

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCAMB**

**ALINE PRICILA JÄHRIG**

**EFEITO DAS QUEIMADAS E DISPOSIÇÃO A PAGAR PELA QUALIDADE DO AR**  
**EM LAGES/SC**

**LAGES**  
**2024**

**ALINE PRICILA JÄHRIG**

**EFEITO DAS QUEIMADAS E DISPOSIÇÃO A PAGAR PELA QUALIDADE DO AR  
EM LAGES/SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Flávio José Simioni

Coorientador: Gilmar Conte

**LAGES  
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Universitária Udesc,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Jährig, Aline Pricila  
EFEITO DAS QUEIMADAS E DISPOSIÇÃO A PAGAR  
PELA QUALIDADE DO AR EM LAGES/SC / Aline Pricila Jährig.  
-- 2024.  
106 p.

Orientador: Flávio José Simioni  
Coorientador: Gilmar Conte  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Lages, 2024.

1. Economia ambiental. 2. Valoração contingente. 3. Poluentes  
atmosféricos. I. Simioni, Flávio José. II. Conte, Gilmar. III.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais. IV. Título.

**ALINE PRICILA JÄHRIG**

**EFEITO DAS QUEIMADAS E DISPOSIÇÃO A PAGAR PELA QUALIDADE DO AR  
EM LAGES/SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.  
Orientador: Flávio José Simioni  
Coorientador: Gilmar Conte

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Flávio José Simioni  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membros:

Profa. Dr. Philipe Ricardo Casemiro Soares  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Profa. Dra. Ana Emília Siegloch  
Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC

Lages, dia 23 de fevereiro de 2024.

Aos meus pais, cujos valores são fonte de  
inspiração para a minha jornada acadêmica e  
por todo apoio que recebi. A Deus por  
iluminar o meu caminho nesta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Antes de iniciar os agradecimentos, gostaria de dedicar um momento para refletir sobre a importância de expressar gratidão. Gratidão é uma palavra forte e é com grande apreço que inicio esta expressão de gratidão. Primeiramente, desejo expressar minha profunda gratidão a Deus, fonte de toda sabedoria e graça. Sinto que fui abençoada em cada passo da minha jornada e, com muita humildade e reverência, reconheço Sua presença em cada aspecto da minha vida.

Agora, na parte mais importante dos meus agradecimentos, aos meus amados pais, Ademar Jährig e Lindalva da Costa. Vocês que, em cada momento da minha vida, estiveram do meu lado proporcionando-me amor e carinho que foram, sem dúvida, de extrema importância para chegar até aqui. Agradeço de todo o coração, com muito amor.

Ao reconhecer as diversas influências que moldaram meu caminho, é impossível não expressar profunda gratidão aos meus queridos amigos que estiveram comigo nesta jornada. Em especial, a Jaqueline Prestes De Cristo, Juliana Araujo Pereira, Lucas Meneguim Pereira e Luiza Garcia Sell. Vocês fizeram parte além da minha jornada acadêmica e estarão para sempre guardadas em meu coração. Também quero estender meu agradecimento aos demais amigos que desempenharam papéis essenciais ao longo deste percurso. Para aqueles que, por acaso, eu tenha esquecido de mencionar aqui, meu reconhecimento sincero por fazerem parte dessa caminhada enriquecedora.

Ao meu orientador, Flávio José Simioni, sua sabedoria e orientação foram muito importantes, agradeço por sua paciência, incentivo e pelos valiosos ensinamentos que moldaram meu percurso. Posso dizer que você é fonte de inspiração, não apenas na vida acadêmica. Ao meu coorientador Gilmar Conte, pela contribuição significativa para o meu trabalho. Suas orientações foram valiosas e enriquecedoras.

Este percurso acadêmico foi marcado por professores excepcionais que não apenas transmitiram conhecimento, mas também inspiraram meu crescimento pessoal e profissional. A todos, expresso meu mais sincero agradecimento.

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) agradeço por fazer parte desta instituição notável que desempenhou um papel fundamental na minha formação.

Claro que não posso deixar de expressar meu agradecimento a mim mesma por continuar seguindo em frente apesar de todos os desafios! A vida é uma eterna escola, e, ao olhar para trás nesses dois anos, sinto uma gratidão eterna pela evolução que experimentei.

“Sem sonhos, a vida é uma manhã sem orvalhos, um céu sem estrelas, um oceano sem ondas, uma vida sem aventura, uma existência sem sentido. ”

(Augusto Cury)

## RESUMO

A poluição do ar é um dos principais riscos à saúde global que influencia na perda da expectativa de vida das pessoas. As queimadas emitem poluentes para a atmosfera, consequentemente reduzindo a qualidade do ar. Seus efeitos muitas vezes podem afetar outras regiões, excedendo uma escala local. O objetivo desta pesquisa foi estimar o valor da qualidade do ar e avaliar a influência das queimadas em dois aspectos: na qualidade do ar e na percepção do seu valor. Para isto, foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada para investigar a contribuição científica dos estudos sobre valoração ambiental da qualidade do ar no contexto das queimadas, utilizando a *Methodi Ordinatio*, uma metodologia de revisão sistemática da literatura. Em seguida, foi realizado um estudo de valoração ambiental utilizando o Método de Valoração Contingente (MVC), realizando a aplicação de um questionário para captar a disposição a pagar (DAP) da população pela diminuição do nível de fumaça do ar proveniente das queimadas. O questionário foi aplicado em dois momentos: na presença e na ausência de fumaça. A partir dos dados coletados foi possível realizar a construção de dois modelos principais para a predição da DAP da população: Logit1 e Logit3. O primeiro modelo permitiu a estimativa da DAP de R\$ 24,90/família/mês, considerando os votos de protesto na análise. Já o segundo, sem os votos de protesto, revelou uma DAP de R\$ 40,11/família/mês. Por último, a pesquisa buscou investigar como as queimadas influenciam na qualidade do ar em Lages, analisando poluentes como material particulado (MP<sub>10</sub>), metais: cádmio, cobre, ferro e chumbo e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), em amostras coletadas entre 2022 e 2023. Os resultados desta etapa demonstram que há diferença significativas entre período com e sem fumaça na concentração de cádmio em 2022 e 2023, e também na concentração ferro em 2022. Além disso a concentração de MP<sub>10</sub> foi maior no período de inverno de ambos os anos. Isso significa que as queimadas podem influenciar a qualidade do ar, destacando a importância do seu monitoramento para a mitigação da poluição. O efeito das queimadas sobre a qualidade do ar e a identificação do valor econômico são os principais resultados deste estudo, servindo de auxílio na tomada de decisão aos formuladores de políticas públicas.

**Palavras-chave:** Economia ambiental; Valoração contingente; Poluentes atmosféricos.



## ABSTRACT

Air pollution is one of the major global health risks that influences the reduction of life expectancy. Fires emit pollutants into the atmosphere, consequently reducing air quality. Their effects can often impact other regions, exceeding a local scale. The objective of this research is to estimate the value of air quality and assess the influence of fires on two aspects: air quality and the perception of its value. To achieve this, a systematic literature review was conducted to investigate the scientific contribution of studies on environmental valuation of air quality in the context of fires, using the *Methodi Ordinatio*, a systematic literature review methodology. Subsequently, an environmental valuation study was conducted using the Contingent Valuation Method (CVM), applying a questionnaire to capture the population's willingness to pay (WTP) for the reduction of air smoke from fires. The questionnaire was administered in two situations: in the presence and absence of smoke. Based on the collected data, it was possible to construct two main models for predicting the WTP of the population: Logit1 and Logit3. The first model allowed the estimation of a WTP of R\$ 24.90/family/month, considering protest votes in the analysis. The second, without protest votes, revealed a WTP of R\$ 40.11/family/month. Finally, the research aimed to investigate how fires influence air quality in Lages, analyzing pollutants such as particulate matter (PM<sub>10</sub>), metals: cadmium, copper, iron, and lead, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), in samples collected between 2022 and 2023. The results of this stage demonstrate significant differences between periods with and without smoke in the cadmium concentration in 2022 and 2023, as well as in the iron concentration in 2022. Additionally, the concentration of PM<sub>10</sub> was higher during the winter period in both years. This indicates that fires can influence air quality, emphasizing the importance of monitoring for pollution mitigation. The effect of fires on air quality and the identification of economic value are the main outcomes of this study, providing assistance in decision-making for policymakers.

**Keywords:** Environmental economics; Contingent valuation; Atmospheric pollutants.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Combinação das palavras-chave utilizadas no sistema de busca para cada base de dados.....	20
Figura 2 – Etapas realizadas da construção do portfólio bibliográfico, leitura e classificação dos artigos.....	21
Figura 3 – Quantidade de publicações das Classes I e II por país estudado.....	22
Figura 4 – Número de publicações por ano para as Classes I, II e III.....	23
Figura 5 – Numero de publicações das Classes I, II e III por revista.....	24
Figura 6 – Número de publicações por revistas que possuem duas ou mais publicações.....	25
Figura 7 – Fluxograma da metodologia aplicada na pesquisa.....	39
Figura 8 – Localização da área de estudo, cidade, estado e país.....	40
Figura 9 – Registros de fumaça do ano de 2022: a) sem presença de fumaça, b) com presença de fumaça, c) sem presença de fumaça, d) com presença de fumaça.....	41
Figura 10 – Ilustração gráfica da função de distribuição cumulativa logística.....	46
Figura 11 – Pirâmide etária construída a partir dos dados dos entrevistados obtidos por meio dos questionários.....	49
Figura 12 – Distribuição do nível de renda mensal familiar bruta dos entrevistados por faixas de SMs (R\$ 1.212,00).....	50
Figura 13 – a) Percentual de todos os entrevistados conforme a quantidade de pessoas por unidade familiar e b) Percentual de todos os entrevistados distribuídos por níveis de escolaridade, da amostra estudada.....	51
Figura 14 – Distribuição da a) escolaridade e da b) idade em relação renda mensal familiar bruta agrupada por quantidade de salários mínimos (SMs) que a família ganha.....	52
Figura 15 – Comparação entre os grupos de entrevistados que perceberam e não perceberam a presença frequente de fumaça em alguns meses do ano em Lages/SC, em períodos com e sem a presença de fumaça.....	53
Figura 16 – Percentual de respostas dos entrevistados à pergunta sobre problemas de saúde devido a fumaça e/ou poluição do ar.....	54
Figura 17 – Distribuição de respostas “sim” ao valor de preço sugerido por meio do método referendo utilizado na aplicação do MVC desta pesquisa em 2023.....	57
Figura 18 – Localização da área de estudo realizada no município de Lages.....	70
Figura 19 – Amostrador do modelo AGV para coleta de MP <sub>10</sub> instalado no CAV.....	71
Figura 20 – Filtro de fibra de vidro antes e depois da amostragem.....	72

Figura 21 – Números de focos de fogo em Santa Catarina com os valores máximos, médios e mínimos, no período de 1998 até 29 de novembro de 2023.....	73
Figura 22 – Cromatograma obtido por meio da solução padrão dos HPAs: 1. Naftaleno; 2. Acenaftileno; 3. Acenafteno; 4. Fluoreno; 5. Fenantreno; 6. Antraceno; 7. Fluoranteno; 8. Pireno; 9. Benzo(a)antraceno; 10. Criseno; 11. Benzo(b)fluoranteno; 12 Benzo(k)floranteno; 13. Benzo(a)pireno; 14. Indeno(1,2,3-cd)pireno; 15. Dibenzo(a,h)antraceno e; 16. Benzo(ghi)perileno....	76
Figura 23 – Cromatograma do Reteno. ....	76
Figura 24 – Concentrações de MP <sub>10</sub> amostrados desde o ano de 2022 até outubro de 2023 juntamente com os dados de precipitação média de 6 dias anteriores.....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Códigos aplicados às variáveis na análise de regressão logística binária.....	45
Tabela 2 – Média e desvio padrão das variáveis explicativas da pesquisa no geral, com e sem voto de protesto.....	49
Tabela 3 – Meses e períodos em que os entrevistados perceberam presença de fumaça. ....	54
Tabela 4 – Matriz de correlação com coeficientes de Spearman para as variáveis utilizadas na entrevista com os entrevistados. ....	56
Tabela 5 – Valores de preço escolhidos de forma livre e autônoma pelos entrevistados que inicialmente responderam “Não” ao método referendo, para a sua contribuição e suas respectivas frequências. ....	58
Tabela 6 – Quantidade de respostas obtidas no método referendo e motivos dos entrevistados que atribuíram não como resposta. ....	59
Tabela 7 – Resumo dos modelos: coeficientes das variáveis explicativas e cálculo da DAP dos quatro modelos obtidos por meio da regressão logística binária.....	60
Tabela 8 – Informações utilizadas na identificação dos HPAs. ....	77
Tabela 9 – Informações do teste de comparação entre médias do MP <sub>10</sub> e dos metais dos períodos com e sem fumaça para cada ano de 2022 e 2023 realizados por meio do Sisvar. ....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGE	Idade
AGV	Amostrador de grande volume
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAP	Disposição a pagar
EPA	Agência de Proteção Ambiental
ESC	Escolaridade
GEN	Gênero
HPAs	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LabGEA	Laboratório de Gestão e Economia Ambiental
MP	Material particulado
MP <sub>2,5</sub>	Material particulado Fino
MP <sub>10</sub>	Material particulado com diâmetro aerodinâmico menor que 10 µm
MVC	Método de Valoração Contingente
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NBR	Norma Brasileira
NPFA	Número de pessoas na família
OMS	Organização Mundial da Saúde
PFU	Presença de fumaça no dia da entrevista
PPFU	Percepção da presença de fumaça em algum mês do ano
PRE	Preço
PSA	Problemas de saúde na família devido à fumaça/poluição do ar
RMFB	Renda mensal familiar bruta
SM	Salário mínimo
Udesc	Universidade do Estado de Santa Catarina
VE	Valor de existência
VIF	Fator de inflação da variância

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS.....	14
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
1.2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	14
<b>2</b>	<b>QUEIMADAS E VALORAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMATIZADA</b> .....	<b>16</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	17
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.3	PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO.....	22
2.4	VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ESTUDOS SOBRE QUALIDADE DO AR....	25
2.5	VALORAÇÃO AMBIENTAL E QUEIMADAS.....	31
2.6	CONCLUSÃO.....	34
<b>3</b>	<b>VALORAÇÃO AMBIENTAL DA QUALIDADE DO AR SOB EFEITO DE QUEIMADAS COM USO DA REGRESSÃO LOGÍSTICA – LOGIT</b> .....	<b>36</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	37
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
<b>3.2.1</b>	<b>Local de Estudo</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Método de Valoração Contingente (MVC)</b> .....	<b>41</b>
3.2.2.1	<i>Tamanho Amostral</i> .....	42
3.2.2.2	<i>Coleta de Dados</i> .....	42
<b>3.2.3</b>	<b>Análise de dados</b> .....	<b>44</b>
3.2.3.1	<i>Análise econométrica</i> .....	44
3.2.3.1.1	Construção e ajuste dos modelos.....	47
3.2.3.1.2	Cálculo da DAP.....	47
3.3	RESULTADOS.....	48
<b>3.3.1</b>	<b>Caracterização Geral</b> .....	<b>48</b>
3.3.1.1	<i>Disposição a pagar</i> .....	56
<b>3.3.2</b>	<b>Análise Econométrica</b> .....	<b>59</b>
3.4	DISCUSSÃO.....	60
3.5	CONCLUSÃO.....	65

<b>4</b>	<b>QUALIDADE DO AR E QUEIMADAS: UMA PERSPECTIVA SOBRE O MUNICÍPIO DE LAGES .....</b>	<b>67</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	68
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.2.1	Coleta de dados e análise gravimétrica de MP <sub>10</sub> .....	71
4.2.2	Seleção das amostras para análises de metais e HPAs.....	73
4.2.3	Determinação quantitativa de Metais.....	74
4.2.4	Determinação qualitativa de HPAs.....	75
4.2.5	Análise estatística dos dados.....	77
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
4.4	CONCLUSÃO.....	82
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>83</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA APLICAÇÃO DO MVC .....</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXO I - REGISTRO MENSAL DE FOCOS DE QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE LAGES NO ANO DE 2022 – DISPONIBILIZADO PELO INPE (2023) .....</b>	<b>102</b>