-quadrado) usada no teste segue uma distribuição do chi-quadrado (POCHAMPALLY; GUPTA, 2013). É feito em variáveis que apresentam distribuição normal e diz a probabilidade de os dados da amostra estarem dentro do intervalo de confiança escolhido, neste caso a 5% de significância. Se o valor-p associado à sua estatística chi-quadrado for menor do que seu  $\alpha$  selecionado, o teste rejeita a hipótese nula de que o modelo ajusta os dados, ou seja, aceita a hipótese alternativa de que o modelo não ajusta os dados. Assim, um chi-quadrado significativo indica que os dados se encaixam bem com o modelo.

Como o modelo foi linearizado, as variáveis apresentam distribuição normal e são homogêneas, foi usado o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para analisar a relação entre as variáveis, não havendo necessidade de causa e efeito, ou seja, de quanto uma variável independente explica a variável de interesse (dependente).

O teste de Hosmer-Lemeshow é muito utilizado em regressão logística para comprovar se o modelo pode explicar bem o que se observa através das distâncias entre as probabilidades ajustadas e as probabilidades observadas.

O teste de Deviance exhibe os valores-p do teste da razão de verossimilhança para os coeficientes estimados. Se o valor-p é menor que o nível de significância aceito, o que significa que pelo menos um dos coeficientes é diferente de zero ( $H_1$ - rejeita-se o modelo). E, caso o valor-p seja maior que 0,05 significa que  $H_0$  é aceita e o modelo ajusta bem os dados.

#### **4.3.2.4 Determinantes da Disposição a Pagar**

Considerando as variáveis independentes da probabilidade da DAP, foi estimada a probabilidade da disposição a pagar pelo Arboreto. As influências dessas variáveis ocorreram no sentido esperado e ao nível de significância de 5%.

#### **4.3.2.5 Disposição a Pagar**

A disposição a pagar média foi estimada a partir da média aritmética dos valores atribuídos pelos entrevistados que tem intenção de contribuir com algum valor pelo Arboreto, desconsiderando os dados discrepantes (outliers) e a parte da amostra não disposta a pagar.

Porém, para obter uma média da DAP mais consistente foi feito um tratamento nos dados a fim de desconsiderar os valores discrepantes.

#### **4.3.2.6 Tratamento dos Dados**

Os valores monetários, em reais, que os indivíduos se dispuseram a pagar foram submetidos a um tratamento estatístico visando sanear a amostra e eliminar os valores discrepantes da distribuição amostral, visto que eles causam um viés na estimativa.

A NBR14653-3 consta que devem ser utilizados critérios estatísticos consagrados de eliminação de dados discrepantes. Foi seguida a metodologia do INCRA (2007) para o saneamento da amostra, que sugere o critério da média mais ou menos o desvio padrão da amostra, com repetição do processo até que o coeficiente de variação (CV) seja menor ou igual a 20% , considerada uma boa amostra, pois de acordo com o INCRA (2007) a qualidade de uma amostra pode ser averiguada pelo coeficiente de variação.

Determinou a média aritmética, o desvio padrão e o coeficiente variação, de modo que o intervalo dos valores aceitáveis em torno da média deve estar dentro dos limites inferior e superior calculado, dados pela subtração e adição do valor do desvio padrão ao valor da média. Os valores que se encontrarem fora dos limites serão descartados da amostra. Teve repetição do saneamento de dados até a amostra passar a ser confiável.

Após foi calculado o intervalo de confiança (IC) para os resultados obtidos, de acordo com a Equação 4.15 do Anexo A.

#### 4.4 VALOR ECONÔMICO TOTAL

O valor econômico total foi calculado para estimar o valor do Arboreto. Para isso, a economia florestal calcula o valor presente de uma série anual e infinita.

$$V_0 = \frac{a}{i} \quad (4.11)$$

O valor presente da série tende a razão entre a anuidade e a taxa de juros. A anuidade será o valor em R\$ da DAP média mensal das entrevistados residentes do DF, multiplicada pela população universitária da Universidade de Brasília, à uma taxa de juros de 0,5% ao mês.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

De acordo com a Figura 4, do total de entrevistados (308 indivíduos), 19% eram moradores da Asa Norte e 81% eram moradores das demais Regiões Administrativas do Distrito Federal. No que diz respeito à ocupação, 223 indivíduos são estudantes que não trabalham e 85 indivíduos que trabalham. No que diz respeito ao sexo, 66% indivíduos do sexo feminino amostrados é composto por 202 indivíduos, e os 34% do sexo masculino são 106 indivíduos.

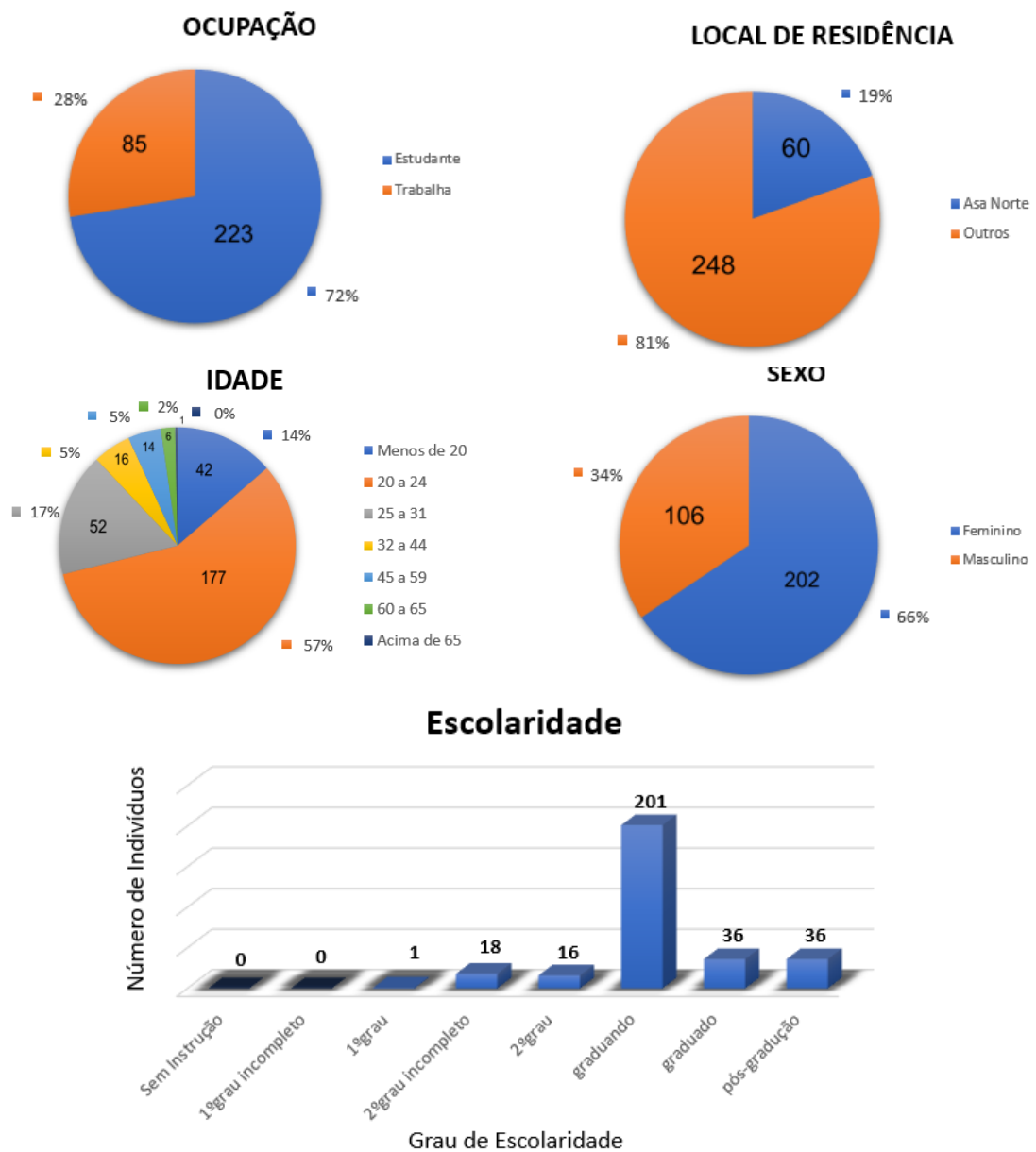
Analisando a Tabela 4 a seguir, dos 223 estudantes, 25 estão no ensino médio, 183 são graduandos, 12 são graduados e 2 são pós-graduados. Dos 85 indivíduos que trabalham, 9 estão no ensino médio, 24 são graduados, 34 são pós-graduados e 18 são graduandos.

**Tabela 4.** Escolaridade (R\$) versus Ocupação

Ocupação	Escolaridade						Total
	1º grau	2º grau incompleto	2º grau	Graduando	Graduado	Pós-graduação	
Trabalha	0	6	3	18	24	34	85
Estudante	1	12	13	183	12	2	223
Total	1	18	16	201	36	36	308

Fonte: Elaboração própria, 2020.

**Figura 4.** Perfil socioeconômico da amostra.



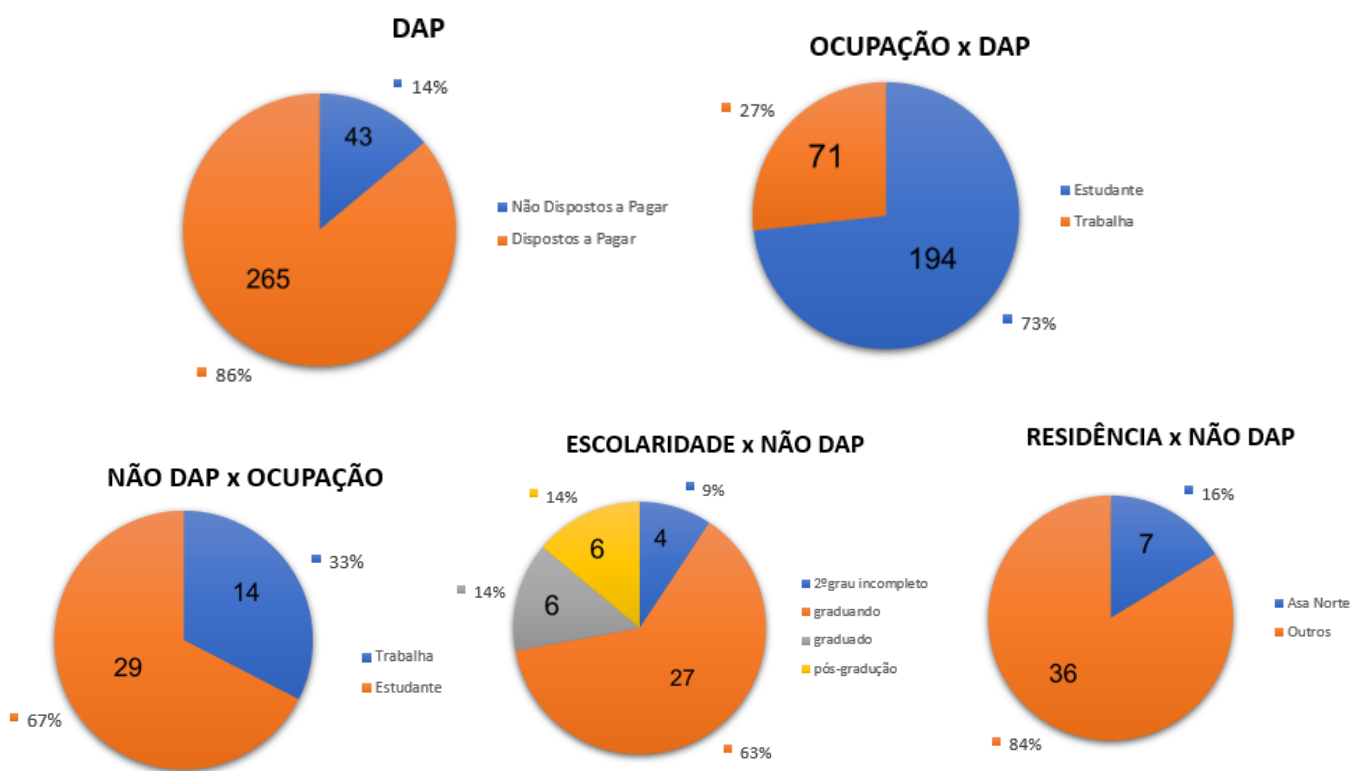
Fonte: Elaboração própria, 2020.



A análise da Figura 4 informa que a amostra é em grande parte composta por estudantes de graduação, o que valida o perfil jovem da amostra em que 88% dos entrevistados (271 pessoas) estão na faixa etária de menor de 20 anos até 31 anos.

Ainda alisando a Figura 4, a alta escolaridade constatada é devido ao Arboreto se localizar no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, então infere-se que é mais frequentado por docentes, estudantes e funcionários da UnB.

**Figura 5. Inferências sobre a amostra.**



Fonte: Elaboração própria, 2020.

Analisando a Figura 5, dos 308 indivíduos amostrados, 265 (86%) estão dispostos a pagar pela manutenção e conservação do Arboreto, e 43 indivíduos (19%) não estão dispostos a pagar.

A Figura 5 informa que a maior parte da amostra disposta a pagar (265 indivíduos) é estudante (194) e 27% são indivíduos que trabalham (71).

Analisando a Figura 5 e ainda considerando apenas os indivíduos não dispostos a pagar pelo Arboreto (43), 16% residem na Asa Norte e 84% residem nas outras regiões administrativas do DF. Como esperado, as pessoas que mais tendem a não se dispor a pagar são as que moram mais distantes do ativo ambiental.

No que se refere aos 43 indivíduos não dispostos a pagar, pode concluir pela análise da Figura 5 que 63% é estudante de graduação, 14% é graduado, 14% é pós-graduado e 9% é estudante de ensino médio.

**Figura 6.** Renda mensal da amostra.



Fonte: Elaboração própria, 2020.

**Figura 7.** Renda mensal dos entrevistados moradores da Asa Norte.



Fonte: Elaboração própria, 2020.

Considerando o salário mínimo R\$ 1.045 (Diário Oficial da União, 2020) e a Figura 6, a maior parte da amostra está na faixa de renda mensal de 1 a 3 salários mínimos, e conforme o IBGE (2019) a renda familiar mensal média no Distrito Federal é de R\$2.685,76, ou seja, mais alta que a maior parte da renda da amostra, que é considerada uma renda baixa para os padrões da cidade.

Analisando a Figura 7 e considerando a Asa Norte uma área nobre de Brasília, a maior parte dos 60 residentes amostrados possuem uma renda mensal familiar alta, em que 43% dos indivíduos (a maioria) se encontra na faixa de 5 a 12 salários mínimos. É observado que 67% dos moradores da Asa Norte possuem renda alta, e 24% possuem renda baixa para os padrões da cidade. Apesar disso, a média ponderada da DAP mensal dos moradores da Asa Norte foi de R\$ 6,38 um valor baixo considerando o poder aquisitivo desses indivíduos.

A Tabela 5 e 6 a seguir apresenta a DAP (R\$) pela observação da renda mensal, e a DAP (R\$) por regiões administrativas (32 RAs), respectivamente. Foi apresentado as regiões administrativas do Distrito Federal presentes na amostra.

**Tabela 5.** DAP (R\$) versus renda mensal

Renda Mensal	DAP (R\$)										Total	
	0	1	3	5	7	10	15	20	30	Acima de 35		
Até 1	2		5	3		3	2					15
1 a 3	7	5	7	11	2	7	4	3	3			49
3 a 5	7		4	15	4	8		3	2	1		44
5 a 7	3	6	5	7	4	7	1	1		1		35
7 a 9	6	1	6	13	1	6	1		1	1		36
9 a 12	5	2	2	6	2	10	1	1				29
12 a 15	4	3	4	5		6	2	1		2		27
15 a 20	3	6	5	3		6	1	3	1			28
20 a 25	2	2	2	5		2	1	1				15
25 a 30	2		2	1		4						9
Acima de 30	2	1		8	2	4	2	1		1		21
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>77</b>	<b>15</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>		<b>308</b>

Fonte: Elaboração própria, 2020.

**Tabela 6.** DAP (R\$) versus local de residência

Residência	DAP (R\$)										Total
	0	1	3	5	7	10	15	20	30	Acima de 35	
Águas Claras	2	3	2	5	2	6		1		2	23
Amiqueiras		1				2					3
Asa Norte	9	5	13	15	2	8	1	6		1	60
Asa Sul	3	1	5	11	2	7	3	2	1		35
Brazlândia				2	1						3
Ceilândia	3		2	2		1	1	1			10
Cruzeiro	4	1	1	4		2		1			13
Gama	3		3	3							9
Guará		2	2	1		4	3				12
Itapoã				1		1					2
Jardim Botânico	1	1	1	3	1	3					10
Lago Norte	1			3		3					7
Lago Sul			1	2		4		1		1	9
Noroeste				2							2
Núcleo Bandeirante				1							1
Octogonal		1						1			2
Paranoá		1		2					1		4
Park Way		4	1	1							6
Planaltina	1			2		2					5
Recanto das Emas			1				1				2
Riacho Fundo	2	3	1		1	1					8
Riacho Fundo II			1	1		1	1				4
Samambaia	1				1	3			1		6
Santa Maria	3		1		1	1	1		1		8
São Sebastião	1			1	1	5			1		9
Sobradinho			3	4	2	2			1	1	13
Sobradinho II				1	1			1			3
Sudoeste	7	2		5							14
Taguatinga	1		3	5		6	1		1		17
Vicente Pires	1	1	1			1	3		1		8
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>77</b>	<b>15</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>308</b>

Fonte: Elaboração própria, 2020.

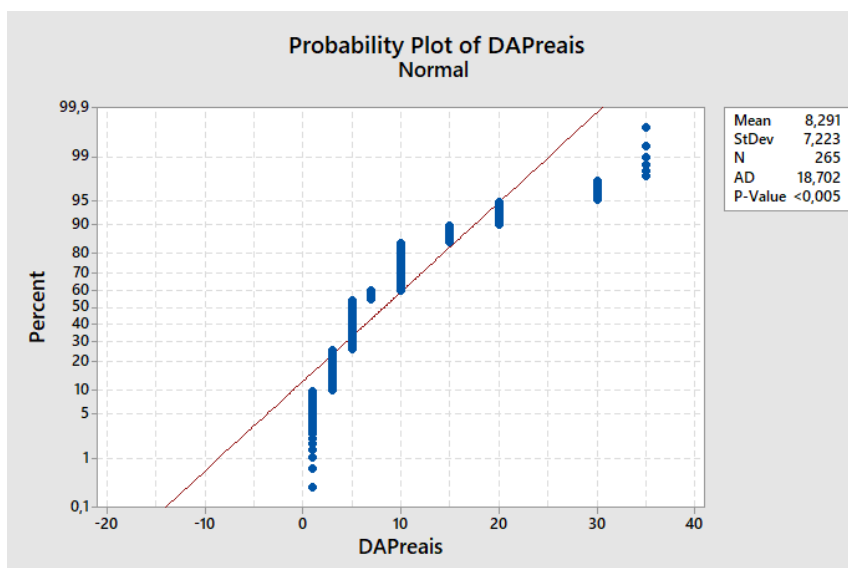
Analisando a Tabela 6, apesar de amostrar apresentar mais indivíduos que não residem na Asa Norte -onde se localiza o Arboreto- ao fazer a distribuição por regiões administrativas, a Asa Norte é a que possui mais indivíduos amostrados, seguido pela Asa Sul e pertencentes ao Plano Piloto. Então, como esperado o Plano Piloto apresentou maior número de residentes devido a localização do Arboreto.

De modo geral, houve baixa disposição a pagar os valores mais altos pelos moradores das Regiões Administrativas do DF (Tabela 5), apesar da maior parte dos moradores da Asa Norte terem uma renda mensal alta para os padrões da cidade, de 5 a 12 salários mínimos ( Figura 7).

## 5.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Primeiro deve-se verificar se a distribuição dos dados é Normal, considerando os dados discrepantes dos valores atribuídos aos indivíduos dispostos a pagar (265). Foi feito o teste de normalidade, apresentado a seguir, por meio do software Minitab 17. Com isso conclui-se que a distribuição das variáveis é Normal e elas são homogêneas, ou seja, à medida que x aumenta, a dispersão dos dados de y aumentam.

**Figura 8.** Teste de Normalidade para os dados da DAP (R\$)



Fonte: Elaboração própria, 2020.

A partir dos valores monetários atribuídos aos indivíduos da população amostral dispostos a pagar pela conservação do Arboreto (n=265), foi feito o cálculo da média aritmética, considerando os valores discrepantes da amostra. O valor da DAP média mensal foi de R\$ 8,29 e o desvio padrão R\$ 7,22. Então foi calculado o coeficiente de variação.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * (100) = \frac{7,22}{8,29} * (100) = 87\%$$

Como o coeficiente de variação (CV) foi de 87%, foi necessário realizar o tratamento dos dados, porque a amostra tem uma variabilidade muito alta, sendo considerada não confiável. Para o saneamento dos dados, foi definido então o intervalo dos valores aceitáveis segundo a metodologia do INCRA (2007).

$$\begin{aligned} \text{Limite Inferior} &= \bar{x} - s = \text{R\$ } 8,29 - 7,22 = \text{R\$ } 1,07 \\ \text{Limite Superior} &= \bar{x} + s = \text{R\$ } 8,29 + 7,22 = \text{R\$ } 15,51 \end{aligned}$$

De acordo com o novo intervalo (n=212), a nova média ficou igual a R\$ 6,94 e desvio padrão igual a R\$ 3,45. Porém, o coeficiente de variação encontrado após o saneamento foi de 50%, ou seja, a continua não confiável, sendo necessário a replicação desse procedimento com os dados saneados. O novo intervalo dos valores aceitáveis foi calculado a partir desta média e desvio padrão:

$$\begin{aligned}\text{Limite Inferior} &= \bar{x} - s = \text{R\$ } 6,94 - 3,45 = \text{R\$ } 3,49 \\ \text{Limite Superior} &= \bar{x} + s = \text{R\$ } 6,94 + 3,45 = \text{R\$ } 10,39\end{aligned}$$

De acordo com esse intervalo, o tamanho amostral passou a ser  $n=155$ , a nova média ficou igual a R\$ 7,23 e desvio padrão igual a R\$ 2,37. Porém, o coeficiente de variação encontrado após o saneamento foi de 33%, então foi feito um novo saneamento dos dados. O novo intervalo dos valores aceitáveis foi calculado após a eliminação dos valores fora dos limites foi de:

$$\begin{aligned}\text{Limite Inferior} &= \bar{x} - s = \text{R\$ } 7,23 - 2,37 = \text{R\$ } 4,85 \\ \text{Limite Superior} &= \bar{x} + s = \text{R\$ } 7,23 + 2,37 = \text{R\$ } 9,60\end{aligned}$$

Após os valores fora desse intervalo terem sido eliminados, reduzindo o tamanho amostral para  $n=92$ , a nova média da DAP mensal ficou igual a R\$ 5,33 e o desvio padrão igual a R\$ 0,74. Com esses valores e de acordo com a Equação 4.14 do ANEXO A, o coeficiente de variação encontrado após o saneamento foi de 14%, ou seja, dentro dos 20% tolerado, o que indica uma boa amostra com dispersão pequena. Não foi necessário a replicação desse procedimento.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * (100) = \frac{0,74}{5,33} * (100) = 14\%$$

Com os valores obtidos após o tratamento dos dados, foi possível definir um intervalo de confiança (IC) da média para o valor da DAP pelo Arboreto, de acordo com a Equação 4.15:

$$\begin{aligned}\text{Limite Superior} &= \bar{x} + (t * s\bar{x}) = \text{R\$ } 5,33 + (1,99 * 0,08) = \text{R\$ } 5,48 \\ \text{Limite Inferior} &= \bar{x} - (t * s\bar{x}) = \text{R\$ } 5,33 - (1,99 * 0,08) = \text{R\$ } 5,17\end{aligned}$$

$$IC = \text{R\$ } 5,17 \leq 5,33 \leq 5,48$$

Onde:

**Tabela 7.** Valores do IC

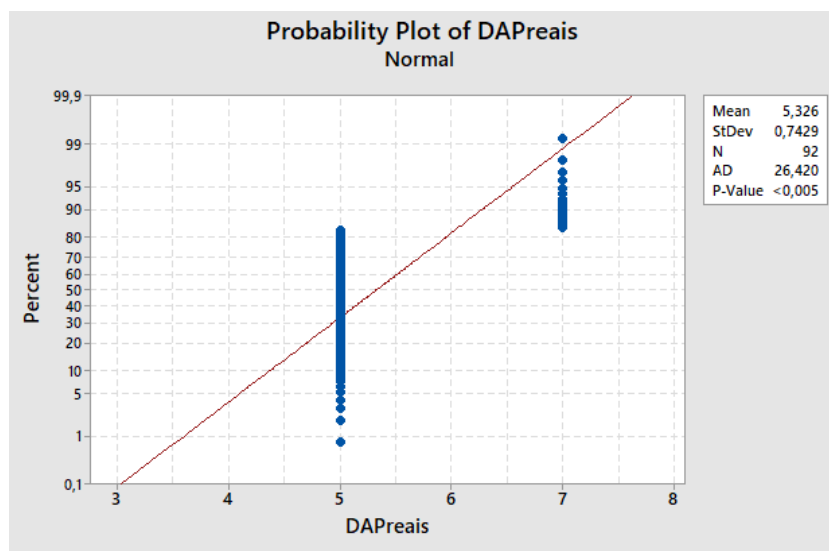
	Valores
$\bar{x}$	5,33
$t (0,05; n-1)$	1,99
$s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0,74}{\sqrt{92}} =$	0,08

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Portanto, estima-se com 95% de confiança que a verdadeira média da disposição a pagar encontra-se no intervalo entre R\$ 5,17 (limite inferior) e R\$ 5,48 (limite superior). Está de acordo com a nova média da DAP mensal pelo Arboreto, igual a R\$ 5,33.

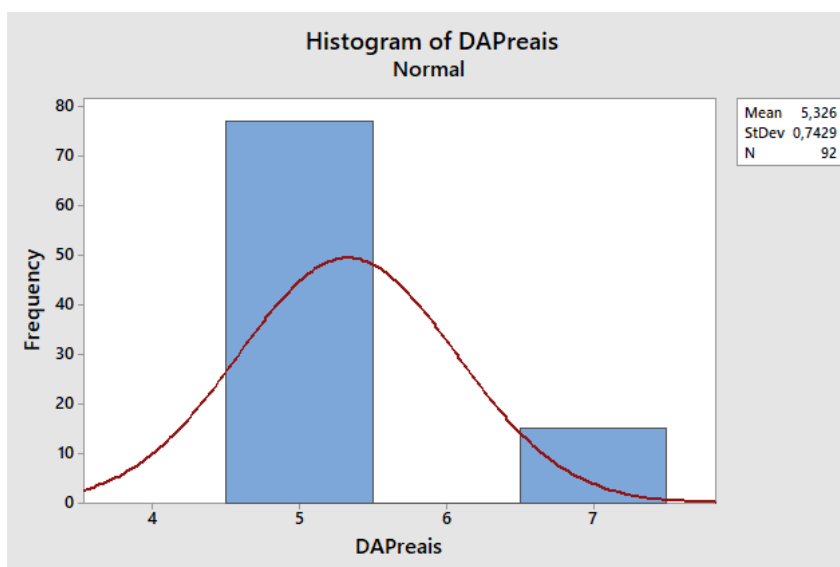
Foi feito o teste de normalidade nos dados da DAP mensal tratados, para verificar se a distribuição é normal. Verificou-se que a distribuição os dados da DAP mensal tratados é Normal (Figura 9 e 10).

**Figura 9.** Teste de Normalidade para a DAP mensal tratada



Fonte: Elaboração própria, 2020.

**Figura 10.** Histograma da Distribuição da DAP mensal tratada.



Fonte: Elaboração própria, 2020.

## **5.3 ANÁLISE DA DAP E DOS VIESES**

### **5.3.1 Disposição a Pagar**

Visto que a média mensal da disposição a pagar pelo Arboreto é de R\$ 5,33 com um desvio padrão de R\$ 0,74, ou seja, é o valor máximo mensal que a sociedade pagaria pela preservação do Arboreto a UnB.

Considerando apenas a parcela disposta a pagar, observou-se que quanto maior o valor do pagamento proposto, menor é a probabilidade das pessoas se disporem a pagar pelo Arboreto. Visto que, o valor médio encontrado da DAP mensal foi de R\$5,33.

Comparando a estudos em áreas de preservação similar, o valor médio encontrado da DAP mensal do Parque Nacional de Brasília (PNB), no Distrito Federal, foi de R\$9,31 (MUÑOZ MUÑOZ, 2015); o valor médio encontrado os dispostos a pagar pelo Parque Olhos D'Água, no Distrito Federal, foi de R\$ 15,80 (ALMEIDA *et al*, 2017); e estimou-se uma disposição a pagar de R\$ 11,59/mês pelo Parque Ecológico de Uso Múltiplo Águas Claras, também localizado no Distrito Federal (MORGADO *et al*, 2011).

Apesar da alta probabilidade de DAP, em que 86% dos entrevistados se dispuseram a pagar pelo Arboreto, ao considerar alta renda mensal per capita média do Distrito Federal, o valor médio encontrado da DAP, e os estudos similares, conclui-se que existe uma baixa disposição a pagar pela conservação e manutenção do Arboreto da Universidade de Brasília.

Segundo a pesquisa, 80% das pessoas iriam se dispor a pagar mais pela preservação e conservação do Arboreto, caso ele fosse mais bem cuidado, divulgado e acessível para a comunidade seja para visitação ou para pesquisa. E 85% das pessoas iriam se dispor a pagar mais pela preservação e manutenção do bem ambiental caso morassem próximas a ele.

### **5.3.2 Votos de Protesto**

Sobre o viés de protesto, os indivíduos podem expressar indignação com algum ponto da pesquisa por meio de sua resposta. Deve-se identificar o viés de protesto, incluindo questões para que seja possível verificar o motivo de uma resposta negativa à probabilidade da DAP.

Observou-se que 14% dos entrevistados não se dispuseram a contribuir com nenhum valor para manutenção e conservação do Arboreto (Figura 5).



No que diz respeito a nível de escolaridade vs não DAP (Figura 5), os entrevistados pelo qual não se dispuseram a pagar apresentam nível superior 91% e secundário 9%. Juntos, esses dois níveis representam o total de viés de protesto.

Diversos motivos explicam a não DAP do bem ambiental, e nesta pesquisa incluiu-se uma questão direcionada apenas aos usuários não dispostos a pagar valor algum pelo bem, onde as razões para os votos de protesto foram apresentadas conforme a Figura 11 a seguir:

**Figura 11.** Motivos para explicar a não DAP



Fonte: Elaboração própria, 2020.

A 4ª, 5ª, 8ª, 9ª e 12ª afirmações (Figura 11) são motivos legítimos para explicar a não DAP, e a 1ª, 2ª, 3ª, 6ª, 7ª, 10ª e 11ª afirmações são crenças de protesto. A 1ª, 3ª e 7ª razões argumentam que como a proteção do meio ambiente é de interesse público, deve ser tratada como tal. O 2ª e o 10º motivo são uma discordância do instrumento de pagamento escolhido. A 11ª razão expressa ceticismo sobre a eficácia da solução proposta. Por fim, a 6ª razão indica falta de confiança em relação à transparência nos recursos utilizados pelos órgãos competentes.

Observando a Figura 11 é nítido que a maior parte dos entrevistados não estão dispostos a pagar porque não acreditam que devem ter responsabilidades como indivíduos sobre a proteção ambiental, alegando ser de responsabilidade do Governo. Esclarecidos os motivos da não DAP, é possível aprimorar o estudo propondo novas soluções a fim de mais pessoas se dispuserem a pagar pelo Arboreto.

## 5.4 DETERMINANTES DA DISPOSIÇÃO A PAGAR

### 5.4.1 Ajuste do Modelo

Por meio do modelo logit, foram estimados os parâmetros para a probabilidade da DAP pela manutenção e conservação do Arboreto por meio do software Minitab 17. Assim, a variável dependente foi a DAP em função das outras variáveis independentes. As influências dessas variáveis ocorreram no sentido esperado com 95% de confiança.

**Tabela 8.** Testes de hipótese

Teste	DF	Chi-quadrado	Valor-p
Deviance	293	222,78	0,999
Pearson	293	320,49	0,129
Hosmer-Lemeshow	8	9	0,342

Fonte: Elaboração própria, 2020.

O resultado dos testes de hipótese indicam se o ajuste do modelo é bom ou se rejeita-se o modelo, em que um valor-P > 0.05 (erro máximo 5%) indica bom ajuste do modelo, e um valor-P < 0.05 rejeita-se o modelo.

Os resultados do modelo de regressão logística indicam que o valor-p foi maior que o valor de 5% significância em todos os testes. Assim, aceita-se a hipótese nula (Ho) de que o modelo ajusta bem os dados, porque todos os testes foram significativos.

Desse modo foi feita uma regressão logística para analisar o perfil dos entrevistados e estimar os coeficientes das variáveis de segmentação, assumindo o modelo teórico representado pela equação do modelo de regressão logística.

$$P(1) = \exp(Y') / (1 + \exp(Y'))$$

$$\widehat{DAP} = 0,74 + 0,892 \text{ Altruísmo} - 0,52 \text{ Preocupação Ambiental} - 1,311 \text{ Eficácia Percebida} + 0,835 \text{ Liberalismo} + 0,399 \text{ Conhecimento do Arboreto} - 1,100 \text{ Conhecimento que a UnB tem Arboreto} + 0,482 \text{ Frequência de Visita} + 1,326 \text{ Conhecimento Ecológico} + 0,161 \text{ Sexo} - 0,234 \text{ Idade} + 0,091 \text{ Residência} + 0,160 \text{ Escolaridade} + 0,009 \text{ Ocupação} + 0,0385 \text{ Renda mensal}$$

(4.12)

Em que:

**Tabela 9.** Valores dos coeficientes e do valor-P das variáveis independentes

	<b>Coeficiente</b>	<b>Valor-p</b>
Constante	0,74	0,024
Altruísmo	0,892	0,289
Preocupação Ambiental	-0,52	0,758
Eficácia Percebida	-1,311	0,126
Liberalismo	0,835	0,093
Conhecimento do Arboreto	0,399	0,317
Conhecimento que a UnB tem um Arboreto	-1,1	0,012
Frequência de Visita	0,482	0,027
Conhecimento Ecológico	1,326	0,011
Sexo	0,161	0,659
Idade	-0,234	0,307
Residência	0,091	0,843
Escolaridade	0,16	0,513
Ocupação	0,009	0,985
Renda mensal	0,0385	0,558

Fonte: Elaboração própria, 2020.

As variáveis da segmentação que influenciaram de maneira significativa na decisão entre estar ou não disposto a pagar pelo Arboreto, são apenas as variáveis estatisticamente significativas, ou seja, quando o valor-P > 0.05.

Assim, o modelo de regressão logística quando as variáveis não significativas são retiradas do modelo, e considerado os coeficiente de melhor ajuste entre os dados, apresenta a seguinte equação:

$$\widehat{DAP} = 0,74 + 0,892 \text{ Altruísmo} - 0,52 \text{ Preocupação Ambiental} - 1,311 \text{ Eficácia Percebida} + 0,835 \text{ Liberalismo} + 0,399 \text{ Conhecimento do Arboreto} + 0,161 \text{ Sexo} - 0,234 \text{ Idade} + 0,091 \text{ Residência} + 0,160 \text{ Escolaridade} + 0,009 \text{ Ocupação} + 0,0385 \text{ Renda mensal}$$

(4.13)

#### **5.4.2 Validação das Hipóteses**

Conforme os resultados do modelo de regressão logística (Equação 4.10), as variáveis explicativas significativas estatisticamente são consistentes com as hipóteses. Apenas as variáveis referentes às variáveis ambiental não foram estatisticamente significativas.

As variáveis psicográficas não parecem ser mais efetivas que as socioeconômicas para caracterizar o indivíduo verde e explicar a probabilidade da disposição a pagar ou da não disposição a pagar, o que está em desacordo com estudos anteriores, por Robert (1996 apud AFONSO, 2010) e por Straughan e Roberts (1999 apud AFONSO, 2010).

Verifica-se que todas as variáveis psicográficas são relevantes para explicar o comportamento verde, e de acordo com Straughan e Roberts (1999 apud AFONSO, 2010), o altruísmo, preocupação ambiental e eficácia percebida são significativos, e apenas o liberalismo se revelou não significativo. Nesse estudo, a única diferença é o liberalismo, que se verifica ser significativo para explicar a DAP.

Das variáveis psicográficas analisadas, destaque para a preocupação ambiental e, num segundo plano, para o altruísmo, que também se mostrou importante para explicar o comportamento verde. A eficácia percebida- acreditar que nossas ações como indivíduo fazem diferença para o meio ambiente- não manifestou ser tão importante para explicar o comportamento da DAP, assim como o liberalismo. Assim, o resultado para a variável preocupação ambiental esteve de acordo com Straughan e Roberts (1999 apud AFONSO, 2010), sendo um importante preditor do perfil de um indivíduo ecologicamente consciente que acreditam que os problemas ambientais são um grande problema.

Diferente do estudo de Straughan e Roberts (1999 apud AFONSO, 2010), o liberalismo se mostrou um bom preditor do perfil de um indivíduo ecologicamente consciente.

No que diz respeito as variáveis de segmentação psicográfica: o coeficiente positivo da variável "*Altruísta*" em relação ao meio ambiente, significa que o coeficiente estimado tende ao valor "1", assim um aumento do altruísmo das pessoas leva a uma maior disposição a pagar pelo Arboreto, o que confirma os estudos de McCarty e Shrum (1994 apud ALMEIDA *et al*, 2017), que sugerem que as pessoas altruístas tendem a ser mais amigas do meio ambiente do que as egoístas, que somente pensarão e agirão de acordo com seus interesses próprios, não levando em conta o meio ambiente; a variável "*Preocupação Ambiental*" está negativamente relacionada à disposição a pagar pelo Arboreto, assim mesmo se o indivíduo demonstrar apreensão em relação aos problemas ambientais não estará disposto a pagar para solucioná-los; a variável "*Liberalismo*" está relacionada positivamente a disposição a pagar, ou seja, as pessoas liberais tendem a estar mais dispostas a pagar pela conservação do meio ambiente porque sua ideologia política e econômica é a favor da privatização, com pouca interferência por parte do Estado; o coeficiente negativo para a variável "*Eficácia Percebida*" em relação ao meio ambiente, significa que ela está relacionada negativamente à disposição a pagar, ou seja, mesmo se as pessoas acreditam que suas ações como indivíduo farão alguma diferença para a conservação do meio ambiente, não aumenta a probabilidade da DAP pelo Arboreto.

O modelo sugere que a variável “*Conhecimento do Arboreto*” está positivamente relacionado com a disposição a pagar dos indivíduos, então quanto maior o conhecimento sobre o Arboreto, maior é a probabilidade da DAP.

No que diz respeito as variáveis socioeconômicas: a variável “*Idade*” está relacionada negativamente à disposição a pagar, ou seja, mesmo com o conhecimento adquirido com o tempo, inclusive acerca do meio ambiente, as pessoas tendem a não estarem dispostas a pagar pela manutenção do meio ambiente para as gerações futuras; apesar da incerteza teórica sobre a variável “*Sexo*”, ela está relacionada positivamente a disposição a pagar, ou seja, o sexo feminino tende a estar mais disposto a pagar pela conservação; a variável “*Renda Mensal*” das pessoas está relacionada positivamente a disposição a pagar, ou seja, depende da sua restrição orçamentária, onde uma maior renda leva a uma maior disposição a pagar pelo Arboreto; a variável “*Residência*” está positivamente relacionado com a disposição a pagar dos indivíduos, assim quanto mais próximo a pessoa morar do Arboreto, maior a disposição a pagar pelo bem ambiental; a variável “*Escolaridade*” está positivamente relacionado com a disposição a pagar, então quem tem maior conhecimento terá maior disposição a pagar pelo meio ambiente; a variável “*Ocupação*” é outro fator que influencia positivamente a decisão da DAP, assim se a pessoa for estudante ela tende a estar disposta a pagar pelo Arboreto, porque como tem maior escolaridade e conhecimento ambiental são mais engajados.

## 5.5 VALOR ECONÔMICO TOTAL (VET)

O valor do Arboreto foi calculado de acordo com a Equação (4.11), a partir da DAP média mensal dos entrevistados residentes no DF, e da população universitária da UnB, a uma taxa de juros de  $i=0,5\%$  ao mês.

$$\begin{aligned} V_{\text{Arboreto}} &= \frac{\overline{DAP} * PEA}{i} \\ V_{\text{Arboreto}} &= \frac{5,33 * 54.306}{0,005} \\ V_{\text{Arboreto}} &= \frac{289.451}{0,005} \end{aligned}$$

$$V_{\text{Arboreto}} = \text{R\$ } 57.890.196,00$$

Levando em conta os benefícios proporcionados pelo Arboreto à sociedade, o valor econômico estimado desse ativo ambiental em termos monetários é de R\$ 57.890.196,00.

Em relação aos benefícios proporcionados pelo Arboreto à sociedade (Apêndice A3), os resultados que os entrevistados consideram mais importante estão apresentados na Figura 12.

**Figura 12.** Bens e Serviços proporcionados pelo Arboreto à sociedade



Fonte: Elaboração própria, 2020.

De acordo as respostas dos entrevistados, a DAP média encontrada está maiormente relacionada à proteção de nascentes e cursos de água, prevenção de erosão e ciclagem de nutrientes. Com isso, sua preservação se dá principalmente para a melhora da qualidade da água do Lago Paranoá, porque a proteção e recuperação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos existentes reduz o assoreamento e poluição do lago. Por fim, está relacionado à preservação das matas ciliares presentes no Arboreto que protegem as margens dos cursos de água.

## 6. CONCLUSÕES

Verifica-se que a disposição a pagar de uma pessoa por um bem público é também devido a sua postura política e econômica.

Em vista dos problemas institucionais, hoje o Arboreto corre o risco do desmatamento, queimadas, invasão na área por pessoas, animais e espécies vegetais exóticas, retirada de lenho, caça a animais silvestres, e dejeção de esgoto, lixo e entulhos.

O objetivo desta pesquisa foi verificar a disposição a pagar pelos benefícios gerados pelo ativo ambiental pela população universitária da UnB, a fim de tomar medidas eficientes à sua preservação, porque assim os valores podem ser comparados com o custo das soluções dos danos ambientais. Especificamente, estimou-se o valor econômico do parque, determinaram-se a DAP e a média mensal da DAP.

A base teórica sugere que o método mais efetivo para mensurar os valores de uso e de não-uso do Arboreto, é o método valoração contingente (MVC).

Em relação à metodologia da pesquisa, foi utilizado o modelo logit para identificar as variáveis explicativas que influenciaram a probabilidade de os indivíduos aceitarem a DAP.

Há uma disposição a pagar pela manutenção e conservação do Arboreto da Universidade de Brasília. Como a maioria dos entrevistados está disposta a pagar pela preservação do ativo ambiental, é possível gerar subsídios para a elaboração de políticas públicas orientadas à melhoria e preservação do Arboreto, como a proteção e recuperação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos lá existentes, e consequente melhoria da qualidade da água.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Apesar de preservação ambiental ser assunto de interesse público, órgãos competentes deveriam se organizar para valorizar o Arboreto a fim de evitar a degradação da natureza. A UnB juntamente com o GDF deve se articular a fim de preservar a área do Arboreto, com transparência dos recursos utilizados. Somente após uma ação efetiva por parte da UnB, o Arboreto prestará um maior benefício para a Universidade e para a comunidade.

Segundo o Plano Diretor Físico Do Campus Universitário Darcy Ribeiro, recomenda-se a elaboração de plano de manejo e visitação para a preservação e conservação do Arboreto. A prioridade deve ser o investimento em infraestrutura que torne segura a visitação para estudos, ao qual seria vinculado o projeto físico das instalações prediais e de edificações de apoio às pesquisas permanentes.

Estabelecer programas de educação ambiental que também enfocam o Parque Ecológico Olhos d'água é o principal método para a conservação, além da sociedade estimular atividades de inclusão social e envolvimento da comunidade no plantio e conhecimento das espécies do Arboreto, e assim a sociedade ficará consciente acerca do meio ambiente, das consequências de suas ações e sobre o benefício da preservação ambiental.

Será possível através de não somente fatores ecológicos, mas também valores políticos, morais, científicos, sociais, religiosos, econômicos, culturais e éticos, com uma preocupação com o bem estar dos outros e responsabilidade por suas ações.



## REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. C. B. **O consumidor verde**: perfil e comportamento de compra. 2010. Tese. Mestrado em Marketing. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, 2010.
- ALMEIDA, A. N. DE; VERSIANI, R. DE O.; SOARES, P. R. C.; ANGELO, H. Avaliação ambiental do Parque Olhos D'Água: aplicação do método da disposição a pagar. **Floresta e Ambiente**, v.24, 2017.
- ARRUDA, M. B. **Ecosistemas brasileiros**. Brasília: IBAMA, 2001.
- BLACK, K. Building Multiple Regression Mode. *In*: BLACK, K. **Business statistics**: for contemporary decision making. John Wiley & Sons, 2019.
- BRAGA, A. R. dos S. **Cerrado: ecologia e flora**. Volume 1. Brasília: Embrapa, 2007.
- BERGER, R.; JR P. B. J. **Administração Estratégica Da Produção**. Curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2016.
- CAPES FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Memória da pós-graduação**: sistema de avaliação: síntese e indicadores: proposta do programa (53001010046P-3 / Ciências Florestais / UnB). Brasília: CAPES, 2006.
- CASTRO, E. A. de; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, 1998.
- COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência hoje**, v. 12, n. 68, 1990.
- DIAS. G. F. **Ecopercepção**: um resumo didático dos desafios socioambientais. São Paulo: Gaia, 2003.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v.38, 1972.
- FRANÇOSO, R. D.; CORRÊA R. S. 2007. **Mensuração da cobertura vegetal de uma área minerada em recuperação no Arboreto da UnB-DF utilizando fotografias aéreas e imagens IKONOS**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, p. 3913 a 3919;
- FUB (FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA). Gabinete do Reitor. Plano diretor físico do *Campus* Universitário Darcy Ribeiro. Brasília: Universidade de Brasília, 1998. 290 p.
- NUNES, G. **Levantamento de invasão da gramínea brachiaria decumbens em área inserida no Arboreto da UnB**. Monografia de Graduação em Licenciatura em Geografia. Universidade de Brasília: Brasília, 2012.
- HANEMANN, W. M. Welfare Evaluation in contingent valuation experiments with discrete response. **American Journal of Agricultural Economics**, n.66, 1984.

INCRA (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA). **Manual de obtenção de terras e perícia judicial**. Brasília: INCRA, 2007.

MAY, P.H. ; LUSTOSA, M. C. ; VINHA, V, DA. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MCCARTY, John A.; SHRUM, L. J. The recycling of solid wastes: Personal values, value orientations, and attitudes about recycling as antecedents of recycling behavior. **Journal of business research**, v. 30, n.1, 1994.

MORGADO R. C.; ABREU L. M.; RÉQUIA W. J.; ARAVÉCHIA J.C. Valoração ambiental do parque ecológico de usos múltiplos Águas Claras - DF: analisando a disposição a pagar dos usuários. *Revista de Estudos Ambientais*, v.13, n. 2, p. 6-17, 2011.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998.

MUÑOZ MUÑOZ, Juan Pablo. **Valoração econômica do Parque Nacional de Brasília**. Dissertação. 93 f. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Universidade de Brasília: Brasília, 2015.

PÉLLICO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: UFPR, 1997.

POCHAMPALLY, Kishore K.; GUPTA, Surendra M. **Six Sigma Case Studies with Minitab**. Boca Raton: CRC Press, 2014.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. Brasília: Embrapa Cerrados, 1998.

SILVA, F. A. M. DA; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do bioma Cerrado. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Volume 1. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

STRAUGHAN, R. D., ROBERTS, J. A. Environmental segmentation alternatives: a look at green consumer behavior in the new millennium. **Journal of Consumer Marketing**, 16, 6, 1999.

YAMANE, T. **Statistics: an introductory analysis**. New York: Harper and Row, 1967.

## **APÊNDICE A – PESQUISA SOBRE A VALORAÇÃO AMBIENTAL DO ARBORETO DA UNB**

---

A pesquisa é sobre a determinação do valor dos atributos ambientais do Arboreto da Universidade de Brasília, área natural de preservação do Distrito Federal, localizado no Campus Darcy Ribeiro, sito à Asa Norte.

Foi baseado no método valoração contingente, em que para a criação do cenário hipotético foi utilizada informações sobre o bem ambiental estudado. O veículo de pagamento escolhido foi uma taxa mensal a fim de reduzir o viés de hipotético, cobrada na fatura da conta de água do entrevistado no Distrito Federal.

O questionário final foi estruturado em quatro partes, tem 18 perguntas e o preenchimento do questionário é de aproximadamente 3 minutos.

A primeira parte indica a disposição a pagar dos entrevistados pelo bem ambiental estudado baseado no método de valoração contingente conforme a literatura. A segunda parte busca avaliar o grau de conscientização ambiental do entrevistado através de variáveis psicográficas. A terceira parte busca captar o conhecimento ecológico através de variáveis ambientais. A quarta e última parte caracteriza os entrevistados conforme variáveis socioeconômicas.

## A1 - Modelo de Estimativa da DAP

1. Para a conservação e melhoria da qualidade ambiental do Arboreto da Universidade de Brasília, área natural de preservação localizado no *Campus* da Asa Norte, seria necessária uma ajuda de custo mínima por parte da população, pois a UnB esgotou os recursos financeiros para sua preservação e manutenção. Neste caso, levando em consideração os benefícios ambientais proporcionados por este bem, quanto você estaria disposto a pagar, mensalmente junto com a conta de Água, por este serviço ambiental? (valor em reais)

- Não Pagaria       R\$ 1       R\$ 3       R\$ 5       R\$ 7  
 R\$ 10       R\$ 15       R\$ 20       R\$ 25       R\$ 30  
 Mais de R\$ 35       Outro Valor: \_\_

2. Qual o motivo para explicar a não disposição a pagar? (caso escolheu não pagar)

- Não sei do que se trata.  
 Não aceito pagar pela proteção e manutenção do Arboreto.  
 Não me importo com a preservação do meio ambiente e com a qualidade ambiental.  
 Não acredito que a preservação do Arboreto traria benefícios ambientais para a sociedade.  
 Isso não ajudaria a proteger mais.  
 Já pago impostos suficiente.  
 É de responsabilidade do governo.  
 É de responsabilidade da UnB.  
 Já tenho muitos gastos diários.  
 Estou satisfeito com a situação existente.  
 Não confio na veracidade do sistema.  
 Não me interessa pelo tema.  
 Não me importo com o Arboreto.  
 Considero de difícil acesso.  
 Mor distante do Arboreto.  
 Outro: \_\_\_\_\_

## A2 - Variáveis Psicográficas

3. Para cada uma das afirmações apresentadas abaixo, qual o seu grau de concordância numa escala de cinco graus:

(5) Concordo Totalmente

(4) Concordo

(3) Não Concordo e Nem Discordo

(2) Discordo

(1) Discordo Totalmente

- i. ( ) Os seres humanos não são donos da Terra, mas sim fazem parte dela, e devem viver em harmonia com a Natureza ao invés de dominá-la, pois a sociedade humana não sobrevive sem água potável, clima ameno, solo fértil e ar puro.
- ii. ( ) O modelo de desenvolvimento deve respeitar a capacidade de sustentação dos ecossistemas, pois os recursos naturais são a base da vida e são finitos, não sendo apenas mercadorias a serem exploradas. Dito isso, a sociedade deve se conscientizar acerca do meio ambiente.
- iii. ( ) Decisões políticas e econômicas causam danos ambientais diversos. Como eleitores e cidadãos exercemos uma grande influência, logo a solução para os problemas ambientais depende da nossa mudança de comportamento, onde cada um de nós deve fazer a sua parte, pois o que temos é produto das escolhas humanas, então pode ser redirecionado.
- iv. ( ) O Estado deveria privatizar o Arboreto, devido à falta de recursos por parte da UnB para promover sua manutenção.

### A3 - Variáveis Ambientais

4. Sabe o que é um Arboreto?  Sim  Não

5. Sabe que a Universidade de Brasília possui um Arboreto?  Sim  Não

6. Costuma visitar o Arboreto?

Sempre  Muito frequentemente  Frequentemente

Ocasionalmente  Raramente  Muito raramente ou quase nunca

Nunca

7. Para cada uma das afirmações apresentadas abaixo, qual o seu grau de concordância numa escala de cinco graus:

(5) Concordo Totalmente

(4) Concordo

(3) Não Concordo e Nem Discordo

(2) Discordo

(1) Discordo Totalmente

- i.  Deve-se proteger o Arboreto devido a existência de nascentes e cursos de água, além da existência de uma coleção de espécies florestais (especialmente da vegetação nativa).
- ii.  As matas ciliares presentes no Arboreto não são importantes para a proteção dos mananciais.
- iii.  A erosão do solo não influencia na vegetação presente no Arboreto.
- iv.  O Arboreto influencia na manutenção climática mundial.
- v.  O descaso pela área do Arboreto gera diversos problemas ambientais, como disposição de resíduos, podendo se tornar um problema para a cidade.

8. Qual destas categorias você considera mais importante sobre os benefícios proporcionados pelo Arboreto à sociedade?

Visitação pública, contemplação.

Educação ambiental, pesquisa científica e extensão.

Proteção da vegetação nativa.

Proteção de nascentes e cursos de água, prevenção de erosão, ciclagem de nutrientes.

Biodiversidade, recursos naturais, fauna e flora.

Herança e Segurança.

9. Você acredita que as pessoas iriam se dispor a pagar mais pela preservação e conservação do Arboreto, caso ele fosse mais bem cuidado, divulgado e acessível para a comunidade seja para visitação ou pesquisa?

Sim  Não

10. Você iria se dispor a pagar mais pela preservação e manutenção do Arboreto caso morasse próximo a ele?

Sim  Não

## A4 - Informações Socioeconômicas

11. Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

12. Idade (anos):

( ) Menos de 20 ( ) 20 – 31 ( ) 32 – 44 ( ) 45–59 ( ) 60 – 65

( ) Acima de 65

13. Reside no Distrito Federal? ( ) Sim ( ) Não

14. Local da Residência: (caso resida no Distrito Federal)

( ) Asa Norte ( ) Outro:\_\_\_

15. Reside em qual Estado? (caso não resida no Distrito Federal) \_\_\_\_\_

16. Grau de Instrução Acadêmica:

( ) Sem instrução ( ) Segundo grau completo ( ) Superior incompleto

( ) Primeiro grau completo ( ) Segundo grau incompleto ( ) Pós-graduação

( ) Primeiro grau incompleto ( ) Superior completo ( ) Outro:\_\_\_

17. Ocupação:

( ) Aposentado/Pensionista ( ) Funcionário de empresa privada ( ) Estudante

( ) Empregado Rural ( ) Outro emprego formal ( ) Desempregado

( ) Empresário/Empregador ( ) Funcionário público ( ) Informal

( ) Autônomo ( ) Funcionário de empresa pública ( ) Outro:\_\_\_

18. Renda Familiar Mensal: (salários mínimos)

( ) Até 1 ( ) 1 a 3 ( ) 3 a 5 ( ) 5 a 7 ( ) 7 a 9 ( ) 9 a 12

( ) 12 a 15 ( ) 15 a 20 ( ) 20 a 25 ( ) 25 a 30 ( ) Acima de 30

## APÊNDICE B - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

---

Figura 13. Placa de localização do Arboreto da Universidade de Brasília





Figura 14. Região do Arboreto



**Figura 15.** Cursos de água dentro do Arboreto



**Figura 16.** Cerrado sensu stricto no Arboreto



Figura 17. Caminhos no Arboreto



**Figura 18.** Vegetação a margem do curso de água dentro do Arboreto



**Figura 19.** Vegetação de dossel dentro do Arboreto



**Figura 20.** Caminho no Cerrado sensu stricto



**Figura 21.** Invasão da área do Arboreto por *Brachiaria decumbens*



**Figura 22.** Invasão por *Piper aduncum*



**Figura 23.** Invasão do Arboreto por *Brachiaria decumbens*, *Arundo donax* e *Pennisetum purpureum*



**Figura 24.** Invasão de *Andropogon gayanus* no Arboreto



**Figura 25.** Invasão de *Baccharis dracunculifolia* no Arboreto





**Figura 26.** Invasão de *Agave spp.* no Arboreto



**Figura 27.** Invasão antrópica no Arboreto



**Figura 28.** Dia de campo



## ANEXO A – FÓRMULAS PARA O SANEAMENTO DE DADOS

---

O intervalo da amostra foi definido conforme:

$$\bar{x} \pm \text{desvio padrão (s)}$$

Em que:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$\bar{x}$  = média aritmética dos valores monetários  
 $n$  = tamanho da amostra

$$S = \pm \sqrt{S^2}$$

$S$  = desvio padrão da média

$S^2$  = variância =

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$$

O intervalo dos valores aceitáveis em torno da média deve estar dentro dos limites inferior e superior calculado, dados pela subtração e adição do valor do desvio padrão ao valor da média.

Os valores que se encontrarem fora dos limites serão descartados da amostra. Serão feitos novos saneamentos até que o coeficiente de variação (CV) da amostra seja menor ou igual a 20%. Segundo o INCRA (2007), amostras com variabilidade acima de 20% são consideradas não confiáveis, conforme a tabela a seguir.

**Tabela 10.** Variabilidade das amostras

<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)</b>		
<i>0 – 10%</i>	<i>Variabilidade Baixa</i>	<i>Amostra ótima</i>
<i>10 – 20%</i>	<i>Variabilidade Média</i>	<i>Amostra boa</i>
<i>20 – 30%</i>	<i>Variabilidade Alta</i>	<i>Amostra não confiável</i>
<i>Acima de 30%</i>	<i>Variabilidade Muito Alta</i>	<i>Amostra não confiável</i>

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Em que:

*CV = coeficiente de variação (%)*

*$\bar{x}$  = média aritmética dos valores monetários*

*s = desvio padrão da média*

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * (100) \quad (4.14)$$

Em seguida, será definido o intervalo de confiança (IC) para os resultados, de acordo com a Equação 4.15:

$$IC = (\bar{x} - (t * s\bar{x}) \leq \bar{x} \leq \bar{x} + (t * s\bar{x})) \quad (4.15)$$

Onde:

$\bar{x}$  = nova média aritmética dos valores monetários, desconsiderando os outliers;

t = distribuição normal de t de Student para (n-1) graus de liberdade e nível de significância de 0,10. Em que n é o número da população amostral disposta a pagar;

$s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}}$ , onde s é o desvio padrão da média.