

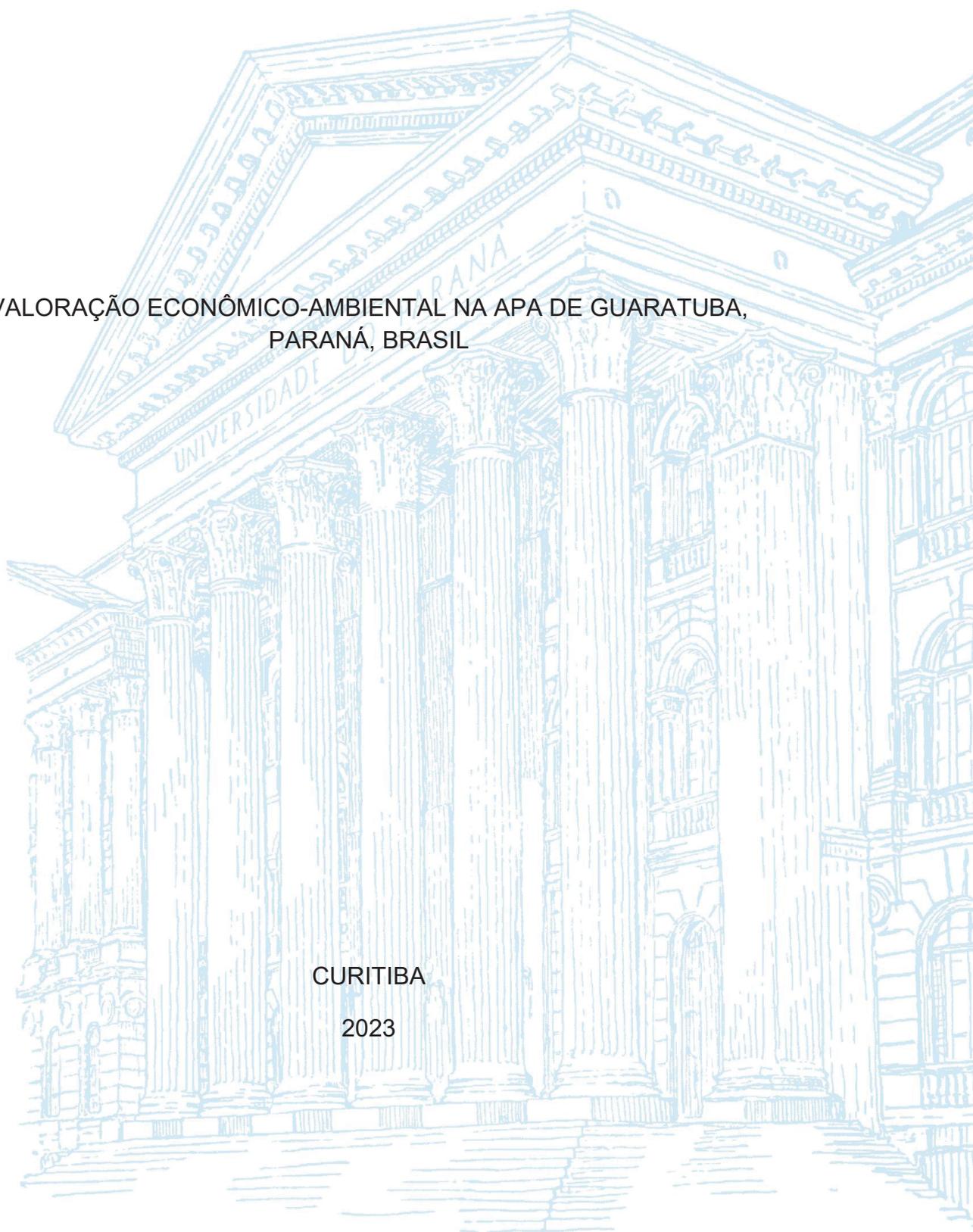
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAQUELINE DE PAULA HEIMANN

VALORAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL NA APA DE GUARATUBA,
PARANÁ, BRASIL

CURITIBA

2023



JAQUELINE DE PAULA HEIMANN

VALORAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL NA APA DE GUARATUBA,
PARANÁ, BRASIL

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Economia, Administração, Legislação e Política Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Garzel Leodoro da Silva

Coorientadores: Prof. Dr. Anadalvo Juazeiro dos Santos e Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich

CURITIBA

2023

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Heimann, Jaqueline de Paula

Valoração econômico-ambiental na APA de Guaratuba, Paraná, Brasil /
Jaqueline de Paula Heimann. - Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Garzel Leodoro da Silva

Coorientadores: Prof. Dr. Anadalvo Juazeiro dos Santos

Prof. Dr. Vítor Afonso Hoeflich

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa:
Curitiba, 31/03/2023.

1. Área de Proteção Ambiental de Guaratuba (PR). 2. Proteção ambiental -
Aspectos econômicos - Paraná. 3. Sequestro de carbono - Área de Proteção
Ambiental de Guaratuba (PR). 4. Imposto sobre circulação de mercadorias e
serviços - Aspectos ambientais - Paraná. 5. Redução de gases do efeito estufa -
Área de Proteção Ambiental de Guaratuba (PR). 6. Mercado de emissões de
carbono. 7. Créditos de carbono. I. Silva, João Carlos Garzel Leodoro da.
II. Santos, Anadalvo Juazeiro dos. III. Hoeflich, Vítor Afonso. IV. Universidade
Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD - 333.72098162

CDU - 504.06(816.2)

634.0.63(816.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JAQUELINE DE PAULA HEIMANN** intitulada: **VALORAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL NA APA DE GUARATUBA, PARANÁ, BRASIL**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO CARLOS GARZEL LEODORO DA SILVA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

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

CURITIBA, 31 de Março de 2023.

Assinatura Eletrônica

03/04/2023 20:31:51.0

JOÃO CARLOS GARZEL LEODORO DA SILVA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

04/04/2023 22:00:45.0

FRANCISCO EDUARDO MENDES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica

31/03/2023 16:55:30.0

JOSÉ ROBERTO FREGA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
(PPGOLD/UFPR))

Assinatura Eletrônica

02/04/2023 12:17:44.0

ROMANO TIMOFEICZYK JUNIOR

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/03/2023 13:12:07.0

PHILIPPE RICARDO CASEMIRO SOARES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA
CATARINA)

Avenida Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4212 - E-mail: pgfloresta@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 271107

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 271107

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e acima de tudo, a Deus, pois sem Ele eu jamais teria capacidade para chegar até o fim.

Aos meus pais Rosa e Waldir, que acreditaram e investiram no meu crescimento. A toda minha família que soube entender os momentos em que precisei me privar de suas importantes companhias, especialmente meus irmãos Patrícia e Guilherme.

Ao professor, orientador e amigo, Dr. João Carlos Garzel Leodoro da Silva, por toda paciência e dedicação, por conversas sem fim sobre carbono e ICMS e pelas inúmeras vezes em que teve que me lembrar que eu não poderia resolver os problemas do mundo, mas apenas o meu.

Aos meus coorientadores Prof. Dr. Anadalvo Juazeiro dos Santos e Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich por dedicarem seu tempo em me auxiliar e pelas importantes contribuições.

A todos os meus amigos, pois existem amigos mais chegados que irmãos. Especialmente aos colegas de laboratório Gabriel de Mello Freire, Letícia Helena Ribeiro da Cunha e Gustavo Silva Oliveira.

Ao professor José Roberto Frega que contribuiu de maneira especial para a finalização das análises.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de participar do programa de pós graduação em Engenharia Florestal, e a todos os funcionários e professores desta importante instituição de ensino.

A aquele que surgiu já no fim desta jornada, mas com paciência e empatia soube compreender os dias de profundo desânimo e os de grande euforia, Flávio Lopes Ribeiro, que além de um grande parceiro, tornou-se o pai do nosso filho, Vini.

Ao Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos de pós-graduação em Engenharia Florestal.

RESUMO

O estudo teve como objetivo comparar a receita pública municipal do ICMS-E-APA e do potencial de CO₂e com o VBP Agropecuária na APA de Guaratuba, utilizando o método custo de oportunidade. Devido às limitações impostas pela Pandemia de Covid-19, trabalhou-se apenas com dados secundários, provenientes de fontes oficiais. Foram criados três cenários para a valoração do CO₂, sendo Cenário 0 considerando o total de formação florestal existente na APA; Cenário 1 considerou que se a APA não existisse, apenas 20% de sua formação original seria mantida; Cenário 2 considerou que se a APA não existisse, cada município seguiria a tendência de desmatamento que é observada fora da APA. Para avaliar o ICMS-E como mecanismo de incentivo foi verificada a relação entre os gastos públicos ambientais, variável dependente, e as variáveis independentes – PIB, população e valor do ICMS Ecológico-APA. No cenário 0, o atual estoque de CO₂ é de 172.899,45 ha, equivalente a 78.731.336,04 tCO₂eq, o que monetizado alcança R\$2.006.861.755,67 no ano em 2021. No cenário 1, a área considerada é de 138.319,56 ha, equivalente a 62.985.068,83 tCO₂eq, monetizado chega a R\$ 1.605.785.434,36 em 2021. No cenário 2, a área considerada é de 156.186 ha, equivalente a 71.529.793 tCO₂eq, alcançando valor de R\$ 1.822.579.124,32 em 2021. Os repasses de ICMS-E do Paraná para os seis municípios que compõem a APA estudada, em 2021, foi R\$ 11.316.006,87, e considerando a presença da UC estudada, o montante recebido em 2021 foi de R\$ 5.023.833,68. Com exceção de Tijucas do Sul, os demais 5 municípios investiram em Gestão Ambiental, mais que receberam de ICMS-E-APA. A Pandemia de Covid-19 não gerou impactos sobre os preços de CO₂, que já seguiam tendência de aumento, mas gerou impactos negativos na arrecadação de ICMS para todo o estado do Paraná. Em nenhum cenário criado o custo de oportunidade compensa manter a conservação ambiental em detrimento da atividade agropecuária. Concluiu-se que ao evitar desmatamento dentro da APA de Guaratuba, o valor total possível é superior aos gastos empenhados na manutenção da UC; Guaratuba é o único município em que o ICMS-E-APA pode realmente ser um incentivo, pois os demais municípios, exceto Tijucas do Sul, investem muito mais em GA que recebem de ICMS-E-APA; existe potencial econômico na APA de Guaratuba, no entanto, dos dois serviços avaliados, um deles é apenas um mercado possível e o outro é um imposto, cujos recursos arrecadados não superam as restrições criadas pela presença da UC aos proprietários/possuidores.

Palavras-chave: valoração ambiental; Área de Proteção Ambiental de Guaratuba; créditos de Carbono; ICMS-Ecológico.

ABSTRACT

The main objective of the study was to compare the municipal public revenue of ICMS-E-APA and the potential of CO₂ and with the Agricultural Gross production value in the region, using the opportunity cost method. Due to the restrictions imposed by the Covid-19 Pandemic, we worked only with secondary data, from official sources. Three different scenarios were created for the valuation of CO₂: Scenario 0 considering the total existing forest in the APA; Scenario 1 considered that if the APA does not exist, only 20% of its original formation would be maintained at the present; Scenario 2 considered that if the APA does not exist, each municipality would follow the trend of deforestation that is observed outside the APA. To assess ICMS-E as an incentive scheme, the relationship between environmental public expenditures, which is a dependent variable, and the independent variables - GDP, population and value of Ecological ICMS -APA were determined. In scenario 0, the current CO₂ stock is 172,899.45ha, equivalent to 78,731,336.04 tCO₂eq, which monetized reaches R\$2,006,861,755.67 in the year 2021. In scenario 1, the area considered is 138,319.56 ha, equivalent to 62,985,068.83 tCO₂eq, which monetized sums up to R\$ 1,605,785,434.36 in 2021. In scenario 2, the area considered is 156,186 ha, equivalent to 71,529,793 tCO₂eq, reaching a value of R\$ 1,822,579,124.32 in 2021. The amount transferred in 2021 from Paraná State Tax Reserve for the six municipalities that make up the APA was R\$ 11,316,006.87, just for the presence of the studied UC, the amount received in 2021 was BRL 5,023,833.68. With the exception of Tijucas do Sul, the other 5 municipalities invested in Environmental Management, more than they received from ICMS-E-APA. The Covid-19 Pandemic had no impact on CO₂ prices, which followed an upward trend, but generated a negative impact on tax collection for the entire state of Paraná. In no scenario created, the cost of opportunity pays off maintaining environmental conservation to the detriment of farming activity. It is concluded that: by avoiding deforestation within the APA of Guaratuba, the total possible value is higher than the expenses involved in maintaining the APA; Guaratuba is the only municipality where the ICMS-E-APA can really be an incentive, since the other municipalities, except Tijucas do Sul, invest much more in GA than they receive from ICMS-E-APA; there is economic potential in the APA of Guaratuba, however, considering the two services evaluated, one of them is just a market possibility and the other is a tax, and its collected resources do not exceed the restrictions created by the presence of the APA to the owners/possessors.

Keywords: environmental valuation; Guaratuba Environmental Protection Area; Carbon credits; Ecological-ICMS

ÍNDICE DE TABELAS, GRÁFICOS E FIGURAS

Tabela 1	- Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 0.....	85
Tabela 2	- Valor do estoque de CO ₂ anualizados e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 0, 2006 a 2021.....	88
Tabela 3	- Valor do estoque de CO ₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 0 para os anos de 2019, 2020 e 2021.....	89
Tabela 4	- Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 1.....	91
Tabela 5	- Valor do estoque de CO ₂ anualizados e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 1, 2006 a 2021.....	93
Tabela 6	- Valor do estoque de CO ₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 1 para os anos de 2019, 2020 e 2021.....	94
Tabela 7	- Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 2.....	95
Tabela 8	- Valor do estoque de CO ₂ anualizados e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 2, 2006 a 2021.....	98
Tabela 9	- Valor do estoque de CO ₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 2 para os anos de 2019, 2020 e 2021.....	95
Tabela 10	- Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas nos Cenários 2 e 2.1.....	100
Tabela 11	- Valor do estoque de CO ₂ por município, ano de 2021, Cenários 0, 1 e 2.....	104
Tabela 12	- Valores do estoque de CO ₂ por município, ano de 2021, por hectare, Cenários 0, 1 e 2.....	106
Tabela 13	- Valores do estoque de CO ₂ por município, ano de 2021, por habitante, Cenários 0, 1 e 2.....	109
Tabela 14	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Guaratuba, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	112

Tabela 15	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em São José dos Pinhais, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	113
Tabela 16	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Tijucas do Sul, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	114
Tabela 17	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Morretes, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	116
Tabela 18	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Paranaguá, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	118
Tabela 19	- Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Matinhos, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.....	119
Tabela 20	- Teste de heteroscedasticidade para a série de preços de CO ₂ e taxa de câmbio do Dólar – ARCH.....	127
Tabela 21	- Índice de Sharpe.....	127
Tabela 22	- ICMS-E repassado aos municípios, anos de 2019 a 2021.....	132
Tabela 23	- Média, Mínima e Máxima do ICMS-E-APA e Coeficiente de Variação Percentual - período de 2002 a 2019 em Reais (R\$).....	141
Tabela 24	- ICMS-E-APA <i>per capita</i> de cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período.....	142
Tabela 25	- Porcentual de ICMS-E-APA em relação à arrecadação anual de cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período.....	144
Tabela 26	- Participação da Gestão Ambiental no total de ICMS-E-APA arrecadado anualmente por cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período (%)......	146
Tabela 27	- Média, Mínima e Máxima dos Gastos Ambientais ao longo do período de 2002 a 2021 em Reais (R\$).....	147
Tabela 28	- VBP e VBP/ha para os municípios que compõem a APA de Guaratuba (2021).....	158
Tabela 29	- VBP possível para o Cenário 3 em comparação ao ICMS-E-APA de 2021.....	160
Tabela 30	- Custo de Oportunidade, ano 2021.....	161

Tabela 31	- Custo de Oportunidade agropecuário vs. CO ₂ e/ha, ano 2021.....	162
Tabela 32	- Custo de Oportunidade mínimo de atratividade.....	163
Gráfico 1	Preço da tonelada de CO ₂ em reais e dólares de 2006 a 2021.....	72
Gráfico 2	Cobertura Florestal dos municípios da APA de Guaratuba, 1985-2021.....	81
Gráfico 3	- Evolução do valor possível de CO ₂ nos municípios e na APA toda em R\$/ha de 2006 a 2021 para o Cenário 0.....	84
Gráfico 4	- Evolução do valor possível de CO ₂ nos municípios e na APA toda em R\$ de 2006 a 2021 para o Cenário 1.....	89
Gráfico 5	- Evolução do valor possível de CO ₂ nos municípios e na APA toda em R\$/ha de 2006 a 2021 para o Cenário 2.....	93
Gráfico 6	- Percentuais de valores potenciais de CO ₂ por tonelada para cada município nos Cenários possíveis, 2021.....	101
Gráfico 7	Percentuais de valores potenciais de CO ₂ por hectare para cada município nos Cenários 0, 1 e 2 em 2021.....ç.....	103
Gráfico 8	- Percentuais de valores potenciais de CO ₂ por habitante para cada município nos Cenários 0, 1 e 2 em 2021.....	106
Gráfico 9	- Preço do CO ₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021.....	108
Gráfico 10	- Preço do CO ₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021 (Ano base 2008).....	109
Gráfico 11	- Percentuais de ICMS Ecológico repassado do estado do Paraná para os municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021.....	127
Gráfico 12	- ICMS-E em Reais das UCs de Morretes, 2019-2021.....	131
Gráfico 13	- ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Morretes, 2019-2021.....	132
Gráfico 14	- Percentuais de repasses de ICMS-Ecológico pela presença da APA de Guaratuba, 2002-2021.....	133
Gráfico 15	- ICMS-E em % pela presença da APA de Guaratuba em cada município, 2019-2021.....	136

Gráfico 16	- Percentual do ICMS-E-APA <i>per capita</i> de cada município entre os anos de 2002-2021.....	139
Gráfico 17	- Percentual do ICMS-E-APA por hectare de cada município entre os anos de 2002-2021.....	140
Gráfico 18	- Soma do ICMS-E em Reais das UCs dos municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021.....	148
Gráfico 19	- Soma do ICMS-E em Reais das UCs dos municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021, ano base 2002.....	149
Gráfico 20	- ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Matinhos, 2002-2021, ano base 2002.....	154
Gráfico 21	- ICMS-E em Reais por hectare das UCs de São José dos Pinhais, 2002-2021, ano base 2002.....	156
Gráfico 22	- ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Paranaguá, 2002-2021, ano base 2002.....	158
Gráfico 23	- ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Morretes, 2002-2021, ano base 2002.....	160
Gráfico 24	- Percentual VBP por hectare de cada município em relação à soma de todos os 6 municípios em 2021.....	162
Figura 1	- Volumes, valores e preços médios transacionados no mercado voluntário de carbono por categoria de projeto (2019).....	33
Figura 2	- Localização da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba em relação ao país.....	63
Figura 3	- Localização da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba.....	65
Figura 4	- Exemplificação da metodologia de cálculo do desmatamento evitado – Cenário 2.....	70
Figura 5	- Preço do CO ₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021.....	110
Figura 6	- Preço do CO ₂ em Reais (vermelho) e Dólares (azul) segmentado em quatro períodos.....	153
Quadro 1	- Métodos de Valoração Ambiental.....	28
Quadro 2	- Conceitos e fórmulas dos Coeficientes de Conservação da Biodiversidade e índices ambientais, originados por UC.....	46

Quadro 3	- Área das classes de uso da terra da APA de Guaratuba em 2017.....	71
Quadro 4	- Percentual da área e densidade de CO ₂ eq de cada município que compõem a APA de Guaratuba – PR.....	72
Quadro 5	- Valor do CO ₂ (t) e taxa de câmbio (R\$).....	74
Quadro 6	- Cobertura florestal do solo dos municípios que compõem a APA de Guaratuba – PR em 2021.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEIT	- Área Especial de Interesse Turístico
APA	- Área de Proteção Ambiental
ATI	- Área de Terra Indígena
CCB	- Coeficiente de Conservação da Biodiversidade
CRFB	- Constituição da República Federativa do Brasil
DAP	- Disposição a pagar do consumidor
EE	- Estação Ecológica
FAO	- Organizações das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FGV	- Fundação Getúlio Vargas
FMI	- Fundo Monetário Internacional
GEE	- Gases do Efeito Estufa
GtCO_{2e}	- Gigatoneladas de Dióxido de Carbono equivalente.
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IAT	- Instituto Água e Terra do Paraná
IB	- Índice de Biodiversidade
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	- Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário
ICMBio	- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	- Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICMS-E	- Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços Ecológico

ICMS-E-UC	- Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços Ecológico decorrente da presença de Unidade de Conservação
IGP-DI	- Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
ILPF	- Sistema Integrado Lavoura, Pecuária e Floresta
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCA	- Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
LC	- Lei Complementar
MCE	- Método Custos Evitados
MCC	- Método Custos de Controle
MCV	- Método Custo Viagem
MCO	- Método de Custos de Oportunidade
MCR	- Método do Custo de Reposição
MDR	- Método Dose-Resposta
MPH	- Método de Preços Hedônicos
MPM	- Método de Produtividade Marginal
MVC	- Método de Valoração Contingente
NDC	- Contribuição Nacionalmente Determinada
ONU	- Organização das Nações Unidas
PAOF	- Plano de Anual de Outorga Florestal
PARNA	- Parque Nacional
PE	- Parque Estadual
PIB	- Produto Interno Brasileiro
PM	- Parque Municipal
PN	- Parque Nacional
PNMC	- Política Nacional sobre Mudança do Clima
PSA	- Pagamentos por Serviços Ambientais

PWC	- Price Waterhouse Coopers
REDD	- Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação
RenovaBio	- Política Nacional de Biocombustíveis
RPPN	- Reserva Particular do Patrimônio Natural
SFB	- Serviço Florestal Brasileiro
SISNAMA	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNUC	- Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TCU	- Tribunal de Contas da União
UC	- Unidade de Conservação
VAR	- Vetores Autoregressivos
VBP	- Valor Bruto de Produção

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Geral.....	20
1.1.2	Específicos	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....	21
2.2.1	PSA no estado do Paraná	24
2.3	VALORAÇÃO AMBIENTAL.....	26
2.3.1	Métodos de Valoração Ambiental.....	28
2.3.2	Estoque de Carbono	33
2.3.3	Receitas Tributárias	37
2.3.4	O ICMS-E do estado do Paraná.....	40
2.4	SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – UCs	47
2.4.1	UCs em Guaratuba	49
2.4.2	UCs em Matinhos	49
2.4.3	UCs em Tijucas do Sul.....	50
2.4.4	UCs em São José dos Pinhais	51
2.4.5	UCs em Paranaguá.....	52
2.4.6	UCs em Morretes	55
2.5	VOLATILIDADE.....	56
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	62
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	62
3.2	FONTES DE DADOS	65
3.2.1	Dados utilizados na valoração do CO ₂	65
3.2.2	Dados utilizados na valoração do ICMS-E	67
3.3	MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DO ESTOQUE DE CO ₂	69
3.3.1	Análise de Volatilidade	76
3.4	MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DA GERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS DA APA DE GUARATUBA	77
3.4.1	Indicadores da Importância econômica do ICMS-E para a Gestão Ambiental	77
3.4.2	O ICMS Ecológico sob a ótica dos municípios que compõem a APA de Guaratuba	78

3.5 CUSTO DE OPORTUNIDADE	80
3.6 RESTRIÇÕES	81
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	83
4.1 VALORAÇÃO ECONÔMICA DAS EMISSÕES REDUZIDAS DE GEE POR DESMATAMENTO EVITADO NA APA DE GUARATUBA	83
4.1.1 Valoração do estoque de CO2 para o Cenário 0.....	84
4.1.2 Valoração do estoque de CO2 para o Cenário 1.....	90
4.1.3 Valoração do estoque de CO2 para o Cenário 2.....	95
4.1.4 Valoração do estoque de CO2 para o Cenário 2.1.....	102
4.1.5 Comparativos entre os Cenários	103
4.2 O CO ₂ DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A APA DE GUARATUBA...	111
4.2.1 Guaratuba	111
4.2.2 São José dos Pinhais	112
4.2.3 Tijucas do Sul.....	114
4.2.4 Morretes	115
4.2.5 Paranaguá.....	117
4.2.6 Matinhos.....	118
4.3 A VOLATILIDADE DO PREÇO DO CO2 E DO DÓLAR.....	120
4.4 ESTIMATIVA DO IMPACTO ECONÔMICO DA APA DE GUARATUBA NA GERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS MUNICIPAIS	129
4.4.1 Impacto econômico do ICMS-E no estado do Paraná.....	129
4.4.2 Impacto econômico da APA de Guaratuba na geração de tributos municipais	136
4.4.3 O ICMS-E e a Gestão Ambiental Municipal.....	145
4.5 IMPACTO DO ICMS-E NOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A APA DE GUARATUBA.....	148
4.5.1 Guaratuba	151
4.5.2 Matinhos.....	151
4.5.3 São José dos Pinhais	152
4.5.4 Tijucas do Sul.....	154
4.5.5 Paranaguá.....	154
4.5.6 Morretes	156
4.6 CUSTO DE OPORTUNIDADE	158
5 CONCLUSÃO	164

5.1 RECOMENDAÇÕES	165
REFERÊNCIAS.....	167
ANEXO 1 – TÁBUA DE AVALIAÇÃO DE ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – APA.....	187
ANEXO 2 – FATORES DE CONSERVAÇÃO BÁSICOS PARA AS CATEGORIAS DE MANEJO DE CONSERVAÇÃO DAS UCs	189

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada patrimônio nacional pela Constituição Federal do Brasil de 1988, e sua utilização se faz conforme a Lei nº 11.428/2006, dentro de condições que assegurem a preservação do ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Um mapeamento das transformações da Mata Atlântica mostrou que a cobertura florestal passou de 27,1% em 1985 para 25,8% em 2020 e que, além disso, 25% do território são cobertos por pastagens; 16,5% mosaicos de agricultura e pastagens; 15% agricultura; 10,5% formação de savana, entre outras (PROJETO MAPBIOMAS, 2021).

Em 1992, por meio do Decreto do estado do Paraná nº 1.234, foi criada a Área de Proteção Ambiental – APA, denominada “APA de Guaratuba”, com extensão de 199.596 mil hectares e objetivo de compatibilizar o uso racional dos recursos ambientais da região com a ocupação ordenada do solo, protegendo a rede hídrica, os remanescentes de Floresta Atlântica e manguezais, os sítios arqueológicos e a diversidade faunística, disciplinando o uso turístico e garantindo a qualidade de vida das comunidades caiçaras e da população local (PARANÁ, 1992).

Para conter as ameaças aos ecossistemas têm-se buscado maneiras de incentivar o fornecimento de serviços ambientais e, nos últimos anos, o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA tem gerado interesse crescente. Trata-se de instrumento econômico que se caracteriza por transações voluntárias diretas, em que o fornecedor, ou vendedor, de serviços ambientais é pago pelos usuários ou compradores desses serviços (COSTA *et al.*, 2013).

As Unidades de Conservação – UCs não são espaços intocáveis, ao contrário, fornecem direta e/ou indiretamente bens e serviços que satisfazem várias necessidades da sociedade, inclusive produtivas (MEDEIROS *et al.*, 2011). Porém, por se tratar de produtos e serviços, em sua maioria, de natureza pública, prestados de forma difusa, seu valor não é percebido pelos usuários, pois esses, em geral, não pagam nem recebem diretamente para usá-lo ou não o usar.

Diversos serviços ecossistêmicos são capazes de gerar recursos econômicos em uma APA, mas para isso, é preciso estabelecer valores monetários para tais recursos ambientais.

No entanto, a tarefa de precificação reveste-se de complexidade técnica e sensibilidade política e econômica, uma vez que impacta grupos de agentes pagadores e recebedores.

Desta forma, Young *et al.* (2016) sugerem que “um modelo de simulação deve conter estimativas de precificação que sejam as mais objetivas possíveis, tanto dos serviços ambientais quanto das alternativas concorrentes”. Os autores lembram que o modelo deve avaliar, por meio da valoração de ganhos esperados com conservação dos serviços ambientais, os benefícios esperados.

Diante desse cenário, justificou-se a presente pesquisa com base no art. 5º do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, que apresenta como uma de suas diretrizes a garantia às populações tradicionais, cuja permanência dependa da utilização de recursos naturais existentes no interior das unidades de conservação, meios de subsistência alternativos ou a justa indenização pelos recursos perdidos; e levanta-se a questão problema: os recursos gerados pela existência da APA de Guaratuba são capazes de superar as restrições causadas por sua existência de forma a compensar o custo de oportunidade?

Para isso assumiu-se duas hipóteses: 0 os recursos cobrem o custo de oportunidade e; 1 os recursos não cobrem o custo de oportunidade.

É de suma importância esclarecer que, importantes serviços ambientais como a conservação de recursos hídricos e o uso público, não puderam ter seus valores estimados.

Assim, os valores apresentados nesta tese constituem uma subestimativa dos reais serviços ambientais totais prestados pela APA de Guaratuba, configurando uma limitação da pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Realizar a valoração econômico-ambiental na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Paraná, Brasil, por meio do potencial de CO₂e e da receita pública municipal do ICMS-E gerado.

1.1.2 Específicos

- a) Estimar o valor econômico das emissões reduzidas de CO₂ por desmatamento evitado da APA de Guaratuba;
- b) Analisar o valor de CO₂ estocado separadamente para cada município que compõe a APA de Guaratuba;
- c) Estimar a contribuição econômica da APA de Guaratuba na geração de receitas tributárias municipais, por meio do ICMS-E;
- d) Analisar o ICMS-E da APA de Guaratuba na composição do ICMS-E Total dos 6 municípios que compõem a UC;
- e) Avaliar o custo de oportunidade pela presença da APA de Guaratuba frente às restrições de produção agropecuária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos são os benefícios que o ser humano é capaz de obter dos ecossistemas (ZANICHELLI, 2011).

Dentre os serviços ambientais estão: serviços de provisão, incluindo alimentos, água, madeira e fibras; serviços reguladores, que se relacionam ao clima, inundações, doenças, resíduos e qualidade da água; serviços culturais, que fornecem benefícios recreacionais, estéticos e espirituais; serviços de suporte, tais como formação do solo, fotossíntese e ciclo de nutrientes (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2006).

Assim, a expressão “serviços ecossistêmicos” é utilizada para mencionar os benefícios gerados pelos ecossistemas, independentemente da atuação humana, e “serviços ambientais” para se referir aos benefícios decorrentes de iniciativas antrópicas em favor dos sistemas ecológicos (ANA, 2012).

Para Sá (2007), os serviços ambientais estão relacionados com todas as atividades de um sistema produtivo, como a recuperação de áreas alteradas, a redução do desmatamento, a absorção de carbono atmosférico, a manutenção de funções hidrológicas (conservação de água e solo), a conservação e preservação da biodiversidade (polinização, reprodução de espécies), dentre outros.

Especificamente quanto às florestas, só no Brasil, o setor é responsável por inúmeros benefícios para a saúde física e mental, além do ecoturismo, um segmento capaz de estimular a geração de postos de trabalho e de renda no país. A redução dos desmatamentos e das queimadas geram benefícios ecológicos de valor quase incalculável (ALBUQUERQUE, *et al.*, 2021).

Além da biodiversidade, todos os serviços da floresta em pé são preservados, como a manutenção dos ciclos hidrológicos, o microclima e o clima regional, manutenção de nutrientes, absorção de carbono da atmosfera, dentre outros.

Adicionalmente, há uma maior regularização fundiária na região e maior diversidade de produtos explorados em Unidades de Manejo Florestal. Ainda, a

redução das queimadas está associada à redução da incidência de doenças respiratórias e da perda de carbono florestal (ALBUQUERQUE, *et al.*, 2021).

Além disso, as florestas contribuem com a diminuição de erosão e de perda de fertilidade dos solos, aprimorando a qualidade e disponibilidade de água.

A restauração florestal quando ocupa pastagens com níveis máximos de degradação, pode alcançar taxas de retorno sobre o investimento entre 13% e 28%, compatíveis com as taxas verificadas em investimentos em infraestrutura básica de saneamento.

Entre os benefícios dos sistemas integrados de lavoura, pecuária e florestas – ILPF há ainda destaque para o aumento da biodiversidade local (WRI BRASIL; NEW CLIMATE ECONOMY, 2020).

Com vistas a conservação dos serviços ecossistêmicos, surgiu nos últimos anos a possibilidade de oferecer incentivos econômicos para quem conserva a natureza além das exigências legais, visando a conservação dos serviços ecossistêmicos, sendo o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA uma das formas mais utilizadas atualmente.

O PSA objetiva conceder incentivo econômico a proprietários ou possuidores de imóveis, urbanos ou rurais, que possuam áreas naturais capazes de fornecer serviços ecossistêmicos à sociedade (IAT e SIMEPAR, 2023).

2.2 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS – PSA

O PSA é uma modalidade atrativa de incentivo à conservação para proprietários ou possuidores de áreas naturais. Isso porque consiste na remuneração direta desses proprietários pelas ações de conservação que praticam quando da criação das Reservas, e também pelas ações executadas de melhoria dos serviços ambientais nelas existentes (IAT e SIMEPAR, 2023).

Uma definição amplamente aceita de PSA foi proposta por Wunder (2005), que utiliza cinco critérios para conceituar o PSA: uma transação voluntária (critério 1), em que um serviço ambiental bem definido (critério 2) está sendo comprado por no mínimo um comprador (critério 3), de pelo menos um fornecedor (critério 4), se o fornecedor assegura o fornecimento do serviço ambiental (critério 5).

Foi por meio da Lei paranaense nº 17.134/2012, regulamentada pelo Decreto nº 1.591/2015, que se definiu este conceito legalmente como: a transação contratual através da qual o beneficiário ou usuário do serviço ambiental transfere a um provedor de serviços ambientais os recursos financeiros ou outras formas de remuneração, nas condições pactuadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes; (PARANÁ, 2012). Após a edição da Lei do Paraná foi criada também a Política Nacional de PSA, por meio da Lei Federal nº 14.119/2021.

Brito e Marques (2017) acenam para quatro serviços ambientais que se comercializam com maior intensidade no mundo: carbono, água, biodiversidade e beleza cênica.

Nos sistemas de PSA Carbono, paga-se geralmente por tonelada de gás carbônico não emitido para atmosfera ou sequestrado.

Nos sistemas PSA Água, paga-se pela manutenção ou aumento da quantidade e qualidade da água.

Nos sistemas PSA Biodiversidade, paga-se por espécies ou por hectare de habitat protegido.

Nos sistemas PSA Beleza Cênica, paga-se por serviços de turismo e permissões de fotografia (IBAMA, 2011).

A dificuldade em estabelecer uma política de PSA para pagamento por um serviço ambiental está em isolar os diferentes serviços gerados na prática.

Por exemplo, ao manter ou restaurar uma área de florestas em uma propriedade rural, existem contribuições positivas para a qualidade de eventuais corpos hídricos, para a manutenção da biodiversidade, para a atividade de organismos polinizadores, para proteção do solo, para fixação do carbono (IPEA, 2010).

Neste sentido, o PSA se apresenta como uma forte estratégia não só ambiental, como também, e especialmente, econômica, uma vez que entra como renda adicional para compensar os custos das práticas conservacionistas que levam ao fornecimento dos serviços ecossistêmicos.

O provedor do serviço ambiental encontra no pagamento o estímulo para mudar ou manter seu comportamento diante das questões ambientais, e, assim, garantir o equilíbrio ecológico de suas atividades econômicas (JARDIM, 2010).

A primeira experiência de PSA no Brasil é considerada por muitos como sendo o ICMS Ecológico, pois este instrumento tem contribuído para expansão e melhoria de áreas protegidas e mananciais de abastecimento de água, e tem sido articulado com outras ferramentas com potencial para contribuir expressivamente para a conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais em todo o país (IBAMA, 2011).

Porém, não é uma solução isolada e precisa ser somada a outras iniciativas para produzir resultados de forma sinérgica, especialmente econômicas.

Para fins de exemplo, um estudo apresentado por Ferreira *et al.* (2015) evidenciou que a implantação do ICMS Ecológico no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2009, impactou positivamente os investimentos dos municípios.

Encontraram um aumento médio de 603,07% dos recursos aplicados em saneamento e gestão ambiental em comparação com o quadriênio anterior ao início do ICMS Ecológico.

2.2.1 PSA no estado do Paraná

A Lei nº 17.134/2012, que institui o Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece que a implementação do PSA no estado dar-se-á nas modalidades: I - biodiversidade; II - unidades de conservação; III - recuperação da vegetação nativa, captura, fixação e estoque de carbono; IV - conservação de recursos hídricos. (art. 4º) (PARANÁ, 2012).

O Paraná definiu três projetos pilotos de PSA, em bacias com manancial de abastecimento: Bacia do Rio Piraquara; Bacia do Rio Miringuava e; Bacia do Rio São Cristóvão.

Por meio do Convênio 001/ANA/2014 e o comum interesse na conservação dos recursos hídricos, oportunizou uma efetiva parceria entre o Estado do Paraná e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, no contexto do Programa Produtor de Água (IAT, 2023a).

Outra modalidade de PSA em funcionamento no estado do Paraná é o Pagamento por Serviços Ambientais às Reservas Particulares do Patrimônio Natural – PSA/RPPN, que é uma categoria de unidade de conservação privada, criada pela vontade do proprietário.

O Projeto PSA às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (PSA/RPPN) visa conceder incentivos econômicos a proprietários de RPPN, para que melhorem a gestão da Unidade de Conservação privada e assim, aumentem a qualidade dos serviços ambientais que são fornecidos à sociedade pelas suas áreas naturais.

Além disso, objetiva promover a conservação e a restauração de processos ecológicos nas RPPNs, visando manter e ampliar o provimento dos serviços ecossistêmicos de conservação da biodiversidade (IAT, 2023b).

Em fevereiro de 2023 o Governo do Estado do Paraná, por meio do IAT e SIMEPAR, lançou a Cartilha de Apoio para Implantação do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais Municipais – PSAM, documento com objetivo de apresentar a proposta para o estabelecimento de PSAM às Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs e, em sendo o caso, a outras modalidades de áreas, com vistas a subsidiar a implantação desses programas pelos municípios paranaenses (IAT e SIMEPAR, 2023).

Para a precificação do PSA, a cartilha propõe que seja feita com base em valores de referência que representem o custo de oportunidade de se conservar os remanescentes nativos, ou seja, de não convertê-los em outros usos da terra, podendo ser usados como referência o valor médio da produção agropecuária por unidade de área e até mesmo valores informados pelos proprietários como “preço mínimo” de PSA pelo qual optariam por conservar no lugar de desmatar seus excedentes de vegetação nativa.

Neste custo de oportunidade de “não desmatar” ainda seria possível incluir o custo médio de manejo, ou seja, o custo médio da gestão da área natural, de forma que essa área cumpra com seus objetivos específicos definidos na Lei Federal nº 9.985/2000 e regulamentações (IAT e SIMEPAR, 2023).

Por fim, os valores recebidos como PSA podem e devem ser superiores aos investimentos previstos para a conservação das UCs, havendo, inclusive, lucro por parte do prestador do serviço de conservação.

Essa situação é que gera o incentivo à conservação, pois há remuneração pela atividade de conservar. Do contrário haveria apenas uma “compensação” total ou parcial das ações de conservação do proprietário particular (IAT e SIMEPAR, 2023).

2.3 VALORAÇÃO AMBIENTAL

No modelo econômico da concorrência perfeita, os preços são uma medida da escassez de recursos econômicos que se tornam transparentes para os agentes econômicos. O modelo se restringe pelo lucro dos produtores e a utilidade dos consumidores (ZANICHELLI, 2011).

No entanto, quando se trata de recursos naturais o mercado é imperfeito, de forma que a sociedade superexplora os recursos naturais (HOWARTH e NORGAARD, 1992). Os autores ainda lembram que se o valor dos serviços ambientais fosse conhecido, seria possível determinar como alocar eficientemente os recursos.

Uma das formas de se obter o valor de um bem ou serviço ambiental é por meio da observação das preferências dos agentes pela preservação, conservação ou utilização desse bem ou serviço.

Isso é possível perguntando aos indivíduos o quanto estariam dispostos a pagar – DAP pela preservação de um uso da floresta ou em quanto teriam que ser compensados pela perda deste uso, por exemplo (NOGUEIRA *et al*, 2000).

É possível estimar valores para os diversos usos de uma floresta, por meio do Valor Econômico Total – VET, que consiste na soma de valores de uso e valores de não uso de um determinado bem ou serviço ambiental ou de apenas um componente do patrimônio ambiental (SANT'ANA e NOGUEIRA, 2010). Os autores acrescentam que são considerados tanto valores físicos/econômicos, quanto valores fora da esfera econômica: éticos, culturais e morais.

Para Sant'ana e Nogueira o conceito de VET pode ser desagregado em:

- a) **Valor de Uso Direto**: estimativa do benefício advindo de uma atividade diretamente vinculada à floresta;
- b) **Valor de Uso Indireto**: o benefício é o resultado indireto das funções ecossistêmicas;
- c) **Valor de Opção**: são os valores de uso diretos e indiretos advindos futuramente, “that is, the value of the environment as a potential benefit as opposed to actual present value” (PEARCE *et alli*, 1990, p. 388);
- d) **Valor de Quase-Opção**: é o benefício de se manter o patrimônio ambiental para reter futuras opções que surgirem devido a avanços científicos e tecnológicos, e;
- e) **Valor de Existência**: refere-se ao benefício da simples existência do patrimônio ambiental, o valor de sua permanência para futuras gerações. (SANT'ANA e NOGUEIRA, 2010, p. 84).

Sobre o assunto, Maia *et al.*, (2004) afirmam que as características ambientais, como qualidade do ar e da água, geram grande influência na produtividade da terra e, conseqüentemente no preço de algumas propriedades, ao passo que os fluxos de bens e serviços ambientais gerados por meio do consumo definem os atributos relacionados ao seu valor de uso (direto, indireto ou de opção), os atributos relacionados à própria existência do recurso, sem nenhuma associação direta ao seu uso presente ou futuro, estabelecem o valor de não uso, ou valor de existência do recurso ambiental (MAIA *et al.*, 2004).

O Valor de Uso Direto advém do uso direto de bens ou serviços comercializados, tais como madeira, minério, carvão, animais, frutas, produtos medicinais, alguns destes comercializados em mercado, fato que facilita a valoração por possuírem preços de mercado (SANT'ANA e NOGUEIRA, 2010). No entanto, os autores lembram que, muitas vezes, tais preços não refletem o verdadeiro valor do bem ou serviço, ou seja, não refletem sua escassez.

O Valor de Uso Indireto refere-se aos benefícios resultantes de certas funções do ecossistema, que o ser humano consome de forma indireta, tais como: o sequestro de carbono, a proteção da bacia hidrográfica, a fertilização do solo e sua proteção contra erosões, a conservação da biodiversidade e a manutenção climática (SANT'ANA e NOGUEIRA, 2010).

De modo geral, é possível afirmar que, os métodos de valoração não possuem uma classificação rígida, taxativa, podendo-se utilizar diversos enfoques na aplicação dos mesmos, a depender dos propósitos.

Porém, para fins didáticos, torna-se interessante uma abordagem maleável desses métodos, que possibilite alterações que se fizerem necessárias durante suas aplicações (SANTOS, *et al.*, 2003).

Para viabilizar uma análise minimamente justa, é fundamental expressar não só os custos, mas também os benefícios da conservação em termos monetários, permitindo a comparação de valores entre essas duas grandezas.

Os métodos de valoração ambiental são voltados justamente a esse propósito, em se atribuir um valor monetário às variações de bem-estar que decorrem de alterações na disponibilidade dos recursos naturais (MOTTA, 1997; PERMAN *et al.*, 2003).

Costanza *et al* (1997) realizaram meta-análise de estudos de valoração ambiental, e estimaram em US\$33 trilhões/ano o valor monetário global desses serviços. A maioria dos estudos que serviram de base na pesquisa estimavam a “disposição de pagar” das pessoas pelos serviços ambientais.

Em 2014 os autores revisaram o estudo anterior, estimando em US\$145 trilhões/ano o valor global de serviços ambientais (COSTANZA *et al*, 2014). Todos são valores subestimados, mas oferecem imensa contribuição para a valorização dos serviços ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

2.3.1 Métodos de Valoração Ambiental

É possível classificar os métodos de valoração em dois grandes grupos: métodos indiretos e métodos diretos.

Os métodos indiretos buscam obter o valor do recurso por meio de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado, ao passo que, os métodos diretos buscam captar as preferências das pessoas valendo-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares para obter a disposição a pagar – DAP pelo bem ou serviço ambiental (MAIA *et al.*, 2004).

Os principais métodos de Valoração Ambiental utilizados e reconhecidos pela comunidade científica na atualidade, são expostos de forma visual a seguir (Quadro 1):

Quadro 1 – Métodos de Valoração Ambiental.

Métodos Indiretos	Produtividade Marginal	
	Mercado de Bens Substitutos	Custos Evitados
		Custos de Controle
		Custos de Oportunidade
Métodos Diretos	DAP* Indireta	Preços Hedônicos
		Custos de Viagem
	DAP* Direta	Método Contingente

Fonte: Adaptado de Maia *et al.*, (2004) e Sant’Ana e Nogueira (2010).

*DAP – Disposição a pagar do consumidor.

O **Método de Produtividade Marginal**, ou também chamado de Método Dose-Resposta – MDR, segundo descrito por Maia *et al.* (2004, p.7) “atribui um

valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade, ou qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado.”

O método é bastante útil quando o bem ou serviço ambiental a ser valorado não possui um mercado específico, porém atua como insumo intermediário na produção de outros bens, esses sim com um mercado definido (SANT’ANA e NOGUEIRA, 2010).

Neste caso, o papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função chamada ‘dose resposta’, capaz de relacionar o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado.

A função irá mensurar o impacto causado no sistema produtivo caso haja uma variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental e, a partir desta variação, a função estima o valor econômico de uso do recurso ambiental (MAIA *et al.*, 2004).

De acordo com Sant’Ana e Nogueira (2010) este método tem sido frequentemente utilizado para calcular o preço da madeira em pé. O valor da madeira em pé é encontrado por meio da subtração dos custos de corte, transporte, plantio e cultivo da árvore do preço final da madeira.

Mas os autores alertam para as limitações do método: o MDR apresenta somente um valor mínimo para o bem ou serviço em questão; esse valor poderá estar distorcido e; o MDR deixa de considerar em seus cálculos os impactos ambientais e sociais.

O Método Custos Evitados – MCE baseia-se nos gastos “preventivos” ou “defensivos” dos consumidores, ou seja, nos gastos com produtos capazes de substituir ou complementar alguma característica ambiental.

O objetivo é mensurar os custos acarretados pela escassez ou mudança de determinado bem ou serviço ofertado pelo meio-ambiente (SANT’ANA e NOGUEIRA, 2010).

Os autores apontam como limitação do método: a demanda por modelagens econométricas sofisticadas, o que o torna uma metodologia difícil e dispendiosa.

O **Método Custos de Controle** – MCC representa os gastos necessários para evitar que haja variações do bem ambiental de modo a garantir a qualidade dos benefícios que são gerados à toda a população.

Acarreta uma limitação do consumo presente do recurso ambiental com vistas a manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras (MAIA *et al.*, 2004). Seria uma poupança dos recursos no presente para permitir um uso futuro.

Para Maia *et al.* (2004) um exemplo de uso do Método de Custos de Controle são o tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios e; um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera.

Os autores afirmam que as maiores dificuldades do método estão relacionadas à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação.

O **Método do Custo de Reposição** – MCR considera os custos necessários para reposição ou reparação após o recurso natural ser danificado.

É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado (MAIA *et al.*, 2004).

Como lembram Sant'Ana e Nogueira (2010, p.91) “o MCR pressupõe que todos os estragos possam ser reparados, que existam substitutos e que nenhuma externalidade esteja associada com as despesas necessárias.”

Os autores alertam que o uso deste método para valoração de florestas é extremamente complexo, pois toda uma biodiversidade e ecossistema de uma floresta é praticamente impossível de retornar ao *status quo ante*.

O **Método de Custos de Oportunidade** – MCO considera o consumo de bens e serviços que foi abdicado, ou que se deixou de produzir em prol da conservação do ambiente, por exemplo os custos dos recursos alocados para investimentos e gastos ambientais (MOTTA, 1997).

A conservação ambiental gera um custo social e econômico que deve ser partilhado entre os diversos agentes que usufruem de seus benefícios.

Trata-se do custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas na área que está sendo protegida ou conservada, representando, portando, o valor econômico que a população deixa

de arrecadar em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais (MAIA *et al.*, 2004).

Os autores apresentam como exemplo um parque ou reserva florestal com exploração restrita, o custo de oportunidade de sua preservação seria dado pelos benefícios de uma possível atividade de exploração de madeira.

O custo de oportunidade representa o custo da escolha de uma alternativa em detrimento da outra. Toda área de conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam ser desenvolvidas na área protegida.

Ou seja, custo de oportunidade representa as perdas econômicas em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais. O benefício da conservação seria então o valor de uso dos recursos ambientais, estimados pela receita que deixa de ser gerada em virtude do não aproveitamento em outras atividades econômicas (MAIA, 2002).

Logo, Oliveira *et al.*, (2022) afirmam que o custo de oportunidade pode ser utilizado numa análise das receitas impedidas pelas restrições ambientais impostas às unidades de conservação e as receitas da atividade agrícola se esta fosse desenvolvida na área.

Segundo Sant'Ana e Nogueira (2010) “na existência de uma alta correlação entre os preços de propriedade e a variável ambiente, aconselha-se o uso do **Método de Preços Hedônicos** (MPH)”.

Este método utiliza as diferenças entre preços de propriedades para valorar o meio-ambiente.

A base deste método está na identificação de atributos ou características de um bem composto privado cujos atributos sejam complementares a bens ou serviços ambientais. Com isso é possível mensurar o preço implícito do atributo ambiental no preço de mercado quando outros atributos são isolados (MOTTA, 1997).

Um exemplo de utilização do método é o caso de florestas, em que se pode comparar os preços de dois imóveis com as mesmas características, porém um localizado próximo e outro distante de uma floresta, a diferença entre os preços indicaria a disposição a pagar pelos benefícios da floresta (NOGUEIRA e SOARES, 2006).

O **Método Custo Viagem** – MCV consiste na soma dos gastos efetuados pelas pessoas com o propósito de se deslocarem ao lugar onde podem usufruir dos benefícios advindos de serviços e bens ambientais (SANT’ANA e NOGUEIRA, 2010). Os autores apresentam como exemplo os gastos de viagem e hospedagem para visitar um parque nacional.

Sant’Ana e Nogueira (2010) ainda afirmam que a limitação do método é que, geralmente, as pessoas não se deslocam para visitar somente um lugar, mas aproveitam a estadia para visitar outros lugares.

Neste caso, o gasto total com a viagem não representaria o valor do parque, por exemplo.

O **Método de Valoração Contingente** – MVC consiste em determinar qual a disposição a pagar das pessoas – DAP para usufruir de um bem ou serviço ou, alternativamente, quanto elas teriam que ser compensadas para deixar de recebê-lo (SANT’ANA e NOGUEIRA, 2010).

É óbvio que cada pessoa tem um grau diferente de preferência por cada bem e serviço ambiental e essas preferências acabam evidentes quando as pessoas podem “comprá-los” por determinado preço (NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Sant’Ana e Nogueira (2010) apresentam como limitações do método, entre outros: a formulação dos questionários usados e a equipe de entrevistadores podem gerar influência nas respostas, alterando a pesquisa; as DAPs diferem entre países e, portanto, não se pode usar as DAPs de um país na valoração de bens e serviços de outros países e; o desconhecimento de alguns produtos e serviços ambientais dificulta a atribuição por indivíduos de um valor monetário.

Já para Motta (1997, p.32) “a grande vantagem do MVC, em relação a qualquer outro método de valoração, é que ele pode ser aplicado em um espectro de bens ambientais mais amplo”.

Quanto à escolha do método mais adequado, Maia *et al.*, (2004, p. 6) afirmam não ser possível comprovar a eficiência de um em relação a outro, mesmo porque não há como precisar o real valor de um recurso ambiental.

E complementam: “a escolha correta deverá considerar, entre outras coisas, o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo.”

2.3.2 Estoque de Carbono

Como sendo uma alternativa de mitigação, países desenvolvidos e também em desenvolvimento, concordam que as florestas têm papel fundamental na redução de emissões globais de GEE (HIGA, *et al.*, 2014). As florestas do mundo absorvem 16 bilhões de toneladas de CO₂ e emitem em média 8,1 bilhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera todos os anos por conta de desmatamento e degradação (HARRIS, *et al.*, 2021).

Atualmente a maior parte dos projetos elegíveis para certificação de redução de emissões é de energia renovável, mas o setor chamado de AFOLU (Agricultura, Floresta e Uso da Terra), que inclui projetos de reflorestamento e conservação de florestas, vem crescendo, saindo de 22% em 2016 e chegando a 52% dos créditos gerados em 2019 (Figura 1).

Os preços variam de acordo com o tipo de crédito no mercado voluntário, mas os projetos florestais são negociados com prêmio em relação ao mercado, em grande medida porque têm o que se chama de 'co-benefício', pois promovem a proteção da biodiversidade e atividades de desenvolvimento socioeconômico das comunidades tradicionais (DENOFRIO - FOREST TRENDS, 2019).

A precificação de carbono é um instrumento econômico fundamental que permite a incorporação dos custos sociais, econômicos e ambientais negativos decorrentes das emissões de gases de efeito estufa, além de ser mecanismo com custo-benefício comprovado e importância na transição para uma economia de baixo carbono.

Precificar o Carbono é internalizar os custos sociais gerados pelas emissões nos custos privados de produção, por meio do estabelecimento de um valor monetário para cada tonelada de CO₂e emitida (CEBDS, 2022).

Figura 1 – Volumes, valores e preços médios transacionados no mercado voluntário de carbono por categoria de projeto (2019).

Tipo	Volume (MtCO ₂ e)	Preço médio	Valor (US\$ mm)
Energias renováveis	42,4	US\$ 1,4	60,1
Florestas e uso da terra	36,7	US\$ 4,3	159,1
Gestão de resíduos	7,3	US\$ 2,5	18
Processos químicos e industriais	4,1	US\$ 1,9	7,7
Eficiência energética	3,1	US\$ 3,9	11,9
Transporte	0,4	US\$ 1,7	0,7

Fonte: Denofrio – Forest Trends, 2019.

Segundo Schmid (2011), na valoração dos serviços ambientais prestados pela floresta, em termos práticos, atualmente o único mercado já estabelecido, cujas bases são concretas e o nível de importância é significativo enquanto *commodity* ambiental, é o mercado de carbono, pois estoque de carbono seria o único serviço ambiental que o mundo atualmente apresenta disposição a pagar de forma significativa.

Neste cenário, as UCs possuem papel de grande importância para a conservação do estoque de carbono presente nas formações florestais e, há grande potencial econômico em termos da capacidade das UCs de reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE por desmatamento evitado (YOUNG e MEDEIROS, 2018).

Em tramitação no Congresso Nacional, o Projeto de Lei 5.518/2020, propõe a inserção da comercialização dos créditos de carbono no rol de atividades permitidas aos concessionários das florestas públicas, atualmente esse mecanismo é vedado pela Lei de Gestão de Florestas Públicas, Lei 11.284/2006 e que regulamenta a concessão para exploração econômica sustentável por parte da iniciativa privada (BRASIL, 2006; BRASIL, 2020).

Para calcular a emissão evitada por Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação – REDD, Young *et al.*, (2015) sugerem a

comparação entre os cenários com Unidade de Conservação e sem Unidade de Conservação, para identificar as áreas de desmatamento potencial.

Para calcular o estoque de carbono, ainda é necessário buscar, em estudo específico ou na literatura, a diferença de densidade de carbono por hectare de floresta e pastagem ou área de cultivo, pois essa diferença é suposta como a emissão que seria resultante de uma eventual queimada ou retirada da floresta para a conversão em uso agropecuário (YOUNG *et al.*, 2015).

As estratégias da conservação florestal, incluindo as UCs, tendem a ser muito mais baratas e eficazes que as políticas voltadas ao reflorestamento, uma vez que a recuperação de áreas desmatadas inclui custos de oportunidade da terra, custos de replantio, de insumo e mão de obra (YOUNG *et al.*, 2016).

Segundo os autores, no ano de 2016 o Brasil possuía 156,4 milhões de hectares protegidos por UCs, equivalendo a um estoque de carbono florestal superior a 71,7 GtCO_{2e}¹, equivalente a aproximadamente 31,5 vezes o total das emissões brasileiras para o ano de 2016.

É preciso lembrar que, o objeto de estudo do presente trabalho é a APA de Guaratuba, localizada no Bioma Mata Atlântica, que desde 2006 é especialmente protegido por Lei.

Assim, o manejo florestal madeireiro nessas áreas é restrito. O IBAMA aponta que, “com o crescente interesse em investimentos relacionados ao desmatamento evitado, os riscos associados ao mercado de carbono florestal reduziram”, fazendo com que o mercado para projetos na Mata Atlântica seja mais demandado no futuro (IBAMA, 2011, p.62).

As florestas têm importantes efeitos sobre os níveis de CO₂ na atmosfera. Segundo estimativas da FAO – *Food and Agriculture Organization*, apenas em sua biomassa, estão armazenados 283 gigatoneladas (Gt) de carbono (FAO, 2010).

Considerando que o Brasil é um país tropical, esse potencial deve ser ainda maior, devido às condições edafoclimáticas favoráveis se comparado a regiões temperadas (HIGA, *et al.*, 2014).

¹ GtCO_{2e} = gigatoneladas de CO₂ equivalente, ou ainda bilhão de toneladas de Dióxido de Carbono equivalente.

O estoque de carbono representa a quantificação da massa de carbono (C) encontrada nas frações da biomassa das florestas (HIGA, *et al.*, 2014).

Segundo Britez *et al.* (2006), a mensuração da biomassa florestal, seja em florestas plantadas ou naturais, implica na quantificação de quatro reservatórios de carbono: biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo (raízes), serrapilheira e necromassa.

Biomassa acima do solo

Inclui troncos, tocos, galhos, copa, sementes e folhas.

Biomassa abaixo do solo

Inclui raízes vivas, excluindo aquelas com diâmetro < 2 mm, pois estas não podem ser distinguidas da matéria orgânica do solo.

Serrapilheira

Inclui toda a biomassa morta acima do solo, inclusive madeira morta com diâmetro inferior a 2 cm, em vários estágios de decomposição.

Necromassa

Inclui toda a biomassa lenhosa morta caída no chão da floresta, que não faz parte da serrapilheira. Inclui o que já está caído no solo e também preso às árvores ou em pé, com diâmetro superior a 2 cm. (HIGA, *et al.*, 2014).

Especialmente durante a fase de crescimento, as árvores retiram CO₂ da atmosfera, o tronco de uma árvore chega a ser composto por 80% de carbono, portanto elas retiram, por hectare, 150 a 200 toneladas de CO₂ do ar (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Diferente das plantas de ciclo de vida curto que morrem e se decompõem rapidamente, as árvores são indivíduos de ciclo de vida longo que acumulam carbono em sua biomassa (SEDJO, 2001).

Estimada quantidade de carbono estocado na biomassa florestal, é hora de atribuir valor a este carbono, o que pode ser feito mediante duas perspectivas, segundo Valatin (2011):

(i) valor de mercado, em que os preços refletem diferenças de qualidade, condições de oferta e demanda, suportadas por fatores institucionais, como as molduras de regulação em que estes mercados operam e os custos de transação, sendo que esse mercado pode ser regulado (cobrem a maioria das transações globais, observando regras de regulação nacionais e internacionais que limitam as emissões de gases de efeito de estufa, estabelecendo os “tetos limite” das emissões) ou mercados voluntários (permitem a obtenção de

benefícios a indivíduos, famílias ou empresas, que por vontade própria atuam na redução de emissões de carbono).

(ii) valor social, cujas principais abordagens são: o custo social do Carbono, ou seja, custo relativo ao prejuízo marginal pela emissão de carbono; o custo de redução marginal, que se refere ao custo relativo à redução de emissões ou sequestro de carbono; a taxa sobre a emissão de poluente, referente a impostos pagos para o cumprimento de objetivos de estabilização climática.

No contexto específico desta tese, busca-se valorar a importância da APA estadual de Guaratuba para a conservação do carbono florestal.

Admitiu-se, ainda, que a APA de Guaratuba seja de grande relevância para a conservação de outros serviços ecossistêmicos, cujas estimativas de seus valores fogem ao escopo da presente Tese.

Não obstante, entendeu-se ser fundamental que os benefícios ambientais decorrentes da APA de Guaratuba sejam considerados em sua integridade em análises de custo-benefício, de modo que as estimativas aqui realizadas representam apenas uma parcela dos benefícios ambientais providos à sociedade por essa Unidade de Conservação.

Para fins comparativos, em estudos sobre estimativa de estoque de carbono em mata ciliar, no Município de São Paulo (SP), Velasco e Higuchi (2007), encontraram uma estocagem de carbono equivalente a 145,26 t C ha⁻¹. Os autores concluíram que o carbono sequestrado estimado por um hectare equivale à emissão de vinte veículos.

2.3.3 Receitas Tributárias

Os impostos são o custo de funcionamento que se paga para garantir uma sociedade civilizada com acesso aos direitos sociais velados pelo art. 6º da Constituição Federal de 1988, como saúde, educação, lazer, segurança e bem estar (BRASIL, 1988).

O Sistema Tributário Brasileiro surgiu com a Emenda Constitucional 18, de 1º de dezembro de 1965, que no art. 1º, determinou a sua composição em impostos, taxas e contribuições de melhoria, consolidando-se num sistema uno

e nacional. O atual sistema está fundamentado nos artigos 145 a 156 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (LIMA e REZENDE, 2019).

O tributo ambiental também chamado "tributo verde" está vinculado à função extrafiscal ambiental (LOPES, 2008). Para Rossi *et al.* (2011), os tributos ambientais, sentido amplo, têm a destinação dada ao valor arrecadado, pois sua finalidade extrafiscal, independentemente de incidir sobre atividade poluente ou ambientalmente indesejável, podem ser chamados de tributos premiais, pois incentivam atividades ambientalmente benéficas ou responsáveis.

O tributo ambiental mais expressivo atualmente é o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços Ecológicos – ICMS-E, porém, para entender sua aplicação, faz-se necessário, primeiramente, esclarecer que o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS é um imposto que incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e sobre as prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, mesmo aquelas operações e prestações iniciadas no exterior.

O ICMS é um tributo de competência estadual que se constitui na principal fonte de receita tributária. Como a sua base de cálculo é "*ad valorem*", ele acompanha a evolução dos preços das mercadorias que são tributadas e essa característica. Constitui a forma mais elementar de indexação de um imposto, ou seja, ao passo que os preços aumentam, isso em parte se reflete na arrecadação do imposto.

Entretanto, a queda ocorre devido ao fato de que o recolhimento do ICMS não é imediato, na realidade, a existência dos prazos de recolhimento do ICMS, dentre outros fatores, contribui para a perturbação das finanças estaduais (MENEGETTI NETO, 1990).

A Constituição da República Federativa do Brasil – CRFB de 1988, no art. 155 apresenta os detalhes acerca da competência estadual e do Distrito Federal para a arrecadação do ICMS, sendo que no §2º são previstos cinco fatos geradores distintos do ICMS: sobre operações relativas à circulação de mercadorias; sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal; sobre prestação de serviços de comunicação; sobre produção, importação, circulação, distribuição ou consumo de energia elétrica e sobre extração, circulação, distribuição ou consumo de minerais (BRASIL, 1988).

Cabe lembrar que, se não houvesse a expressa previsão da Constituição em relação à incidência de ICMS nas operações de fornecimento de energia elétrica (art. 155, §§ 2º, “b”, e 3º), essas operações não seriam atingidas pelo imposto, isto porque a energia elétrica não constitui um bem que se transporta, ao menos no conceito tradicional de mercadoria (CEZAROTI, 2005).

A CRFB (1988) ainda estabelece que 25% (vinte e cinco por cento) do total de arrecadação do ICMS pelos estados pertence, obrigatoriamente, aos municípios. Estabelece ainda, conforme parágrafo único do art. 158, que até ¼ (um quarto) deste percentual pode ser creditado conforme disposto em lei estadual.

Ou seja, cada Estado da Federação tem liberdade para adotar regras próprias relativas à distribuição desse imposto, em ¼ (um quarto), respeitando os requisitos mínimos fixados na Constituição Federal de 1988. É nesse interim que surge a legalidade para a existência do ICMS Ecológico ou ICMS Verde, que leva em consideração critérios ambientais no momento da distribuição do tributo aos municípios.

O estado do Paraná foi o primeiro a implementar e regulamentar o ICMS-E em seu território, o que aconteceu no ano de 1991 por meio da Lei Complementar nº 59, que será adiante explanada. Além do Paraná, os Estados do Acre, Amapá, Ceará, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo, e Tocantins regulamentaram e instituíram em seus territórios o ICMS ecológico até janeiro de 2023.

O estado da Paraíba possuía uma lei suspensa sobre a temática, a Lei nº 9.600, de 21 de dezembro 2011, que disciplinava a participação dos municípios na arrecadação do ICMS, mediante repasse ecológico. A Lei teve sua constitucionalidade questionada pelo Tribunal de Justiça por haver destinado somente 70% em relação ao valor adicionado pelo município; 20% de forma equitativa; 5% em relação às unidades de conservação; e 5% relativos ao tratamento de resíduos. A Lei 9.600 de 2011 foi julgada inconstitucional em 21 de fevereiro de 2019 (Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 0117269-52.2012.815.0000).

2.3.4 O ICMS-E do estado do Paraná

Segundo Loureiro (2020), no Estado do Paraná, quanto à conservação da biodiversidade, a Lei do ICMS-E tem os seguintes objetivos: (a) aumento do número e da superfície de unidades de conservação e outras áreas especialmente protegidas (dimensão quantitativa); (b) regularização, planejamento, implementação e busca da sustentabilidade das unidades de conservação (dimensão qualitativa); (c) incentivo à construção dos corredores ecológicos, por meio da busca da conexão de fragmentos vegetais; (d) adoção, desenvolvimento e consolidação institucional, tanto em nível estadual, quanto municipal, com vistas a conservação da biodiversidade e, (e) busca da justiça fiscal pela conservação ambiental.

A Lei Paranaense nº 9491, de 21 de dezembro de 1990, estabelece critérios para fixação dos índices de participação dos municípios no produto da arrecadação do ICMS, dispondo que, 8% deve considerar a produção agropecuária no território dos municípios em relação à produção do Estado, segundo dados fornecidos à Secretaria de Estado da Fazenda pela Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (PARANÁ, 1990a).

Art. 1º Para efeito da fixação dos índices de participação dos municípios no produto da arrecadação do imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação - ICMS, a partir do exercício financeiro de 1991, serão observados os seguintes critérios:

[...]

II - oito por cento (8%) considerada a produção agropecuária no território do município em relação à produção do Estado, segundo dados fornecidos à Secretaria de Estado da Fazenda pela Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, observado o seguinte:

a) o Estado apurará a relação percentual entre o valor da produção agropecuária em cada município e o valor total do Estado considerando a média dos índices apurados nos dois anos civis imediatamente anteriores ao da apuração;

b) para o exercício de 1991, serão considerados os valores declarados relativos à comercialização de produtos primários apropriados no cálculo do índice definitivo constante do Decreto nº 7.259, de 28 de agosto de 1990;

[...]

(PARANÁ, 1990a).

A Lei Complementar Paranaense nº 59 estabelece os critérios ambientais considerados na repartição dos 5% (cinco por cento) do ICMS, levando em conta a presença de mananciais de abastecimento de água (2,5% - dois e meio por cento) e a presença de Unidades de Conservação (2,5% - dois e meio por cento):

Art.4º. A repartição de cinco por cento (5%) do ICMS a que alude o artigo 2º da Lei Estadual nº 9491, de 21 de dezembro de 1990, será feita da seguinte maneira:

- cinqüenta por cento (50%) para municípios com mananciais de abastecimento. (*sic*)

- cinqüenta por cento (50%) para municípios com unidades de conservação ambiental. (*sic*)

Parágrafo único. No caso de municípios com sobreposição de áreas com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, será considerado o critério de maior compensação financeira.

Art.5º. Os critérios técnicos de alocação dos recursos serão definidos pela entidade estadual responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos e meio ambiente, através de Decreto do Poder Executivo, em até sessenta (60) dias após a vigência da lei (*sic.*) (PARANÁ, 1991).

Ou seja, além dos diversos benefícios já apresentados sobre as Unidades de Conservação, esses espaços territoriais especialmente protegidos ainda geram transferência de recursos estaduais para os seus municípios por meio do ICMS-E.

De acordo com Monzoni e Sabbagh (2005), o ICMS-E tem apresentado excelentes resultados onde implementado, tais como o aumento significativo do número e tamanho de áreas protegidas e recuperação de áreas que estavam degradadas, melhoria na qualidade da conservação e da infraestrutura dos serviços locais (estradas, eletrificação e recursos hídricos), expansão do turismo rural e ecoturismo, além da disseminação pública de uma agenda ambiental municipal e da promoção de justiça fiscal.

A competência para estabelecer os critérios técnicos de alocação dos recursos, mencionada no art. 5º da LC nº 59, é do Instituto Água e Terra do Paraná – IAT, antigo Instituto Ambiental do Paraná – IAP (PARANÁ, 1991). O art. 6º do mesmo diploma legal sofreu alteração por ocasião da edição da Lei Complementar 228, de 04 de dezembro de 2020, passando a vigorar com a seguinte redação:

Art. 6º Os percentuais relativos a cada município serão anualmente calculados pela entidade responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos e meio ambiente e divulgados em Portaria publicada em Diário Oficial e informados à Secretaria de Estado da Fazenda para sua implantação (PARANÁ, 2020a).

Segundo o próprio IAT, no Termo de Referência para preenchimento das tábuas de avaliação do ICMS-E por Biodiversidade, a metodologia de avaliação, considera, além dos aspectos inerentes à área protegida, também os aspectos relativos à atuação de cada um dos Municípios contemplados, isso porque os Municípios não são obrigados a vincular a utilização destes recursos, conforme inciso IV, do art. 167, da CRFB/1988 (IAP, 2019).

De acordo com o IAT, são 102 (cento e dois) critérios que devem ser preenchidos nas Tábuas de avaliação dos municípios. Destes 102 critérios, 40 (quarenta) são aplicados diretamente às APAs, conforme Modelos de Tábuas Padrão por Categoria de Manejo e Âmbito de Gestão (ANEXO 1).

Ainda, a Portaria 263 de 1998 do IAT estabelece os procedimentos de cálculo do Índice Ambiental por município, originado pela impossibilidade do uso do solo para atividades de produção de alto impacto, e outras atividades incompatíveis com a conservação da biodiversidade da Unidade de Conservação, mensurado pelo Coeficiente de Conservação da Biodiversidade – CCB. No art. 16 da referida Portaria, lê-se:

Art. 16 - O cálculo do Coeficiente de Conservação da Biodiversidade de Interface será precedido da investigação da Unidade de Conservação e seu respectivo entorno, quando for o caso, conforme segue:

I) classifica-se a Unidade de Conservação por categoria de manejo e respectivos Fatores de Conservação básico (FCb), de acordo com o Anexo III desta Portaria;

II) classifica-se a Unidade de Conservação, segundo a sua qualidade física, a saber:

a) qualidade física satisfatória - é a porção do território da Unidade de Conservação, com características suficientes para sua identificação plena com a categoria de manejo da respectiva área;

b) qualidade física insatisfatória - é a porção do território da Unidade de Conservação, com características insuficientes para sua identificação plena com a categoria de manejo da respectiva área;

c) área em recuperação - é a porção do território da Unidade de Conservação, com características insuficientes para identificá-la

plenamente com a categoria de manejo da respectiva área, porém, em processo de recuperação, através de plano próprio submetido, aprovado e monitorado pela DIBAP, através das unidades administrativas descentralizadas do IAP, que contenham no mínimo:

- a) identificação do Projeto;
 - b) localização e caracterização do(s) problema(s);
 - c) análise sintética das alternativas de solução do(s) problema(s);
 - d) objetivos a serem alcançados;
 - e) atividades a serem desenvolvidas;
 - f) metas a serem alcançadas e cronograma de execução;
 - g) formas objetivas de avaliação dos resultados alcançados;
 - h) cronograma de crédito do ICMS ao município;
 - i) responsável pelo Projeto e pela execução;
- III) avaliação ou reavaliação anual da qualidade das Unidades de Conservação e seu entorno e das Áreas Especialmente Protegidas, quando for o caso, através de Tábuas de Avaliação, definidas conforme o parágrafo 4º deste artigo, de acordo com escores alcançados dentro de intervalos mínimos e máximos, por categorias de manejo, bioma, domínio e âmbito de gestão governamental, conforme discriminado no Anexo III desta Portaria.
- [...] (IAP, 1998).

Ainda no artigo 16, §2º da Portaria IAP, fica claro que as UCs poderão ter tratamento diferenciado em relação a seu peso ponderado, de acordo com as categorias de manejo e com a seguinte ordem de prioridade: a) Unidades de Conservação de âmbito municipal; b) Unidades de Conservação de âmbito estadual; c) Unidades de Conservação de âmbito federal (IAP, 1998).

Coeficientes de Conservação da Biodiversidade – CCB podem variar de 0,08 (para APAs e Áreas de Especial Interesse Turístico – AEIT) à 27 (para Parques), a depender do tipo de formação florestal (Estacional Semi-decidual, Ombrofila Mista ou Ombrófila Densa), domínio (público ou privado) e esfera (municipal, estadual ou federal) (ANEXO 2).

No §4º do artigo 16 da mesma Portaria IAP restou expressa a possibilidade de macrovariáveis serem utilizadas como parâmetros para a avaliação e definição do cálculo do CCB.

§ 4º - Em conformidade com o disposto nos artigos 3º e no § 2º do artigo 4º do Decreto Estadual nº 2.791/96, as Tábuas de Avaliação conterão, quando for o caso, variáveis devidamente conceituadas e parametrizadas no Termo de Referência com base nas seguintes macrovariáveis:

- a) qualidade física da Unidade de Conservação;

- b) qualidade biológica da Unidade de Conservação;
- c) qualidade dos recursos hídricos da Unidade de Conservação e seu entorno;
- d) representatividade física da Unidade de Conservação;
- e) qualidade do Planejamento, Implementação, Manutenção e Gestão da Unidade de Conservação;
 - e.1) planejamento;
 - e.2) infra-estrutura;
 - e.3) equipamentos;
 - e.4) equipamentos audio-visual;
 - e.5) equipamentos de apoio;
 - e.6) pessoal e capacitação;
 - e.7) pesquisa nas Unidades de Conservação;
 - e.8) legitimidade da Unidade de Conservação para a comunidade;
 - e.9) outros itens correlatos;
- f) excedente dos Termos de Compromisso em relação ao conjunto de variáveis de determinada Unidade de Conservação;
- g) desenvolvimento de variáveis específicas para as Unidades de Conservação;
- h) análise suplementar das ações do município prioritariamente nas funções: habitação e urbanismo, agricultura e saúde e saneamento;
- i) apoio aos agricultores e comunidades locais;
- j) evolução do nível de penalidades, no âmbito do município, pelos Poderes Públicos;
- k) outras variáveis atinentes ao tema. (*sic.*) (IAP, 1998).

Os critérios técnicos de alocação de recursos referidos na Lei Estadual Complementar nº 59 são definidos pelo Decreto Estadual nº 2.791/96 e Portaria 263 do IAP. As fórmulas utilizadas estão reproduzidas a seguir (Quadro 2).

Quadro 2: Conceitos e fórmulas dos Coeficientes de Conservação da Biodiversidade e Índices ambientais, originados por UC.

COEFICIENTE DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - CCB		
TOTALIDADE	CONCEITO	FÓRMULA
Coeficiente de Conservação da Biodiversidade Básico	É a razão entre a superfície da UC contida dentro do território de um determinado município, pela superfície total do respectivo município, mantido uma mesma unidade de medida, corrigido por um Fator de Conservação (FC) definido de acordo com a Categoria de Manejo.	$CCB_{ij} = \frac{A_{uc}}{A_m} \times F_c$
Coeficiente de Conservação da Biodiversidade por Interface	É a razão entre a superfície da UC contida dentro do território de um determinado município, pela superfície total do respectivo município, mantido uma mesma unidade de medida; corrigido por um Fator de Conservação	

	(FC), definido de acordo com a Categoria de Manejo, e passível de sofrer incremento em função do nível de qualidade da UC (ou parte) incidente no território municipal, determinado por escores a partir da aplicação de uma tábua de avaliação e ponderada por um peso equivalente (parâmetros definidos no anexo III da Portaria IAP nº 126/96 do IAP)	$CCBIj$ $= [CCBi + CCBIj \times \Delta Quc] P$
<i>Coeficiente de Conservação da Biodiversidade para o município</i>	É a soma de todos os Coeficientes de Conservação da Biodiversidade de Interface, calculados para um determinado município	$CCBMi = \sum CCBIj$
ÍNDICE AMBIENTAL POR BIODIVERSIDADE - IABIO		
<i>REFERÊNCIA</i>	<i>CONCEITO</i>	<i>FÓRMULA</i>
<i>Índice ambiental ou fator ambiental</i>	É a razão entre o Coeficiente de Conservação da Biodiversidade calculado para determinado município (CCBMi), pelo somatório dos Coeficientes de Conservação da Biodiversidade calculado para todos os municípios do Estado, percentualizado e corrigido 1/2, por corresponder a cinquenta por cento dos recursos totais a ser repassado aos municípios	$FM2i = 0,5 \times \frac{CCBM}{\sum CCBM} \times 100$

Fonte: A Autora (2022), baseada na Portaria-IAP nº 263 (1998) e Decreto Estadual nº 2.791/96.

Notas: i: variando de 1 até o total de nº de municípios beneficiados; j: variando de 1 ao nº total de Unidades de Conservação, a partir de suas interfaces, registradas no cadastro. CCBij = Coeficiente de Conservação da Biodiversidade básico; Auc = área da unidade de conservação no município, de acordo com sua qualidade física; Am = área total do território municipal; Fc = fator de conservação, variável, atribuído às Unidades de Conservação em função das respectivas categorias de manejo; CCBIj = Coeficiente de Conservação da Biodiversidade por Interface; ΔQuc = variação da qualidade da Unidade de Conservação; P = peso ponderado na forma do §2º do art. 3º do Decreto Estadual 2.791/96; CCBMi = Coeficiente de Conservação da Biodiversidade para o Município, equivalente a soma de todos os Coeficientes de Conservação de Interface calculados para o município; FM2i = percentual calculado, a ser destinado ao município, referente às unidades de conservação, Fator Municipal 2, ou índice ambiental.

Além do CCB, ainda é aplicado um escore para cada Unidade de Conservação, determinado a partir da aplicação de uma tábua de avaliação e ponderada por um peso equivalente, conforme exemplo no Anexo 2 (parâmetros definidos no anexo III da Portaria IAP nº 126/96 do IAP).

Assim, o IAT é responsável pelo cálculo e publicização dos resultados do ICMS-E que é redistribuído aos municípios paranaenses em decorrência da presença de UCs em seus limites territoriais, e o faz mensalmente.

2.4 SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – UCs

Áreas especialmente protegidas em decorrência de sua importância ambiental existem no país desde a criação do Parque Nacional do Itatiaia, em 1937 (MILARÈ, 2015). O Código Florestal de 1965 (Lei 4.771) positivou a criação de Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, Reservas Biológicas e Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais (BRASIL, 1965). Mas foi a Constituição da República Federativa do Brasil – CRFB de 1988 que denotou a real importância desses espaços territoriais (BRASIL, 1988), que passaram a constituir um dos principais instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente – Lei 6.938/81.

Em 2000, por meio da Lei 9.985, os incisos I, II, III e VII do artigo 225 da CRFB/1988, foram regulamentados, e a Lei passou a ser conhecida como Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e em seu segundo artigo dá conta de conceituar unidades de conservação como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção; (BRASIL, 2000).

As unidades de conservação são divididas em dois grupos, as *Unidades de Proteção Integral* com objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei e; as *Unidades de Uso Sustentável* cujo objetivo principal é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, nesta categoria se enquadram as Áreas de Proteção Ambiental – APAs (BRASIL, 2000).

Registre-se importante resultado de uma auditoria do Tribunal de Contas da União – TCU que concluiu que, apesar da notável falta de recursos para a gestão de UCs no país, a existência de áreas protegidas tende a inibir o desmatamento local. A auditoria apontou que a probabilidade de ocorrência de desmatamento fora de áreas de UCs é cerca de 4,3 vezes maior que em UCs (TCU, 2013).

As Áreas de Proteção Ambiental – APAs são definidas no SNUC como áreas em geral extensas, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais relevantes para a qualidade de vida e bem-estar das populações humanas, e cujos objetivos básicos são proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Ainda, a Lei estabelece que as APAs podem ser constituídas por terras públicas ou privadas, sendo que áreas privadas podem sofrer restrições para a utilização. As condições para a realização de pesquisa científica e visitação em área de domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade e de domínio privado pelo proprietário (BRASIL, 2000).

Apenas a título ilustrativo, em janeiro de 2023 segundo o sitio eletrônico do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, existiam 37 (trinta e sete) APAs federais no Brasil (ICMBio, 2023). E de acordo com o Instituto Água e Terra do Paraná – IAT no estado existem 9 (nove) APAs, sendo elas: APA do Rio Verde; APA Estadual da Escarpa Devoniana; APA Estadual da Serra da Esperança; APA Estadual de Guaraqueçaba; APA Estadual do Passaúna; APA Estadual do Iraí; APA Estadual do Pequeno; APA Estadual do Piraquara e; APA Estadual de Guaratuba (IAP², 2019).

A Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba será caracterizada, em detalhes, adiante, no tópico 3.1 Área de Estudo, onde será possível entender melhor suas características e importância, tanto ambiental como social e econômica.

Juntos, os 6 (seis) municípios que compõem a APA de Guaratuba, somam 29 (vinte e nove) Unidades de Conservação, além da própria APA de Guaratuba. Destas 29 UCs, apenas 15 (quinze) estão contribuindo com a arrecadação mensal de ICMS-Ecológico para estes municípios.

² No fim de 2019, por meio da Lei do Estado do Paraná nº 20.070 de 18.12.2019, o Instituto Ambiental do Paraná – IAP incorporou o Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná e o Instituto das Águas do Paraná, passando a ser chamado de Instituto Água e Terra – IAT.

2.4.1 UCs em Guaratuba

O município, além da APA de Guaratuba, possui apenas mais uma Unidade de Conservação, e que contribui na arrecadação de ICMS-E, o Parque Nacional – PN Guaricana.

O PN Guaricana foi criado pelo Decreto s/n de 13 de outubro de 2014. Está inserido no Bioma Mata Atlântica, possui área total de 49.286,87 hectares, localizado nos Municípios de Guaratuba, Morretes e São José dos Pinhais, na Serra do Mar, “com os objetivos de garantir a preservação de remanescentes de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila mista, incluídos flora, fauna, recursos hídricos e geológicos, geomorfologia e paisagens naturais associadas” (BRASIL, 2014).

Em que pese a criação do Parque Nacional Guaricana ter ocorrido no ano de 2014, foi apenas em 2021 que esta UC passou a contribuir para a arrecadação de ICMS-E do município de Guaratuba, com o montante de R\$ 1.175.575,06 (um milhão cento e setenta e cinco mil quinhentos e setenta e cinco reais e seis centavos) naquele ano.

No mesmo ano de 2021, em que o PN Guaricana gerou uma arrecadação de R\$ 1.175.575,06 em ICMS-E, a APA de Guaratuba contribuiu com R\$ 2.257.062,50 equivalente a quase o dobro.

2.4.2 UCs em Matinhos

O município, além da APA de Matinhos, possui mais duas Unidades de Conservação, o Parque Nacional – PARNA Saint-Hilaire/Lange e o Parque Estadual – PE do Rio da Onça, sendo que arrecadando ICMS-E, apenas o Parque Estadual – PE do Rio da Onça, que, atualmente possui área de 118,5 ha, porém, o Decreto 11.489 de 24 de junho de 2022 ampliou a área do Parque em 14 (quatorze) vezes, passando para 1.659,7 hectares, este assunto será retomado na seção 4.4.2.

O Parque foi criado inicialmente com o nome de Parque Florestal do Rio da Onça, pelo Decreto Estadual nº 3.825 de 04 de junho de 1981, só em 23 de janeiro de 2012, por meio do Decreto 3.741, passou a denominar-se PE do Rio

da Onça, atendendo ao previsto no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (PARANÁ, 1981; PARANÁ, 2012).

O nome Rio da Onça foi atribuído devido a possível existência da onça-parda, também conhecida como puma na região. Atualmente este animal dificilmente é visto no Parque.

Mesmo sendo criado para proteger uma porção da vegetação da planície litorânea, o Parque foi usado de 1968 até meados da década de 1990 como lixão. Esse lixo ainda se encontra depositado no interior da UC (IAT, 2022).

2.4.3 UCs em Tijucas do Sul

O município de Tijucas do Sul tem na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba sua única fonte de arrecadação de ICMS-Ecológico e também sua única Unidade de Conservação até a publicação desta Tese.

É possível que esta realidade mude nos próximos anos, vez que o município, em 21 de junho de 2021, publicou a Lei 758 que regulamenta a criação de Parques Municipais em Tijucas do Sul, visando a promoção e proteção do meio ambiente, saúde, prática de esporte e bem-estar da população, pesquisas científicas, recuperação de áreas degradadas, assim como desenvolvimento do turismo local, devendo para tanto, obedecer às regras específicas contidas no Plano Diretor Municipal e às normas regulamentadoras do IAT - Instituto Água e Terra (TIJUCAS DO SUL, 2021).

Art. 3º Nas dependências de parques ambientais municipais não será admitida a implantação de atividades industriais ou de prestação de serviços que causem danos ambientais à vida da flora e fauna existentes nos parques ora instituídos.

Parágrafo único. Fica autorizada a realização de atividades comerciais por meio de parcerias com Organizações da Sociedade Civil - OSC após regular procedimento de chamamento público.

Art. 4º A Prefeitura Municipal de Tijucas do Sul poderá buscar a colaboração de instituições públicas ou privadas, municipais, estaduais ou federais, visando a efetiva implantação, conservação, desenvolvimento e manejo nos parques.

Parágrafo único. Os recursos necessários para a implantação dos parques ambientais serão oriundos de dotação orçamentária própria do Município, podendo receber doações de instituições, conveniadas e de entidades públicas, através de

fundo específico, bem como de terceiros que realizem doações para a municipalidade com esse fim. (TIJUCAS DO SUL, 2021).

Assim, é possível que em alguns anos o município de Tijucas do Sul tenha uma maior participação na arrecadação e ICMS-Ecológico, visto os incentivos, até mesmo financeiros, para a implementação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral, do tipo Parques.

2.4.4 UCs em São José dos Pinhais

Em São José dos Pinhais existem, além da APA de Guaratuba, outras 5 (cinco) Unidades de Conservação, Área Especial de Interesse Turístico – AEIT do Marumbi, APA de Piraquara, APA do Rio Pequeno, Parque Nacional – PN Guaricana e Parque Municipal – PM da Fonte, destas, apenas a última, PM da Fonte, arrecadou ICMS-E para o município durante todo o período estudado, as demais passaram a ser contabilizadas para fins de arrecadação apenas no ano de 2021.

O PM da Fonte possui aproximadamente 3,5 hectares de área, topografia suave, trilhas para caminhada, mini palco e uma “Fonte de Água”. Trata-se de um parque urbano com reserva de 70% de vegetação nativa e Araucárias.

Ainda conta com pista de caminhadas, palco para apresentações culturais e uma casa de madeira que durante o mês de dezembro se torna a Casa do Papai Noel, que recebe em média 100 mil visitantes por ano (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 2022).

Não foi encontrado documento oficial de criação deste Parque. Buscas foram realizadas nas páginas do IAT, do ICMBio e da Prefeitura de São José dos Pinhais.

Após todas as tentativas, foi estabelecido contato via App de troca de mensagens com um funcionário da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São José dos Pinhais, que disponibilizou cópia do Decreto 179 de 03 de outubro de 1997, que declara de utilidade pública, para fins de desapropriação as áreas de terreno lá descritas para finalidade, dentre outras, de manutenção de um bosque lá existente, o Parque Municipal da Fonte (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 1997).

2.4.5 UCs em Paranaguá

Em Paranaguá, além da APA Estadual de Guaratuba, existem outras 11 (onze) Unidades de Conservação oficialmente reconhecidas, APA Estadual de Guaraqueçaba, APA Federal de Guaraqueçaba, Área de Terra Indígena – ATI Ilha da Cotinga, EE da Ilha do Mel, EE do Guaraguaçu, EE Federal de Guaraqueçaba, PE da Ilha do Mel, PE do Palmito, PE Ilha das Cobras, PN Saint-Hilaire Lange e RPPN Encontro das Águas.

Destas 11 (onze) UCs, 6 (seis) contribuíram para a arrecadação de ICMS-E do município de Paranaguá durante todo o período estudado e passarão a ser analisadas: APA Federal de Guaraqueçaba, Área de Terra Indígena – ATI Ilha da Cotinga, EE da Ilha do Mel, PE da Ilha do Mel, EE do Guaraguaçu e PE do Palmito. No ano de 2021 foram incluídas no cálculo para repasses do imposto as UCs: APA Estadual de Guaraqueçaba, EE Federal de Guaraqueçaba, PE Ilha das Cobras e PN Saint-Hilaire Lange.

A Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba é uma UC Federal, com 282.446,36 hectares de extensão e foi criada em 1985, por meio do Decreto 90.883 (ICMBio, 2022) com a finalidade de proteger o entorno da Estação Ecológica de Guaraqueçaba, localizada nos Municípios de Guaraqueçaba, Antonina e Paranaguá, no Estado do Paraná.

Nesta UC encontram-se espécies raras e ameaçadas de extinção, o complexo estuarino da Baía de Paranaguá, os sítios arqueológicos (sambaquis) e as comunidades caiçaras integradas no ecossistema regional (BRASIL, 1985).

Área de Terra Indígena – ATI Ilha da Cotinga é uma UC que abriga o povo Tupi-Guarani e segundo a Organização Terras Indígenas no Brasil, vivem atualmente 52 pessoas nesta TI (TERRAS INDÍGENAS NO BRASIL, 2022).

Ainda de acordo com a Organização, a ATI Ilha da Cotinga possui 1.750,73 ha de extensão e foi criada pelo Decreto s/n de 16 de maio de 1994, estando localizada 100% no município de Paranaguá.

O referido Decreto homologa a demarcação administrativa, promovida pela Fundação Nacional do Índio – Funai, da Área Indígena Ilha da Cotinga, caracterizada como de posse imemorial indígena do Grupo Guarani M'bya (BRASIL, 1994).

A Estação Ecológica – EE da Ilha do Mel, foi criada em 1982, por meio do Decreto Estadual 5.454/1982, com 2.240,69 ha de área, na qual são priorizadas a preservação dos ecossistemas (manguezais, restingas, brejos litorâneos e caxetais) e a pesquisa científica. Na Estação Ecológica a visitação pública é restrita, sendo aberta apenas com a finalidade de educação ambiental (IAP, 1996).

A EE da Ilha do Mel ocupa a maior parte do território da Ilha. Limita-se, a Oeste, com a área do povoado de cultura tradicional da Ponta Oeste; ao Leste, limita-se com o Morro da Baleia, onde está a pequena comunidade de Fortaleza e o Forte de Nossa Senhora dos Prazeres, construído no período colonial; ao Sul, limita-se com a área urbanizada de Nova Brasília e Farol, que concentram a maior oferta dos serviços turísticos de alimentação e hospedagem local (GONZAGA *et al.*, 2014).

Vinte anos após a Criação da EE da Ilha do Mel, foi criado o Parque Estadual – PE da Ilha do Mel, por meio do Decreto Estadual nº 5.506/2002, com 337,84 ha de área, cujo objetivo é proteger uma área de fragilidade ambiental ao sul da Ilha, onde se localizam os mananciais de abastecimento local, os sítios históricos e arqueológicos, e ainda um bosque remanescente de Floresta Atlântica à beira mar (PARANÁ, 2002).

Diferente da porção da Ilha destinada à Estação Ecológica, cuja visitação é restrita, Parques são as Unidades de Conservação mais atrativas para o ecoturismo, necessitando de infraestrutura administrativa adequada, como trilhas, sinalização, planejamento e atendimento profissional, para que sejam observadas as diretrizes do Plano de Manejo, ao mesmo tempo que a visitação seja satisfatória aos visitantes (COSTA, 2002).

Com área total de 1.150 ha a Estação Ecológica do Guaraguaçu é uma Unidade de Conservação Estadual de proteção integral criada pelo Decreto Estadual nº 1.230 de 27 de março de 1992. Está localizada na planície costeira paranaense e constitui-se em um dos últimos remanescentes bem preservados da Floresta Atlântica, com entorno, também chamada de zona de amortecimento, englobando áreas dos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos (IAP, 1992).

A EE de Guaraguaçu constitui uma das últimas áreas ao longo do litoral paranaense que apresenta ambientes com características primitivas ainda mantidas, sendo considerada patrimônio natural.

A presença de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção, citando entre outras o palmito-juçara (*Euterpe edulis*), a caxeta (*Tabebuia cassinoides*), além de bromélias e orquídeas ornamentais, o jaó-do-litoral (*Crypturellus noctivagus*), o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), a onça-parda (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Felis pardalis*), a lontra (*Lontra longicaudis*), o bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*) e o papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), demonstram a importância que esta UC representa para a sobrevivência destas espécies (AMBIENTE BRASIL, 2022).

O Parque Estadual do Palmito, foi criado inicialmente a partir do Decreto Estadual nº 4.493 de 17 de junho de 1998, com a nomenclatura de Floresta Estadual do Palmito e era composto por 530,00 ha de vegetação nativa. Em 2017 o Decreto 7.097 retifica e amplia a área originária estabelecida pelo Decreto 4.493/1998, passando a área total a ser de 1.782,44 hectares além de alterar a UC para a categoria Parque (PARANÁ, 1998; PARANÁ, 2017).

Com o objetivo de promover ações que visam garantir a conservação de uma pequena parcela do ambiente Floresta Atlântica por meio da inserção da atividade silvicultura do Palmito-juçara (*Euterpe edulis*) e pupunha (*Bactris gasipaes*) buscando diminuir a exploração ilegal e predatória do Palmito nativo e garantir a sustentabilidade local da espécie (IAT, 2022).

2.4.6 UCs em Morretes

Em Morretes, além da APA de Guaratuba, há outras 10 (dez) UCs: AEIT do Marumbi; PE da Graciosa; PE do Pau-Oco; PE do Pico do Marumbi; PE Roberto Ribas Lange; RPPN Morro da Mina; RPPN Perna do Pirata; RPPN Reserva da Pousada Graciosa; RPPN Sítio Bananal; RPPN Vô Borges.

Destas dez Unidades de Conservação presentes em Morretes, seis contribuíram para a arrecadação mensal de ICMS-Ecológico durante todo o período: AEIT do Marumbi; PE da Graciosa; PE do Pau-Oco; PE do Pico do Marumbi; PE Roberto Ribas Lange e; RPPN Vô Borges. No ano e 2021 três novas RPPNs passaram a integrar o cálculo do ICMS-E: RPPN Sítio Bananal; RPPN Reserva da Pousada Graciosa e; RPPN Perna do Pirata.

A Área de Especial Interesse Turístico – AEIT do Marumbi se estende por 66.732.99 ha, situada nos Municípios de Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras, criada pela Lei nº 7.919, de 22 de outubro de 1984 e regulamentada pelo Decreto nº 5.308 de 18 de abril de 1985 (PARANÁ, 1984; PARANÁ, 1985).

Do ponto de vista territorial, Morretes, Antonina e Campina Grande do Sul representam, juntos, 84% da área total da AEIT. Mas é o município de Morretes que detém a maior porção territorial dentro da AEIT do Marumbi, com 24.688,20ha. São José dos Pinhais é o município que participa na AEIT com o menor território, 1.049,12 há (IAP, 2022).

O Parque Estadual da Graciosa foi criado no ano de 1990 por meio do Decreto 7.302 de 24 de setembro daquele ano, com a área de 1.189,5804 ha e prazo de 2 (dois) anos para a elaboração do Plano de Manejo (PARANÁ, 1990b).

O PE da Graciosa está situado na Serra do Mar e visa a proteção integral da biodiversidade regional, preservando as espécies de fauna e flora, bem como a Mata Atlântica, as serras e os mananciais de águas, além de estimular e fomentar o uso público condizente também com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

Com área de 905,58 ha, o PE do Pau-Oco foi criado em 1994 por meio do Decreto 4.266, competindo ao IAP (agora IAT), a administração do Parque, bem como promover a preservação do regime hídrico, da flora e da fauna, praticando todos os atos fiscalizatórios (PARANÁ, 1994a).

Com o objetivo de proteger remanescentes da Floresta Atlântica, cachoeiras como o Salto da Fortuna com 40m de queda, o Caminho Colonial do Arraial, antiga ligação entre o Litoral e Curitiba (aberto entre 1586 e 1590) e uma antiga capela utilizada pelos faiscadores da época para pedir proteção nas expedições pela Serra do Mar (PORTAL LITORAL DO PARANÁ, 2020).

Criado em 1990 por meio do Decreto Estadual nº 7.300, o Parque Estadual do Pico do Marumbi possuía área de 2.342,41 ha, porém, no ano de 2007, o Decreto nº 1.531 acresce de 6.403,0399 ha, passando a contar com aproximadamente 8.745,4547 ha (PARANÁ, 1990b; PARANÁ, 2007).

O PE Pico do Marumbi é a maior UC do Estado aberta ao público, abrangendo, além do município de Morretes, Quatro Barras e Piraquara. Pela proteção à Floresta Atlântica, a unidade foi considerada patrimônio da humanidade e reserva da biosfera pela Unesco. No PE estão 8 cumes, incluindo o Monte Olimpo com 1.539 metros, todos se destacam pela altura, trilhas íngremes e conta com opções de escaladas em todas as modalidades e graus de dificuldades (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARNÁ, 2017).

Com uma extensão de 2.699 ha, o Parque Estadual Roberto Ribas Lange foi criado por meio do Decreto 4.267 de 21 de novembro do ano de 1994. Situado nos Municípios de Antonina e Morretes, com áreas de 1.009,3714 ha e 1.689,3172 ha respectivamente (PARANÁ, 1994b).

O nome do PE é uma homenagem ao biólogo Roberto Ribas Lange que aos 44 anos morreu nas águas do Rio Iguaçu, no dia 26 de março de 1993. Ambientalista e pesquisador, foi um dos fundadores da Associação de Defesa e Educação Ambiental, em 1972 (URBAN, 2006).

A única representante da categoria Reserva Particular do Patrimônio Natural, a RPPN Vô Borges, foi reconhecida de interesse público em 30 de agosto de 2007, com a publicação da Portaria IAP nº 161. Averbada em caráter de perpetuidade no Cartório de Registro competente, a área de 12,50 hectares, situado na localidade Bairro Ponte Alta, município de Morretes, Estado do Paraná, de propriedade do Sr. Clóvis Ricardo Shcrape Borges e Sr^a Mônica Rosa Aguiar Borges (IAP, 2007).

2.5 VOLATILIDADE

Em economia, busca-se estudar a evolução de diversos índices ou indicadores que medem de forma direta ou indireta o nível da atividade econômica num dado período de tempo.

Portanto, a identificação e a interpretação das flutuações periódicas nas séries temporais econômicas são fundamentais para a correta análise dos agregados econômicos (CARVALHO *et al.*, 2008).

As flutuações cíclicas e/ou sazonais dos preços dos produtos, especialmente agrícolas, provocam instabilidade, tanto na renda daqueles que produzem como nas despesas daqueles que consomem.

Esta instabilidade, segundo Campos e Campos (2007), pode provocar desestímulos de produção em períodos de baixa dos preços ou excesso de produção em períodos de preços muito elevados.

Os métodos de ajustamento sazonal ou de dessazonalização vêm ao longo do tempo representando papel de grande importância nos estudos das séries temporais econômicas (CARVALHO *et al.*, 2008).

Desta forma, é fundamental a análise do padrão de flutuação sazonal ou volatilidade destes preços, para que possam ser implementadas políticas de estabilização dos preços. Estudar o comportamento de séries históricas de preços é de fundamental importância dentro da economia, pois praticamente todas as fases das relações econômicas estão diretamente relacionadas aos preços (RODRIGUES, 2001).

Estudando a influência do dólar na agricultura, Silva *et al.* (2020), definem volatilidade como “a dispersão do valor do câmbio em relação à sua média, o que significa que seria demasiadamente custoso prever o comportamento futuro do câmbio e, portanto, tanto as receitas quanto os custos em dólar envolvidos na produção acabam oscilando demasiadamente.”

Ao serem analisadas séries temporais, é possível a utilização de dois enfoques básicos, em que o objetivo é construir modelos para as séries com propósitos determinados.

O primeiro enfoque aborda a análise no domínio temporal com modelos paramétricos propostos, já o segundo enfoque, explora a análise baseada no domínio de frequências e os modelos propostos são modelos não-paramétricos (CAMPOS e CAMPOS, 2007).

A relevância de se observar uma série temporal em intervalos de tempo, é investigar o mecanismo gerador da série temporal, fazer previsões de valores futuros, ou ainda, apenas descrever o comportamento da série e procurar periodicidades relevantes dos dados (CAMPOS e CAMPOS, 2007).

Os procedimentos de previsão de séries temporais indicam que séries, como preços, taxas de inflação, taxas de câmbio, dentre outras, apresentam valores que oscilam de forma considerável de um período para outro.

Os erros de previsão podem ser relativamente pequenos para alguns períodos e relativamente grandes para outros e, esta variabilidade pode ser explicada pela volatilidade no mercado em decorrência de mudanças políticas monetária e fiscal de governo, mudanças nas relações internacionais de comercialização de produtos entre outros fatores.

Isto prova que a variância dos erros de previsão não é constante, mas varia de um período para outro, ou seja, há uma espécie de autocorrelação na variância dos erros de previsão (GUJARATI, 2000).

Os modelos ARCH, ou modelos auto-regressivos com heterocedasticidade condicional foram criados por Engle no ano de 1982, objetivando estimar a variância da inflação. A ideia é que o retorno Y_t é não-correlacionado serialmente, mas a volatilidade (variância condicional) depende de retornos passados por meio de uma função quadrática (MORETTIN e TOLOI, 2004).

A ideia principal do modelo ARCH é o fato de que a variância de “ ε ” no período estudado de tempo t é dependente do tamanho do quadrado do termo de erro no período $t-1$, ou seja, depende de ε_{t-1}^2 . O termo de erro ε_t , condicionado à informação disponível no período $(t-1)$ seria distribuído conforme equação (1):

$$\varepsilon_t \sim N [0, \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2] \quad [1]$$

Logo, a variância de “ ε ” no período de tempo t será dependente de um termo constante mais o quadrado do erro no período $t-1$.

Esse seria o chamado processo ARCH, que pode ser generalizado para “ r ” defasagens de ε^2 . As restrições paramétricas $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i > 0$ para todo $i = 2 \dots p$ e $\sum \alpha_i < 1$ são necessárias para assegurar que a variância condicional seja positiva e fracamente estacionária.

As inovações, representadas por ε_t , são não correlacionadas serialmente e não estocasticamente independentes, haja vista que são relacionadas em seus segundos momentos (LAMOUNIER, 2001).

Um modelo ARCH (r) pode ser definido pela equação (2):

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \alpha_2 Y_{t-2}^2 + \dots + \alpha_r Y_{t-r}^2 \quad [2]$$

Em que:

(ε_t) é uma sequência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com média zero e variância unitária;

$\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i > 0$.

Na prática, supõe-se usualmente $\varepsilon_t \sim N(0,1)$ ou $\varepsilon_t \sim tv$ (t de Student com v graus de liberdade).

O modelo proposto por Engle (1982) pode ser descrito em termos da distribuição dos erros de um modelo auto-regressivo linear dinâmico. Dado que P_t é o preço de um ativo no instante t, então a variação de preços entre os instantes t-1 e t é dada por $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$.

Denotando $p_t = \log P_t$ (sendo o logaritmo na base e), define-se o retorno composto continuamente ou log-retorno por $r_t = \log(P_t) - \log(P_{t-1})$, ou seja, toma-se o logaritmo dos preços e depois a primeira diferença.

Séries econômicas apresentam características comuns as demais séries temporais, como tendências, sazonalidade, pontos influentes (atípicos), heterocedasticidade condicional e não-linearidade, diferente dos retornos financeiros (MORETTIN e TOLOI, 2004).

O teste de Dickey-Fuller (DF) é o mais antigo e famoso método formal para verificar se uma série temporal é ou não estacionária. Ele foi introduzido em uma versão básica pelos trabalhos de Fuller (1976), Dickey (1976) e Dickey e Fuller (1979), na sequência foi objeto de uma generalização no trabalho de Dickey e Fuller (1981), a versão conhecida como teste de Dickey-Fuller Aumentado – ADF (MATTOS, 2021).

Para a correta aplicação da metodologia ADF recomenda-se que, se o gráfico da série temporal indicar que ela é não estacionária, então deve-se diferenciá-la até apresentar um padrão estacionário (MATTOS, 2021).

Os testes de Cointegração são importantes para análise de séries de tempo em economia, pois possibilitam estudar relações estruturais entre variáveis econômicas. Permitem determinar se as variáveis possuem ou não um relacionamento (equilíbrio) de longo prazo (MARGARIDO, 2004).

Os testes de Engle-Granger – EG e Phillips-Ouliaris – PO têm como hipótese nula a não existência de vetor de cointegração e consistem em realizar um teste de raiz unitária sobre os resíduos obtidos na regressão de cointegração. As duas abordagens, no entanto, diferem quanto ao teste de raiz unitária empregado. O método de EG utiliza o teste ADF, ao passo em que o PO utiliza o teste de Phillips-Perron (SOUZA JÚNIOR, 2016).

A análise de Vetores Autoregressivos – VAR permite o exame de relações lineares entre cada variável e os valores defasados dela própria e de todas as demais variáveis, levando em consideração a existência de relações de interdependência entre as variáveis e permitindo avaliar o impacto dinâmico das perturbações aleatórias sobre o sistema de variáveis, o que os tornam particularmente úteis e eficientes na previsão do comportamento futuro de séries temporais interrelacionadas (CAIADO, 2002).

O Índice de Sharpe – IS, criado por William F. Sharpe em 1966, muito utilizado no mercado de ações, é um indicador que representa a relação entre o prêmio pago pelo risco assumido e o risco do investimento (Equação 3). Indica, portanto, o prêmio oferecido por um ativo para cada percentual adicional de risco assumido.

Sendo assim, quanto maior é o índice, melhor é o desempenho do ativo (VARGA, 2001).

$$IS = \frac{E(R_A) - R_f}{\sigma_A} \quad [3]$$

Em que:

$E(R_A)$ é o retorno esperado final do ativo;

R_f é o retorno do ativo livre de risco e;

σ é a volatilidade (desvio-padrão).

Trata-se de uma das mais conhecidas ferramentas para determinação de um portfólio adequado às condições de risco e retorno inerentes ao investimento e amplamente utilizado no mercado de investimentos (VARGA, 2001).

Uma limitação seria utilizar o IS em médias históricas, ou retornos ocorridos (*ex-post*). Dada a dificuldade em prever retornos e riscos esperados (*ex-ante*), a amostra histórica a ser utilizada, deve ser corretamente dimensionada de forma a propiciar certo nível de confiança.

Outra limitação seria a utilização do IS para ativos com baixa volatilidade ou Desvio Padrão, pois como se vê da Equação 3, se o denominador for um valor muito baixo, o IS será um número demasiadamente grande, distorcendo sua interpretação (SILVA *et al.*, 2015).

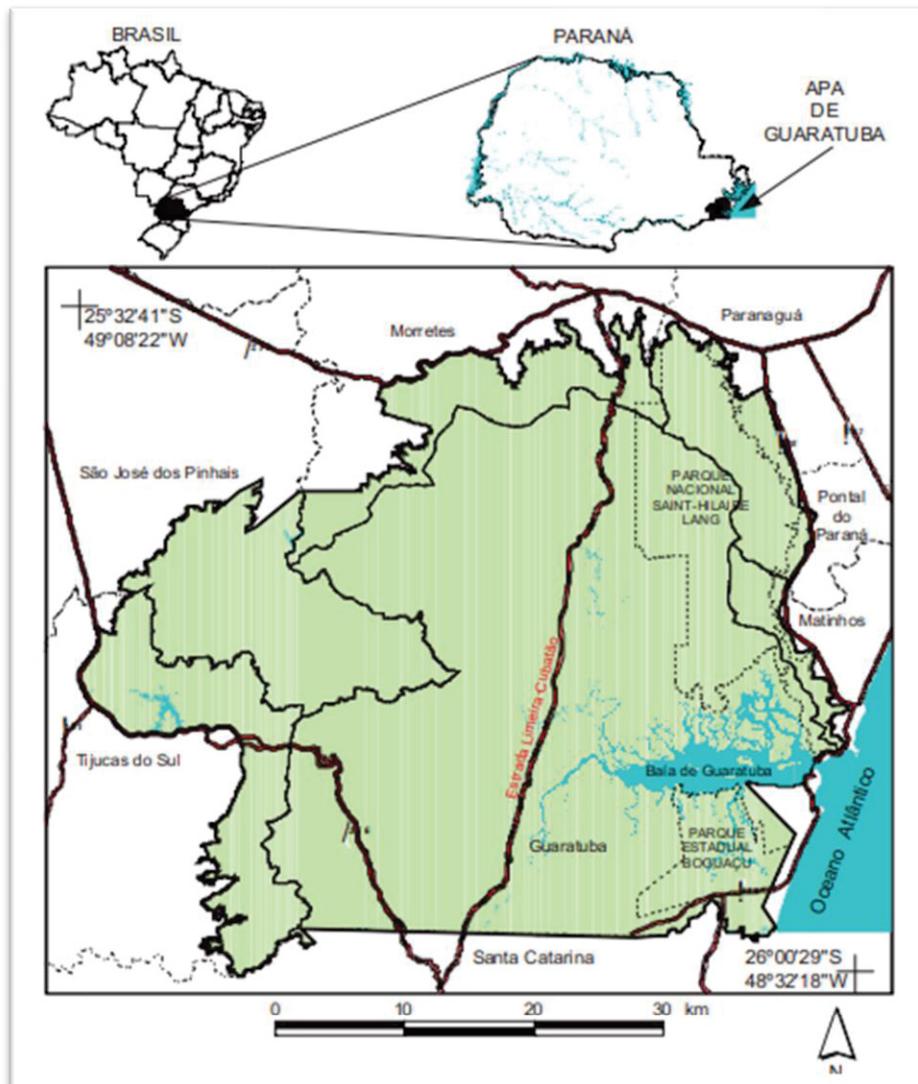
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Área de Proteção Ambiental de Guaratuba encontra-se no litoral do estado do Paraná, ao sul do Brasil, criada por meio do Decreto Estadual nº 1.234/1992.

Com área total de 199.596 hectares, abrange parte dos municípios de Guaratuba (65,61%), Matinhos (1,78%), Tijucas do Sul (9,24%), São José dos Pinhais (11,25%), Paranaguá (5,69%) e Morretes (6,43%) (PARANÁ, 2006).

Figura 3 – Localização da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba em relação ao país.



Fonte: Silveira (2005).

O município de Pontal do Paraná não é parte da APA de Guaratuba, em que pese fazer limite territorial com a mesma. No entanto, a partir do ano de 2020 passou a compor a lista de municípios que recebem ICMS-Ecológico pela presença da UC, assunto que será melhor detalhado ao final da seção 3.4.3 “O ICMS Ecológico sob a ótica dos municípios que compõem a APA de Guaratuba.”

Em sua extensão é possível encontrar unidades de relevo que ocorrem no litoral paranaense, como a Planície Litorânea ou Costeira, a Serra do Mar e se estendendo até o Primeiro Planalto. Está situada também em sua área a Baía de Guaratuba, que compõe um complexo sistema estuarino.

A APA possui importância ecológica por conter grande parte dos remanescentes da Mata Atlântica do Estado do Paraná, também pela diversidade da fauna e flora, associada à beleza cênica das elevadas encostas que compõe a Serra do Mar (SILVEIRA *et al.*, 2004).

Ocorrem na APA de Guaratuba distintas formações vegetais, desde manguezais, que são formações bastante especializadas ao meio, até florestas muito complexas, riquíssimas em espécies e formas de vida (FERNANDES e BANDEIRA, 2014).

O clima predominante da região da APA de Guaratuba, segundo Cunha *et al.*, (2010) é caracterizado como Cfa, subtropical úmido (classificação de Köppen), sem estação seca e as precipitações médias anuais podendo exceder 3.000 mm, apresentando as maiores precipitações do Estado e as temperaturas médias que vão de circunstâncias tropicais acima de 21°C, ao nível do mar, até o temperado de altitude, com 11°C (PRÓ-ATLÂNTICA, 2002).

Também é possível, nas regiões serranas e planálticas, a presença de clima subtropical úmido (Cfb), muito embora a faixa litorânea e da Serra do Mar seja tradicionalmente atribuído o clima Af, tropical chuvoso de transição (tropical super húmido), sem estação seca, com temperaturas mensais superiores 18°C em média, sem presença de geadas e com precipitação média no mês mais seco acima de 60 mm e média anual superior a 2000 mm (IAPAR, 1994).

Os principais grupos geomorfológicos serranos são as Serras das Canavieiras, da Igreja, dos Castelhanos, Guaraparim, Araraquara, Imbira e do Papanduva. Assim, em conjunto com a APA de Guaraqueçaba e a APA da Serra do Mar, a APA de Guaratuba conclui a mais completa Unidade de Conservação

do bioma Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) dentro de um Estado (IAP, 2006).

Estão inseridos no perímetro da APA de Guaratuba o Parque Estadual do Boguaçu, com 6.052 ha, o Parque Nacional Saint Hilaire/Lange, com 25.161 ha e o Parque Nacional Guaricana, com 49.286,87 ha (Figura 3).

Figura 3 – Localização da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba.



Fonte: Heimann e Jesus Junior (2021).

A APA possui qualidades ambientais relevantes à conservação e apresenta ocupação humana, pelo fato de possuir tanto terras de domínio

público como privado. Existe uma série de restrições quanto ao uso da terra e dos recursos naturais com o objetivo de disciplinar o extrativismo por parte das comunidades existentes.

De forma ampla, a área possui atributos bióticos e abióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida (KANTEK, *et al.*, 2009).

A APA de Guaratuba enfrenta inúmeras pressões externas que influenciam na manutenção da biodiversidade local, como monocultivos florestais, cultivos agrícolas comerciais e de subsistência, atividades de mineração (extração de areia), pecuária de pequenos rebanhos e pressões advindas do mercado imobiliário com a valorização das terras e com o crescimento do turismo, dentre outras (SILVEIRA *et al.*, 2004; FERREIRA, 2010).

3.2 FONTES DE DADOS

Devido às limitações impostas pela Pandemia de Covid-19, durante a fase de desenvolvimento da pesquisa, trabalhou-se apenas com dados secundários, provenientes de fontes oficiais, como IAT, IBGE, IPARDES, dentre outras que serão adiante referenciadas.

Foram consultados por meio telefônico e e-mail o Instituto Água e Terra para esclarecer dúvidas quanto ao ICMS-E e também o Grupo de Economia do Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro – GEMA para acessar dados da densidade de CO₂ por hectare em cada município da APA objeto de estudo.

3.2.1 Dados utilizados na valoração do CO₂

Para os dados referentes à cobertura do solo e uso da terra, foram utilizados dados da Fundação SOS Mata Atlântica e do Projeto MapBiomias.

A metodologia para obtenção de dados da cobertura do solo e uso da terra apresentada pela Coleção 7 do Projeto MapBiomias foram obtidos em planilha eletrônica (.xlsx) contendo as referências para os códigos de legenda, com isso foram utilizados os pixels da imagem raster para obtenção dos valores de cobertura do solo.

O Projeto MapBiomias faz a classificação do histórico de imagens multiespectrais de 30 metros de resolução espacial, captadas pelo satélite Landsat, desde 1985, processada até 2021.

A classificação utilizada pelo MapBiomias conta com seis classes, divididas em 30 subclasses. Neste trabalho foram utilizados os dados da classe Floresta, subdividida pelas subclasses: Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue e Restinga Arborizada.

Importante esclarecer que, a definição utilizada pelo MapBiomias para Restinga Arborizada é “Formações florestais que se estabelecem sobre solos arenosos ou sobre dunas na zona costeira.” E que a última versão do programa, Coleção 8, passou a utilizar a nomenclatura Restinga Arbórea, porém, com a mesma definição. Coloque essa definição na metodologia.

Com os dados de cobertura do solo, foi possível calcular o percentual de remanescente florestal que equivale à tendência de desmatamento de cada município, ano a ano, desde o ano de 1985. Assim, o percentual de remanescente florestal, conforme dados disponibilizados pelo MapBiomias (2022), são: a) Guaratuba é 85,80%, b) São José dos Pinhais 57,22%, c) Tijucas do Sul 58,17%, d) Morretes 88,57%, e) Paranaguá 54,00% e f) Matinhos 77,28%.

Optou-se pelos dados do projeto MapBiomias pela maior precisão da metodologia apresentada e maior detalhamento na apresentação dos dados, o que possibilitou análises mais precisas. Além disso, os percentuais parecem mais condizentes com a realidade que se conhece de cada município, além de ser uma metodologia já validada por Spanholi (2022).

Para estimar a contribuição da Unidade de Conservação em termos de sua capacidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa – GEE, foi utilizado o desmatamento evitado, com base na metodologia de Alvarenga Jr. *et al.* (2018), considerando que, se a UC deixasse de existir, nem todo remanescente florestal em seu interior seria desmatado.

Ou seja, a contribuição efetiva desta área, para a conservação do estoque de carbono florestal, não equivale ao estoque total de carbono em seu interior (o método será melhor explanado na seção 3.3).

Os dados referentes ao carbono por hectare de cada um dos seis municípios que integram a APA de Guaratuba, foram obtidos junto ao Grupo de

Economia do Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro – GEMA (2016), pois quantificar o estoque de carbono não era foco desta pesquisa.

Os dados referentes ao valor da tonelada de carbono florestal e da taxa de câmbio foram obtidos junto ao Forest Trends' Ecosystem Marketplace e Banco Central – BACEN, respectivamente. A disponibilidade de dados do valor do carbono florestal limitou o recorte temporal de 2006 a 2021.

3.2.2 Dados utilizados na valoração do ICMS-E

Em que pese haver dentro dos limites da APA de Guaratuba a presença de outras três Unidades de Conservação, como já dito – o Parque Estadual do Boguaçu, o Parque Nacional Saint Hilaire/Lange e o Parque Nacional Guaricana –, esses parques não geram ICMS-E em apartado, razão pela qual o estudo contempla a APA de Guaratuba como um todo, e não os parques.

Em casos de sobreposição de UCs o IAT assim define:

Art. 28 - Ocorrendo sobreposição entre Unidades de Conservação, proceder-se-á da seguinte forma:

- a) nos casos das sobreposições por Unidades de Conservação em categorias de manejo diferentes, optar-se-á pela categoria que implique em maior índice ao município;
- b) nos casos das sobreposições por Unidades de Conservação com categorias de manejo iguais, a opção deve ser feita pela porção da UC que apresente maior escore de avaliação. Em caso de empate deve optar-se primeiro pela UC que estiver com melhor estruturação.

§ único - Para os casos da alínea “b” os procedimentos devem ser feitos por ordem alfabética dos municípios, sendo a cada verificação incorporado o resultado anterior, até o último caso de sobreposição. (*sic.*) (IAP, 1998).

A APA de Guaratuba é composta por parte de seis municípios paranaenses e cada município arrecada ICMS-E-UC e aplica os recursos de forma independente, por isso os dados foram coletados para cada um dos municípios.

Para a realização deste estudo foram coletados dados orçamentários no Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro – Siconfi (SICONFI, 2020). Os dados de gastos ambientais municipais foram coletados no

sítio da Secretaria do Tesouro Nacional – STN, disponível em arquivos anuais denominados de Finanças do Brasil – FINBRA.

A partir da década de 1990, com a finalidade de promover maior transparência aos gastos públicos, houve mudanças na contabilidade pública brasileira (BORINELLI, *et al.*, 2017).

Especificamente quanto à área ambiental, antes dispersos em vários setores, os registros dos gastos ambientais foram agregados na Função 18 – Gestão Ambiental, a partir de 2002, incluindo subseções como: Preservação e Conservação Ambiental; Controle Ambiental; Recuperação de Áreas Degradadas e; Administração Geral. Isso justifica o recorte temporal proposto neste trabalho.

Os dados referentes aos repasses de ICMS do estado do Paraná para cada um dos municípios compreendidos pela APA de Guaratuba foram buscados junto ao Portal da Transparência do estado (PARANÁ, 2020b).

Os dados de ICMS-E e os índices de transferência de ICMS-E-UC foram obtidos junto ao sítio eletrônico do Instituto Água e Terra do Paraná – IAT e, também, via e-mail³.

Já, os dados referentes à população dos municípios provêm dos Censos Demográficos realizados pelo IBGE e suas projeções seguintes, assim como os dados de Produto Interno Bruto – PIB e área dos municípios.

Todos os valores monetários foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas – FGV, pois esse índice mede o comportamento geral dos preços na economia brasileira, conforme proposto por Fernandes *et al.* (2011).

O IGP-DI é um indicador do movimento de preços utilizado nacionalmente como termômetro de inflação no Brasil há mais de 60 anos. Está estruturado para medir as variações médias dos preços recebidos pelos produtores domésticos na venda de seus produtos.

³ Cabe ressaltar que, para a presente pesquisa, foram utilizados os dados disponíveis para consulta pública, mesmo sendo de conhecimento da autora que o Ministério Público do Paraná (MPPR) em dezembro de 2019 determinou a realização de auditoria nos cálculos dos chamados “Fatores Ambientais” do repasse do ICMS dos anos de 2017 e 2018, por denúncias de que a distribuição do ICMS-E não está sendo feita de acordo com a legislação.

É composto com base em pesquisas estruturais relativas aos setores agropecuário e industrial, além das Contas Nacionais, todas divulgadas pelo IBGE (FGV, 2021).

A equação de Deflacionamento utilizada foi:

$$Pr_{t,j} = \left(\frac{P_i}{I_i} \right) \times I_j \quad [4]$$

Em que:

Pri:j = preço real do produto do período *i* em valor do período *j*;

Pi = preço nominal do produto no período *i*;

li = Índice de preço no período *i*;

Ij = Índice de preço no período *j*.

Os dados referentes ao Produto Interno Bruto – PIB e o Valor Bruto de Produção – VPB Agropecuária dos municípios foram consultados junto ao Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES e Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, respectivamente (IPARDES, 2020; SEAB, 2023).

3.3 MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DO ESTOQUE DE CO₂

Foi valorado o CO₂ contido na totalidade da APA de Guaratuba, como sendo o Cenário de estoque total de Carbono, ou chamado de Cenário 0, que, diferente do Cenário 1 e Cenário 2, não é um modelo contrafactual.

- **Cenário 0:** considera que a quantidade de remanescente florestal existente, no interior da APA permaneça constante sem qualquer pressão, sem que se cogite a extinção da UC. Assim, o desmatamento evitado pela UC equivale a área de remanescente florestal atual em formação florestal, mangue e restinga arborizada (Quadro 6), equação 5:

$$DE_0 = (AT_{uc} - RF_{uc}) * \delta \quad [5]$$

Em que:

DE_0 representa o desmatamento evitado pela UC no cenário 0 (toneladas);

AT_{uc} equivale a área total da UC;

RF_{uc} representa a área antropizada dentro da UC;

δ é a densidade do carbono.

Após estimado o valor do CO_2 existente na APA, outros dois cenários de desmatamento foram empregados nesse estudo, baseados na metodologia desenvolvida por Medeiros e Young (2011) e Alvarenga Jr. *et al* (2018) para tratar de desmatamento em Unidades de Conservação.

Desta forma, estima-se a contribuição da UC para a conservação do carbono florestal por meio da construção de modelo contrafactual que projete a trajetória de desmatamento que ocorreria nas áreas da UC, caso o status de unidade de conservação não tivesse sido estabelecido.

- **Cenário 1:** considera que, caso a UC não existisse, a área de remanescente florestal seria dada pelo mínimo legal previsto na Lei Florestal Brasileira nº 12.651 de 2012. Para o bioma Mata Atlântica, o percentual mínimo de área de floresta é de 20% (BRASIL, 2012). Deste modo, o desmatamento evitado pela UC equivale a área de remanescente florestal que excede aos 20% do que é previsto em lei⁴, vide equação 6:

$$DE_1 = \sum_1^n (RF_{uc} * 0,2 * AT_i) / 100 * \delta \quad [6]$$

Em que:

DE_1 representa o desmatamento evitado pela UC no cenário 1 (toneladas);

RF_{uc} representa a área de remanescente florestal dentro da UC;

AT_i equivale ao % de área da UC no município i ;

δ é a densidade do carbono.

- **Cenário 2:** considera que caso a UC não existisse, o percentual da área conservado em seu interior coincidiria com o percentual de área conservada

⁴ A metodologia desenvolvida por Medeiros e Young (2011) assume que a trajetória do desmatamento esbarra, em última instância, em barreiras legais, isto é: os agentes respeitam os limites de desmatamento permitidos na Nova Lei Florestal Brasileira.

dos municípios onde a UC se localiza. Assim sendo, a contribuição da UC para evitar desmatamento pode ser escrita tal qual na equação 7:

$$DE_2 = \sum_1^n [(RFUC_{j,i} - RFM_i) * A_i] * \delta_i \quad [7]$$

Em que:

DE_2 representa o desmatamento evitado pela UC no cenário 2 (toneladas);

$RFUC_i$ é o remanescente florestal na UC, localizada no município i ;

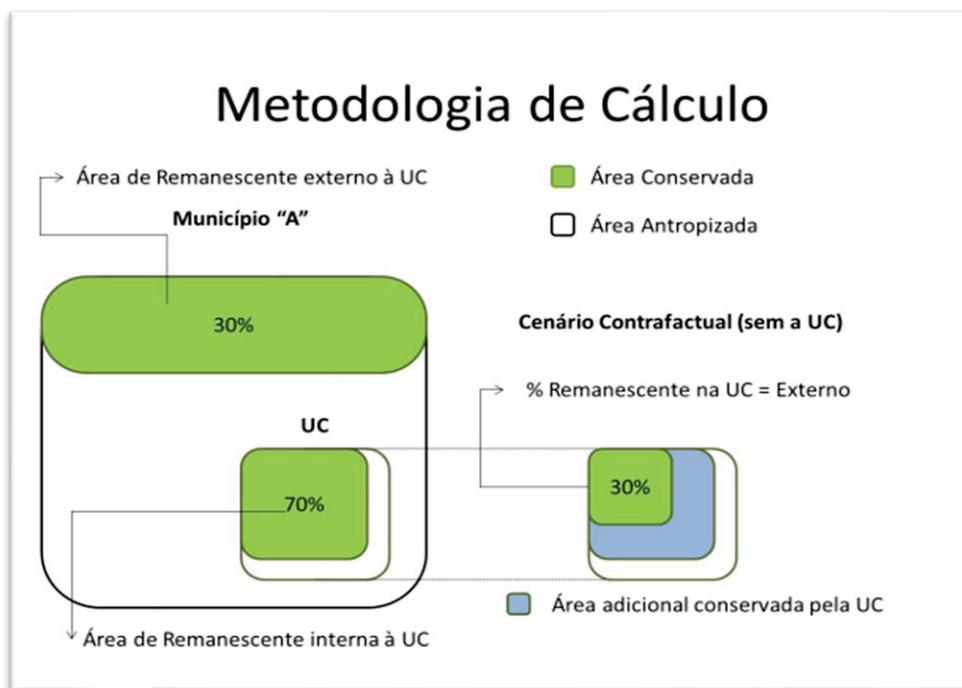
RFM_i é o remanescente florestal no município i ;

A_i é a área da UC no município i ;

δ_i = Densidade do carbono no município i .

Ou seja, supondo uma Unidade de Conservação com 70% de sua área coberta por remanescentes florestais, e que esta UC se localiza em um município cujo percentual de área conservada seja de 30%, portanto, caso a UC deixasse de existir, o processo de desmatamento no local levaria a sua área de remanescentes florestais progressivamente para os mesmos 30% do município onde esta UC se localiza. Portanto, a UC contribuiu para reduzir um desmatamento equivalente a 40% de sua área total.

Figura 4 – Exemplificação da metodologia de cálculo do desmatamento evitado – Cenário 2



Fonte: Alvarenga Jr. *et al* (2018).

A aplicação de ambas as metodologias requer o conhecimento do uso do solo dentro da APA de Guaratuba, em especial a parcela de remanescentes florestais contidas na APA.

Esses dados foram obtidos junto a Projeto MapBiomias (2022) que realiza a classificação do histórico de imagens multiespectrais de 30 metros de resolução espacial, captadas pelo satélite Landsat, de 1985 até 2021. A classificação utilizada foi de Floresta, subdividida em: Floresta Natural, Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue e Floresta Plantada, no entanto, nenhum dos 6 municípios estudados possui Formação Savânica.

Para realizar um comparativo com os dados fornecidos pelo MapBiomias (2022) com os obtidos em 2017 por Heimann e Jesus Júnior (2021), foi criado o Cenário 2.1, utilizando-se da mesma metodologia do Cenário 2, porém com outra fonte de dados sobre a cobertura do solo, assim:

- **Cenário 2.1:** considera que caso a UC não existisse, o percentual da área conservada em seu interior coincidiria com o percentual dos municípios onde a UC se localiza. Assim sendo, a contribuição da UC para evitar desmatamento pode ser escrita tal qual na equação 7.

Os dados referentes ao uso do solo para o Cenário 2.1 foram obtidos junto a Heimann e Jesus Júnior (2021) que realizaram um levantamento da cobertura do solo, utilizando, para o período 1992, imagens do TM Landsat 5, de 19 de dezembro de 1992, e para o período de 2017, o Landsat 8 OLI de 2 de agosto de 2017, ambas as datas com órbita ponto 220/78 objetivando abranger toda a área de estudo. As imagens foram obtidas gratuitamente por meio do United States Geological Survey – USGS. O Quadro 3 revela os principais usos do solo, de acordo com os resultados encontrados pelos autores:

Quadro 3. Área das classes de uso da terra da APA de Guaratuba em 2017.

Classes de Uso	Uso 2017 (ha)	%
Agricultura	6.724,80	3,37
Água	4.833,40	2,42
Área Antropizada	12.048,84	6,04
Campos	2.938,78	1,47
Floresta Nativa	162.620,48	81,47
Mangue	6.701,52	3,36
Reflorestamento	3.577,45	1,79

Fonte: adaptado de Heimann e Jesus Júnior (2021).

O Cenário 2.1 foi utilizado para comparativo apenas com o Cenário 2 e não com os demais, pois se utilizam da mesma metodologia, apenas com fontes de dados diferentes.

Para estimar a quantidade de CO₂ conservado pela APA, assim como Young *et al.* (2021), foi considerado apenas o carbono acima do solo, uma vez que não há método definido pelos órgãos públicos nem pelos principais sistemas de inventariação de emissões de GEE (como o Sistema de Estimativas de Gases de Efeito Estufa – SEEG) para concentração de carbono abaixo do solo. Dessa forma, ressalta-se a possibilidade de haver uma subestimação dos valores apresentados.

Para fins de cálculo, foram utilizadas as densidades médias de carbono/hectare de cada um dos seis municípios que integram a APA de Guaratuba, obtidos junto ao Grupo de Economia do Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro – GEMA (2016), um trabalho desenvolvido em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2010), fazendo com que cada valor seja respectivo a característica florestal daquele município em questão (Quadro 4).

Quadro 4. Percentual da área e densidade de CO₂eq de cada município que compõem a APA de Guaratuba – PR.

Municípios integrantes da APA	% de área na APA	% florestal em 2021	Densidade (tCO₂eq ha⁻¹)
<i>Guaratuba</i>	65,61	35,41	465.00
<i>São José dos Pinhais</i>	11,25	16,85	386.75
<i>Tijucas do Sul</i>	9,24	12,16	449.65
<i>Morretes</i>	6,43	18,86	464.98
<i>Paranaguá</i>	5,69	13,88	471.04
<i>Matinhos</i>	1,78	2,83	478.38
Total	100	100	

Fonte: A Autora (2022), com dados do Plano de Manejo (1992), Projeto MapBiomass (2022) e GEMA (2016).

Quanto à densidade de CO₂ por município, não foi possível acessar o conteúdo completo de tal pesquisa para possibilitar a descrição da metodologia utilizada para o cálculo, os dados foram fornecidos por e-mail. No entanto, se assemelham muito com a literatura, como o trabalho do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, intitulado Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, que, citando os trabalhos de Alves *et al.* (2010) e Vieira *et al.* (2011), chegou a uma densidade média de 321,75 toneladas de CO₂ por hectare em formação de Floresta Ombrófila Densa do Bioma Mata Atlântica. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2015, p. 143).

Percebe-se que os resultados alcançados para estoque de carbono são diversos e podem estar associadas à metodologia de estudo da quantificação de biomassa, que influencia o valor do estoque de carbono, bem como à densidade dos maciços florestais estudados, ou ainda, à própria estrutura florestal.

Optou-se pelos dados do Grupo de Economia do Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro – GEMA (2016), pelo maior detalhamento na apresentação dos dados, que foram fornecidos para cada município, o que possibilitou análises mais exatas. Além disso, a metodologia foi recentemente utilizada por Spanholi (2022).

O valor do estoque de carbono conservado (VCC) pela APA foi obtido pelo somatório da área de desmatamento evitada pela APA em cada um dos seis municípios listados (DE_i), multiplicado pela densidade de carbono média em

cada município (γ_i) vezes o preço da tonelada de carbono florestal (P) para o ano.

Como esse preço é dado em dólar, utilizou-se a taxa de câmbio média (ϵ) do ano para se chegar ao valor desse estoque em Reais (equação 8).

$$VCC_{APA} = \sum_i^6 DE_i * Pa * \epsilon a \quad [8]$$

Em que:

VCC = valor do estoque de carbono conservado pela APA;

DE_i = área de desmatamento evitada pela APA em cada município;

Pa é o preço da tonelada de carbono florestal no ano;

ϵa equivale a taxa de câmbio média do ano.

O valor utilizado para tonelada de carbono florestal e para a taxa de câmbio nos anos de 2006 a 2021 foram obtidos junto ao Banco Central – BACEN e Forest Trends' Ecosystem Marketplace (Quadro 5).

Quadro 5. Valor do CO₂ (t) e taxa de câmbio (R\$).

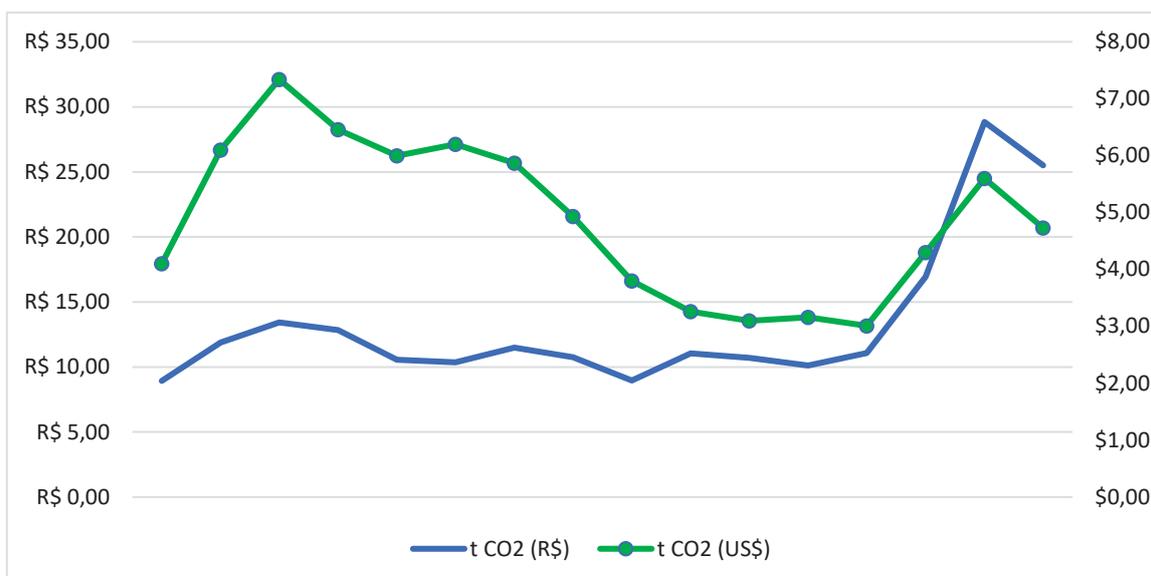
Ano	t CO ₂ (US\$)	Taxa de Câmbio (R\$)*	t CO ₂ (R\$)	Ano	Tonelada CO ₂ (US\$)	Taxa de Câmbio (R\$)*	t CO ₂ (R\$)
2006	4,10	2,18	8,93	2014	3,80	2,36	8,97
2007	6,10	1,95	11,89	2015	3,26	3,39	11,05
2008	7,34	1,83	13,43	2016	3,10	3,45	10,70
2009	6,46	1,99	12,85	2017	3,16	3,20	10,11
2010	6,00	1,76	10,56	2018	3,01	3,68	11,08
2011	6,20	1,67	10,35	2019	4,30	3,94	16,94
2012	5,87	1,96	11,50	2020	5,60	5,15	28,84
2013	4,93	2,18	10,75	2021	4,73	5,39	25,50

Fonte: BACEN e Forest Trends' Ecosystem Marketplace.

* Média do ano.

Ao longo do período estudado, de 2006 a 2021, o preço médio da tonelada de CO₂ foi US\$ 4,87 e o câmbio médio do dólar foi de R\$ 2,88, o que equivale a um preço médio em Reais de R\$ 14,03. A seguir são apresentados os dados da evolução do preço da tonelada de CO₂ em dólar e em Reais (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Preço da tonelada de CO₂ em reais e dólares de 2006 a 2021.



Fonte: A Autora (2022).

Adotando a mesma metodologia utilizada em Medeiros e Young (2011) e Young e Medeiros (2018), para anualizar os valores, aplicou-se uma taxa de 3% e uma taxa de 6% referentes ao “fator de aluguel” desse estoque, refletindo o custo de oportunidade.

Essa taxa reflete uma espécie de “compensação pelas atividades econômicas que não puderam se desenvolver na área das UCs por causa das regras de conservação, cujo valor pode ser definido a partir do custo de oportunidade do capital em termos reais (descontada a inflação)” (MEDEIROS e YOUNG, 2011, p.77). O mesmo método foi utilizado também por Spanholi (2022).

3.3.1 Análise de Volatilidade

Para entender se houve, ou não, influência de períodos específicos e eventos mundiais no preço do CO₂ ou na taxa de câmbio e identificar se existe um padrão cíclico destes valores no período de estudo, foi preciso analisar a volatilidade.

Para avaliar a volatilidade tanto dos preços do CO₂ no mercado quanto da Taxa de Câmbio do Dólar no período estudado, com séries mensais, aplicou-se teste de heteroscedasticidade, visando atestar se é possível usar modelos ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), utilizando o software

Eviews 10. A presença de heteroscedasticidade é algo fundamental quando se utiliza modelos da classe ARCH (GAIO *et al.* 2007).

Os dados das séries históricas foram obtidos junto ao endereço eletrônico do Banco Central, para taxa de câmbio e do endereço eletrônico *Investing.com*, para o preço do CO₂ comercializado mensalmente. Pela limitação de dados quanto ao preço do CO₂, a volatilidade é analisada para uma série de 2008 a 2021.

A partir de uma série temporal observada em intervalos de tempo, é possível investigar o mecanismo gerador da série temporal, fazer previsões de valores futuros da série, apenas descrever o comportamento da série ou ainda procurar periodicidades relevantes dos dados (CAMPOS, 2007). A autora ainda explica que os procedimentos de previsão de séries temporais indicam que séries, como preços de ações, taxas de inflação, taxas de câmbio, dentre outras, apresentam valores que oscilam, de forma considerável, de um período para outro.

Foram então testados 3 modelos – GARCH/TARCH, EGARCH e PARCH. Por meio de critérios de Akaike e Schwarz, define-se qual dos modelos é explicativo e mais parcimonioso. Os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica Excel e no software estatístico R 3.4.4.

3.4 MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DA GERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS DA APA DE GUARATUBA

Nesta seção foram descritos os métodos utilizados para avaliar o montante de ICMS-Ecológico gerados pela Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, e também de outras Unidades de Conservação que compõem os 6 municípios – Guaratuba, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul, Morretes, Paranaguá e Matinhos –, correlacionando-o com outros fatores como população, Produto Interno Bruto e gastos ambientais.

3.4.1 Indicadores da Importância econômica do ICMS-E para a Gestão Ambiental

Nesse estudo, foram utilizados os seguintes indicadores, conforme proposto por Young e Medeiros (2018):

- Repasses de ICMS-E total e de ICMS-E-UC para cada município (R\$);
- ICMS-E-UC em razão da população municipal (R\$/hab);
- ICMS-E-UC como porcentagem da receita orçamentária total do município, incluindo a arrecadação própria e as transferências estaduais e federais (%);
- ICMS-E-UC como proporção das despesas municipais com a Função Gestão Ambiental (%).

O objetivo da análise consiste em apresentar os benefícios orçamentários oriundos da existência da APA de Guaratuba que permitem desenvolver a gestão pública e aprimorar os serviços públicos municipais. A fim de avaliar a ordem de grandeza do repasse de ICMS Ecológico provocado pela presença da APA, foram utilizados indicadores que representem a importância do recurso para suprir as despesas necessárias em gestão ambiental (MEDEIROS e YOUNG, 2011).

3.4.2 O ICMS Ecológico sob a ótica dos municípios que compõem a APA de Guaratuba

Para avaliar de forma individualizada a influência do ICMS-Ecológico em cada um dos 6 (seis) municípios que fazem parte da APA de Guaratuba, gráficos foram gerados tendo como ano base o primeiro ano de medição da série, ou seja 2002. Foi neste mesmo ano que os dados passaram a ser divulgados pela Secretaria do Tesouro Nacional – STN, de forma agregada na Função 18 – Gestão Ambiental.

A utilização de Números Índices Simples, relativos de base fixa, significa que um período é escolhido como referência, ou base, e todos os índices são computados em relação aos registros deste período específico, neste caso, de um ano. Usualmente no período base o índice recebe o valor 100.

Os números índices simples podem ser de preço (quando calcula-se a razão entre o preço observado de um produto em um período qualquer e o preço do mesmo produto no período base), de quantidade (quando calcula-se a razão

entre a quantidade observada de um produto em um período qualquer e a quantidade no período base), e de valor (quando a razão é calculada pelo produto de preço e quantidade do artigo em um período qualquer e o produto de preço e quantidade do mesmo artigo no período base) (REIS, 2021), conforme equação 10:

$$p_{0,t} = \frac{p_t}{p_0} \times 100 \quad [10]$$

Em que:

p_0 é o valor do ICMS-E no período base;

p_t é o valor do ICMS-E em um período qualquer.

Após o ajuste dos dados para a base do ano de 2002, realizou-se a análise de correlação entre os dados, por meio do coeficiente de correlação de Spearman. Ele é análogo a correlação de Pearson, exceto que nele é substituído os valores das variáveis x e y pelos seus postos, ou seja, pela posição dos dados dispostos na forma ordenada. O coeficiente de correlação por postos de Spearman é definido por Johnson e Bhattacharyya (2009):

$$\rho_S = \frac{\sum_{i=1}^n \left(R_i - \frac{n+1}{2} \right) \left(S_i - \frac{n+1}{2} \right)}{\frac{n(n^2-1)}{12}} \quad [11]$$

Onde R_i e S_i são os postos das variáveis e n é o número de observações. O coeficiente de Spearman varia de -1 a $+1$.

A vantagem principal do método baseado em postos é a redução de erros acidentais, pois em uma curva de frequência normal, os casos excepcionais, ou *outliers*, ficam muito mais afastados do que aqueles próximos à média, podendo causar, assim, um efeito grande sobre o resultado da correlação (ORIGUELA, 2018).

Outra vantagem é que a classificação em postos elimina qualquer disparidade entre as características comparadas, em relação à sua distribuição, assim, uma série com uma curva de distribuição normal pode ser comparada a outra série com curva de distribuição diferente (SPEARMAN, 1904).

O coeficiente de correlação mede até que ponto duas variáveis de medida "variam juntas". O valor de qualquer coeficiente de correlação deve estar entre -1 e +1 inclusive. E, como já descrito na seção anterior, coeficientes acima de 0,70, denotam uma correlação forte entre as variáveis, sendo acima de 0,90 significa que a relação é muito forte (MIOT, 2018).

A partir do ano de 2020 até o encerramento desta pesquisa, o município de Pontal do Paraná – PR passou a receber ICMS-E pela presença da APA de Guaratuba, fato este inusitado, uma vez que Pontal do Paraná não está nos limites da Unidade de Conservação. Com isso, buscou-se informações na internet a respeito de uma possível alteração dos limites da APA, e nada foi encontrado.

Foi então enviado um e-mail ao Instituto Água e Terra, especificamente ao setor de ICMS-E, que prontamente respondeu que tal situação ocorreu porque nos anos de 2020 e 2021 o setor de geoprocessamento do IAT identificou uma porção da APA em Pontal do Paraná, porém foi verificado em 2022 que esta porção não deveria ser considerada, então em 2023 Pontal do Paraná já não recebeu repasse pela APA de Guaratuba.

Diante da resposta do órgão ambiental, para todas as análises feitas neste trabalho, o município de Pontal do Paraná – PR não foi considerado, mas apenas os seis municípios oficialmente reconhecidos como componentes da UC estudada.

3.5 CUSTO DE OPORTUNIDADE

A APA de Guaratuba gera para os municípios que a compõem a receita pública de ICMS-E, enquanto a área de atividade agropecuária de cada município gera Valor Bruto de Produção – VBP para aqueles que produzem na terra, visto que a categoria de UC aqui estudada não impede a produção. Para avaliar o custo de oportunidade, foi comparado o valor gerado de ICMS-E em um hectare da APA de Guaratuba e o VBP gerado em um hectare de exploração agropecuária nos mesmos municípios, no ano de 2021.

Importante destacar que, conforme Anexo 1, ao final da tese, não há decréscimo da pontuação que a APA vai receber em sua tábua de avaliação em havendo maior ou menor produção agropecuária em seu interior, ou seja, são

atividades compatíveis com a UC e que não impactam negativamente no ICMS-E de cada município.

Os dados referentes ao VBP foram obtidos junto ao sítio eletrônico da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento para o ano de 2021. Para essa análise foi considerada a porção que está efetivamente sendo explorada por agropecuária e florestas plantadas em conformidade com o disposto na Lei Florestal Brasileira (BRASIL, 2012).

A APA de Guaratuba tem área totalmente inserida no bioma Mata Atlântica. Para esse bioma a Lei brasileira estabelece que 20% da área do imóvel rural deve ser mantida com cobertura de vegetação nativa, a título de reserva legal. Dessa forma, a área de exploração agrícola, pecuária e florestas plantadas poderia chegar a, no máximo, 80% da área do imóvel rural.

Então, 1 hectare de área corresponde a 0,80 hectare agrícola. No caso da APA de Guaratuba as variáveis consideradas foram: a) Área explorável em 1 hectare: 0,80 hectare (Lei Florestal); b) Valor Bruto de Produção agropecuária municipal por hectare e; c) Valor estimado do estoque de CO₂ passível de comercialização por hectare.

Assim, foi possível comparar o custo de oportunidade em se manter a APA de Guaratuba em detrimento da exploração agropecuária possível na região, este cenário hipotético proposto é o Cenário 3.

- **Cenário 3:** considera que o mesmo nível de produção agropecuária identificada em cada município atualmente, fosse expandido para o interior da APA de Guaratuba, respeitados os percentuais mínimos exigidos pela Lei Florestal;

Importante destacar que: 1. mesmo na inexistência da APA de Guaratuba, ainda haveria a imposição de restrições da Lei da Mata Atlântica, que, por ora, não serão consideradas por se tratar de cenário hipotético; 2. o custo de oportunidade considera apenas fatores econômicos e não ambientais, ou seja, independente do resultado, a autora não está a afirmar que a APA deveria ser extinta.

3.6 RESTRIÇÕES

Algumas limitações surgiram no decorrer da pesquisa e foram pontuadas:

- A inesperada Pandemia de Covid-19 durante a fase de desenvolvimento da pesquisa, impediu a busca de dados primários, como por exemplo, a aplicação de questionários como sugere o método de valoração contingente, por tanto, trabalhou-se apenas com dados secundários, provenientes de fontes oficiais;
- A área de estudo, por ser uma UC da categoria APA não faz controle de visitação, o que impediu a valoração do Uso Público, por meio do método Custo de Viagem;
- A Bacia Hidrográfica Litorânea, até o presente, não implementou a cobrança pelo uso da água, gerando uma limitação à valoração deste serviço ecossistêmico. Assim como outros serviços ecossistêmicos prestados pela área e que não foram valorados, tais como madeira e fibras; inundações, doenças, resíduos e qualidade da água; serviços culturais, recreacionais, estéticos e espirituais; formação do solo, fotossíntese e ciclo de nutrientes.
- No interior da APA de Guaratuba, bem como das demais UCs contempladas no estudo, existem Áreas de Preservação e Permanente – cujas restrições de utilização estão previstas na Lei Florestal nº 12.651/2012, e que não foram mensuradas na pesquisa, pois demandariam trabalho de campo.

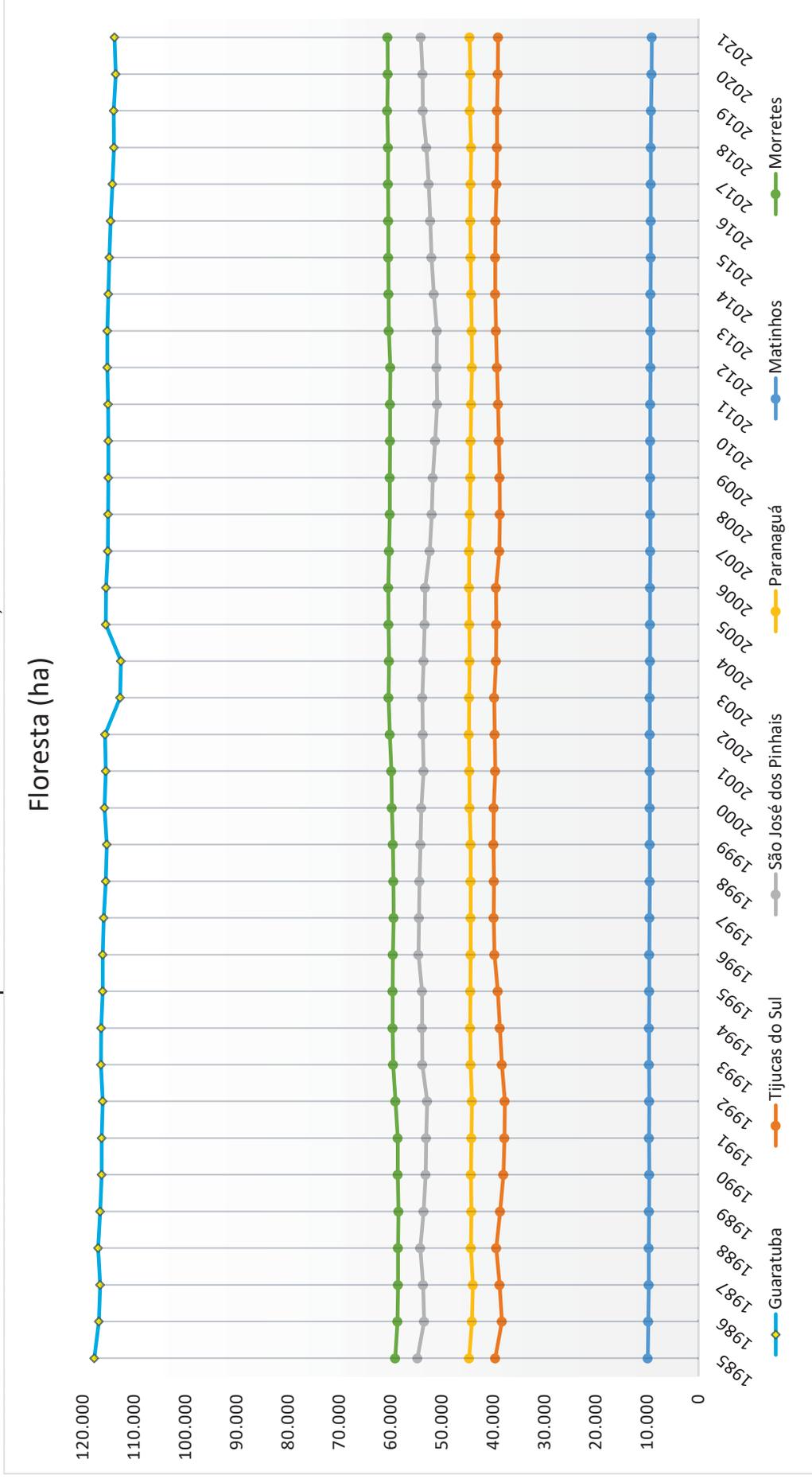
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 VALORAÇÃO ECONÔMICA DAS EMISSÕES REDUZIDAS DE GEE POR DESMATAMENTO EVITADO NA APA DE GUARATUBA

Para que fosse possível a valoração do CO₂ evitado presente na APA de Guaratuba, em toneladas, primeiro foi necessário entender a evolução da cobertura florestal em cada um dos 6 municípios que compõem a APA de Guaratuba, de 1985 a 2021.

Para isso, foram plotadas as informações fornecidas pelo projeto MapBiomas para este período em formato de gráfico, como se observa a seguir (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Cobertura Florestal dos municípios da APA de Guaratuba em ha, 1985-2021.



Fonte: A Autora (2022) com dados do Projeto MapBiomias (2022).

De uma forma geral, é possível perceber pelo gráfico 2, que não houve grande mudança na cobertura do solo florestal nos municípios que compõem a APA de Guaratuba no período estudado. Isso se deve ao fato das restrições legais, impostas pela Lei da Mata Atlântica, que impede o desmatamento na região e alteração do uso do solo.

Ainda assim, é possível afirmar que o município de Matinhos foi aquele que perdeu a maior porção de cobertura florestal no período, saindo de 9,891 ha de cobertura florestal em 1985 para 9,111 ha em 2021, queda de 7,89%, isso se deve ao fato de o município ter grande vocação turística e estar sendo pressionado pelo setor imobiliário, que busca formas de expansão das construções e encontra barreiras nas restrições legais e presença de UCs.

No sentido inverso, o município de Morretes aumentou sua cobertura florestal no mesmo período, saindo de 59.136 ha em 1985 para 60.631 ha em 2021, representando um aumento de 2,53% da cobertura florestal municipal. Visto ser este um município com vocação para o turismo ecológico, com inúmeras RPPNs, esta pode ser uma explicação para o ganho florestal no período estudado.

Observando o último ano de levantamento para cada município, o Quadro 6 demonstra a atual cobertura florestal dos municípios de Guaratuba, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul, Morretes, Paranaguá e Matinhos em hectares.

Apenas Guaratuba, Morretes e Paranaguá possuem formação de mangue, e Tijucas do Sul e São José dos Pinhais não possuem formação de restinga arborizada por ser uma vegetação tipicamente litorânea.

Quadro 6. Cobertura florestal do solo dos municípios que compõem a APA de Guaratuba – PR em 2021.

MUNICÍPIO	COBERTURA FLORESTAL	ÁREA (HA)	% DA ÁREA TOTAL DO MUNICÍPIO
Guaratuba	Formação Florestal	82.693	62,33
	Mangue	4.407	3,32
	Restinga Arborizada	26.732	20,15
	Total		85,80
São José dos Pinhais	Formação Florestal	54.158	57,22
	Mangue	0	0
	Restinga Arborizada	0	0
	Total		57,22
Tijucas do Sul	Formação Florestal	39.084	58,17
	Mangue	0	0
	Restinga Arborizada	0	0
	Total		58,17
Morretes	Formação Florestal	54.838	80,10
	Mangue	557	0,81
	Restinga Arborizada	5.236	7,65
	Total		88,56
Paranaguá	Formação Florestal	17.928	21,69
	Mangue	3.656	4,42
	Restinga Arborizada	23.046	27,89
	Total		54,00
Matinhos	Formação Florestal	3.151	26,73
	Mangue	0	0
	Restinga Arborizada	5.960	50,55
	Total		77,28

Fonte: A Autora (2022) com dados do Projeto MapBiomias (2022).

Importante esclarecer que, a definição utilizada pelo MapBiomias para Restinga Arborizada é “Formações florestais que se estabelecem sobre solos arenosos ou sobre dunas na zona costeira.” E que a última versão do programa, Coleção 8, passou a utilizar a nomenclatura Restinga Arbórea, porém, com a mesma definição.

A definição proposta pela Lei Florestal 12.651 de 2012, assim trata de Restinga no artigo 2º:

XVI - restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado; (BRASIL, 2012).

Desta feita, leitura conjunta entre a definição da Lei Florestal e do Projeto MapBiomias é possível entender que Restinga vai muito além de apenas uma faixa litorânea limitada à poucos metros do mar.

Assim definiu Popp (1998) “As restingas abrangem áreas da superfície naturalmente inundáveis, são barreiras naturais que recebem ao mesmo tempo água doce (de lagoas ou rios) e salgada (do mar). Estão ligadas às condições hidrodinâmicas locais, à ação das ondas e marés”.

Em relação à área total de cada município, em hectares, nota-se que Matinhos possui pouco mais de 1/2 de sua área coberta por Restinga Arborizada (50,55%) e pouco mais de 1/4 com cobertura de Formação Florestal (26,73%).

Paranaguá também possui um percentual elevado de sua área coberta por Restinga Arborizada, 27,89% de todo o seu território, seguido de Guaratuba com 20,15% de cobertura com formação de Restinga Arborizada e finalmente Morretes, com apenas 7,65% de Restinga Arborizada.

Nota-se que, todos os 6 municípios possuem formação florestal e que Guaratuba é o município com o maior remanescente desta tipologia de cobertura do solo dentre todos, seguido de Morretes e São José dos Pinhais. Com a menor cobertura florestal se encontra Matinhos, cidade litorânea com grande vocação turística voltada às praias.

4.1.1 Valoração do estoque de CO₂ para o Cenário 0

Considerando a área da APA de Guaratuba com atual cobertura florestal nativa, mangue e reflorestamentos, tem-se 172.899,45 ha estocando Carbono, isso avaliando apenas a parte aérea.

No cenário 0, que considera que não há possibilidade de que a APA deixe de existir e que ela sempre vai permanecer com o atual estoque de CO₂, foi estimado o equivalente a 78.731.336,04 tCO₂eq (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 0 para o ano de 2021.

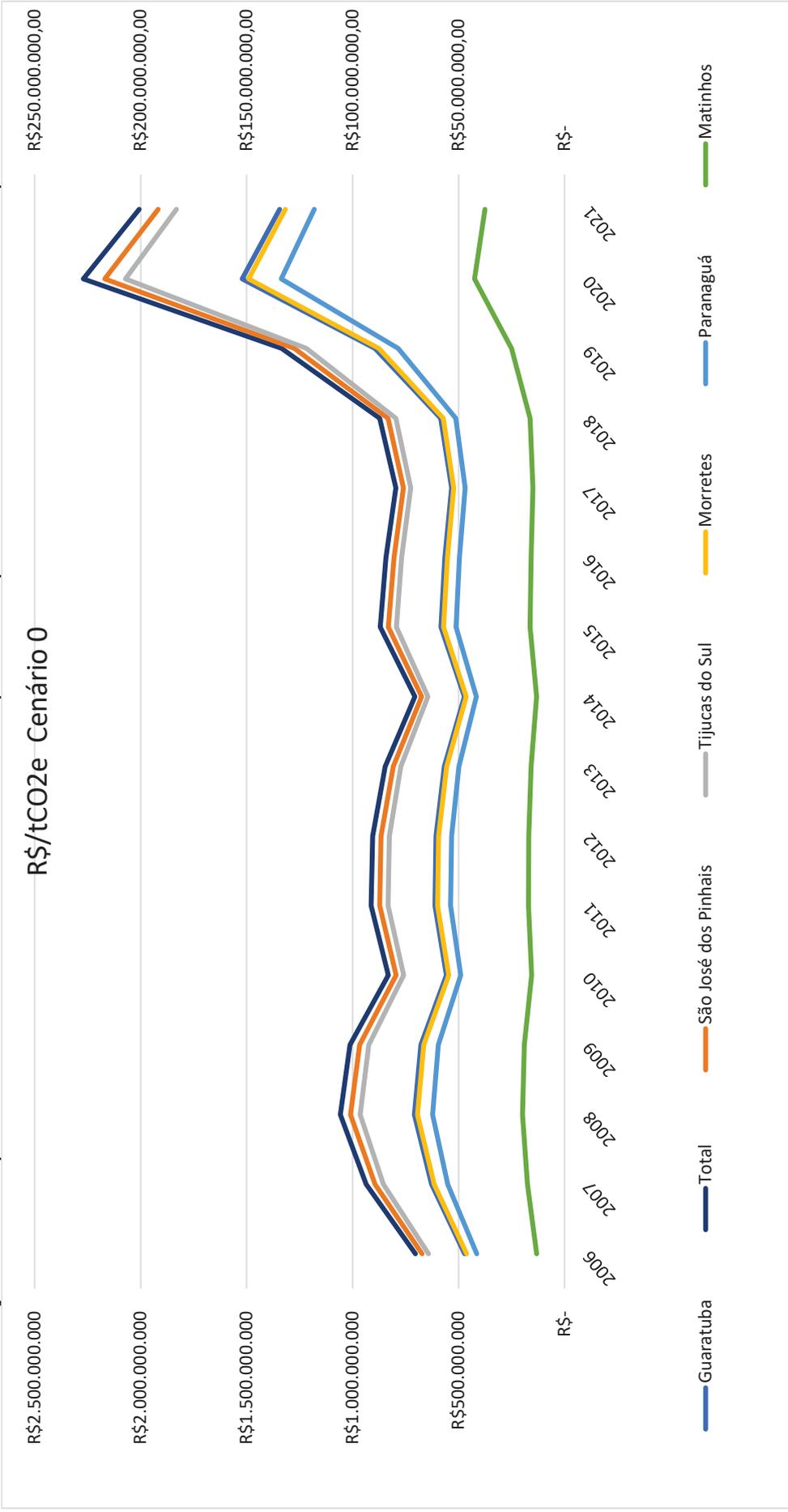
	Área Conservada	% da APA	Fator de Densidade tCO ₂ ha ⁻¹	tCO ₂ e	% tCO ₂ e
GUARATUBA	113.439,33	65,61	465,00	52.749.288,05	67,00
SJP*	19.451,19	11,25	386,75	7.522.747,01	9,55
TIJUCAS DO SUL	15.975,91	9,24	449,65	7.183.567,56	9,12
MORRETES	11.117,43	6,43	464,98	5.169.384,76	6,57
PARANAGUÁ	9.837,98	5,69	471,04	4.634.081,49	5,89
MATINHOS	3.077,61	1,78	478,38	1.472.267,17	1,87
Total	172.899,45	100		78.731.336,04	100

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

Monetizando a quantidade de CO₂e estocada nos municípios que compõem a APA de Guaratuba para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2006 a 2021, é possível perceber historicamente a evolução de valores que seria possível alcançar em cada município e na APA como um todo (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Evolução do valor possível de CO₂ da APA de Guaratuba, por município e total em R\$ de 2006 a 2021 para Cenário 0.



Fonte: A autora (2023).

Obs: Para melhor visualização, o município de Guaratuba e o Total estão plotados no eixo principal, enquanto os demais municípios estão plotados no eixo secundário.

Foi possível perceber que Guaratuba se destaca como sendo o município com a maior participação no total de geração de valor pela presença de CO₂ na APA, o que é muito evidente em se tratando do Cenário 0 que considera a atual cobertura do solo existente e Guaratuba é o município com a maior cobertura.

A ascensão observada nos últimos anos da série, especialmente em 2020, se deve à valorização do Dólar frente ao Real e também ao preço da tonelada de Carbono, que passou de US\$ 4,33 em 2019 para US\$ 5,60 em 2020, o mesmo padrão foi observado em todos os cenários.

Em valores absolutos, monetizados para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2006 a 2021, o valor do estoque de tCO₂e variou de R\$ 703 milhões em 2006 a R\$ 2,270 bilhões em 2020. (Tabela 2).

Adotando a mesma metodologia utilizada em Medeiros e Young (2011) e Young e Medeiros (2018), para anualizar esses valores, o estoque de CO₂e alcançou R\$ 21.111.020,45 de CO₂e em 2006 e R\$ 68.118.351,94 em 2020 a um custo de oportunidade de 3% e; de R\$ 42.222.040,89 em 2006 e R\$ 136.236.703,88 de CO₂e em 2020, para um custo de oportunidade de 6% ao ano (Tabela 2).

Tabela 2 – Valor do estoque de CO₂ anualizados e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 0, 2006 a 2021.

ANO	R\$*	R\$ ACUMULADO	R\$ (3%)	R\$ (6%)
06	703.700.681,53	703.700.681,53	21.111.020,45	42.222.040,89
07	936.509.242,20	1.640.209.923,73	28.095.277,27	56.190.554,53
08	1.057.519.305,70	2.697.729.229,43	31.725.579,17	63.451.158,34
09	1.012.091.324,80	3.709.820.554,23	30.362.739,74	60.725.479,49
10	831.402.908,59	4.541.223.462,82	24.942.087,26	49.884.174,52
11	912.811.110,05	5.454.034.572,87	27.384.333,30	54.768.666,60
12	905.804.021,15	6.359.838.594,02	27.174.120,63	54.348.241,27
13	846.125.668,43	7.205.964.262,45	25.383.770,05	50.767.540,11
14	706.062.621,61	7.912.026.884,06	21.181.878,65	42.363.757,30
15	870.059.994,58	8.782.086.878,64	26.101.799,84	52.203.599,68
16	842.031.638,95	9.624.118.517,59	25.260.949,17	50.521.898,34
17	796.131.270,04	10.420.249.787,63	23.883.938,10	47.767.876,20
18	872.127.077,94	11.292.376.865,57	26.163.812,34	52.327.624,68
19	1.333.866.295,20	12.626.243.160,77	40.015.988,86	80.031.977,71
20	2.270.611.731,41	14.896.854.892,18	68.118.351,94	136.236.703,88
21	2.006.861.755,67	16.903.716.647,85	60.205.852,67	120.411.705,34

Fonte: A autora (2022).

* US\$ e taxa de câmbio conforme Quadro 5.

Foi possível perceber que ao longo dos anos estudados, o melhor ano para que houvesse a comercialização do CO₂ seria 2020, ainda assim verificasse-se que a valorização vinha ocorrendo até 2008 e a partir de 2009 o preço do CO₂ apresenta retração, porém, tal fato foi melhor discutido, no item 4.1.1.

Segundo o Ecosystem Marketplace, o ano de 2020 foi um ano marcante para os mercados voluntários de carbono, continuando a forte trajetória de crescimento que já se observava em 2019, apesar do surgimento do COVID-19, tornando o desempenho de 2021 além do esperado (FOREST TRENDS, 2021; DONOFRIO, 2019).

Especialistas indicam que, para atingir a meta de aquecer no máximo de 1,5°C o Planeta até 2100 do Acordo de Paris, o mundo precisa reduzir pela metade a poluição climática dos níveis atuais até 2030 e reduzi-los a zero líquido até 2050. Para isso, o mercado de carbono precisará aumentar, segundo o

Forest Trends 15 vezes até 2030 e 100 vezes até 2050 a partir dos níveis de 2020 (FOREST TRENDS, 2021; DONOFRIO, 2020).

Fazendo um recorte mais detalhado dos dados, observando apenas os últimos 3 anos da série, o município de Guaratuba, no Cenário 0, foi o município que participou com o maior percentual do total de arrecadação potencial de CO₂, na proporção de 67,00%, seguido de São José dos Pinhais, com 9,55% do total, e de Tijucas do Sul com 9,12% (Tabela 3).

Tabela 3 – Valor do estoque de CO₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 0 para os anos de 2019, 2020 e 2021.

	<i>Município</i>	<i>R\$*</i>	<i>% do Valor</i>	<i>R\$ (3%)</i>	<i>R\$ (6%)</i>
2020	Guaratuba	893.678.438,18	67,00	26.810.353,15	53.620.706,29
	SJP**	127.450.379,80	9,55	3.823.511,39	7.647.022,79
	Tijucas do Sul	121.704.001,65	9,12	3.651.120,05	7.302.240,10
	Morretes	87.579.716,55	6,57	2.627.391,50	5.254.782,99
	Paranaguá	78.510.608,59	5,89	2.355.318,26	4.710.636,52
	Matinhos	24.943.150,43	1,87	748.294,51	1.496.589,03
	Total	1.333.866.295,20	100	40.015.988,86	80.031.977,71
2022	Guaratuba	1.521.289.467,43	67,00	45.638.684,02	91.277.368,05
	SJP**	216.956.023,69	9,55	6.508.680,71	13.017.361,42
	Tijucas do Sul	207.174.088,51	9,12	6.215.222,66	12.430.445,31
	Morretes	149.085.056,38	6,57	4.472.551,69	8.945.103,38
	Paranaguá	133.646.910,15	5,89	4.009.407,30	8.018.814,61
	Matinhos	42.460.185,25	1,87	1.273.805,56	2.547.611,11
	Total	2.270.611.731,41	100	68.118.351,94	136.236.703,88
2021	Guaratuba	1.344.579.352,46	67,00	40.337.380,57	80.674.761,15
	SJP**	191.754.821,22	9,55	5.752.644,64	11.505.289,27
	Tijucas do Sul	183.109.137,18	9,12	5.493.274,12	10.986.548,23
	Morretes	131.767.617,45	6,57	3.953.028,52	7.906.057,05
	Paranaguá	118.122.737,16	5,89	3.543.682,11	7.087.364,23
	Matinhos	37.528.090,22	1,87	1.125.842,71	2.251.685,41
	Total	2.006.861.755,67	100	60.205.852,67	120.411.705,34

Fonte: A autora (2022).

* US\$ e taxa de câmbio conforme Quadro 5.

**São José dos Pinhais

Os três últimos colocados no *ranking* de participação no potencial de arrecadação com CO₂ evitado, entre 2019 e 2021, foram Morretes, Paranaguá e Matinhos, com 6,57%, 5,89% e 1,86%, respectivamente.

Em que pese esta ordem seja a mesma de participação destes municípios na área total da APA, os percentuais não são os mesmos, isto porque, para o cálculo do valor da tonelada de CO₂ evitada em cada município não só sua área é considerada, mas também o fator de densidade, apresentado pelo GEMA que varia de município para município especialmente pela presença de restinga arborizada (Tabela 1).

4.1.2 Valoração do estoque de CO₂ para o Cenário 1

No cenário 1, considerando que, caso a APA deixasse de existir, apenas o mínimo legal exigido pela Lei Florestal seria atendido, ou seja, o quanto a APA evita de desmatamento é equivalente ao remanescente atual menos 20% de Reserva Legal, a área que permaneceria fixando Carbono seria de 138.319,56 ha.

Importante ressaltar que se trata de um cenário hipotético, vez que, mesmo na inexistência da APA de Guaratuba, o Bioma ainda é protegido pela Lei da Mata Atlântica, que proíbe o desmatamento a não ser em raras situações – como a realização de obras, projetos ou atividades de utilidade pública (BRASIL, 2006). No entanto, a Lei acaba por prejudicar o agricultor que conserva a mata para uso sustentável futuro, impede a retirada de árvores até mesmo para manutenção da propriedade.

Aplicando o fator de densidade municipal, sob a área correspondente de cada município de acordo com seu percentual de participação na composição da APA de Guaratuba (Quadro 6), chegou-se a 62.985.068,83 tCO₂eq (Tabela 4).

Tabela 4 – Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 1 no ano de 2006.

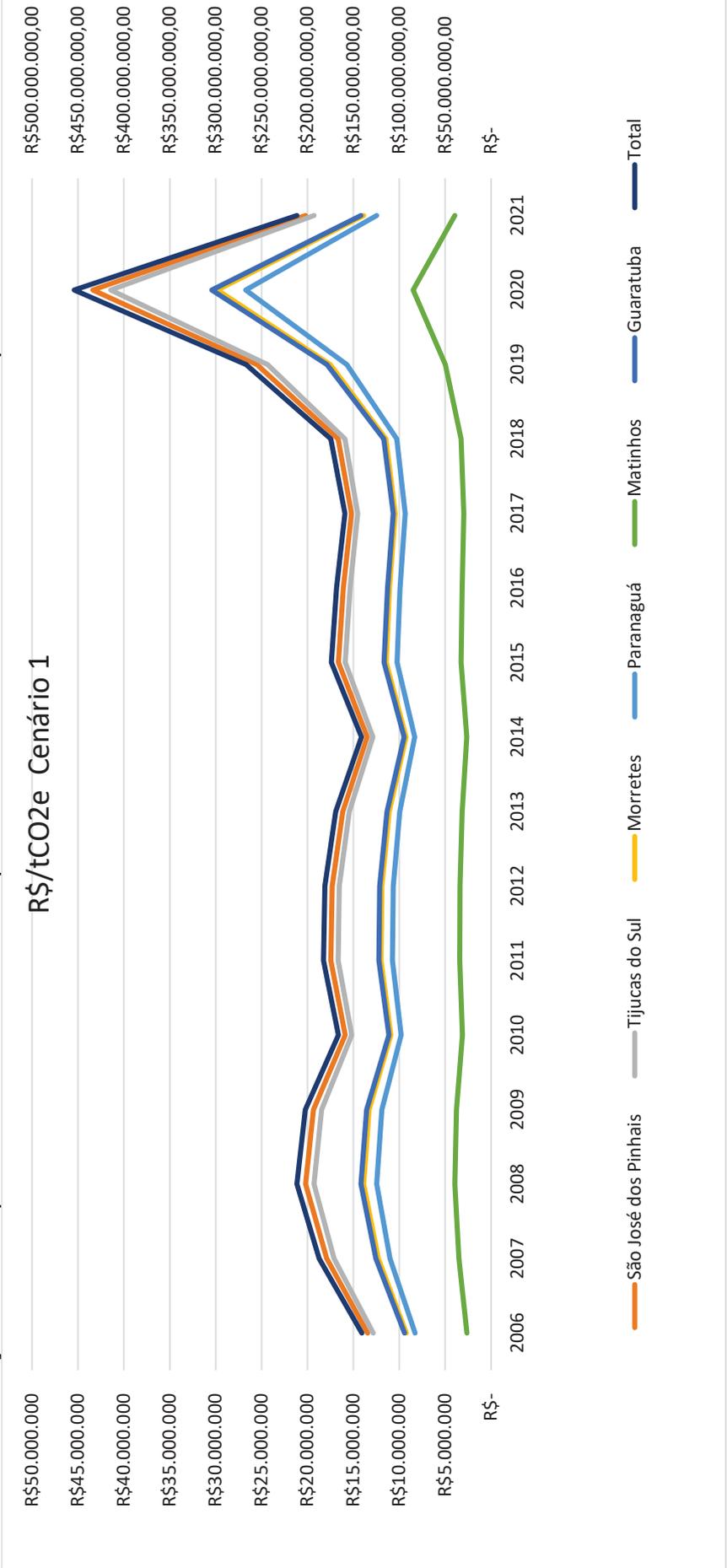
MUNICÍPIO	Área Conservada	% da APA	Fator de Densidade tCO ₂ ha ⁻¹	tCO ₂ e na APA	% da APA
GUARATUBA	90.751,46	65,61	465	42.199.430,44	67,00
SJP*	15.560,95	11,25	386,75	6.018.197,61	9,55
TIJUCAS DO SUL	12.780,73	9,24	449,65	5.746.854,05	9,12
MORRETES	8.893,95	6,43	464,98	4.135.507,81	6,57
PARANAGUÁ	7.870,38	5,69	471,04	3.707.265,19	5,89
MATINHOS	2.462,09	1,78	478,38	1.177.813,74	1,87
Total	138.319,56	100		62.985.068,83	100

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

Monetizando a quantidade de CO₂e estocada nos municípios que compõem a APA de Guaratuba para o Cenário 1, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2006 a 2021, é possível perceber historicamente a evolução de valores que seria possível alcançar em cada município e na APA como um todo (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Evolução do valor possível de CO₂ nos municípios e na APA toda em R\$ de 2006 a 2021 para o Cenário 1.



Fonte: A autora (2023).

Obs: Para melhor visualização, o município de Guaratuba e o Total estão plotados no eixo principal, enquanto os demais municípios estão plotados no eixo secundário.

Assim, como para o Cenário 0, notou-se pelo gráfico acima que Guaratuba se destaca como sendo o município com a maior participação no total de geração de valor pela presença de CO₂ na APA, isso porque, como já dito, o Cenário 1 representa um percentual do Cenário 0, o que reflete nos resultados.

Adotando a mesma metodologia utilizada em Medeiros e Young (2011) e Young e Medeiros (2018), para anualizar esses valores, o estoque de CO₂e alcançaram de R\$ 4.222.204,09 de CO₂e por ano em 2006 a R\$ 13.623.670,39 em 2020 a um custo de oportunidade de 3% e; de R\$ 8.444.408,18 por ano em 2006 a R\$ 27.247.340,78 de CO₂e por ano em 2020, para um custo de oportunidade de 6% ao ano (Tabela 5).

Tabela 5 – Valor do estoque de CO₂ anualizados e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 1, 2006 a 2021.

Ano	R\$*	R\$ ACUMULADO	R\$ (3%)	R\$ (6%)
06	140.740.136,31	140.740.136,31	4.222.204,09	8.444.408,18
07	187.301.848,44	328.041.984,75	5.619.055,45	11.238.110,91
08	211.503.861,14	539.545.845,89	6.345.115,83	12.690.231,67
09	202.418.264,96	741.964.110,85	6.072.547,95	12.145.095,90
10	166.280.581,72	908.244.692,57	4.988.417,45	9.976.834,90
11	182.562.222,01	1.090.806.914,58	5.476.866,66	10.953.733,32
12	181.160.804,23	1.271.967.718,81	5.434.824,13	10.869.648,25
13	169.225.133,69	1.441.192.852,50	5.076.754,01	10.153.508,02
14	141.212.524,32	1.582.405.376,82	4.236.375,73	8.472.751,46
15	174.011.998,92	1.756.417.375,74	5.220.359,97	10.440.719,94
16	168.406.327,79	1.924.823.703,53	5.052.189,83	10.104.379,67
17	159.226.254,01	2.084.049.957,54	4.776.787,62	9.553.575,24
18	174.421.401,86	2.258.471.359,40	5.232.642,06	10.465.284,11
19	266.773.259,04	2.525.244.618,44	8.003.197,77	16.006.395,54
20	454.122.346,28	2.979.366.964,72	13.623.670,39	27.247.340,78
21	211.503.861,14	3.190.870.825,86	6.345.115,83	12.690.231,67

Fonte: A autora (2022).

* US\$ e taxa de câmbio conforme Quadro 5.

Ao ser feito um recorte mais detalhado dos dados, apenas os últimos 3 anos da série, monetizando a quantidade de CO₂e estocada na APA de Guaratuba para o cenário de simples cumprimento da legislação florestal, o valor do estoque de tCO₂eq foi de mais de R\$ 1,067 bilhão em 2019, chegando a mais de R\$ 1,816 bilhão em 2020 e, posteriormente retornando a pouco mais de R\$ 1,605 bilhão em 2021 (Tabela 6).

Tabela 6 – Valor do estoque de CO₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 1 para os anos de 2019, 2020 e 2021.

	Município	R\$*	%	R\$ (3%)	R\$ (6%)
2019	Guaratuba	714.942.750,55	67,00	21.448.282,52	42.896.565,03
	SJP**	101.960.303,84	9,55	3.058.809,12	6.117.618,23
	Tijucas do Sul	97.363.201,32	9,12	2.920.896,04	5.841.792,08
	Morretes	70.063.773,24	6,57	2.101.913,20	4.203.826,39
	Paranaguá	62.808.486,87	5,89	1.884.254,61	3.768.509,21
	Matinhos	19.954.520,35	1,87	598.635,61	1.197.271,22
	Total	1.067.093.036,16	100	32.012.791,08	64.025.582,17
2020	Guaratuba	1.217.031.573,95	67,00	36.510.947,22	73.021.894,44
	SJP**	173.564.818,95	9,55	5.206.944,57	10.413.889,14
	Tijucas do Sul	165.739.270,81	9,12	4.972.178,12	9.944.356,25
	Morretes	119.268.045,10	6,57	3.578.041,35	7.156.082,71
	Paranaguá	106.917.528,12	5,89	3.207.525,84	6.415.051,69
	Matinhos	33.968.148,20	1,87	1.019.044,45	2.038.088,89
	Total	1.816.489.385,13	100	54.494.681,55	108.989.363,11
2021	Guaratuba	1.075.861.819,29	67,00	32.275.854,58	64.551.709,16
	SJP**	153.432.142,50	9,55	4.602.964,28	9.205.928,55
	Tijucas do Sul	146.514.319,95	9,12	4.395.429,60	8.790.859,20
	Morretes	105.433.530,84	6,57	3.163.005,93	6.326.011,85
	Paranaguá	94.515.613,87	5,89	2.835.468,42	5.670.936,83
	Matinhos	30.028.007,90	1,87	900.840,24	1.801.680,47
	Total	1.605.785.434,36	100	48.173.563,03	96.347.126,06

Fonte: A autora (2022).

* US\$ e taxa de câmbio conforme Quadro 5.

**São José dos Pinhais

Anualmente os valores referentes ao estoque de CO₂eq alcançados foram R\$ 32.012.791,08, R\$ 54.494.681,55, R\$ 48.173.563,03 de CO₂eq por ano, para

um custo de oportunidade de 3% ao ano, respectivamente para 2019, 2020 e 2021; e R\$ 64.025.582,17, R\$ 108.989.363,11, R\$ 96.347.126,06 de CO₂eq por ano, para um custo de oportunidade de 6% ao ano, respectivamente para 2019, 2020 e 2021.

É possível observar que, percentualmente os valores foram os mesmos do Cenário 0, vez que o Cenário 1 é um percentual (20%) do Cenário 0, logo os valores permanecem Guaratuba 67,00%; São José dos Pinhais 9,55%; Tijucas do Sul 9,12%; Morretes 6,57%; Paranaguá 5,89% e; Matinhos 1,86%.

4.1.3 Valoração do estoque de CO₂ para o Cenário 2

No terceiro cenário proposto, considerando que, se a APA de Guaratuba não existisse, o percentual de remanescente florestal seria equivalente à tendência de desmatamento de cada município, conforme disponibilizado pelo Projeto MapBiomass (2022) o percentual de remanescente florestal de Guaratuba é 85,80%, de São José dos Pinhais 57,22%, Tijucas do Sul 58,17%, Morretes 88,57%, Paranaguá 54,00% e Matinhos 77,28.

Assim, aplicando a tendência de desmatamento, com base no percentual de remanescente florestal de cada município, é possível determinar qual seria a área que cada município manteria a estocagem de CO₂ no cenário proposto e, a partir do cálculo da redução do desmatamento, estimar a emissão de carbono que seria evitada em função da existência da APA (Tabela 7).

Tabela 7 – Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas no Cenário 2 no ano 2006.

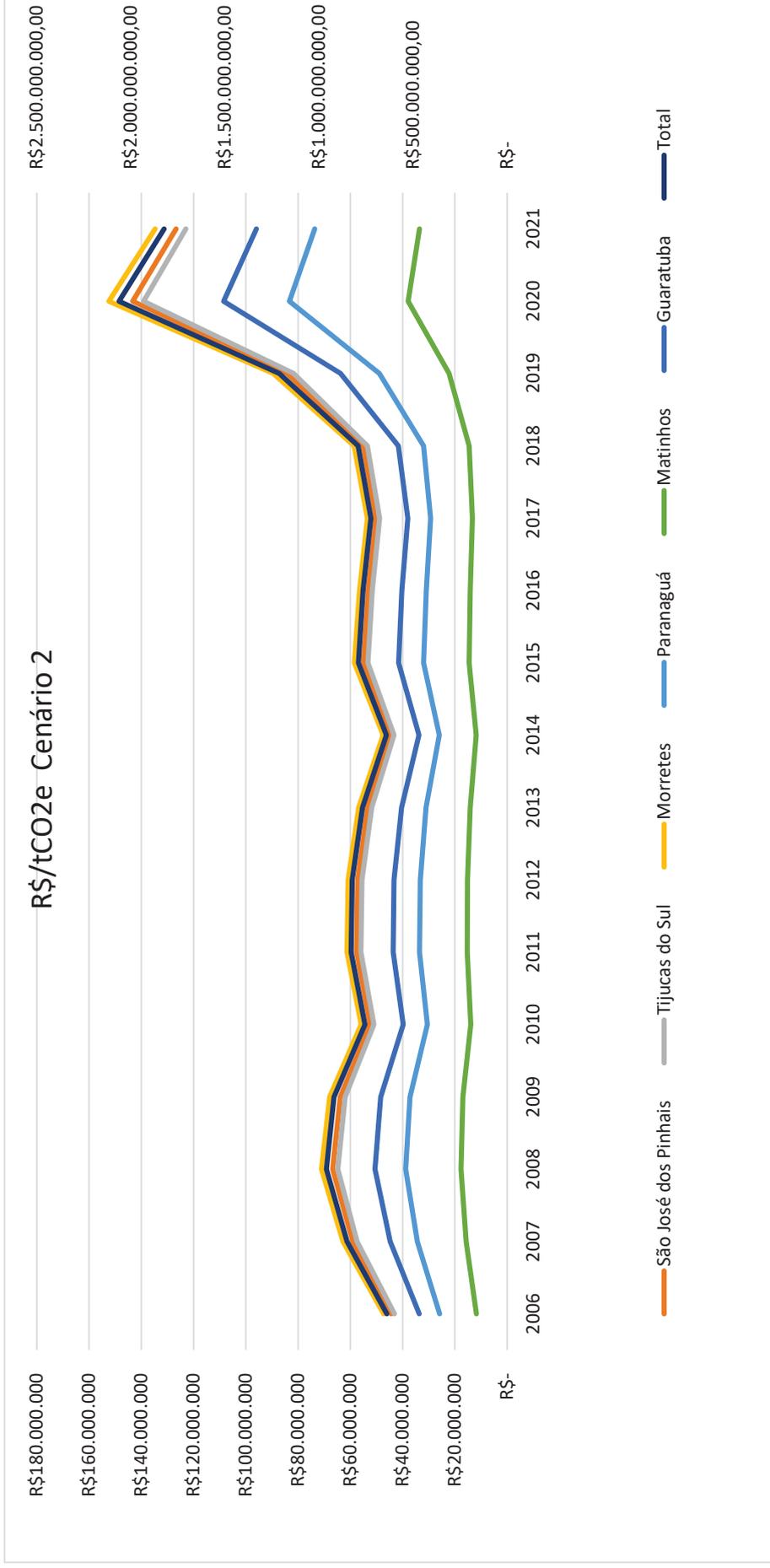
Município	Área da APA (ha)	% Rem. Florestal	Área de Rem. Flor. APA (ha)	Densidade de Carbono (tCO ₂ /ha)	tCO ₂ eq na APA
Guaratuba	130.954,9	85,80	112.363	465	52.248.795
SJP*	22.454,6	57,22	12.849	386,75	4.969.429
Tijucas	18.442,7	58,17	10.728	449,65	4.823.918
Morretes	12.834,0	88,57	11.367	464,98	5.285.275
Paranaguá	11.357,0	54,00	6.133	471,04	2.888.964
Matinhos	3.552,8	77,28	2.746	478,38	1.313.411
Total	199.596,0	70,28	156.186	-	71.529.793

Fonte: A autora (2022).

*São José dos Pinhais

Monetizando a quantidade de CO₂e estocada nos municípios que compõem a APA de Guaratuba para o Cenário 2, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2006 a 2021, foi feito o histórico da evolução de valores que seria possível alcançar em cada município e na APA como um todo (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Evolução do valor possível de CO₂ nos municípios e na APA toda em R\$ de 2006 a 2021 para o Cenário 2.



Fonte: A autora (2023).

Obs: Para melhor visualização, o município de Guaratuba e o Total estão plotados no eixo principal, enquanto os demais municípios estão plotados no eixo secundário.

Notou-se para o Cenário 2, pelo gráfico acima, assim como nos cenários anteriores, que Guaratuba se destaca como sendo o município com a maior participação no total de geração de valor pela presença de CO₂ na APA, isto porque o cenário considera a tendência de desmatamento, e Guaratuba neste quesito só fica atrás de Morretes. Logo, maior área conservada, maior estoque de CO₂.

Em valores absolutos monetizados para o Cenário 2, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2006 a 2021, o valor do estoque de tCO₂eq varia de R\$ 639 mil em 2006 a R\$ 2,06 milhões em 2020 (Tabela 8).

Anualmente esses valores de estoque de CO₂e alcançaram de R\$ 19.179.998,68 em 2006 e R\$ 38.359.997,36 em 2020 a um custo de oportunidade de 3% ao ano e de R\$ 61.887.576,86 em 2006 e R\$ 123.775.153,72 em 2020, para um custo de oportunidade de 6% ao ano (Tabela 8).

Tabela 8 – Valor do estoque de CO₂ anualizado e acumulado a uma taxa de 3% e 6% em Reais – Cenário 2, 2006 a 2021.

Ano	R\$*	R\$ acumulado	R\$ (3%)	R\$ (6%)
06	639.333.289,37	639.333.289,37	19.179.998,68	38.359.997,36
07	850.846.887,12	1.490.180.176,49	25.525.406,61	51.050.813,23
08	960.788.178,88	2.450.968.355,37	28.823.645,37	57.647.290,73
09	919.515.488,35	3.370.483.843,72	27.585.464,65	55.170.929,30
10	755.354.613,53	4.125.838.457,25	22.660.638,41	45.321.276,81
11	829.316.419,44	4.955.154.876,69	24.879.492,58	49.758.985,17
12	822.950.267,87	5.778.105.144,56	24.688.508,04	49.377.016,07
13	768.730.684,81	6.546.835.829,37	23.061.920,54	46.123.841,09
14	641.479.183,16	7.188.315.012,53	19.244.375,49	38.488.750,99
15	790.475.741,87	7.978.790.754,40	23.714.272,26	47.428.544,51
16	765.011.135,58	8.743.801.889,98	22.950.334,07	45.900.668,13
17	723.309.266,29	9.467.111.156,27	21.699.277,99	43.398.555,98
18	792.335.516,49	10.259.446.672,76	23.770.065,49	47.540.130,99
19	1.211.857.752,13	11.471.304.424,89	36.355.732,56	72.711.465,13
20	2.062.919.228,63	13.534.223.653,52	61.887.576,86	123.775.153,72
21	1.823.580.541,42	15.357.804.194,94	54.677.373,73	109.354.747,46

Fonte: A autora (2022).

* US\$ e taxa de câmbio conforme Quadro 5.

Dentre os 10 municípios paranaenses que mais conservaram a Mata Atlântica entre 1985 a 2015, segundo a Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Guaratuba aparece em 2º lugar, Matinhos em 5º, Morretes em 7º, e Paranaguá em 9º lugar no *ranking*.

Contrário à esta tendência estão os municípios de São José dos Pinhais e Tijucas do Sul, que historicamente perderam mais Bioma Mata Atlântica que os demais, isso por se tratar de municípios mais industrializados, com grande pressão do setor imobiliário.

Um recorte dos últimos 3 anos da série, monetizando a quantidade de CO₂e estocada na APA de Guaratuba para o cenário de tendência de desmatamento, o valor do estoque de tCO₂eq foi mais de 1,067 bilhão de Reais em 2019, chegando a mais de 1,816 bilhão de Reais em 2020 e, posteriormente retornando a pouco mais de 1,605 bilhão de Reais em 2021 (Tabela 9).

Tabela 9 – Valor do estoque de CO₂ por município, anualizados a 3% e 6% em Reais – Cenário 2 para os anos de 2019, 2020 e 2021.

	Município	R\$*	% da APA	R\$ (3%)	R\$ (6%)
2019	Guaratuba	885.199.091,32	73,04	26.555.972,74	53.111.945,48
	SJP**	84.192.068,78	6,95	2.525.762,06	5.051.524,13
	Tijucas do Sul	81.726.811,11	6,74	2.451.804,33	4.903.608,67
	Morretes	89.543.132,06	7,39	2.686.293,96	5.372.587,92
	Paranaguá	48.944.833,22	4,04	1.468.345,00	2.936.689,99
	Matinhos	22.251.815,63	1,84	667.554,47	1.335.108,94
	Total	1.211.857.752,13	100	36.355.732,56	72.711.465,13
2020	Guaratuba	1.506.855.258,74	73,04	45.205.657,76	90.411.315,52
	SJP**	143.318.336,89	6,95	4.299.550,11	8.599.100,21
	Tijucas do Sul	139.121.782,11	6,74	4.173.653,46	8.347.306,93
	Morretes	152.427.336,13	7,39	4.572.820,08	9.145.640,17
	Paranaguá	83.317.730,50	4,04	2.499.531,92	4.999.063,83
	Matinhos	37.878.784,25	1,84	1.136.363,53	2.272.727,06
	Total	2.062.919.228,63	100	61.887.576,86	123.775.153,72
2021	Guaratuba	1.331.299.306,26	73,04	39.938.979,19	79.877.958,38
	SJP**	126.621.054,92	6,95	3.798.631,65	7.597.263,30
	Tijucas do Sul	122.913.419,14	6,74	3.687.402,57	7.374.805,15
	Morretes	134.668.811,53	7,39	4.040.064,35	8.080.128,69
	Paranaguá	73.610.810,45	4,04	2.208.324,31	4.416.648,63
	Matinhos	33.465.722,01	1,84	1.003.971,66	2.007.943,32
	Total	1.822.579.124,32	100	54.677.373,73	109.354.747,46

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021. **São José dos Pinhais

Anualmente os valores referentes ao estoque de CO₂eq alcançados foram R\$ 36.355.732,56, R\$ 61.887.576,86, R\$ 54.677.373,73 de CO₂eq por ano, para um custo de oportunidade de 3% ao ano, respectivamente para 2019, 2020 e 2021; e R\$ 72.711.465,13, R\$ 123.775.153,72, R\$ 109.354.747,46 de CO₂eq por ano, para um custo de oportunidade de 6% ao ano, respectivamente para 2019, 2020 e 2021.

Young e Medeiros (2018) estimaram o valor de R\$ 2.378.232.587 para UCs da categoria o Uso Sustentável no Bioma Mata Atlântica, como é a APA de Guaratuba, ou seja, considerando que levantaram 439.160 ha de desmatamento evitado pela presença das UCs naquele Bioma, tem-se uma relação de R\$ 5.415,41 por hectare

estocando CO₂, para o ano de 2016, utilizando US\$ 3,80/tCO₂e e uma taxa de câmbio de R\$ 3,25/US\$.

Empregando a mesma metodologia, para o ano de 2019, com US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$, chegou-se ao resultado de que o valor do estoque de carbono por hectare da APA de Guaratuba para o Cenário 2 é de R\$ 6.071,55.

Ou seja, a diferença entre os valores encontrado por Young e Medeiros (2018) e o presente trabalho pode estar relacionada a desvalorização do Real frente ao Dólar, visto que o CO₂ é comercializado utilizando a moeda estrangeira e não há, no período estudado, desvalorização do CO₂ em si, ao contrário, o nível dos preços do carbono está subindo desde 2013.

Segundo Houlder e Livsey (2021), o patamar necessário para garantir uma queda rápida e prolongada nas emissões de carbono para a atmosfera seria de US\$ 100 por tonelada de CO₂ em 2030. Ou seja, se as previsões se concretizarem, em pouco tempo o valor estocado de carbono no interior da APA de Guaratuba irá triplicar, *Ceteris Paribus*.

Para entender de forma mais precisa a influência da taxa de câmbio, bem como do preço da tonelada do CO₂, nos valores potenciais de Carbono estocado na APA de Guaratuba, foi realizada análise de volatilidade destes fatores na seção a seguir.

Em comparação com os valores alcançados no ano de 2019, no ano de 2020 a tonelada do CO₂eq em reais teve um aumento de 70,22%, já de 2020 para 2021 o aumento foi de 50,48%. Isto se deve ao fato de que o preço da tonelada do CO₂eq no mercado passou de US\$ 4,30 em 2019 para US\$ 5,60 em 2020 e US\$ 4,73 em 2021, aumentos de 30,23% e 10%, respectivamente.

A variação do câmbio também teve influência no valor final da tonelada de CO₂eq destes anos, saindo de R\$ 3,94 em 2019 para R\$ 5,15 em 2020 e R\$ 5,39 em 2021, variação positiva de 30,71% e 36,80%, respectivamente.

Este fato (do preço em US\$) pode ser explicado pela crescente demanda corporativa para cumprir metas de descarbonização. “Não são apenas as companhias que estão comprando créditos de carbono para cumprir uma pequena parte de seus compromissos de net-zero”, ainda “Há um interesse crescente de especuladores em comprar créditos e o valor combinado desses negócios está se tornando uma fonte robusta de financiamento para projetos verdes ao redor do mundo.” (FOREST TRENDS, 2021).

O volume de CO₂ comercializado mundialmente aumentou no mesmo período 80% de acordo com o Ecosystem Marketplace (FOREST TRENDS, 2021). Este crescimento, da procura por créditos de carbono, segundo previsões, deve ainda se intensificar na próxima década, com enfoque principal, segundo o *Price Waterhouse Coopers – PWC*, para créditos de remoção de carbono baseados nas Soluções Climáticas Naturais – incluindo projetos de florestas, solo e áreas úmidas e os projetos de reflorestamento (PWC, 2022).

Projeções mais conservadoras dos preços futuros do carbono apontam que o Brasil pode gerar uma receita líquida positiva de cerca de US\$ 19 bilhões até 2030 negociando as reduções do excedente e, se investir na obtenção de mais reduções de curto prazo, essa receita poderia atingir US\$ 27 bilhões entre 2020 e 2030 e US\$ 40 bilhões entre 2030 e 2035 (ALBUQUERQUE, *et al.*, 2021).

4.1.4 Valoração do estoque de CO₂ para o Cenário 2.1

Considerando a metodologia proposta para o Cenário 2, porém utilizando-se de fonte de dados diferente, criou-se o Cenário 2.1, com dados obtidos utilizando imagens TM Landsat 5, do ano de 1992 e Landsat 8 OLI do ano de 2017, divididas em 7 classes (HEIMANN e JESUS JÚNIOR, 2021).

No quarto cenário proposto, considerando que, se a APA de Guaratuba não existisse, o percentual de remanescente florestal seria equivalente à tendência de desmatamento de cada município que compõe a mesma, conforme disponibilizado por Heimann e Jesus Júnior (2021) o percentual de remanescente florestal de Guaratuba é 85,51%, de São José dos Pinhais 20,55%, Tijucas do Sul 23,78%, Morretes 16,24%, Paranaguá 11,90% e Matinhos 26,10%.

Assim, aplicando a tendência de desmatamento, com base no percentual de remanescente florestal de cada município, foi possível um comparativo entre os Cenários 2 e 2.1.

Nota-se que apenas para o município de Guaratuba não há grande diferença da área sendo preservada entre as duas metodologias, já para os demais municípios, a metodologia do MapBiomas apresenta percentuais de remanescentes florestais muito maiores que aquelas apresentados por Heimann e Jesus Júnior.

Vários fatores podem explicar tal diferença: interferência nas imagens usadas por Heimann e Jesus, visto que utilizaram apenas dois anos base (1992 e 2017); as

classes avaliadas, enquanto Heimann e Jesus Júnior avaliaram: florestas nativas, mangue e reflorestamentos, o MapBiomas avalia: Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue e Restinga Arborizada (Tabela 10).

Tabela 10 – Quantidade total do estoque de carbono contido na APA de Guaratuba em toneladas nos Cenários 2 e 2.1.

Município	Área da APA (ha)	% Rem. Florestal Cen. 2	% Rem. Florestal Cen. 2.1	Área de Rem. Flor. APA (ha) Cen. 2	Área de Rem. Flor. APA (ha) Cen. 2.1
Guaratuba	130.954,9	85,80	85,11	112.363	111.975
SJP*	22.454,6	57,22	20,51	12.849	4.615
Tijucas	18.442,7	58,17	23,78	10.728	4.385
Morretes	12.834,0	88,57	16,24	11.367	2.084
Paranaguá	11.357,0	54,00	11,90	6.133	1.352
Matinhos	3.552,8	77,28	26,10	2.746	927
Total	199.596,0			156.186	125.339

Fonte: A autora (2022).

*São José dos Pinhais

Em toneladas de Carbono a diferença entre os cenários foi de 71.529.793 tCO₂eq no Cenário 2 para 57.874.782 tCO₂eq no Cenário 2.1 e em valores monetizados, de R\$ 1.822.579.124,32 em 2021 para o Cenário 2, para R\$ 1.474.649.454,32 para o Cenário 2.1, no mesmo ano.

Não é possível afirmar que uma metodologia está correta em detrimento da outra, mas sugere-se que novos levantamentos sejam realizados, preferencialmente a campo, para confirmar as informações.

4.1.5 Comparativos entre os Cenários

Para que seja possível uma comparação entre os três diferentes cenários, os valores de CO₂ estocado em cada um dos seis municípios são apresentados a seguir em valores absolutos (Tabela 8) para o ano de 2021 e, em seguida foram transformados em percentual do total, para melhor compreensão dos resultados (Gráfico 6).

Observando em valores absolutos, é possível notar que, para todos os 6 municípios que compõem a APA de Guaratuba, o Cenário 0 é o mais vantajoso, e também mais próximo à realidade atual, pois nele se admite que o atual estoque de CO₂ vai permanecer, sem pressões externas.

No entanto, para refletir a efetiva contribuição da presença da UC estudada, é preciso comparar os Cenários 1 e 2 (Tabela 11).

Tabela 11 – Valor do estoque de CO₂ por município, ano de 2021, Cenários 0, 1 e 2.

Município	R\$ de CO ₂ e (Cenário 0)	R\$ de CO ₂ e (Cenário 1)	R\$ de CO ₂ e (Cenário 2)
Guaratuba	1.344.579.352,46	714.942.750,55	1.331.299.306,26
SJP*	191.754.821,22	101.960.303,84	126.621.054,92
Tijucas do Sul	183.109.137,18	97.363.201,32	122.913.419,14
Morretes	131.767.617,45	70.063.773,24	134.668.811,53
Paranaguá	118.122.737,16	62.808.486,87	73.610.810,45
Matinhos	37.528.090,22	19.954.520,35	33.465.722,01
Total	2.006.861.755,67	1.067.093.036,16	1.822.579.124,32

Fonte: A autora (2022).

*São José dos Pinhais.

O Cenário 2 foi mais vantajoso em relação ao Cenário 1, isso porque, o Cenário 2 propõe que, se fosse possível retirar a UC, os municípios preservariam remanescentes florestais do Bioma Mata Atlântica de acordo com o histórico que vem sendo acompanhado, apresentado na Tabela 6. Ocorre que, todos os municípios da APA de Guaratuba, historicamente, estão preservando remanescentes florestais acima do mínimo legal aceito e propostos pelo Cenário 1, qual seja, 20%.

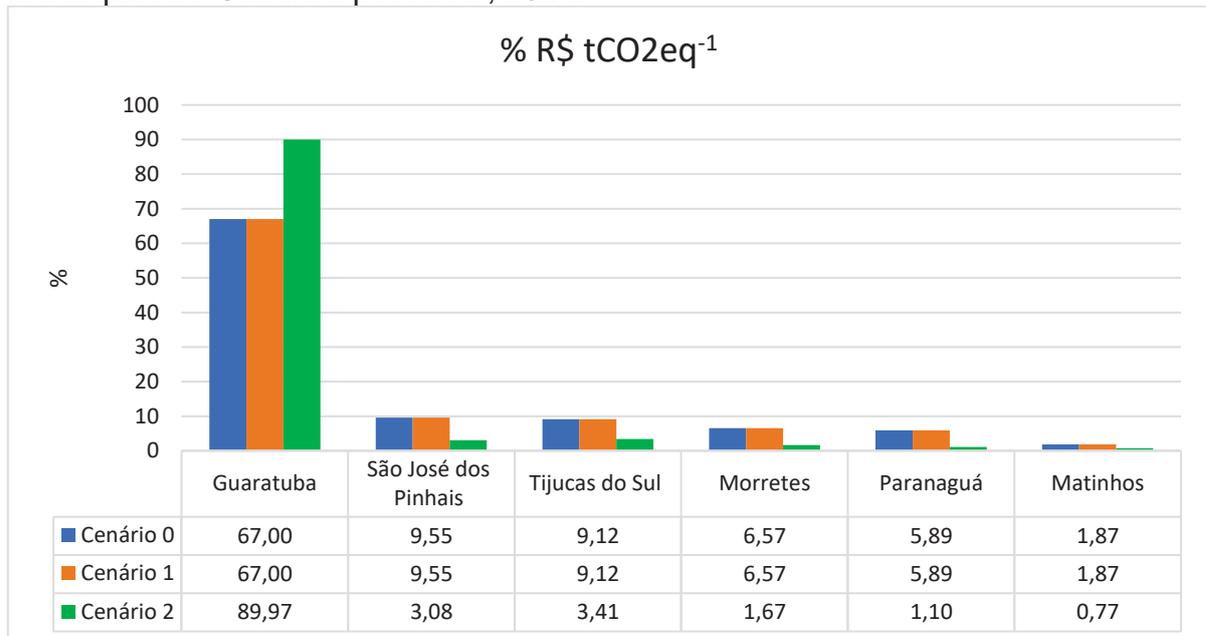
Logo, mesmo que não houvesse a presença da APA de Guaratuba, espera-se que os municípios não iriam desmatar o remanescente florestal ao mínimo legal, isso porque, como dito anteriormente, para além das restrições impostas pela Lei Florestal (12.651/2012) existem as restrições da Lei da Mata Atlântica (11.428/2006).

Os mesmos resultados da Tabela 11, porém em percentuais, que facilitam a percepção da participação de cada município no total de potencial arrecadação com CO₂e, foram apresentados apenas o ano de 2021, porém, percentualmente os números são os mesmos para os anos de 2019 e 2020, isso porque, o que determina a participação de cada município no total é o tamanho da área de APA que cada um possui, independente do preço do CO₂ por tonelada ou taxa de câmbio do ano em questão.

É possível observar que, para os municípios de Guaratuba e Morretes o Cenário 2 foi mais vantajoso que os demais, porém, apenas para Guaratuba essa vantagem é percebida, saindo de 66,99% para 73,04% do total. Porém, a explicação

para tal fato não está no município de Guaratuba e sim nos demais que perderam em participação do total, pois em números absolutos Guaratuba sai de mais de R\$ 1,344 bilhão no Cenário 0, para quase R\$ 715 milhões no Cenário 1 e mais de R\$ 1,331 bilhão no Cenário 2 (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Participação percentual do potencial de CO₂ por tonelada para cada município nos Cenários possíveis, 2021.



Fonte: A autora (2022).

São José dos Pinhais, Tijucas do Sul, Paranaguá e Matinhos dos Cenários 0 e 1 para o Cenário 2 perderam em participação percentual do total de valor de CO₂ potencial estocado, isso porque esses municípios são os que possuem menores percentuais de remanescentes florestais preservados historicamente (57,22%, 58,17%, 54,00% e 77,28% respectivamente, Tabela 6), o que influencia diretamente no Cenário 2 e, para que Guaratuba – município com maior percentual de preservação florestal – pudesse ganhar em participação, os municípios com menores percentuais históricos precisaram perder.

O comparativo da representatividade do valor acumulado de CO₂ na APA pela área total de cada município foi calculado com base nos valores apresentados na Tabela 8.

O hectare com maior valor potencial de estoque de Carbono nos Cenários 0 e 1 é Matinhos e no Cenário 2 é Morretes (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores do estoque de CO₂/ha por município, ano de 2021, por hectare do município, Cenários 0, 1 e 2.

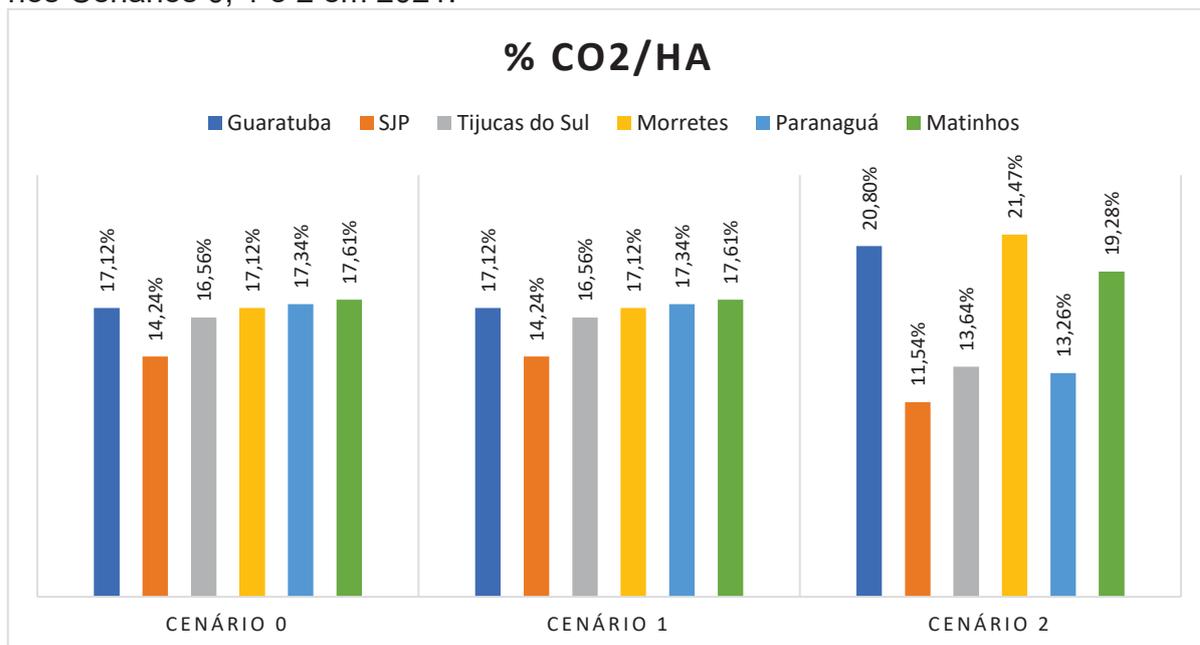
	Área do Município com APA	R\$ de CO ₂ /ha (Cenário 0)	R\$ de CO ₂ /ha (Cenário 1)	R\$ de CO ₂ /ha (Cenário 2)
Guaratuba	113.439,33	11.852,85	2.371,01	11.735,78
São José dos Pinhais	19.451,19	9.858,26	1.972,02	6.509,68
Tijucas do Sul	15.975,91	11.461,58	2.292,74	7.693,67
Morretes	11.117,43	11.852,34	2.370,91	12.113,30
Paranaguá	9.837,98	12.006,81	2.401,80	7.482,31
Matinhos	3.077,61	12.193,91	2.439,23	10.873,93
Média		11.537,62	2.307,95	9.401,45

Fonte: A autora (2022).

Já para os demais municípios, em que pese apresentarem o melhor resultado também no Cenário 0 (exceto Morretes), nos demais cenários variam a posição que ocupam no *ranking*. Tanto para o Cenário 1, cumprimento da lei florestal, quanto para o Cenário 2, tendência de desmatamento, São José dos Pinhais é o valor de CO₂e/ha mais barato entre os 6.

Os mesmos valores da tabela anterior apresentados na forma de percentual do total, confirma que Matinhos possui o maior percentual de participação do total do valor de CO₂ por hectare, nos Cenários 0 e 1, enquanto Morretes se destaca no Cenário 2 (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Percentuais de valores potenciais de CO₂/ha de APA em cada município nos Cenários 0, 1 e 2 em 2021.



Fonte: A autora (2023).

Com exceção de Morretes, em que o melhor cenário é o 2, para os demais municípios, o melhor resultado se encontra no Cenário 0, porém, não se vislumbra mais que Guaratuba esteja afrente de todos, ao contrário, os municípios com menor porção de APA, como Matinhos Paranaguá e Morretes são aqueles com maior valor de CO₂e/ha. Paranaguá acaba ocupando o último lugar apenas no Cenário 2, isto por historicamente ser um dos municípios que mais vem perdendo área florestal.

Em qualquer cenário o município de São José dos Pinhais é aquele com o menor percentual de participação do total de arrecadação possível de CO₂e na APA de Guaratuba (14,24% nos Cenários 0 e 1 e 11,54% no Cenário 2). Percebeu-se que para os Cenários 0 e 1 os valores percentuais dos 6 municípios são muito próximos, ou seja, nenhum deles destoa de forma significativa dos demais, isto porque foi calculado o quanto cada um pode arrecadar com CO₂e na sua porção de APA e depois dividido pelo tamanho de APA em seu território.

Já no Cenário 2 é possível perceber que os municípios mais industrializados e com maior porção de desmatamento nas últimas décadas são os que menor arrecadariam com o CO₂e.

Os resultados da Tabela 12 e Tabela 13, bem como do Gráfico 7 e Gráfico 8 permitem ao tomador de decisão uma ideia de como criar política de distribuição dos possíveis resultados com o comércio futuro de CO₂e, isto por que os primeiros

resultados apresentados seriam os valores caso o valor fosse dividido entre todo o município, enquanto os segundos resultados refletem o ganho potencial se o valor fosse dividido apenas entre a porção de APA em cada município.

Independentemente de qual seja o cenário proposto, importante ressaltar que, em relação aos créditos gerados a partir do setor florestal, está havendo um aumento das emissões destes certificados, o que se justifica pelo valor atribuído às soluções baseadas na natureza, que envolvem projetos de proteção de áreas de florestas nativas e reflorestamento.

Este tipo específico de crédito é valorizado pelos compradores por causa de benefícios associados à redução de emissões de GEE, como proteção da biodiversidade e desenvolvimento socioeconômico das comunidades tradicionais nas áreas de atuação desses projetos (ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2021).

Seroa da Mota (2020) aponta para a crescente preferência em relação aos créditos gerados por projetos florestais, vez que esses projetos não apenas têm como objetivo reduzir as emissões de GEE por meio de ações para evitar o desmatamento e a degradação ambiental, mas para além disso, objetivam aumentar o estoque de carbono via ações de florestamento, reflorestamento e manejo sustentável. Neste sentido, poderia haver uma valorização do estoque de carbono existente na área estudada.

No entanto, é preciso cautela em se afirmar que haverá valorização do preço da tonelada de CO₂ no mercado, isso por que, como visto no Quadro 5, ao longo do período estudado, de 2006 a 2021, o preço médio da tonelada de CO₂ florestal foi US\$ 4,87, o menor preço foi US\$ 3,01 em 2018 e o maior preço foi US\$ 7,24 em 2008, desde então o mercado mundial não voltou a atingir o mesmo patamar mesmo diante de todos os eventos internacionais e esforços mundiais para reduzir o gás na atmosfera.

No entanto, na prática, em todo o país, até dezembro de 2022, existiam em andamento apenas 159 projetos de crédito de carbono. No quesito volume, o Brasil ocupa a oitava posição no mundo, atrás de países como Ruanda, Uganda e Quênia.

A maioria dos projetos é de proteção florestal na Amazônia e são conduzidos por pouquíssimos e grandes proprietários, a um custo de certificação que não fica por menos de R\$ 1 milhão e demora dois anos para sair do papel (RYDLEWSKI, 2022).

Considerando o número de habitantes estimado pelo IBGE para cada município, visto que São José dos Pinhais é o mais populoso, acaba sendo aquele com o menor valor (R\$) de CO₂ por habitante em todos os cenários.

O município de Guaratuba seguiu com o maior valor de CO₂ (R\$) por habitante em todos os cenários, isto porque é o município com maior área ocupada pela UC, com isso maior valoração do serviço ecossistêmico.

Em seguida os dois que apresentam maiores valores de CO₂/hab são exatamente os municípios com as menores populações, Morretes e Tijucas do Sul (Tabela 13).

Tabela 13 – Valores do estoque de CO₂ da APA no município, ano de 2021, por habitante, Cenários 0, 1 e 2.

	nº habitantes	R\$ de CO ₂ /hab (Cenário 0)	R\$ de CO ₂ /hab (Cenário 1)	R\$ de CO ₂ /hab (Cenário 2)
Guaratuba	37.974	35.407,89	18.827,16	35.058,18
São José dos Pinhais	334.620	573,05	304,70	378,40
Tijucas do Sul	17.295	10.587,40	5.629,56	7.106,88
Morretes	16.485	7.993,18	4.250,15	8.169,17
Paranaguá	157.378	750,57	399,09	467,73
Matinhos	35.705	1.051,06	558,87	937,28
Média		9.393,86	1.879,12	8.686,27

Fonte: A autora (2022).

Já os municípios de Paranaguá e Matinhos ficaram com valores baixos de CO₂ por habitante, mas por razões diferentes.

Paranaguá pela grande população estimada, a segunda maior dentre os municípios estudados e Matinhos pela baixa receita advinda de CO₂ por ser o município com a menor área da APA de Guaratuba.

Como visto, os valores podem chegar a mais de R\$ 35 mil/habitante em Guaratuba, R\$ 10,5 mil/habitantes em Tijucas do Sul, quase R\$ 8 mil/habitantes em Morretes, pouco mais de R\$ 1 mil/habitante em Matinhos, R\$ 750/habitante em Paranaguá e R\$ 573/habitante em São José dos Pinhais.

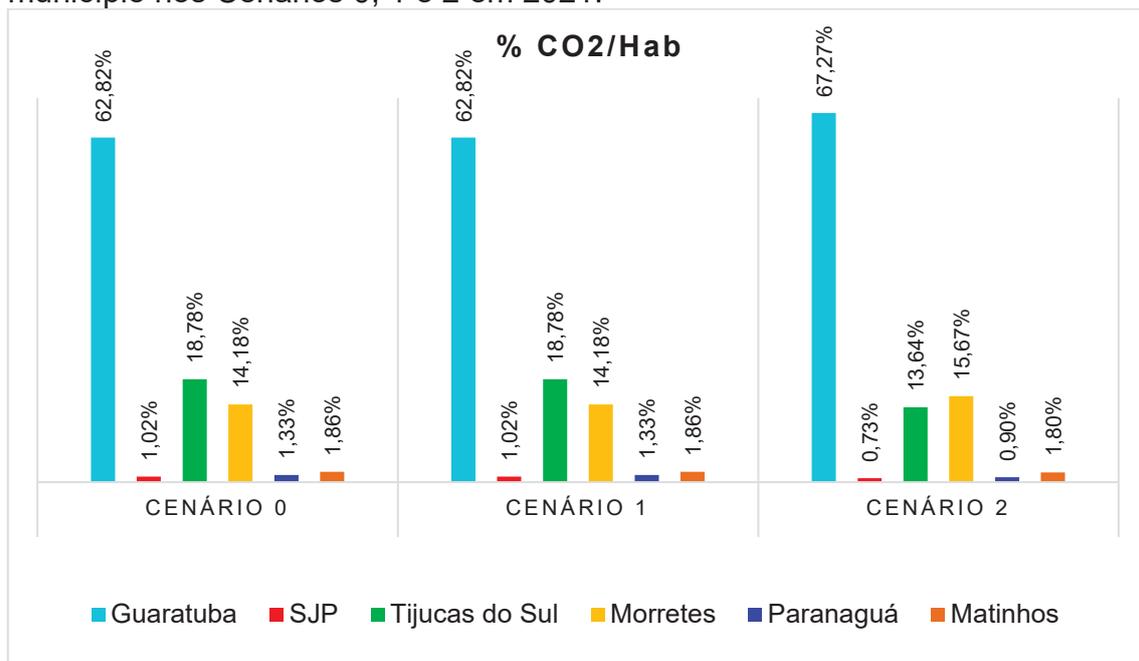
Ou seja, são valores que poderiam gerar estímulo para que o Poder Público entenda a importância desta Unidade de Conservação, ou até mesmo para

conscientização da população, isso se considerar que tais valores chegam até a população, o que não se vislumbra nas políticas públicas atuais para o setor.

Mas também tais valores poderiam ser relevantes para que o Poder Público possa, mais que simplesmente analisar os aspectos estruturais da APA de Guaratuba, pensar em novos caminhos da conservação da natureza que levem em consideração os habitantes locais e a influência destes de maneira positiva na manutenção da diversidade biológica.

Ao serem apresentados os valores da Tabela 14 anterior em formato de percentual de participação do total, foi possível perceber que, independente da forma de apresentação dos resultados ou do cenário proposto, São José dos Pinhais sempre apresenta o menor valor de CO₂/hab, isso por se tratar do 6º município mais populoso do Paraná e o mais populoso dos 6 que compõe a área objeto de estudo (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Percentuais de valores potenciais de CO₂ por habitante para cada município nos Cenários 0, 1 e 2 em 2021.



Fonte: A autora (2023).

Guaratuba permaneceu como o município com maior valor de CO₂/hab, devido à grande área do município estocando CO₂ e os municípios de Tijucas do Sul e Morretes se alternaram nos Cenários entre a segunda posição percentual de CO₂/hab, isto por serem os dois municípios menos populosos entre os 6, aliás com populações muito próximas (17.295 e 16.485 respectivamente).

Quanto aos municípios de Paranaguá e Matinhos, também apresentaram baixos percentuais de participação de CO₂/hab, ambos com pior resultado no Cenário 2. Em que pese Paranaguá possuir área participante na APA de Guaratuba muito maior que Matinhos – 7 vezes maior, porém possui também população muito maior – 4,4 vezes, com isso, os valores percentuais dos dois municípios foram muito próximos.

4.2 O CO₂ DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A APA DE GUARATUBA

A seguir passa-se a apresentar uma estimativa de capacidade de cada um dos 6 municípios que compõem a APA de Guaratuba em conservar o estoque de carbono florestal.

A separação dos municípios permite uma análise detalhada de acordo com a realidade de cada um deles, que são diversos em tamanho, participação na composição da APA de Guaratuba, cobertura do solo e densidade de CO₂.

A quantidade de CO₂eq em toneladas de ano para ano em cada município não se altera, o que altera é o preço e cambio aplicados, por esta razão o recorte temporal feito contemplou os anos de 2019 a 2021 apenas.

4.2.1 Guaratuba

Monetizando a quantidade de CO₂eq estocada no município de Guaratuba, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2019, 2020 e 2021, o valor do estoque de tCO₂eq variou de 896 milhões a 1,5 bilhão de Reais. Já para o Cenário 1 os valores foram de 209 milhões em 2019 a 355 milhões em 2020 (Tabela 14).

Tabela 14 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Guaratuba, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

Guaratuba	Cenário	tCO ₂ eq	R\$/ tCO ₂ eq*	% do total dos municípios
2019	0	52.931.880,00	896.771.910,96	36,50
	1	42.199.430,44	714.942.750,55	67,00
2020	0	52.931.880,00	1.526.555.419,20	36,50
	1	42.199.430,44	1.217.031.573,95	67,00
2021	0	52.931.880,00	1.349.233.621,20	36,50
	1	42.199.430,44	1.075.861.819,29	67,00

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Olhando para os valores percentuais, em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, Guaratuba participa com 36,50% no Cenário 0 e 67% no Cenário 1, ou seja, para o município de Guaratuba é mais viável desmatar até o limite da Lei Florestal a permanecer com o remanescente florestal atualmente existente.

Possível considerar que o percentual de participação do município em comparação ao percentual de participação de Guaratuba em relação aos demais 5 municípios quando se estudou apenas a APA de Guaratuba, Gráfico 4, seja igual, mas ainda assim o Cenário 1 foi o mais vantajoso para o município (no Gráfico 4 o percentual de participação do município foi de 66,99% nos Cenário 0 e 1, possível arredondamento trouxe diferença).

Considerando a área total do município, no Cenário 0 o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 10.170,08 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 8.109,49 por hectare, apenas para o ano de 2021, sendo que ao ser analisado a participação do município apenas pela APA de Guaratuba os valores foram R\$ 10.134,99 e R\$ 2.027,37 por hectare para os Cenários 0 e 1, respectivamente.

4.2.2 São José dos Pinhais

Considerando a área do município e sua formação florestal, tem-se 54.158,00 ha estocando Carbono, o que equivale ao Cenário 0 e que, 15.560,95 ha estocariam Carbono no Cenário 1.

Monetizando a quantidade de CO₂eq estocada no município de São José dos Pinhais, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de

câmbio média de 2019, 2020 e 2021, os valores do estoque de tCO₂eq foram de R\$ 354.860.465,32 R\$ 604.071.291,46 e R\$ 533.903.509,69, respectivamente.

Já para o Cenário 1 os valores foram R\$ 101.960.303,84 em 2019, R\$ 173.564.818,95 em 2020 e R\$ 153.432.142,50 em 2021 (Tabela 15).

Tabela 15 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em São José dos Pinhais, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	CENÁRIO	tCO ₂ e	R\$/ tCO ₂ e*	% do total dos municípios
2019	0	20.945.606,50	354.860.465,32	14,44
	1	6.018.197,61	101.960.303,84	9,55
2020	0	20.945.606,50	604.071.291,46	14,44
	1	6.018.197,61	173.564.818,95	9,55
2021	0	20.945.606,50	533.903.509,69	14,44
	1	6.018.197,61	153.432.142,50	9,55

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Assim como em valores absolutos o Cenário 0 parece mais vantajoso nos 3 anos, ao serem observados os valores percentuais, em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, São José dos Pinhais participa com 14,44% no Cenário 0 e 9,55% no Cenário 1, ou seja, assim como para o município de Guaratuba, para São José dos Pinhais a participação no total foi maior no cenário que prevê o desmate até o limite de 20% exigido pela Lei Florestal.

O percentual de participação do município como um todo foi o mesmo em comparação ao percentual de participação de São José dos Pinhais em relação aos demais 5 municípios quando se estudou exclusivamente a APA de Guaratuba, Gráfico 4, onde o percentual foi de 9,55% para os cenários 0 e 1.

Ainda, ao ser considerado o valor de CO₂ por hectare do município, no Cenário 0 o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 5.641,21 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 1.621,16 por hectare, valores bastante superiores àqueles observados na Tabela 9, onde foi apresentado o valor de CO₂ por hectare do município apenas para a APA de Guaratuba, R\$ 2.026,07 e R\$ 405,29 para os Cenários 0 e 1, respectivamente.

Ou seja, o resultado confirmou que a existência da APA de Guaratuba no município de São José dos Pinhais não é o fator determinante para que o mesmo não desmate, e sim as restrições legais existentes.

4.2.3 Tijucas do Sul

Tijucas do Sul é um município com 67.188,90 ha de extensão e que, segundo o Projeto MapBiomass, possui 39.084,00 ha de cobertura florestal original, ou seja, apenas 58,17% de formação florestal.

Assim, tem-se que 39.084,00 ha estão estocando Carbono o equivalente ao Cenário 0 e que, 12.780,73 ha estocam Carbono no Cenário 1.

Transformando o estoque de CO₂ em valor monetário, a quantidade de CO₂eq estocada no município de Tijucas do Sul, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2019, 2020 e 2021, foram de R\$ 297.740.751,21 R\$ 506.837.638,10 e R\$ 447.964.334,09, respectivamente.

Já para o Cenário 1 os valores foram R\$ 97.363.201,32 em 2019, R\$ 165.739.270,81 em 2020 e R\$ 146.514.319,95 em 2021 (Tabela 16).

Tabela 16 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Tijucas do Sul, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

TIJUCAS DO SUL	CENÁRIO	tCO ₂ e	R\$/ tCO ₂ e*	% do total dos municípios
2019	0	7.574.120,60	297.740.751,21	12,12
	1	5.746.854,05	97.363.201,32	9,12
2020	0	7.574.120,60	506.837.638,10	12,12
	1	5.746.854,05	165.739.270,81	9,12
2021	0	7.574.120,60	447.964.334,09	12,12
	1	5.746.854,05	146.514.319,95	9,12

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Já quando foram observados os valores percentuais, em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, Tijucas do Sul participou com 12,12% no Cenário 0 e 9,12% no Cenário 1, ou seja, diferente do município de Guaratuba, para Tijucas do Sul a participação no total é menos no cenário que prevê o desmate até o limite de 20% exigido pela Lei Florestal, assim como para São José dos Pinhais.

O percentual de participação do município como um todo foi o mesmo em comparação ao percentual de participação de Tijucas do Sul em relação aos demais

5 municípios quando se estudou exclusivamente a APA de Guaratuba, Gráfico 4, onde o percentual foi de 9,12% para os Cenários 0 e 1.

Ainda, ao ser considerando o valor de CO₂ por hectare do município, no Cenário 0 o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 6.667,24 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 2.180,63 por hectare, valores bastante superiores àqueles observados na Tabela 9, onde foi apresentado o valor de CO₂ por hectare do município apenas para a APA de Guaratuba, R\$ 2.725,29 e R\$ 545,16 para os Cenários 0 e 1, respectivamente.

Logo, assim como para São José dos Pinhais, o resultado confirmou que a existência da APA de Guaratuba no município não foi o fator determinante para que o mesmo não desmate, e sim as restrições legais existentes.

Ademais, cabe lembrar que estes dois municípios são os únicos cuja cobertura florestal do solo é composta apenas de formação florestal, sem a presença de mangue ou restinga arborizada, conforme Quadro 6.

Esta pode ser a explicação para que estes 2 municípios possuam os menores fatores de densidade tCO₂/ha, respectivamente 386,75 e 449,65 para São José dos Pinhais e Tijucas do Sul.

Isto porque, como já mencionado, existem estudos que apontam para o fato de que, em relação à biomassa, que inclui as raízes e a vegetação acima do solo, o mangue é o segundo bioma brasileiro em estoque de Carbono, atrás apenas da Floresta Amazônica.

4.2.4 Morretes

Morretes é o município com maior percentual de remanescente de cobertura florestal. Dos 68.458,00 ha do município, 60.631,00 são compostos por formação florestal, mangue e restinga arborizada, 88,57%.

Aplicando o fator de densidade de Carbono, tem-se que no Cenário 0 há o estoque de 28.192.202,40t de CO₂ e no Cenário 1 há o estoque de 4.135.507,81t de CO₂ (Tabela 17).

Tabela 17 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Morretes, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

MORRETES	CENÁRIO	tCO ₂ e	R\$/ tCO ₂ e*	% do total dos municípios
2019	0	28.192.202,40	477.632.292,72	19,44
	1	4.135.507,81	70.063.773,24	6,57
2020	0	28.192.202,40	813.063.116,64	19,44
	1	4.135.507,81	119.268.045,10	6,57
2021	0	28.192.202,40	718.619.238,67	19,44
	1	4.135.507,81	105.433.530,84	6,57

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Transformando o estoque de CO₂ em valor monetário, a quantidade de CO₂eq estocada no município de Morretes, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2019, 2020 e 2021, foram R\$ 477.632.292,72 em 2019, R\$ 813.063.116,64 em 2020 e R\$ 718.619.238,67 em 2021. Já para o Cenário 1 os valores vão de R\$ 70.063.773,24 a R\$ 119.268.045,10 e R\$ 105.433.530,84 nos mesmos anos (Tabela 19).

Em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, Morretes participou com 19,44% no Cenário 0 e 6,57% no Cenário 1, ou seja, para Morretes parece ser mais viável permanecer com o remanescente florestal atualmente existente a desmatar até o limite da Lei Florestal, como dito, este é o município com o maior percentual de preservação da cobertura florestal.

O mesmo o percentual de participação do município foi encontrado em relação aos demais 5 municípios quando se estudou apenas a APA de Guaratuba, Gráfico 4, ainda assim o Cenário 0 foi o mais vantajoso para o município (no Gráfico 4 o percentual de participação do município foi de 6,56% nos Cenários 0 e 1).

Mais uma vez foi possível observar a grande importância da APA de Guaratuba na conservação do remanescente florestal do município de Morretes, em que pese o município deter apenas 6,43% dos mais de 199 mil hectares da APA de Guaratuba.

Considerando a área total do município, no Cenário 0 o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 10.497,23 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 1.540,12 por hectare, apenas para o ano de 2021, sendo que ao ser analisada a participação do município apenas pela APA de Guaratuba os valores foram bem menores, ou seja R\$ 1.924,80 e R\$ 385,03 por hectare para os Cenários 0 e 1 respectivamente, o que demonstra

que o município tem investido em outras áreas conservadas e em políticas de manutenção da cobertura florestal do solo, além de estar em cumprimento da legislação da Mata Atlântica.

4.2.5 Paranaguá

O município de Paranaguá é o terceiro em extensão frente aos 6 estudados, com 82.643,10 ha, porém, é o último em conservação da cobertura florestal original, com apenas 54%, ou seja 44.630,00 ha.

Desta forma, considerou-se para o Cenário 0 o equivalente aos 44.630,00 ha, o que equivale a 21.022.515,20 tCO₂eq e para o Cenário 1 são 7.870,38 ha, equivalente a 3.707.265,19tCO₂eq.

Transformando o estoque de CO₂ em valor monetário, a quantidade de CO₂eq estocada no município de Paranaguá, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2019, 2020 e 2021, foi de R\$ 356.163.452,52 R\$ 606.289.338,37 e R\$ 535.863.912,45, respectivamente.

Já para o Cenário 1 os valores foram R\$ 62.808.486,87 em 2019, R\$ 106.917.528,12 em 2020 e R\$ 94.515.613,87 em 2021 (Tabela 18).

Tabela 18 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Paranaguá, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

PARANAGUÁ	CENÁRIO	tCO ₂ e	R\$/ tCO ₂ e*	% do total dos municípios
2019	0	21.022.515,20	356.163.452,52	14,50
	1	3.707.265,19	62.808.486,87	5,89
2020	0	21.022.515,20	606.289.338,37	14,50
	1	3.707.265,19	106.917.528,12	5,89
2021	0	21.022.515,20	535.863.912,45	14,50
	1	3.707.265,19	94.515.613,87	5,89

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Já, ao serem observados os valores percentuais, em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, Paranaguá participou com 14,50% no Cenário 0 e 5,89% no Cenário 1, ou seja, a participação no total foi menor no cenário que prevê o

desmate até o limite de 20% exigido pela Lei Florestal, assim como para os demais municípios, exceto Guaratuba.

O percentual de participação do município de Paranaguá como um todo foi o mesmo em comparação ao percentual de participação em relação aos demais municípios quando se estudou exclusivamente a APA de Guaratuba, Gráfico 4, onde o percentual foi 5,88% para os Cenários 0 e 1, demonstrando que a APA não foi fator determinante evitar o desmatamento no município.

Ainda, ao ser considerando o valor de CO₂ por hectare do município, no Cenário 0, o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 6.484,07 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 1.143,66 por hectare, valores bastante superiores àqueles observados na Tabela 9, onde foi apresentado o valor de CO₂ por hectare do município apenas para a APA de Guaratuba, sendo R\$ 1.429,31 por hectare no Cenário 0 e R\$ 285,92 por hectare para o Cenário 1.

Assim como para São José dos Pinhais e Tijucas do Sul, o resultado confirma que a existência da APA de Guaratuba no município não é fator determinante para que o mesmo não desmate, e sim as restrições legais.

4.2.6 Matinhos

Matinhos é o município com a menor área total, com apenas 11.789,90 ha, porém, é o terceiro em conservação da cobertura florestal original, com 77,28%, dos quais 50,55% são restinga arborizada, o maior percentual de todos. Assim, 9.111,00 ha, de acordo com o Projeto MapBiomass, estão com cobertura florestal no município (Quadro 6).

Assim, considerou-se para o Cenário 0 o equivalente aos 9.111,00 ha, o que equivale a 4.358.520,2 tCO₂eq e para o Cenário 1 foram 2.462,09 ha, equivalente a 1.177.813,74 tCO₂eq. Transformando o estoque de CO₂ em valor monetário, a quantidade de CO₂eq estocada no município de Matinhos, para o Cenário 0, considerando os valores da tonelada de CO₂ e taxa de câmbio média de 2019, 2020 e 2021, foram de R\$ 73.842.048,89 R\$ 125.699.721,99 e R\$ 111.098.679,39, respectivamente.

Já para o Cenário 1 os valores foram R\$ 19.954.520,35 em 2019, R\$ 33.968.148,20 em 2020 e R\$ 30.028.007,90 em 2021 (Tabela 19).

Tabela 19 – Quantidade, valor e percentual de estoque de carbono contido em Matinhos, Cenários 0 e 1, 2019, 2020 e 2021.

MATINHOS	CENÁRIO	tCO ₂ e	R\$/ tCO ₂ e*	% do total dos municípios
2019	0	4.358.520,20	73.842.048,89	3,01
	1	1.177.813,74	19.954.520,35	1,87
2020	0	4.358.520,20	125.699.721,99	3,01
	1	1.177.813,74	33.968.148,20	1,87
2021	0	4.358.520,20	111.098.679,39	3,01
	1	1.177.813,74	30.028.007,90	1,87

Fonte: A autora (2022).

* US\$ 4,30 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 3,94/US\$ em 2019; US\$ 5,60 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,15/US\$ em 2020 e; US\$ 4,73 tCO₂eq⁻¹ a uma taxa de câmbio de R\$ 5,39/US\$ em 2021.

Já ao serem observados os valores percentuais, em relação ao valor potencial total de CO₂ dos 6 municípios, Matinhos participa com 3,01% no Cenário 0 e 1,87% no Cenário 1, ou seja, a participação no total foi menor no cenário que prevê o desmate até o limite de 20% exigido pela Lei Florestal, assim como para os demais municípios, com exceção de Guaratuba.

O percentual de participação do município como um todo foi o mesmo em comparação ao percentual de participação em relação aos demais 5 municípios quando se estudou exclusivamente a APA de Guaratuba, Gráfico 4, onde o percentual foi de 1,87% para os Cenários 0 e 1, demonstrando que a APA não é o fator determinante para que o município evite o desmatamento.

Quanto ao valor de CO₂ por hectare do município, no Cenário 0 o valor do estoque de CO₂ chegou a R\$ 9.423,21 por hectare e no Cenário 1 a R\$ 2.546,93 por hectare, valores superiores àqueles observados na Tabela 9, onde foi apresentado o valor de CO₂ por hectare do município apenas para a APA de Guaratuba, sendo R\$ 3.183,07 por hectare no Cenário 0 e R\$ 636,73 por hectare para o Cenário 1.

4. 3 A VOLATILIDADE DO PREÇO DO CO₂ E DO DÓLAR

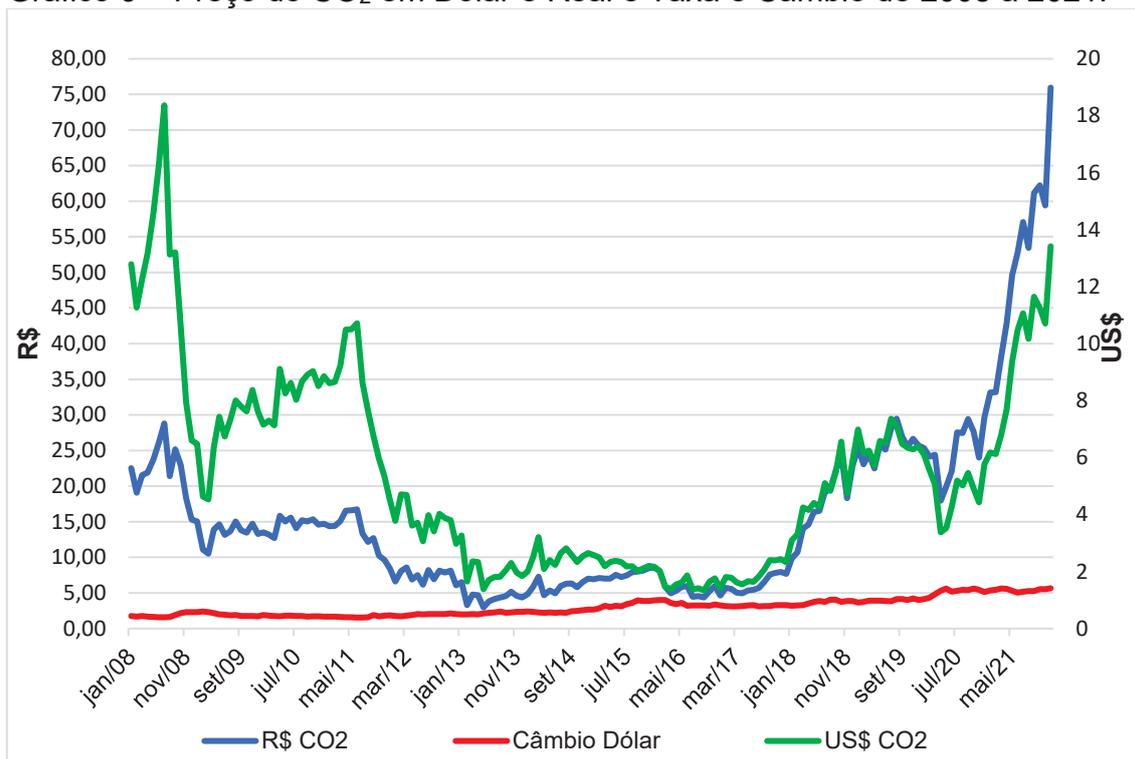
Apresenta-se nesta seção a discussão dos resultados da análise da volatilidade do preço do CO₂ e da Taxa de Câmbio do Dólar, utilizando modelos da família ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) como ferramenta estatística de estimação de volatilidade.

Pela limitação de disponibilidade de preços de CO₂ publicados pelo site *Investing.com*, a análise contempla o período de 2008 a 2021.

Segundo Carr e Vitelli, (2015), um fato marcante no período que inicia a série em meados de 2008 foi a abrupta queda no valor dos créditos, chegando a 98% de desvalorização devido à crise econômica internacional, que a partir do ano de 2008, ocasionou queda da produção industrial e da demanda, criando excessos de oferta, e arrastando o preço do crédito de carbono para cerca de 8,30 euros (US\$ 9,07) por tonelada até o final de 2015.

Os créditos de carbono chegaram a ser negociados por mais de 30 euros no mercado internacional antes da crise econômica mundial que atingiu vários países desenvolvidos, incluindo a União Europeia e os Estados Unidos da América (DIAS, 2016).

Inicialmente ao serem observadas a taxa de câmbio do Dólar Americano em relação ao Real, houve uma tendência de elevação, especialmente a partir de 2011, ao passo que o preço do CO₂ em Dólar Americano apresentou uma tendência de queda de 2008 a 2018, quando então inicia uma recuperação (Gráfico 9).

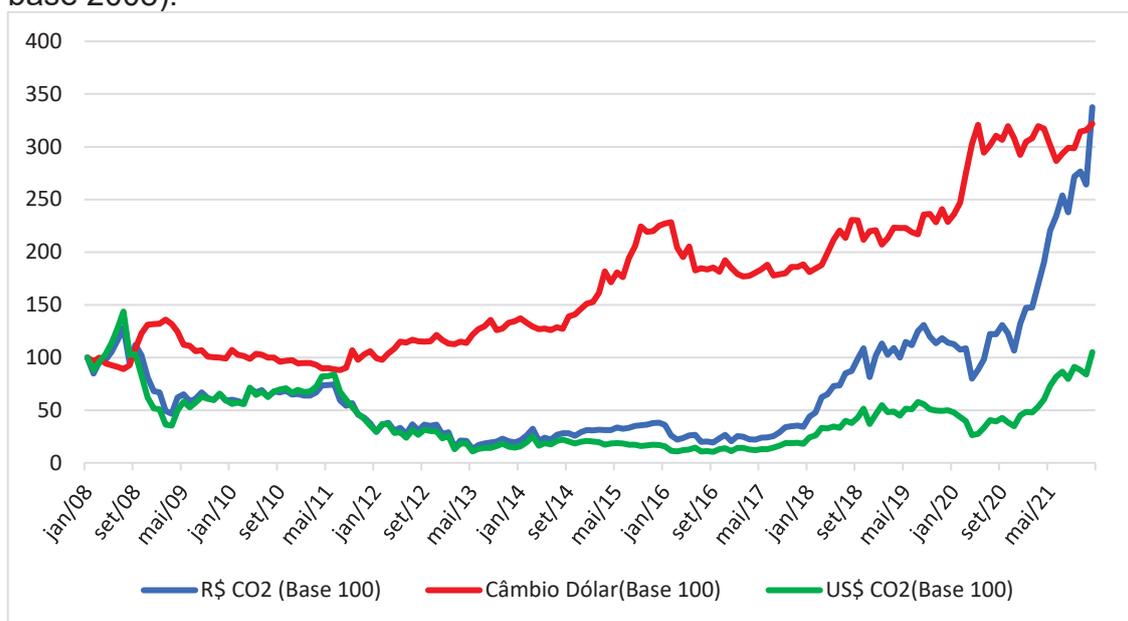
Gráfico 9 – Preço do CO₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021.

Fonte: A autora (2022).

Já o preço do CO₂ em Real foi mais volátil, apresentando, de 2008 até 2013 tendência de queda, de 2013 a 2018 estabilidade, sendo influenciada pelos eventos de 2019 que impulsionaram os preços do produto no mercado externo na corrida pelo cumprimento das metas do Acordo de Paris.

Os mesmos dados foram apresentados com a utilização de Números Índices Simples, relativos de base fixa, o que significa que um período é escolhido como referência, ou base, e todos os índices, neste caso, o ano de 2008 que é o início da série (Gráfico 10).

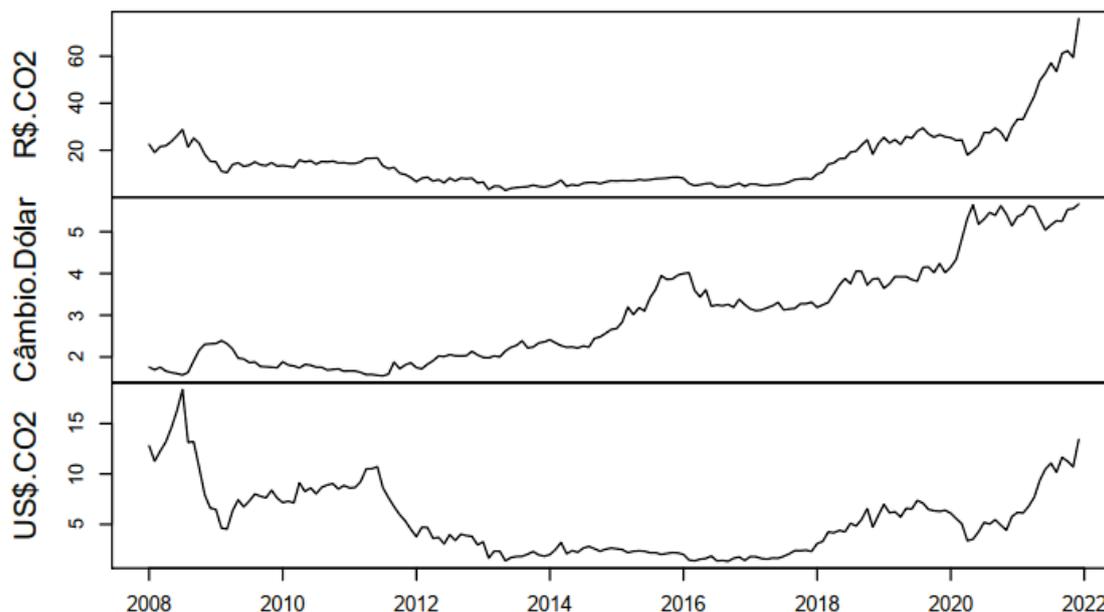
Gráfico 10 – Preço do CO₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021 (Ano base 2008).



Fonte: A autora (2023).

Também, em relação ao ano base de 2008, os preços do CO₂ em Real e Dólar mantiveram-se abaixo do preço inicial da série na maior parte do período analisado, sendo que o preço em Real só subiu a partir de 2018 com grande ascendência a partir de 2021, e o preço em Dólar, apesar de mostrar um crescimento a partir de 2017, encontrava-se ainda abaixo do preço verificado no início da série, somente alcançando o mesmo em 2021.

Figura 5 – Preço do CO₂ em Dólar e Real e Taxa e Câmbio de 2008 a 2021.

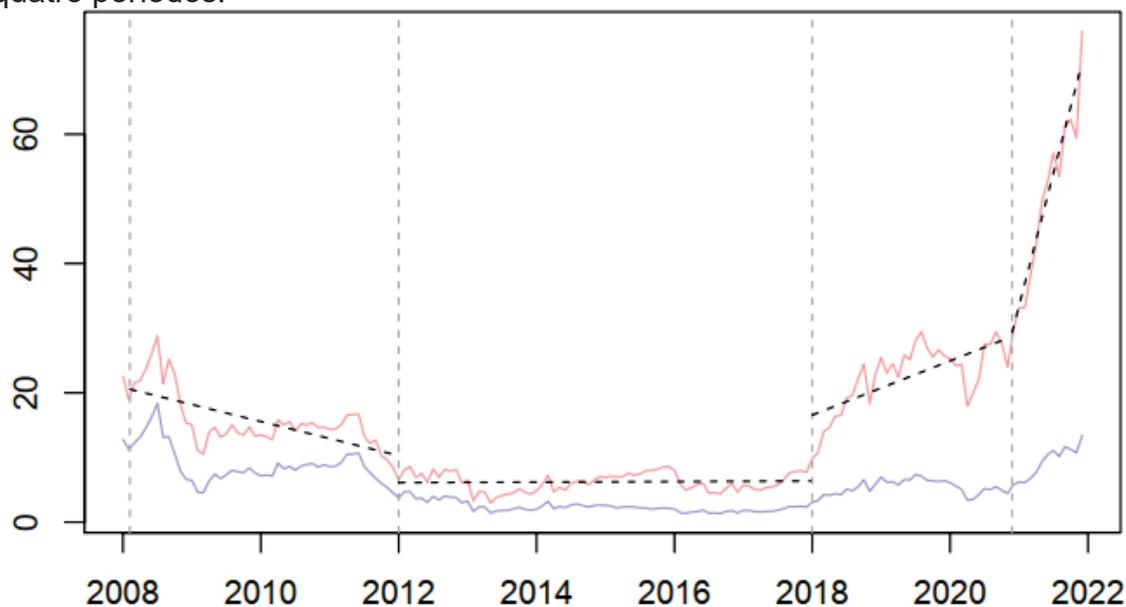


Fonte: A autora (2022).

É possível verificar que existem, dentro da série analisada, 4 períodos distintos, o primeiro que se estende de 2008 a 2012, o segundo de 2012 a 2018, o terceiro de 2018 a 2021 e, por fim o último período, ainda em formação, que se inicia em janeiro de 2021. Visto que, a sociedade mundial ainda vivenciava os efeitos da Pandemia de Covid-19, não foi possível prever o fim do quarto ciclo (Figura 5).

Em uma segmentação da dinâmica dos preços do CO₂ em Reais, que mostra que o primeiro período de análise, que vai de 2008 a 2012, se inicia com a influência da crise financeira e econômica mundial de 2008/2009 que atingiu de forma direta a Europa, e, segundo Gusmão *et al.* (2015), diminuiu os volumes de produção industrial e, conseqüentemente, os níveis de emissão de gases de efeito estufa – GEE, levando a uma alocação excessiva de permissões e colapso dos preços, afetando a confiança dos investidores e produtores no mercado (Figura 6).

Figura 6 – Preço do CO₂ em Reais (vermelho) e Dólares (azul) segmentado em quatro períodos.



Fonte: A autora (2022).

A crise afetou tanto o preço do CO₂ em dólar quanto em real, e foi consequência, principalmente, da expansão do crédito nos Estados Unidos entre os anos de 2000 e 2006, da desregulamentação, resultando em uma evolução financeira e endividamento excessivo.

Neste cenário, foi gerado um ambiente de desconfiança e incertezas na economia e o mercado de créditos de carbono, tal como outros mercados, foi abalado, pois as mudanças climáticas passaram a ter menor importância em relação à recuperação da economia.

Com a contração do crédito, houve queda nos investimentos, na demanda, na atividade produtiva, diminuindo assim a emissão de GEE. Ao mesmo tempo, a demanda por créditos de carbono caiu e houve queda nos preços dos créditos de carbono (CANDEO, 2014).

Com a queda dos preços dos créditos de carbono no período de crise econômica 2008/2009 países e empresas privadas deixaram de desenvolver novas tecnologias para mitigar os impactos das emissões do GEE. A redução na demanda pelos créditos de carbono e, como consequência, sua desvalorização nos países desenvolvidos, resultou no desestímulo a investimentos em tecnologias limpas (ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2009).

Segundo o Banco Mundial, as atividades do mercado de créditos de carbono foram iniciadas em primeiro de janeiro de 2005 e até 2008 foram transacionadas 404 milhões de toneladas de carbono equivalente (MtCO_{2e}), totalizando US\$ 6,5 bilhões, mas no ano de 2009 as transações caíram praticamente pela metade.

Como dito, a crise econômica mundial, que teve início no final de 2008 e se intensificou em 2009, foi o principal motivo pela desaceleração do mercado de carbono (THE WORD BANK, 2012).

O segundo período, de 2012 a 2018 foi o mais estável coincidindo com o fim do primeiro período de cumprimento das metas do Protocolo de Quioto e negociações para entrada em vigor do Acordo de Paris, que embora tenha sido assinado em 2015, entrou em vigor em 2016 e desde 2020 passou a substituir o Protocolo de Quioto.

Mesmo com as incertezas que o mercado de Carbono trouxe sobre o seu curso após 2012, quando findou o compromisso chancelado no Protocolo de Quioto, que foi estendido posteriormente, como aponta Dias (2016), o período foi de maior estabilidade que o anterior e o posterior.

No terceiro período, de 2018 a 2021, nota-se uma tendência de crescimento no preço do CO₂, tanto em Dólares, mas especialmente em Reais, isto porque, na busca por atingir a meta de aquecer no máximo de 1,5°C o Planeta até 2100, estabelecida pelo Acordo de Paris, é necessário ações urgentes para reduzir as emissões de GEEs, neste sentido, o mercado de carbono vem se expandindo e buscando se estabelecer.

Com isso, o mercado de carbono voluntário que já vinha crescendo desde 2015, se intensificou a partir de 2019, o que, de acordo com o Banco Mundial (2021), se explica porque o aumento nas emissões de créditos de carbono deve-se, principalmente, ao aumento da demanda por parte de empresas em todos os continentes que adotaram compromissos para reduzir a zero as suas emissões líquidas de GEE.

Finalmente, o último período inicia em 2021, no entanto, não se pode projetar o final. Porém, não é possível dizer que houve um aumento do preço do CO₂ em Dólar, mas sim uma aceleração deste aumento a partir de 2021, ou seja, o preço que já vinha subindo, subiu de forma ainda mais expressiva.

Neste mesmo ano Vargas *et al.*, (2022) afirmam que houve aumentos significativos do volume de créditos gerados em 2021, só no Brasil o aumento foi da ordem de 236% em relação ao volume gerado em 2020 e 779% em relação ao volume gerado em 2019.

Este aumento pode ter sido impulsionado pela alta demanda por parte do setor empresarial para o atendimento aos compromissos de neutralidade assumidos. Nos últimos dois anos as quantidades de créditos emitidos por projetos de energia e de REDD+ aumentaram, respectivamente, em mais de 5 e 8 vezes.

Até o presente, os preços vêm acompanhando o aumento do volume de créditos certificados. No entanto, é preciso atenção para a entrada de novos investidores neste mercado, vez que o princípio básico da Economia aponta para queda dos preços conforme haja maior oferta.

Feitas as observações quanto aos períodos existentes na série de preços do CO₂, foi feita a confirmação se as séries são não-estacionárias, por meio do teste ADF (Teste de Dickey-Fuller). Antes, foi necessário estacionar as séries, o que foi confirmado novamente pelo teste ADF.

Ao serem verificados possíveis comportamentos autoregressivos nas séries, a única série que pareceu ter uma possibilidade de autoregressão foi a de CO₂ em Reais, comportamento autoregressivo que foi confirmado pela regressão dinâmica, porém com uma expressividade baixa ($R_2 \text{ adj} = 0.04$).

Foi preciso então testar se havia cointegração entre as séries, o que foi feito com o Teste Phillips-Ouliaris – PO, porém o teste PO não conseguiu rejeitar a hipótese nula de inexistência de cointegração.

Para confirmar tal resultado, testou-se com Engle-Granger as séries CO₂ em Real e CO₂, em Dólar confirmando-se o resultado de inexistência de cointegração. Ou seja, não há um equilíbrio ou relação entre as variáveis no longo prazo, em outras palavras, as séries não se deslocam de forma correlacionadas.

Ainda assim, prosseguiu-se com a análise de Vetores Autoregressivos, para responder se havia Causação Recíproca entre as variáveis. Detectou-se fraca influência da variável Câmbio sobre a variável preço do CO₂ em Reais ($p = 0.08174$), ou seja, foi possível dizer que não houve influência do preço do passado determinando o preço atual do CO₂, nem do câmbio passado sobre os preços atuais.

O teste oferece evidências estatísticas de que oscilações passadas de uma variável – CO₂ em Reais, CO₂ em Dólar e Câmbio –, não estão correlacionadas com as oscilações de outra variável – CO₂ em Reais, CO₂ em Dólar e Câmbio.

Tanto em relação ao preço do CO₂ quanto com relação a taxa de câmbio do Dólar, a hipótese nula foi de que não há efeito ARCH nas séries de dados mensais,

portanto realizou-se o teste *Heteroskedasticity Argch*, se o P é significativo para este teste, é possível usar os modelos ARCH (Tabela 20).

Tabela 20 – Teste de heteroscedasticidade para a série de preços de CO₂ e taxa de câmbio do Dólar – ARCH.

Heteroskedasticity Test: ARCH	
CO₂ Reais	p-value = 0.1886
CO₂ Dólares	p-value = 0.17
Câmbio	p-value = 0.5975

Fonte: A autora (2022).

Testando a heteroscedasticidade condicional observa-se a não rejeição da hipótese nula de ausência desse efeito para as três séries, ou seja, houve efeito ARCH nas séries de preços do CO₂ em Real, CO₂ em Dólar e taxa de câmbio do Dólar, vez que o P-valor foi maior que 0.05.

Por fim, são apresentados os resultados do Índice de Sharpe. Quanto maior esse índice, mais estável é a série em relação à sua média.

Os resultados revelaram que o câmbio foi o elemento mais estável dentre os três analisados, ou seja, aquele que menos oscilou em relação à sua média. Contrário a ele está o preço do CO₂ em Dólar, que configura o elemento com menor estabilidade, ou seja, o mais volátil, que mais oscilou dentro da série estudada, logo, com maior risco atrelado (Tabela 21).

Tabela 21 – Índice de Sharpe.

	Média	Desvio Padrão	Índice Sharpe
CO₂ Reais	0.0072847899	0.15017781	0.048507765
CO₂ Dólares	0.0002860346	0.15790159	0.001811474
Câmbio	0.0069987553	0.04687994	0.149291036

Fonte: A autora (2022).

O Índice de Sharpe não possui um parâmetro, em geral diz-se que um investimento com Índice de Sharpe acima de 0,5 é positivo e merece ser analisado, no entanto, o IS deve ser utilizado em comparação com outro IS, ou seja, quanto maior esse índice, mais estável é a série em relação à sua média.

A avaliação deve ser sempre relativa, considerando outros fatores e comparando com dois ou mais fundos da mesma classe. Assim, apenas para fins comparativo, utilizando dados do *Investing.com* (2022), o IS do preço do carbono em Reais (0.048507765) foi muito próximo ao da empresa Apple, analisando um passado

recente, de 2019 a 2022 (0.047118190), o que demonstra terem praticamente a mesma atratividade (risco vs. retorno).

O estudo da volatilidade é uma busca de explicar o futuro com base no passado, porém, essa relação não foi possível devido ao fato de que os resultados mostram ainda que, a volatilidade apresentada nas séries foi aleatória, ou seja, causada por eventos externos, como Acordos e Tratados Internacionais, como as discussões preliminares do Acordo de Paris em 2015, bem como por expectativas, como as criadas a partir da entrada em vigor do Acordo de Paris em 2016 e a substituição do Protocolo de Quioto em 2020.

Das três séries a mais volátil foi o preço do CO₂ em Dólar, seguida do câmbio e por fim, a menos volátil foi o preço do CO₂ em Real, porém com uma diferença pequena, de apenas 5% em relação a volatilidade do preço do CO₂ em Dólar, isso porque o câmbio ajudou a amortecer a variabilidade, vez que o preço em Real é dado pelo preço em Dólar pela taxa de câmbio.

Além disso, existe na atualidade uma grande mídia em torno da necessidade de se “neutralizar emissões de GEE”, tornar-se “carbono-zero”, “apagar a pegada ecológica”, dentre outros. Projeções de que o preço deve chegar a US\$100 até 2030 (lembrando que faltam apenas 7 anos para isso). Todas estas informações podem criar uma falsa sensação de um mercado seguro.

No entanto, é preciso lembrar que para que até 2030 se chegue ao valor de US\$100 é necessário um cenário, *Ceteris Paribus*, da qual pode-se traduzir como “todo o resto mais constante”, ou seja, desconsiderando governos instáveis, que não apoiam ações ambientais, considerando economia em perfeito equilíbrio, empresas comprometidas, entre outros fatores. E esta não é a realidade deste mercado.

Como ressaltado em entrevista ao Jornal Metrôpoles, em 19 de dezembro de 2022, Daniel Vargas, coordenador do Observatório de Bioeconomia, da Fundação Getúlio Vargas, em São Paulo “O fato é que, apesar de tudo o que é dito e de todas as expectativas, aqui ainda temos uma espécie de ‘mercado de boutique’, que é pequeno, caro e elitista.”

Para o especialista, há um descompasso entre o potencial do Brasil nesse campo e a realidade, pois, em que pese o país possua um grande maciço florestal, uma matriz energética limpa e uma capacidade enorme de produção sustentável de alimentos, ainda peca com o desmatamento da Amazônia (RYDLEWSKI, 2022).

4.4 ESTIMATIVA DO IMPACTO ECONÔMICO DA APA DE GUARATUBA NA GERAÇÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS MUNICIPAIS

Segundo Young e Medeiros (2018) quando se trata de valor monetário, o Bioma Mata Atlântica é o que mais recebe recursos do ICMS-E por Unidades de Conservação (ICMS-E-UC) por hectare e o Paraná foi o estado que repassou mais recursos aos municípios pelo ICMS-E-UC, no ano de 2016.

A APA de Guaratuba é uma UC estadual e, assim, os governos municipais têm pouca influência na designação da área, o que afeta a capacidade de desenvolver atividades produtivas e gerar renda. Dessa forma, a função de compensação do ICMS Ecológico é importante.

Desta maneira, passa-se a estimar a contribuição da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba para o orçamento público dos 6 municípios abrangidos por essa UC, identificando e analisando a transferência do ICMS-E do estado para os municípios tendo por base o critério da existência da Unidade de Conservação (ICMS-E-UC) chamada APA de Guaratuba.

4.4.1 Impacto econômico do ICMS-E no estado do Paraná

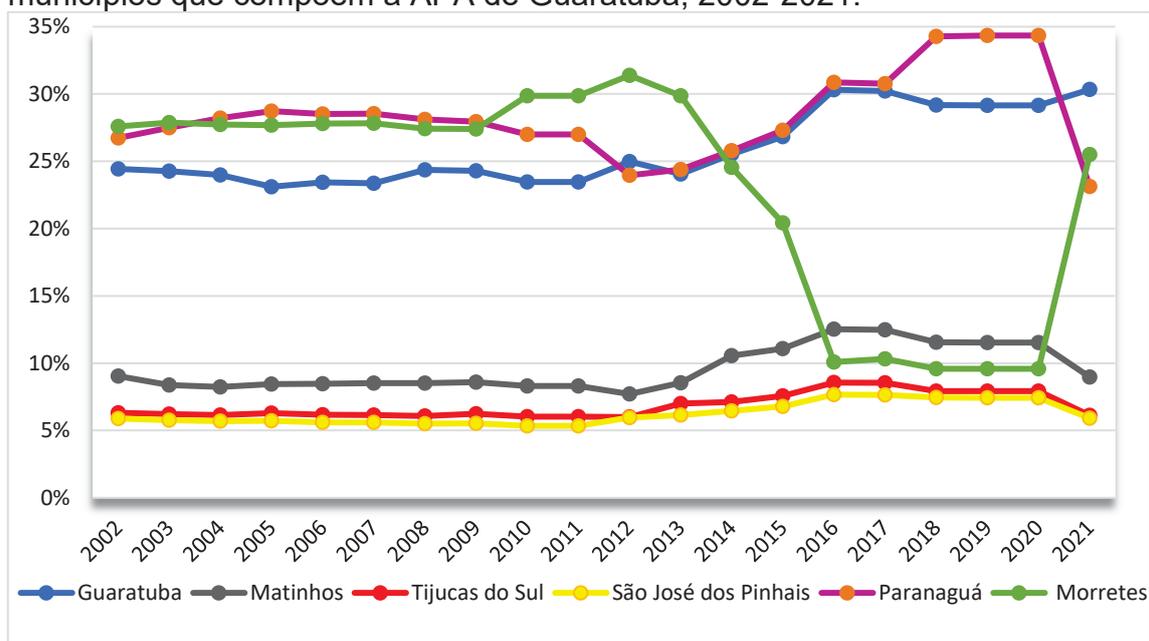
O ICMS Total, repassado pelo estado do Paraná para os seis municípios que compõem a APA de Guaratuba, é uma fonte importante de receita que somou em 2021 o montante de R\$ 586.591.693,65.

Deste valor, especificamente no que se refere ao ICMS-E, os municípios da APA de Guaratuba receberam, R\$ 11.316.006,87 por atenderem aos critérios ambientais de presença de UC e mananciais de abastecimento de água. Ou seja 1,93% do ICMS repassado para esses municípios foi em forma de ICMS-E.

O município que recebeu os menores valores de ICMS-E em toda a série estudada foi São José dos Pinhais, seguido de Tijucas do Sul e Matinhos (Gráfico 11).

Este resultado em muito se deve ao fato de que São José dos Pinhais e Matinhos só possuem mais um parque cada um que contribuem na arrecadação de ICMS-E (Parque da Fonte e Parque Estadual Rio da Onça, respectivamente) e são parques com áreas pequenas (2,4 ha e 118,5 ha respectivamente).

Gráfico 11 - Percentuais de ICMS Ecológico repassado do estado do Paraná para os municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021.



Fonte: A autora (2021).

Especificamente para o município de Matinhos, espera-se que exista mudança significativa, uma vez que o Parque Estadual Rio da Onça teve aprovado o aumento de sua área total em 14 (quatorze) vezes, passando de 118,5 hectares para 1.659,7 hectares em 2022⁵ (PARANÁ, 2022).

O município de Tijucas do Sul tem a APA de Guaratuba como sua única fonte de arrecadação de ICMS-E e ainda tem uma participação pequena na área total da UC, apenas 9,24%, este fato explica o percentual que recebeu de ICMS-E foi baixo em relação aos demais, o que em números absolutos, representou no ano de 2021 R\$ 694.179,20 (seiscentos e noventa e quatro mil cento e setenta e nove reais e vinte centavos).

Já os municípios de Guaratuba e Paranaguá se alternaram como os que receberam o maior percentual de ICMS-E ao longo da série. Isto porque Guaratuba é o município com a maior participação em área dentro da APA, 65,61%, equivalentes a mais de 131 mil hectares, e Paranaguá, além da participação pela APA de Guaratuba, ainda possui outras 6 fontes de arrecadação de ICMS-E.

⁵ Decreto 11.489 de 24 de junho de 2022.

Já, o município de Morretes, que historicamente se mantinha como um dos que mais arrecadavam com o imposto, apresentou, a partir do ano de 2013 uma queda acentuada nos repasses, que durou até 2016.

Em 2013 o repasse para Morretes foi equivalente a 29,86% do total de ICMS-E dos seis municípios, em 2014 caindo para 10,08%. em 2016. Após o ano de 2016 os repasses seguiram uma tendência de estabilização e, em 2021 um aumento. Este evento, ocorrido em Morretes, repercutiu também nos repasses de ICMS-E específico da APA de Guaratuba.

Quando observados os valores de 2019 para 2020 houve redução de 18,95% da arrecadação real de ICMS pelo estado do Paraná (de R\$ 44.016.717.296,53 para R\$ 35.675.302.546,93 em valores reais), já do ano de 2020 para 2021 houve aumento de 4,72% da arrecadação de ICMS (de R\$ 35.675.302.546,93 para R\$ 37.360.399.608,80).

De 2019 para 2020 houve redução de 18,87% no repasse de ICMS-E aos municípios (de R\$ 279.926.724,17 para R\$ 227.085.595,87 em valores reais) e do ano de 2020 para 2021 houve aumento de 4,72% da arrecadação de ICMS (de R\$ 35.675.302.546,93 para R\$ 37.360.399.608,80) e aumento de 5,24% nos repasses de ICMS-E (de R\$ 227.085.595,87 para 238.992.533,98).

Já do ano de 2020 para o ano de 2021 houve uma recuperação na quantidade de ICMS-E que os municípios receberam somados, da ordem de 18,71%, porém, este comportamento não é igual para os 6 municípios (Tabela 22).

Tabela 22 – ICMS-E repassado aos municípios, anos de 2019 a 2021.

	ICMS-E (R\$)				
	2019	2020	$\Delta\%$	2021	$\Delta\%$
Guaratuba	3.426.614,91	2.779.780,64	-18,88	3.432.637,56	23,49
Matinhos	1.356.344,45	1.100.310,41	-18,88	1.016.040,47	-7,66
Tijucas do Sul	931.391,62	755.574,94	-18,88	694.179,20	-8,13
São José dos Pinhais	874.265,62	709.232,50	-18,88	669.388,53	-5,62
Paranaguá	4.035.828,04	3.273.993,99	-18,88	2.617.837,40	-20,04
Morretes	1.126.116,39	913.541,98	-18,88	2.885.923,71	215,90
Total	11.750.561,02	9.532.434,46	-18,88	11.316.006,87	18,71

Fonte: A autora (2022).

Δ : Variação percentual de um ano para o outro.

Entre o ano de 2019 e o ano de 2021 praticamente se manteve a soma dos valores arrecadados pelos 6 municípios, mas, ao serem isolados os anos e os municípios, percebeu-se alguns fatores que levaram a este resultado.

O primeiro é que todos os municípios tiveram redução de exatos -18,88% na arrecadação de 2019 para 2020, seguindo a tendência de queda de arrecadação do estado do Paraná, que foi de 18,87 (possível ajuste de arredondamento gerou a diferença). Este fato pode ser explicado pela Pandemia de Covid-19, que impediu vistorias para apuração dos índices que compõem o Fator Ambiental fazendo com que o órgão ambiental apenas replicasse os dados de anos anteriores neste período.

Porém, em que pese em resposta a um e-mail enviado ao IAT, ter sido confirmado que os Fatores Ambientais por Biodiversidade de 2020 terem sido replicados em relação ao ano de 2019, não houve, por parte daquele órgão, associação com a Pandemia de Covid-19 e sim com a alteração legislativa de dezembro de 2019 que incorporou o Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná e do Instituto das Águas do Paraná, pelo Instituto Ambiental do Paraná, criando o IAT (Lei 20.070/2019, mencionada na seção 2.4.1).

Nesta mesma Lei o art. 30 alterou a redação do artigo 6º da Lei Complementar 59 de 1991 que passou a vigorar com a seguinte redação, juntamente com o art. 31:

Art. 30. O caput do art. 6º da Lei Complementar nº 59, de 1º de outubro de 1991, passa a vigorar com a seguinte redação: Art. 6º Os percentuais relativos a cada município serão anualmente calculados pelo órgão responsável pelo gerenciamento de recursos hídrico e meio ambiente, divulgados em Resolução publicada no Diário Oficial e informados à Secretaria de Estado da Fazenda para sua implantação no segundo ano civil posterior ao da apuração.

Art. 31. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, com efeitos para os cálculos das parcelas pertencentes aos municípios do produto da arrecadação de impostos de competência do Estado de que trata o art. 30 da presente Lei, a serem entregues em 2020. (PARANÁ, 2019).

Ou seja, com a nova norma legislativa de 2019 os percentuais calculados seriam então aplicados no segundo ano civil posterior à apuração, logo, os valores de 2020 foram réplica daqueles apurado em 2019. Porém, já no ano seguinte o mesmo diploma legal sofreu nova alteração por ocasião da edição da Lei Complementar 228, de 04 de dezembro de 2020, como já apresentado na seção 2.3.5, devolvendo ao ICMS-E o cálculo anual com implantação já no ano subsequente e não segundo ano.

Do ano de 2020 para o ano de 2021, no somatório dos 6 municípios, houve um acréscimo de 18,71% no valor do ICMS-E repassado, porém se deve apenas a dois municípios Guaratuba e Morretes, pois os demais tiveram queda nos valores recebidos, entre 5,62% e 20,04%.

O único município que apresentou queda dos valores reais (de R\$ 3.273.993,99 para R\$ 2.617.837,40) em 2021, foi Paranaguá, especialmente pela APA de Guaratuba que foi a UC de Paranaguá que mais perdeu em valores.

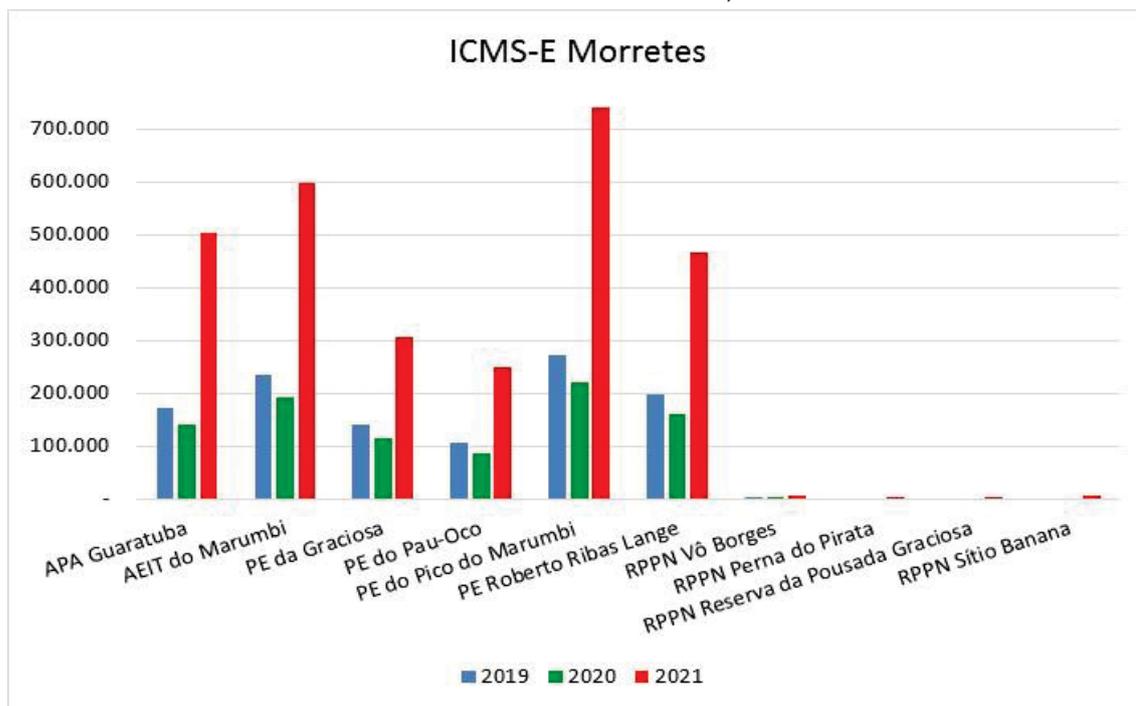
Tal fato é explicado pelo Índice de Biodiversidade do município que neste período foi de 0,7208722299 em 2019 e 2020 para 0,54717706251 em 2021.

Contato estabelecido com o município de Paranaguá para entender o que levou a perda do Índice de Biodiversidade não obteve êxito, visto que foi informado que o município também está buscando tal resposta.

Dos dois municípios com alta na arrecadação de ICMS-E, Guaratuba e Morretes, merece destaque o último, que atingiu um aumento de 215,90% de arrecadação de ICMS-E em 2021 em comparação com 2020.

Morretes apresentou aumento dos valores de arrecadação para todas as 7 UCs existentes e ainda incluiu 3 novas RPPNs: RPPN Sítio Bananal (28,84 ha); RPPN Reserva da Pousada Graciosa (17,33 ha) e; RPPN Perna do Pirata (18,55 ha) (Gráfico 11).

Gráfico 11 – ICMS-E em Reais das UCs de Morretes, 2019-2021.

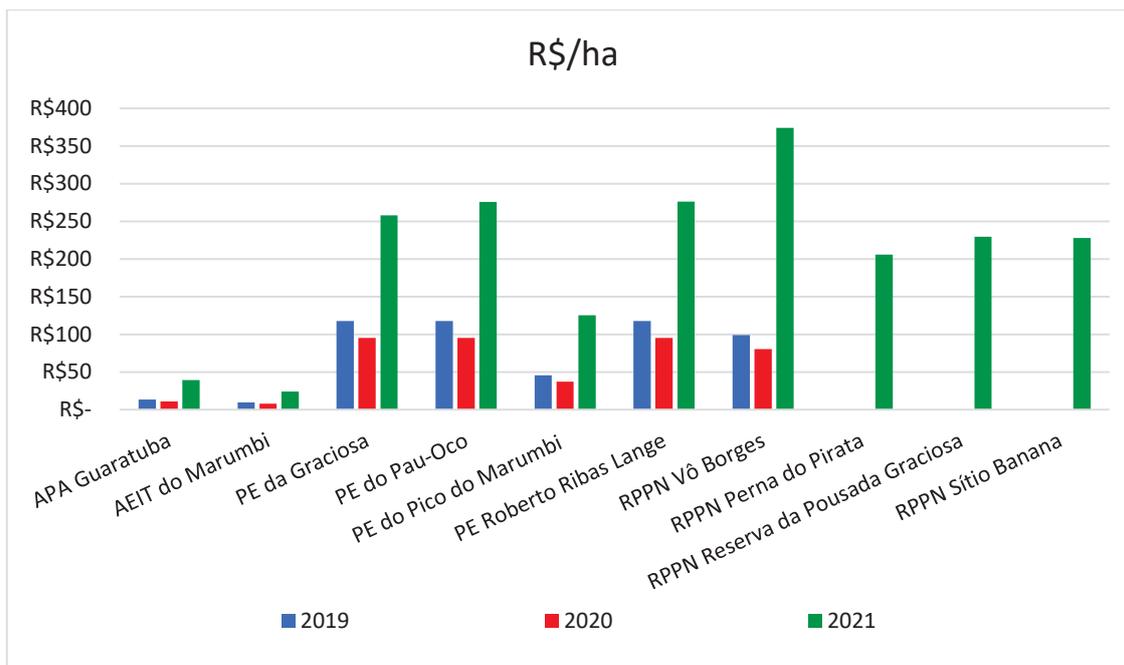


Fonte: A autora (2022).

Visto o tamanho reduzido das RPPNs, proporcionalmente receberam valores menores de ICMS-E e quase não aparecem no gráfico 11, porém, ao se fazer a projeção dos valores por hectare é possível notar outro padrão de comportamento, e as RPPNs superaram os valores da APA de Guaratuba, AEIT do Marumbi e PE do Pico do Marumbi (Gráfico 12).

Importante destacar que, as 3 novas RPPNs incluídas no cálculo a partir de 2021, não foram criadas naquele ano, mas sim contabilizada só a partir dele, sendo as datas de criação anteriores: RPPN Sítio Bananal criada por meio da Portaria IBAMA nº 48 de 18/abril/2002; RPPN Reserva da Pousada Graciosa criada por meio da Portaria IBAMA nº 88, de 10/novembro/2011 e; RPPN Perna do Pirata criada por meio da Portaria IBAMA nº 53, de 12/julho/2010.

Gráfico 12 – ICMS-E R\$/ha das UCs de Morretes, 2019-2021.



Fonte: A autora (2022).

Assim, a explicação para o aumento considerável da arrecadação de Morretes com ICMS-E não está na inclusão das 3 novas UCs e sim na mudança que houve no Índice de Biodiversidade – IB deste município que em 2019 foi 0,2011448522, em 2020 se manteve igual e, em 2021 mais que triplicou, chegando a 0,604942059485.

Em consulta por e-mail ao IAT, especificamente ao setor de ICMS-E, quanto a possíveis mudanças no sistema de avaliação do Índice de Biodiversidade – IB, que resultou em expressiva alteração para o município de Morretes, o mesmo respondeu que as mudanças significativas provavelmente ocorreram pelo fato de que houve uma mudança nos avaliadores das Unidades de Conservação, ou seja, as pessoas que aplicam as Tábuas de Avaliação nas Unidades, e isto pode ter causado essa diferença nos Índices.

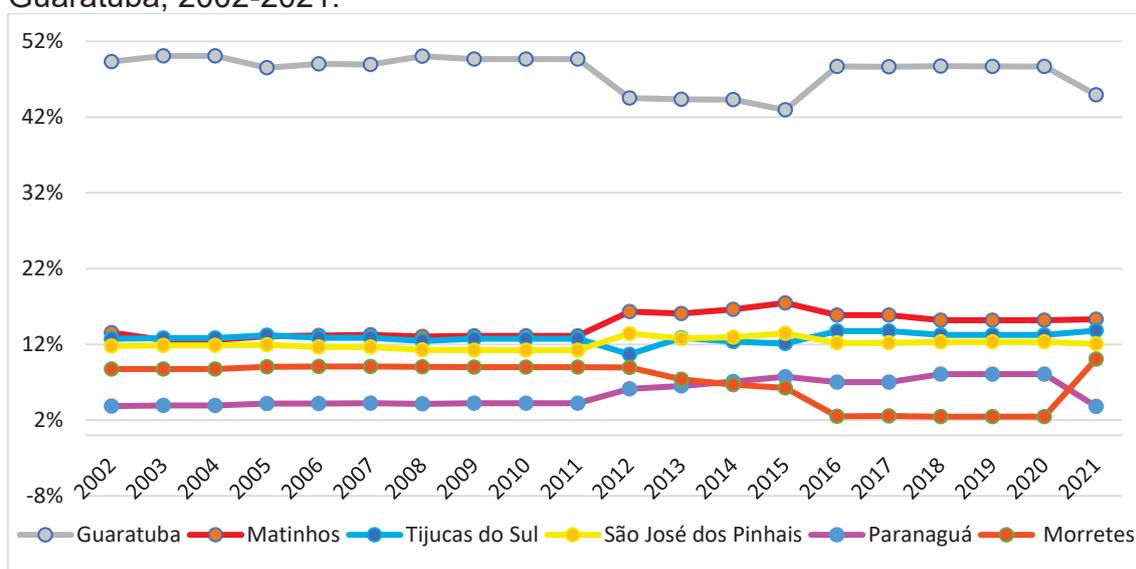
Desta forma, percebeu-se a fragilidade na forma de avaliação utilizada pelo órgão estadual, vez que, a substituição da equipe não poderia ter levado um único município a triplicar seu IB e sua arrecadação.

Ou seja, ou a atual equipe cometeu um equívoco na avaliação, ou as equipes anteriores se equivocaram por anos seguidos. Com isso, sugere-se ao órgão responsável a reavaliação da forma como estão sendo aplicadas as tábuas de avaliação, bem como treinamento constante dos aplicadores.

4.4.2 Impacto econômico da APA de Guaratuba na geração de tributos municipais

Já, ao serem analisados os valores recebidos pelos seis municípios especificamente pela presença da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, o valor em 2021 foi de R\$ 5.023.833,68, ou seja, dos R\$ 11,3 milhões recebidos de ICMS-E, 44,93%, foram pela presença da UC estudada, evidenciando a importância desta APA para a arrecadação tributária dos municípios (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Percentuais de repasses de ICMS-Ecológico pela presença da APA de Guaratuba, 2002-2021.



Fonte: A autora (2021).

O município de Guaratuba foi o que, historicamente, teve na APA a maior participação no recebimento de ICME com algumas oscilações ao longo do período, porém com uma tendência de estabilidade.

O município tem valores maiores que todas as demais cidades, e estes valores cresceram ao longo do tempo, isso se deveu a dois fatores, o primeiro fator é que 100% do ICMS-E que o município recebeu foi pela presença desta UC, assim como Tijucas do Sul. O segundo fator é que Guaratuba abarca a maior porção territorial da APA.

Importante perceber que, ao se observar o Gráfico de ICMS-E-APA foi possível notar que Guaratuba perdeu percentual de participação entre os anos de 2011 e 2016, mas este dado não se reflete nos valores arrecadados, pois no mesmo período Guaratuba continuou a aumentar sua arrecadação. A queda só ocorreu

percentualmente porque os municípios de Matinhos, São José dos Pinhais e Paranaguá aumentaram sua arrecadação proporcionalmente maior do que Guaratuba.

O município de Paranaguá de 2002 até 2013 se mantinha em última posição, como sendo o que menos arrecadava ICMS-E pela presença da APA de Guaratuba, porém, a partir de 2014 a arrecadação do município de Morretes caiu a ponto de passar a ocupar a última posição no *ranking* até 2021.

A possível explicação para a queda de repasses tanto de ICMS-E quanto ICMS-E-APA, em Morretes a partir de 2013, foi dada em sessão ordinária da câmara dos vereadores em 20 de junho de 2016, quando foi levantada a questão de que, pela falta de 2 guarda parques que foram demitidos trouxe impacto no cálculo do repasse feito pelo órgão ambiental estadual⁶ (MORRETES, 2016).

Outra explicação foi obtida em consulta online ao Supervisor Técnico do ICMS Ecológico por Biodiversidade do IAT, que afirmou que a queda nos repasses de ICMS Ecológico pela APA de Guaratuba, interface com Morretes/PR, entre 2013 e 2014, decorreu da retirada do valor da qualidade do cálculo do Fator Ambiental (art. 18 da Portaria IAP 263/1998). Essa suspensão é aplicada quando ocorre ação inadequada ou omissão por parte do município, que acarrete impacto negativo para a conservação da natureza.

O escore da APA foi zerado entre 2013 e 2014, contudo, não foi identificado pelo órgão nenhum processo administrativo contendo maiores informações sobre o tema. Convém destacar que no cálculo dos Fatores Ambientais vigentes em 2021, bem como nos já estabelecidos para 2022, o escore dessa Unidade de Conservação em Morretes foi aplicado normalmente.

Ou seja, trata-se de uma espécie de sanção aplicada ao município por uma ação inadequada ou omissão, que possivelmente esteja ligada ao desligamento dos guarda parques, mencionados na sessão ordinária da câmara de vereadores municipais, o que demonstrou falta de gestão ambiental.

⁶ “O município perdeu cerca de 85 mil de ICMS ecológico por falta de 2 guarda parques que foram demitidos que custaria para o Município 5mil os 2 e isso é falha de gestão isso é falha de arrecadação, tem que ser planejado pois a tabela de valorização do IAP onde propicia o Município a arrecadar mais ICMS ecológico, é uma tabela de valorização onde se faz 1 ano para receber só no outro ano então se engessa o Município de 1 ano para o outro, isso tem que ser avaliado já no início da gestão.” (https://www.morretes.pr.leg.br/atas/sessao_ordinaria/2016/1/0/590).

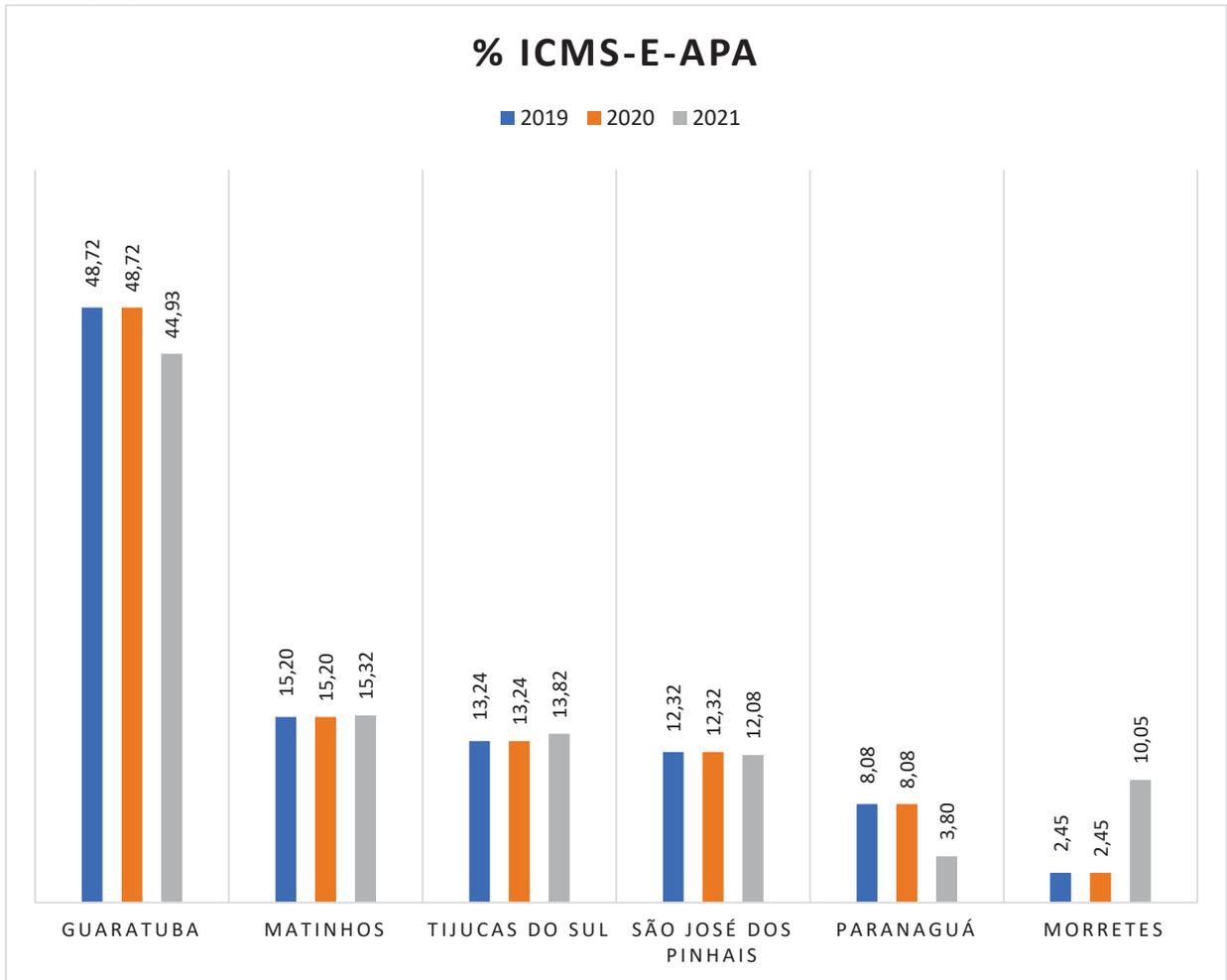
Tal explicação foi condizente com o estabelecido pela Portaria 263 do IAP, que no §4º do artigo 16 apresenta a possibilidade de macrovariáveis serem utilizadas como parâmetros para a avaliação e definição do cálculo do Coeficiente de Conservação da Biodiversidade, sendo que a alínea “e” trata da qualidade do Planejamento, Implementação, Manutenção e Gestão da Unidade de Conservação, especificamente apontando no item “e.6” a necessidade de “pessoal e capacitação” (IAP, 1998).

Ainda assim, sugere-se que o IAT apresente mais informações a respeito da causa específica que motivou tal sanção ao município de Morretes, o que serviria como alerta para que não fosse repetido, nem por Morretes, nem pelos demais municípios do Paraná que se beneficiam do tributo ora estudado.

Na seção 4.4.6 foi possível identificar se este mesmo padrão de queda da arrecadação do ICMS-E a partir de 2013 também foi sentido no município de Morretes para as outras 6 (seis) Unidades de Conservação que estão inseridas no território do município.

Apresentados os mesmos dados de ICMS-E da APA de Guaratuba em cada município, porém em formato percentual, foi possível identificar quais municípios perderam participação para que Morretes pudesse mais que quadruplicar sua arrecadação pela presença desta UC entre 2019 e 2021 (Gráfico 14).

Gráfico 14 – ICMS-E em % pela presença da APA de Guaratuba em cada município, 2019-2021.



Fonte: A autora (2022).

Para que Morretes aumentasse sua participação no ICMS-E da APA de Guaratuba em 2021, o município de Guaratuba perdeu 3,79% de participação e Paranaguá perdeu 4,28%.

Diante deste novo cenário apresentado por Morretes, o município de Paranaguá, que havia ocupado a última posição de participação no ICMS-E-APA de 2002 até 2013, tendo ocupado o segundo lugar nos anos seguintes, volta a última posição no *ranking* em 2021.

Mas estes fatos não são explicados sob a ótica de Guaratuba ou Paranaguá, mas sim de Morretes, que, como dito anteriormente, conseguiu triplicar seu Índice de Biodiversidade devido a uma alteração na equipe que aplica as tábuas de avaliação. Fato este que deveria ser reavaliado pelo órgão responsável.

O município de São José dos Pinhais foi o que recebeu os menores repasses de ICMS-E, porém, é um dos que mais recebe por ICMS-E-APA, o que demonstra que

a presença da APA de Guaratuba no município foi fator determinante para que receba esse imposto estadual.

Essa importância parece ser percebida pela administração municipal, que investiu em gestão ambiental muito mais do que arrecadou com o imposto, demonstrando assim que o município realmente entendeu a importância dos investimentos em longo prazo o que é melhor explicado na seção 4.3.2.

No ano de 2019 a participação do ICMS-E da APA de Guaratuba em relação ao total de ICMS-E repassado aos 6 municípios foi de 59,86%, em que pese os valores reais terem reduzido em 2020, o percentual de participação do ICMS-E-APA foi o mesmo.

Já em 2021, como já dito, o ICMS-E repassado aos municípios aumentou em relação ao ano anterior, mas o ICMS-E-APA reduziu, logo o percentual de participação do ICMS-E-APA em relação ao ICMS-E caiu 44,40%.

A seguir tem-se os valores de Média, Máximo, Mínimo e Coeficiente de Variação para todas as cidades ao longo do período de dados coletados do ICMS-Ecológico da APA de Guaratuba (Tabela 23):

Tabela 23 – Média, Mínima, Máxima do ICMS-E-APA e Coeficiente de Variação Percentual - período de 2002 a 2019 em Reais (R\$).

Cidade	Média	Mínimo	Máximo	Coef. de Var.(%)
Guaratuba	2.527.239,00	1.987.695,49	3.233.269,89	14,66
Matinhos	760.652,96	535.317,03	1.138.900,13	26,36
Tijucas do Sul	674.225,12	518.387,54	912.670,45	18,31
SJP*	634.491,24	479.808,76	876.633,25	19,97
Paranaguá	288.616,65	156.922,40	504.781,03	44,27
Morretes	375.424,31	148.762,75	513.953,91	29,34

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

A maior média foi do município de Guaratuba, seguida de Matinhos, ao passo que a menor média foi do município de Paranaguá, seguida de Morretes. Nota-se um baixo coeficiente de variação percentual para Guaratuba, o menor (14,66%), ou seja, os dados foram homogêneos, há uma baixa dispersão em torno da média.

Ainda foram avaliados dois importantes indicadores: ICMS Ecológico recebido pela presença da APA de Guaratuba *per capita* e a porcentagem de ICMS Ecológico-APA em relação a receita orçamentária (Tabelas 24 e 25).

Tabela 24– ICMS-E-APA *per capita* de cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período (R\$).

	2002- 2004	2005- 2007	2008- 2010	2011- 2013	2014- 2016	2017- 2019	Média do período
Guaratuba	59,82	57,49	64,32	62,10	69,78	70,25	63,96
Matinhos	16,75	17,54	21,54	22,19	27,78	23,93	21,62
Tijucas do Sul	36,69	36,86	37,94	36,07	43,22	42,46	38,87
SJP*	1,90	1,73	1,73	2,02	2,36	2,07	1,97
Paranaguá	1,06	1,13	1,26	1,75	2,62	2,61	1,74
Morretes	20,25	20,92	22,83	23,53	17,04	7,83	18,73

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

O município que apresentou maior ICMS Ecológico-APA *per capita* em todo o período estudado foi Guaratuba, com média de R\$ 63,96 mesmo não sendo o município com menor população. Já Tijucas do Sul possui uma das menores populações (alternando com Morretes ao longo do período) e ficou em segundo lugar no ICMS Ecológico-APA *per capita*.

O modelo atualmente utilizado pelo IAT para a distribuição dos recursos, não considera aspectos sociais ligados ao número de habitantes do município, a metodologia de avaliação, considera, além dos aspectos inerentes à área protegida, também os aspectos relativos à atuação de cada um dos Municípios contemplados, isso porque os Municípios não são obrigados a vincular a utilização destes recursos, conforme inciso IV, do art. 167, da CRFB/1988 (IAP, 2019).

Esta é a razão pela qual não existe uma relação direta entre número de habitantes de cada município e o valor do ICMS-E-APA.

Já São José dos Pinhais e Paranaguá foram os municípios com menores ICMS Ecológico-APA *per capita* médio do período – R\$1,97 e R\$1,74, respectivamente. Fato explicado pela alta densidade demográfica dos dois municípios, somado ao baixo valor de ICMS Ecológico-APA distribuído para estes dois municípios em valores absolutos.

Ao serem avaliados todos os estados da federação que possuem legislação para ICMS-E, Young e Medeiros (2011) concluíram que o estado do Paraná arrecadou com ICMS-E-UC *per capita*, no ano de 2009, R\$5,80 (cinco reais e oitenta centavos).

Deflacionando tal valor para dezembro de 2019 foi possível dizer que a arrecadação do estado do Paraná com ICMS-E-UC *per capita* foi de R\$10,93 (dez

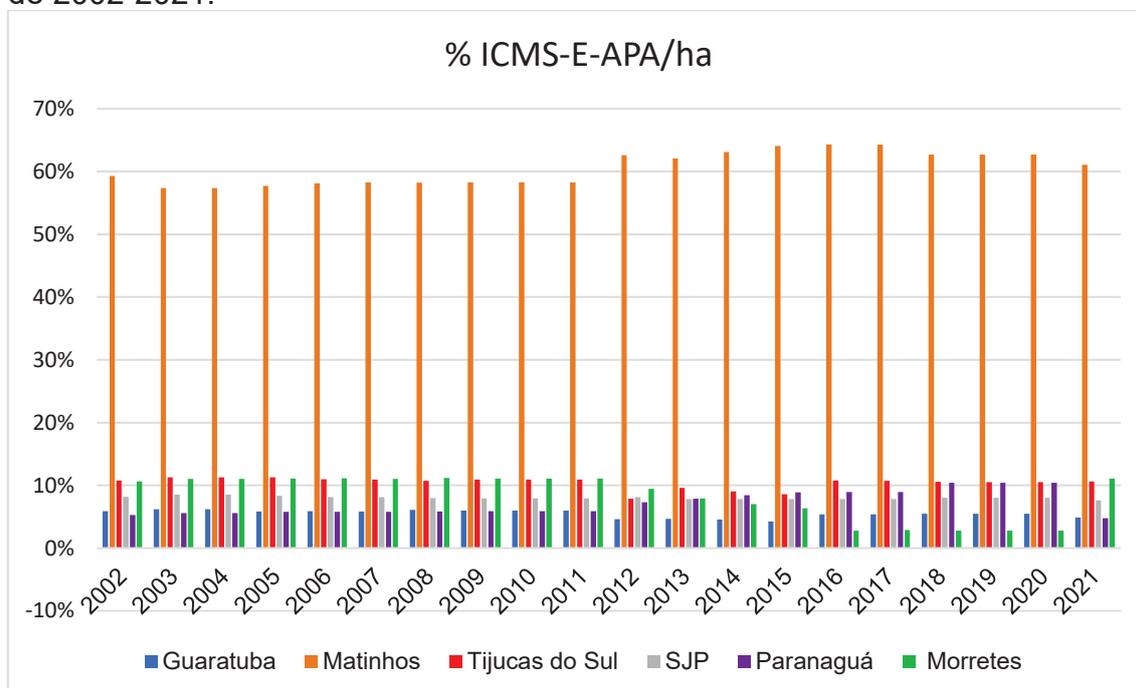
reais e noventa e três centavos), enquanto o valor encontrado de ICMS-E-APA *per capita* dos 6 municípios variou entre R\$1,88 (São José dos Pinhais) e R\$64,61 (Guaratuba) no mesmo ano de 2019.

Em comparação com os valores possíveis apresentados para CO₂ por habitante, que chegou a R\$ 35.407,89 no ano de 2021, apenas para Guaratuba no Cenário 0, os valores aqui apresentados de arrecadação de ICMS-E-APA por habitante foram muito menores. No entanto, são valores que são repassados todos os anos e já são uma realidade, não se trata de possibilidade futura.

Já os valores percentuais de participação de cada município na arrecadação do ICMS-E-APA por hectare mostrou que Matinhos é o município que tem a maior participação na arrecadação do tributo, sempre acima dos 57%.

Esse fato é explicado por o município possuir a menor área ocupada pela APA (3.552,81 ha equivalente a 1,78% da área total), e ser o segundo município que mais recebeu valores de repasse do tributo pela existência da APA de Guaratuba, atrás apenas do município de Guaratuba (Gráfico 16).

Gráfico 16 – Percentual do ICMS-E-APA por hectare de cada município entre os anos de 2002-2021.



Fonte: A autora (2023).

*São José dos Pinhais

Guaratuba, aliás, entre 2002 e 2011 ocupou apenas a 5ª posição entre os 6 em arrecadação de ICMS-E-APA por hectare percentual, sendo que a partir de 2012

passou a ocupar o último lugar, permanecendo até 2016, quando o município de Morretes perdeu significativamente em arrecadação e passou a ocupar o fim da lista.

A situação de Guaratuba se explica pela grande área ocupada pela APA de Guaratuba, que chega a 65,61% da área do total da UC, bem como os índices de biodiversidade avaliados pelo órgão ambiental.

Quanto à participação do ICMS Ecológico-APA na arrecadação orçamentária total dos municípios, representa um importante aspecto para os gestores municipais.

O total de ICMS-E-APA repassado aos municípios que compõem a UC representou, no ano de 2019, 0,18% do total da receita orçamentária dos municípios no mesmo ano.

Os percentuais de participação do ICMS-E-APA de cada município foram calculados com base na receita orçamentária de cada um e não da soma deles (Tabela 25).

Tabela 25 – Porcentual de ICMS-E-APA em relação à arrecadação anual de cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período.

	2002- 2004	2005- 2007	2008- 2010	2011- 2013	2014- 2016	2017- 2019	Média do período
Guaratuba	2,60	1,98	2,03	1,54	1,47	1,24	1,81
Matinhos	0,64	0,52	0,56	0,53	0,54	0,43	0,53
Tijucas do Sul	2,14	1,55	1,37	1,07	1,14	1,05	1,39
SJP*	0,08	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06
Paranaguá	0,05	0,22	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08
Morretes	1,02	0,85	0,68	0,69	0,40	0,19	0,64

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

Os municípios de Guaratuba e Tijucas do Sul são os que o ICMS-E-APA foi mais representativo do total de arrecadação orçamentária, seguidos de Morretes e Matinhos, 1,81%; 1,39%; 0,64% e 0,53%, respectivamente.

Ainda assim, se trata de participações pequenas, o que pode contribuir sim para o orçamento municipal, mas não a ponto de ser decisivo para que o município se sinta incentivado a investir em políticas públicas dentro da APA.

Isso se deve ao fato de que são municípios com vocação mais turística e, comparativamente aos municípios de Paranaguá e São José dos Pinhais, suas

arrecadações anuais são menores, de forma que o ICMS-E-APA acaba tendo um percentual de participação mais significativo.

Enquanto os municípios de Paranaguá e São José dos Pinhais foram os que o ICMS-E-APA menos representa do orçamento total, em média ao longo do período, 0,08% e 0,06% respectivamente, isso pelo fato de serem municípios com grande arrecadação advinda do setor industrial.

A maior arrecadação no município de Paranaguá foi o setor portuário, visto se tratar do segundo maior porto brasileiro, com grande escoamento da produção de grãos.

Segundo informações do Governo do Estado do Paraná, as empresas que atuam nos Portos são responsáveis por mais da metade dos valores arrecadados pelas prefeituras com o Imposto Sobre Serviços (ISS) (PARANÁ, 2019).

Já São José dos Pinhais a arrecadação mais significativa advém das indústrias, com destaque para o polo automotivo.

4.4.3 O ICMS-E e a Gestão Ambiental Municipal

Observa-se que o município de Tijucas do Sul, com exceção do ano de 2005, não transfere recursos para fomentar serviços em gestão do meio ambiente (Tabela 26), mesmo recebendo ICMS-E pela presença da APA de Guaratuba em seu território como foi demonstrado no Gráfico 3, contrariando as expectativas de Silva (2012, p.18) ao afirmar que “Espera-se que o governo ao arrecadar mais possa, também, investir mais no cumprimento de suas funções”. Porém, não se trata de imposição legal.

Tabela 26 – Participação da Gestão Ambiental no total de ICMS-E-APA arrecadado anualmente por cada município entre os anos de 2002-2019 (média de períodos de 3 em 3 anos) e média de todo o período (%).

	2002- 2004	2005- 2007	2008- 2010	2011- 2013	2014- 2016	2017- 2019	Média
Guaratuba	38	45	57	149	413	464	194
Matinhos	104	540	992	804	1.438	2.078	993
Tijucas do Sul	0	0	0	0	0	0	0
SJP*	5.146	8.493	12.558	10.298	13.991	12.498	10.497
Paranaguá	2.303	1.887	243	1.185	116	2.452	1.364
Morretes	329	280	241	409	1.613	2.155	838

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

Mesmo no ano de 2005, quando Tijucas do Sul repassou despesas com gestão ambiental, isso representou apenas 0,0327% do que arrecadou com o ICMS-E-APA no mesmo ano.

Em valores absolutos a despesa foi de R\$ 148,62 e na média de 3 anos, por arredondamento, acabou não aparecendo na tabela. Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com foco no município para identificar se há uma falha na divulgação dos dados ou falta de planejamento com a Gestão Ambiental Municipal.

Já os demais 5 municípios investiram, na média do período, em Gestão Ambiental valores superiores ao que receberam de ICMS-E pela presença da APA. O município de Guaratuba, desde o ano de 2011 passou a investir em Gestão Ambiental mais de 100% do que arrecada com ICMS-E-APA.

Destaque para o município de São José dos Pinhais que, mesmo sendo o município que recebe os menores montantes absolutos de ICMS-E, só no ano de 2019 investiu em Gestão Ambiental mais de 13 mil% do valor recebido a título de ICMS-E-APA. O município utiliza os recursos em benefício ambiental e social, uma vez que a Lei Municipal nº 2.964/17 estabelece a possibilidade de utilização dos recursos em Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, nenhum dos outros municípios possui norma similar.

O fato dos municípios investirem mais em Gestão Ambiental que receberam com ICMS-E-APA, exceto Tijucas do Sul, pode significar que a presença da UC não é fator determinante para que os municípios invistam em meio ambiente, ou seja, outros fatores influenciam nessa tomada de decisão, como exigências legais,

pressões de grupos ambientalistas, conscientização do Poder Público municipal, dentre outros.

A receita repassada aos municípios por meio do ICMS-E-APA, em que pese não haver vinculação que obrigue o investimento na área ambiental, pode vir a suprir programas de política ambiental das secretarias municipais de meio ambiente ou cobrir parte dessas despesas, podendo ser um incentivo à manutenção das áreas de proteção e até mesmo sua ampliação ou criação de novas UCs.

Como mencionado na seção 2.2, um estudo realizado por Ferreira *et al.* (2015) evidenciou que a implantação do ICMS Ecológico no estado do Rio de Janeiro, em 2009, impactou positivamente os investimentos dos municípios, chegando a um aumento médio de 603,07% dos recursos aplicados em saneamento e gestão ambiental em comparação com o quadriênio anterior ao início do ICMS Ecológico.

A maior média de Gastos Ambientais foi de São José dos Pinhais, que se destaca em mais de 7,7 vezes em relação ao segundo colocado, Matinhos.

Tabela 27 – Média, Mínima e Máxima dos Gastos Ambientais ao longo do período de 2002 a 2021 em Reais (R\$).

Cidade	Média	Mínimo	Máximo
Guaratuba	5.980.832,82	755.740,83	15.996.288,70
Matinhos	9.247.184,67	562.643,36	20.403.318,74
Tijucas do Sul	7,82	0,00	148,62
SJP*	71.536.582,80	122.975,38	125.787.246,07
Paranaguá	4.472.015,92	0,00	21.067.980,78
Morretes	2.385.218,36	0,00	5.577.720,03

Fonte: A autora (2021).

*São José dos Pinhais

O município de Tijucas do Sul apresentou a menor mínima e menor máxima, indicando que os valores com Gastos Ambientais ao longo dos anos oscilaram pouco, em comparação com os demais municípios. Ao longo do período estudado, o município gastou em média R\$ 7,82 por ano com meio ambiente, indicando que os dados foram altamente heterogêneos. Isto porque, como dito, apenas no ano de 2005 houve repasses para gastos ambientais.

4.5 IMPACTO DO ICMS-E NOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A APA DE GUARATUBA

Nesta seção do trabalho, diferente da anterior em que se analisou a APA de Guaratuba como o foco, foi analisada a arrecadação de ICMS-Ecológico por cada um dos municípios que compõem a Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, levando em consideração outras fontes de arrecadação deste imposto e sua evolução histórica, tendo sempre como ano base 2002.

O recorte temporal de análise desta seção foi de 2002 a 2021. Optou-se por começar a série no ano de 2002, assim como nas demais análises, para considerar a nova realidade de divulgação dos dados pela Secretaria do Tesouro Nacional – STN, que, a partir deste ano, passou a divulgar os registros dos gastos ambientais de forma agregada na Função 18 – Gestão Ambiental.

A escolha por encerrar o período em 2021, se justifica pela disponibilidade de dados alcançada junto ao IPARDES referentes ao PIB.

A separação dos municípios permitiu uma análise detalhada de acordo com a realidade de cada um deles, que são diversos em tamanho, participação na composição da APA de Guaratuba, arrecadação de ICMS-E, existência, ou não, de outras UCs em seu território e a forma como investem os recursos.

Importante destacar que as análises a seguir se basearam nas UCs regularmente cadastradas junto ao IAT e arrecadando ICMS-E, pois, existem outras Unidades de Conservação nestes municípios, como descrito na seção 3.4.3, mas que não geram ICMS-E, possivelmente por não estarem cadastradas junto ao órgão gerenciador do tributo ou por não atingirem nota mínima nos critérios de avaliação.

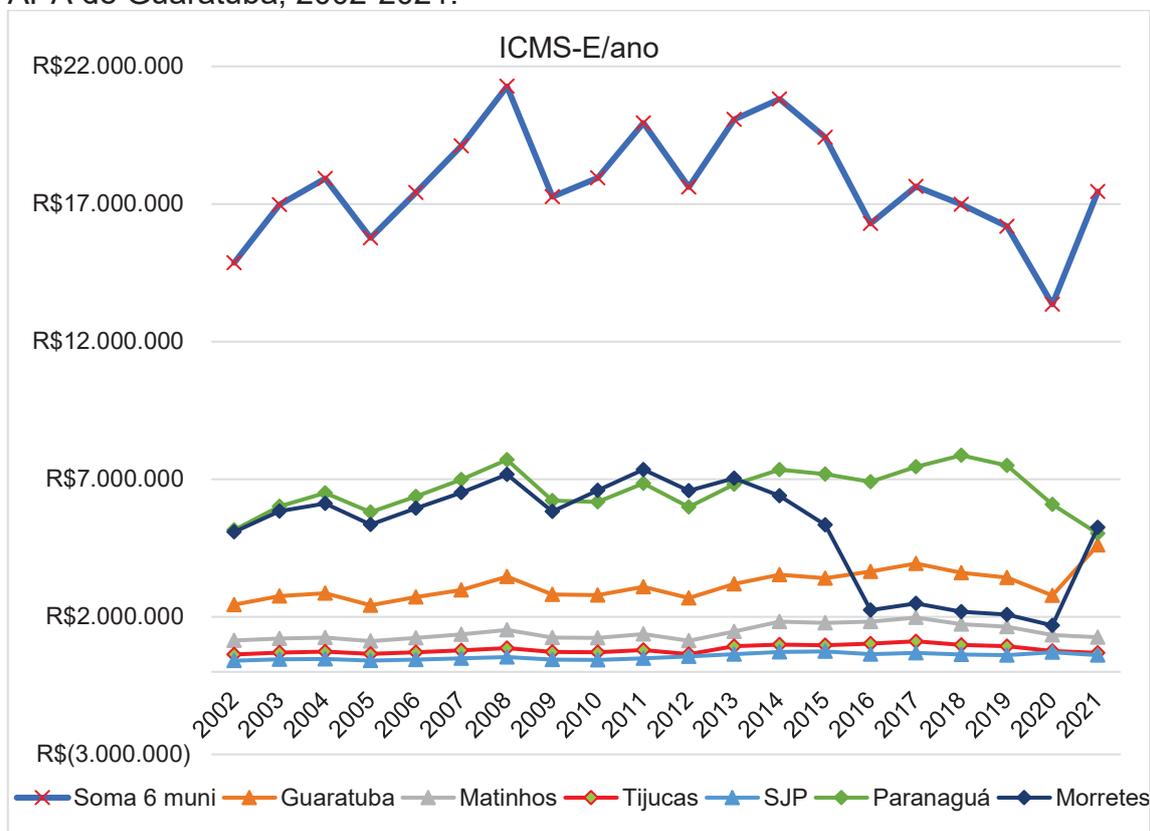
Por exemplo, Matinhos possui 5 (cinco) Parques Municipais⁷ e nenhum deles arrecada ICMS-E, mas no ano de 2021 tais parques foram incluídos no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, e logo serão também cadastradas junto ao IAT para que possam compor o montante.

A seguir foi apresentado graficamente como se deu a evolução da arrecadação de ICMS-E pela presença de Unidades de Conservação nos 6 (seis) municípios que

⁷ Parque Municipal do Praia Grande; Parque Municipal Tabuleiro; Parque Municipal Morro do Boi; Parque Municipal de Sertãozinho; e Parque Municipal Morro do Sambaqui.

fazem parte da composição da APA de Guaratuba (todos os valores foram deflacionados para o último ano, 2021) (Gráfico 17).

Gráfico 17 – Soma do ICMS-E em Reais das UCs dos municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021.



Fonte: A autora (2022).

SJP = São José dos Pinhais

Importante destacar a situação do município de Morretes, que chegou a ter a maior soma de arrecadação entre os municípios nos anos de 2010, 2011 e 2012 e, após este período, iniciou uma queda de arrecadação, muito acentuada no ano de 2016, o fato melhor detalhado na seção 4.4.6 adiante.

São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Matinhos tiveram as menores somas de arrecadação, mas também as menores variações dos valores. Tijucas do Sul possui apenas a APA de Guaratuba como UC, o que justifica a baixa arrecadação.

São José dos Pinhais possui apenas mais uma UC, e se trata de um Parque Municipal, ou seja, sua pequena área contribui pouco para a arrecadação.

Matinhos também possui apenas mais uma UC cadastrada, um Parque Estadual, que contribui de forma expressiva para a arrecadação de ICMS-E, no

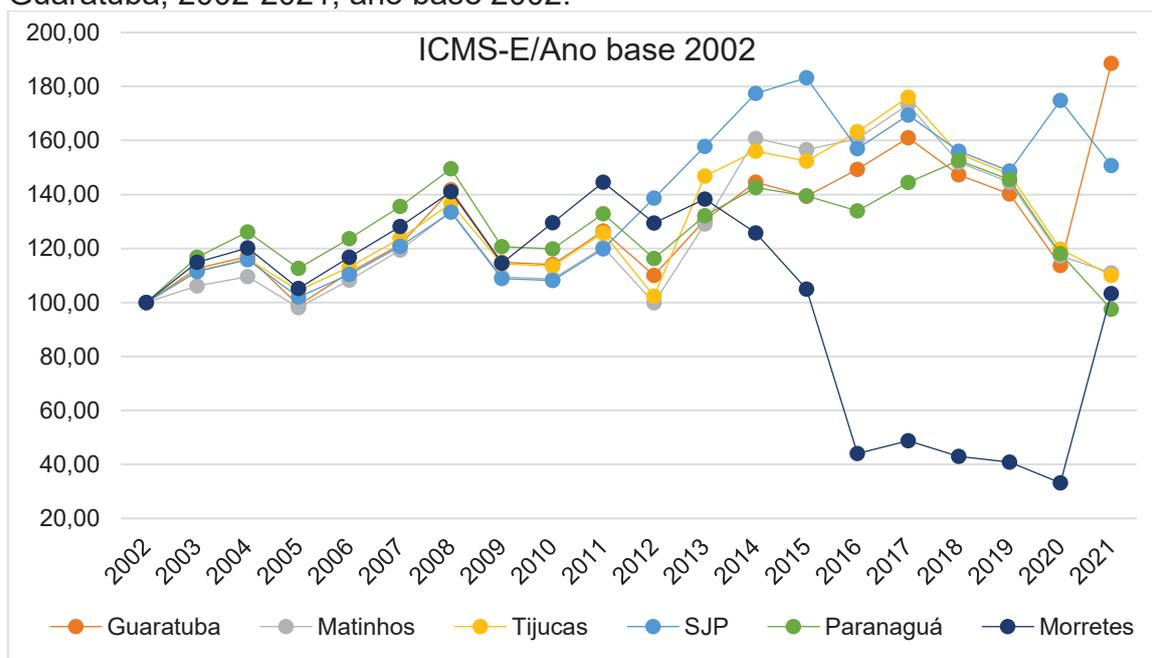
entanto, os outros municípios possuem maiores áreas e maior número de UCs, o que faz com que Matinhos fique entre as menores arrecadações.

Morretes, Paranaguá e Guaratuba são os municípios com maior soma de arrecadação de ICMS-E no período estudado. Isto porque, Morretes e Paranaguá possuem outras 6 (seis) UCs cada um, e todas somando à arrecadação anual, e Guaratuba pela grande extensão de seu território ocupado pela APA de Guaratuba.

O Gráfico 18 ainda revelou uma queda na arrecadação de ICMS-E dos demais municípios no ano de 2016, não apenas em Morretes.

Ao serem plotados os dados tomando como base o ano de 2002, este fato ficou ainda mais evidente, de que o ocorrido no ano de 2016 não tem relação exclusiva com a APA de Guaratuba, tampouco com o município de Morretes apenas (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Evolução do ICMS-E das UCs dos municípios que compõem a APA de Guaratuba, 2002-2021, ano base 2002.



Fonte: A autora (2022).

SJP = São José dos Pinhais

É possível notar um padrão muito similar entre a soma de todos os 6 municípios e cada um deles, até mesmo para Morretes, no entanto, no ano de 2016 este município apresentou uma queda muito acentuada na arrecadação de ICMS-E, fazendo com que a soma de arrecadação dos municípios por ICMS-E também caísse.

4.5.1 Guaratuba

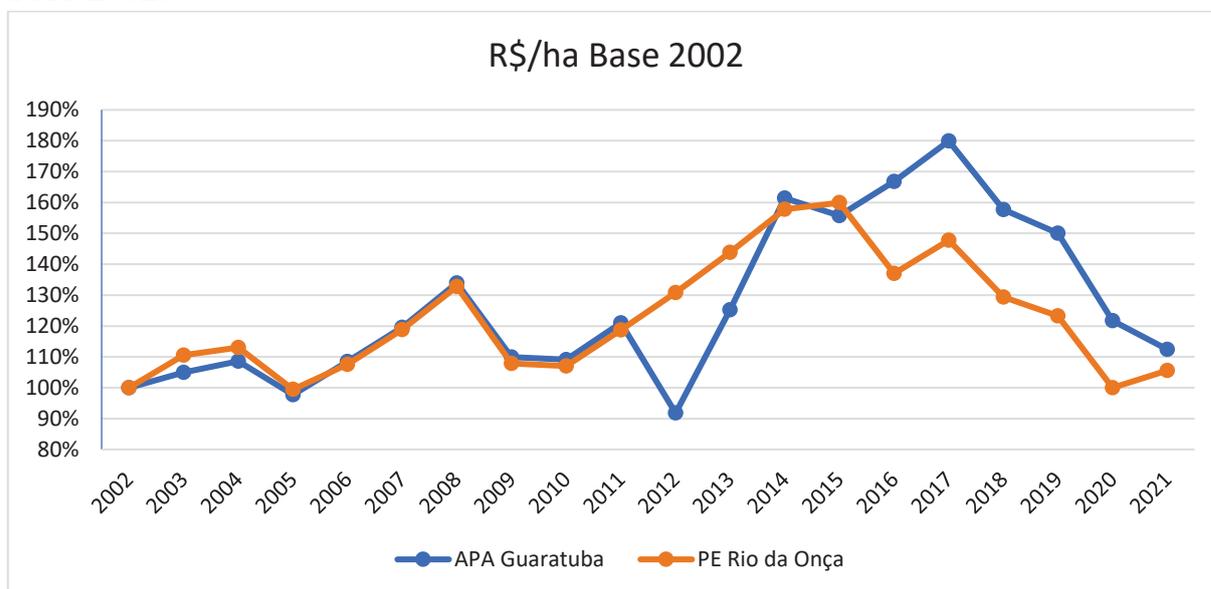
No município de Guaratuba existe uma UC arrecadando ICMS-E, além da APA de Guaratuba, o Parque Nacional – PN Guaricana, porém, foi apenas no ano de 2021 que o Parque passou a contribuir para a arrecadação de ICMS-E, e este ano não está compreendido no recorte temporal desta seção e também pelo fato de que apenas um ano não é parâmetro para comparações. Assim, restou prejudicada a análise aqui proposta.

4.5.2 Matinhos

Além da APA de Guaratuba, em Matinhos, apenas o Parque Estadual – PE do Rio da Onça contribui na arrecadação de ICMS-E.

Para entender o quanto a participação de cada uma destas UCs foi relevante para o município de Matinhos, plotou-se graficamente o histórico de arrecadação de cada uma delas por hectare tomando como base o ano de 2002 (Gráfico 19).

Gráfico 19 – ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Matinhos, 2002-2021, ano base 2002.



Fonte: A autora (2022).

Como dito em seções anteriores, o Parque Estadual – PE do Rio da Onça atualmente possui área de 118,5 ha, porém, o Decreto 11.489 de 24 de junho de 2022 ampliou a área do Parque para 1.659,7 hectares, no entanto, o período de análise

desta Tese não contemplará tal mudança, ademais, como aqui se está propondo um estudo do valor arrecadado por área (R\$/ha), espera-se que não haja diferença significativa. Ou seja, espera-se que o aumento que haverá na arrecadação de tal UC seja proporcional, ou próximo a isso, ao aumento dos seus limites. No entanto, apenas um trabalho futuro será capaz de responder a tal hipótese.

Nos primeiros 4 anos da série, o PE Rio da Onça recebia um valor de ICMS-E-UC por hectare superior ao da APA de Guaratuba. Entre 2006 e 2009 os valores foram muito próximos. Porém, a partir de 2010 o valor do hectare da APA superou o do PE e cada vez a diferença se tornou maior entre R\$/ha.

A explicação para tal fato foi a valorização dos atributos contabilizados na APA em relação aos atributos contabilizados no PE, vez que é considerada a representatividade física da Unidade de Conservação, e a área da APA de Guaratuba em Matinhos é 30 (trinta) vezes maior que a área atual do PE Rio da Onça (3.552 ha e 118,5 ha, respectivamente).

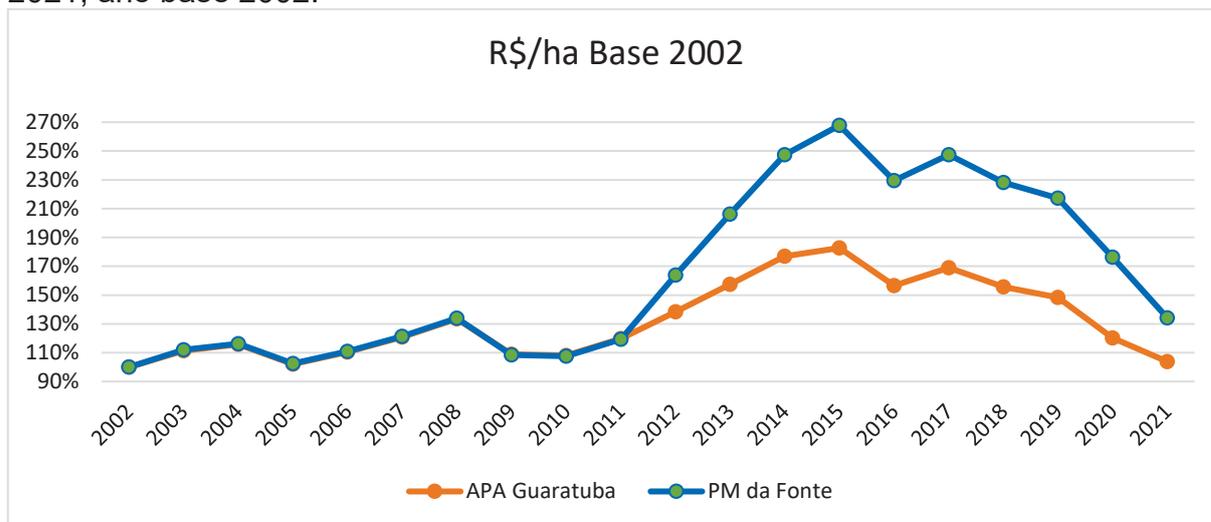
Mas também é preciso lembrar que os fatores de conservação básicos para as categorias de manejo de conservação das UCs podem variar de 0,55 à 0,7 para os Parques Estaduais e de 0,08 à 1 para APAs (ANEXO 2).

4.5.3 São José dos Pinhais

Em São José dos Pinhais existe apenas mais uma UC, além da APA de Guaratuba, arrecada ICMS-E para o município, trata-se do PM da Fonte.

Foi possível visualizar o quanto a participação de cada uma destas UCs foi relevante para o município de São José dos Pinhais, ao longo do período de arrecadação por hectare, tomando como base o ano de 2002 (Gráfico 20).

Gráfico 20 – ICMS-E em Reais por hectare das UCs de São José dos Pinhais, 2002-2021, ano base 2002.



Fonte: A autora (2022).

Á área do PM da Fonte é muito menor que a área ocupada pela APA de Guaratuba no município, 6.415 (seis mil quatrocentos e quinze) vezes menor, (3,5 ha e 22.454 ha, respectivamente), ainda assim, a partir do ano de 2012 a arrecadação de ICMS-E do PE superou a APA em valores por hectare, logo, a microvariável “representatividade física da Unidade de Conservação”, não foi fator determinante para este município.

Por 10 anos da série o valor arrecadado por hectare, ano base 2002, para as duas UCs foi tão próximo que se torna imperceptível no gráfico. No entanto, os 8 anos seguintes mostraram o PM da Fonte tomando a frente na arrecadação em relação à APA de Guaratuba.

A explicação está nos fatores de conservação básicos para as categorias de manejo de conservação das UCs, que podem variar de 0,55 à 30 para os Parques e de 0,08 à 1 para APAs, a depender do tipo de formação florestal (Estacional Semi-decidual, Ombrófila Mista ou Ombrófila Densa), domínio (público ou privado) e esfera (municipal, estadual ou federal) (ANEXO 2).

Até o ano de 2011 o Coeficiente de Conservação da Biodiversidade Interface – CCBI APA de Guaratuba para São José dos Pinhais era de 0,02336496 chegando ao seu ápice no ano de 2015 com CCBI de 0,19040583, um aumento de 815,14%. Já o PM da Fonte em 2011 contava com CCBI de 0,0001442 e em 2015 chegou a 0,0017289, um salto de 1.198,96% no mesmo período. Isto se deve ao fato de que, neste mesmo período o escore do PM da Fonte saltou de 5,02 para 9,07, graças aos

investimentos feitos pelo município em qualidade do Planejamento, Implementação, Manutenção e Gestão da Unidade da Conservação, mas também a edição da Portaria-IAP nº 11, que estabeleceu o Índice Ambiental Municipal, que leva em consideração as áreas dentro do município com cobertura florestal (IAP, 2012).

Esta nova portaria foi melhor discutida na seção 4.4.5 a seguir.

4.5.4 Tijucas do Sul

O município de Tijucas do Sul tem na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba sua única fonte de arrecadação de ICMS-Ecológico, além de ser a única UC a qual o município pertence.

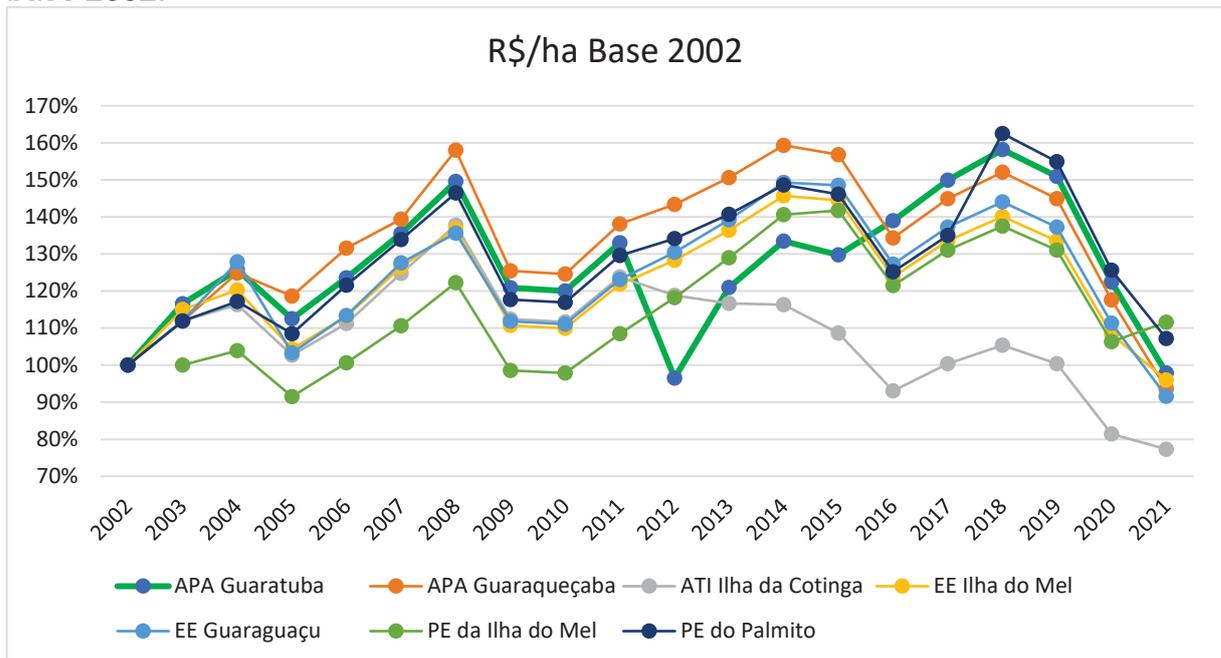
Realidade que pode mudar em breve, com a edição da Lei 758/2021 que incentiva a criação de parques municipais, o que pode, a médio e longo prazo trazer mais recursos ao município por meio do instrumento econômico ambiental do ICMS-E.

No entanto, apenas trabalhos futuros serão capazes de avaliar a efetividade desta política pública.

4.5.5 Paranaguá

Em Paranaguá, além da APA Estadual de Guaratuba, existem outras 6 (seis) UCs que contribuem para a arrecadação de ICMS-E. O Parque Estadual da Ilha do Mel foi criado no ano de 2002 e já no ano seguinte passou a contribuir para a arrecadação de ICMS-E do município. Como o ano base de estudo desta seção é 2002, o PE da Ilha do Mel é o único que não parte do ponto inicial 100 em 2002, e sim em 2003 que foi considerado o ano base apenas desta UC. A seguir foi possível visualizar o quanto a participação de cada uma destas UCs foi relevante para o município de Paranaguá, ao longo do período de arrecadação por hectare (Gráfico 21).

Gráfico 21 – ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Paranaguá, 2002-2021, ano base 2002.



Fonte: A autora (2022).

De uma forma geral, exceto a APA de Guaratuba, as demais 6 UCs não apresentaram grandes variações ao longo da série estudada. O ano de 2015 foi o ano em que todas as UCs de Paranaguá tiveram uma elevação de seu CCBI fazendo com que este seja o ano com os maiores valores de ICMS-E por hectare de Unidades de Conservação no município.

Em 2016, houve decréscimo dos valores reais, no entanto, estes são reflexos do cenário político e econômico vivido no país (discutido no início da seção 4,4), e não do CCBI que permaneceu elevado nos anos seguintes.

Foi possível notar já a partir de 2012 uma valorização do hectare, em todas as UCs, não apenas para o município de Paranaguá, mas também para Matinhos e São José dos Pinhais, já estudados (o padrão só não é observado em Morretes que será discutido a seguir).

Neste ano, em âmbito estadual, houve a edição da Portaria-IAP nº 11, que estabeleceu Fatores de Conservação Básicos e intervalos mínimos e máximos para definição dos níveis de qualidade para as categorias de manejo de unidades de conservação que anteriormente não estavam contempladas pela Portaria-IAP nº 263 de 1998, quais sejam: Monumento Natural - MN; Refúgio da Vida Silvestre - RVS; Reserva Extrativista - RE; Reserva de Fauna - RF e; Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS (IAP, 2012).

Esta mesma Portaria-IAP nº 11, instituiu no artigo 7º o Índice Ambiental Municipal, composto por no mínimo os seguintes parâmetros municipais: área de unidades de conservação de proteção integral, área de cobertura florestal ou campo natural existente no município, número de imóveis rurais com averbação da Reserva Legal. Ainda, no parágrafo único acrescentou que tal índice “poderá ser utilizado pelo IAP para fins de avaliação da situação ambiental municipal e suas respectivas implicações nos benefícios do ICMS Ecológico [...]”

Ou seja, em 2012 foi publicada uma nova regra para o estabelecimento do CCB, qual seja, o Índice Ambiental Municipal, que leva em consideração as áreas dentro do município com UC de Proteção Integral, área com cobertura florestal e número de imóveis com Reserva Legal averbada.

Visto que a área de estudo do trabalho está inserida na Mata Atlântica, protegida por Lei devido a ser um remanescente da Mata Atlântica, a cobertura florestal está presente e impactou diretamente na nova fórmula de cálculo do repasse do ICMS-E.

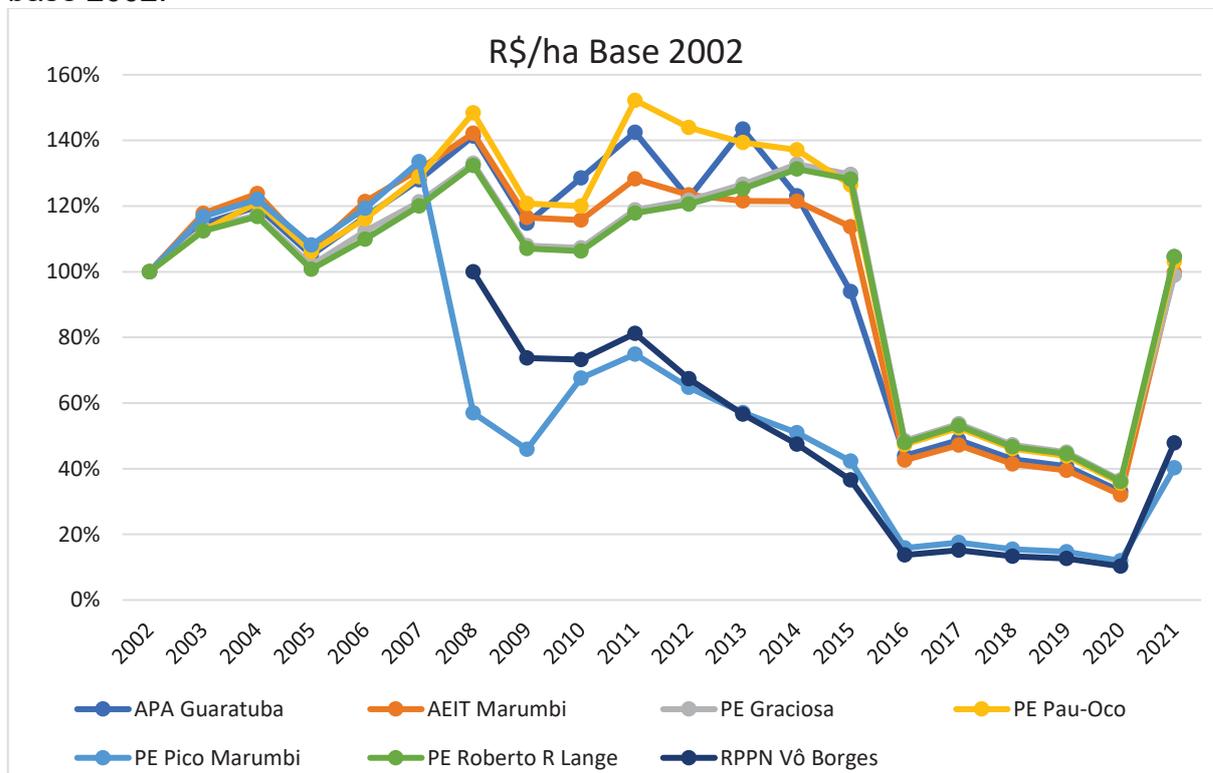
A partir de 2012 houve maior repasse de ICMS-E pela presença das UCs do município de Paranaguá, mas especialmente para a APA de Guaratuba, uma vez que seu CCB aumentou significativamente em função da nova Portaria IAP, o que não se percebeu para APA de Guaraqueçaba, existente no município.

Enquanto a APA de Guaratuba com 11.357,0124 ha em Paranaguá passou de um CCB de 0,00878 em 2011 para 0,10964 em 2012 (aumento de 1.248%), a APA de Guaraqueçaba com mais do dobro do tamanho, 25.847,76 ha, passou de um CCB de 0,0390672 para 0,2370748 no mesmo período (aumento de 606%).

4.5.6 Morretes

Além da APA de Guaratuba, há outras 6 (seis) UCs que contribuem para a arrecadação mensal de ICMS-Ecológico: AEIT do Marumbi; PE da Graciosa; PE do Pau-Oco; PE do Pico do Marumbi; PE Roberto Ribas Lange e; RPPN Vô Borges. Como já discutido, o município de Morretes sofreu uma espécie de sanção por parte do órgão ambiental estadual a partir do ano de 2013 devido a uma má gestão ambiental, fazendo com que o escore de várias destas UCs fossem a 0 (zero). Graficamente é possível visualizar tal fato.

Gráfico 22 – ICMS-E em Reais por hectare das UCs de Morretes, 2002-2021, ano base 2002.



Fonte: A autora (2022).

Inicialmente cabe lembrar que a RPPN Vô Borges foi criada no ano de 2007 e, apenas vai começar a contribuir com a arrecadação de ICMS-E do município no ano seguinte, 2008, por esta razão, apenas para esta UC, neste município, foi considerado como ano base 2008.

Como explicado na seção 2.3.2 o PE do Pico do Marumbi, criado em 1990, possuía área de 2.342,4148 ha, e no ano de 2007, passou a contar com 8.745,4547 ha, o maior beneficiado por este acréscimo foi o município de Morretes que contava com 2.342,41 ha desta UC em 2007 e em 2008 passa para 5.917,93 ha. Isto fez com que o valor do ICMS-E por hectare, ano base 2002, partisse de R\$ 133,47 para R\$ 56,99 no mesmo período, o que foi perceptível visualmente, enquanto as demais UCs de Morretes aumentaram o valor do ICMS-E/ha, apenas para o PE do Pico do Marumbi o valor caiu em 2008.

A queda ocorrida em 2016, como já explicado em outros municípios é reflexo da crise política e econômica vivida pelo país em 2015 que levou a queda nos repasses de ICMS-E para todos os municípios do estado do Paraná, mas sentido de forma muito mais perceptível por Morretes.

4.6 CUSTO DE OPORTUNIDADE

Ao ser calculado o custo de oportunidade pela presença da APA de Guaratuba frente às restrições de produção agropecuária, foi possível uma percepção quanto à importância econômica desta UC para os municípios.

Porém, para chegar ao valor do custo de oportunidade, inicialmente foi preciso calcular o VBP/ha para cada município e para toda a APA de Guaratuba, sendo que o VBP em toda a área, em 2021, foi de mais de 1,2 bilhão de Reais (R\$ 1.221.875.772,22) e o VBP/ha de mais de 19 mil Reais (R\$ 19.041,82/ha) (Tabela 28).

Tabela 28 – VBP e VBP/ha para os municípios que compõem a APA de Guaratuba (2021).

<i>Município</i>	<i>área total (ha)</i>	<i>área agropecuária (ha)</i>	<i>VBP (R\$)</i>	<i>VBP/ha (R\$)</i>
<i>Guaratuba</i>	132.667,00	5.702	160.430.060,38	28.135,75
<i>Matinhos</i>	11.789,90	110	11.271.930,90	102.472,10
<i>Tijucas do Sul</i>	67.188,90	27.055	228.006.129,29	8.427,50
<i>SJP*</i>	94.643,50	27.397	724.418.723,75	26.441,53
<i>Paranaguá</i>	82.643,10	1.223	25.552.110,49	20.892,98
<i>Morretes</i>	68.458,00	2.681	72.196.817,41	26.929,06
Total	457.390,40	64.168	1.221.875.772,22	19.041,82

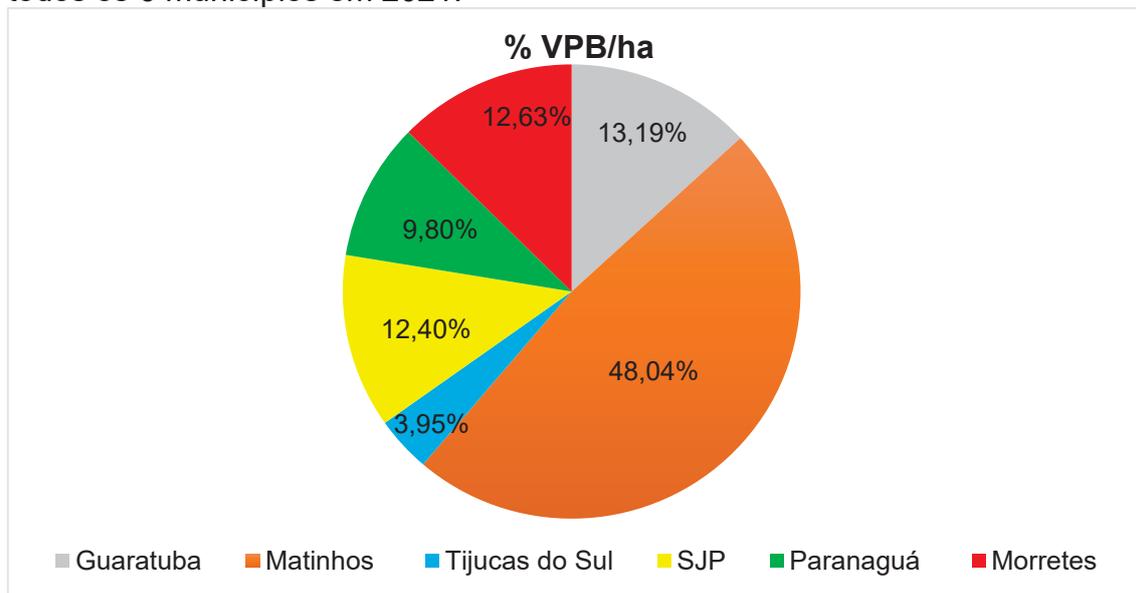
Fonte: A autora (2023) com dados da SEAB (2023).

*São José dos Pinhais.

O município de Matinhos é o que possui a menor área com produção agropecuária, apenas 110 dos mais de 11mil hectares, ainda assim foi o município com o maior VBP/ha. Já São José dos Pinhais é o município com a maior área produzindo produtos agropecuários, conseqüentemente o maior VBP, no entanto, ao ser calculado o VBP/ha o município fica atrás de Matinhos, Guaratuba e Morretes.

Tijucas do Sul é o segundo em tamanho de área produzindo produtos agropecuários, 27.055 dos 67.188,90 ha do município, no entanto, o município é aquele com o menor VBP/ha, equivalentes a 3,95% do VBP/ha de todos os municípios que compõem a APA de Guaratuba (Gráfico 23), possivelmente pelo baixo valor agregado dos dois principais produtos que contribuem com o VBP de Tijucas do Sul: soja e milho.

Gráfico 23 – Percentual VBP por hectare de cada município em relação à soma de todos os 6 municípios em 2021.



Fonte: A autora (2023).

*São José dos Pinhais.

Em relação a todos os 6 municípios da APA de Guaratuba, aquele com o maior percentual de VBP/ha é Matinhos, sendo que os dois produtos que mais contribuíram para o bom resultado foram camarão marinho (de captura) e pescado marinho (de captura).

Em seguida estão os municípios de Guaratuba e Morretes, com percentuais de participação no total do VBP/ha muito próximos, 13,19% e 12,63%, respectivamente.

No entanto, os dois municípios diferem muito quanto aos dois produtos que mais contribuíram com o VBP agropecuário de 2021, enquanto Guaratuba obteve VBP alto com banana e camarão marinho (de captura), Morretes obteve os maiores VBP com chuchu e maracujá.

São José dos Pinhais e Paranaguá também tiveram participação percentual no total do VBP/ha dos municípios próximas, 12,40% e 9,80%, respectivamente. Porém, enquanto em São José dos Pinhais os dois produtos com maior VBP foram agrícolas, do tipo hortaliças, couve-flor e brócolis, em Paranaguá notou-se uma tendência para atividades marinhas, sendo os dois maiores VBP o pescado marinho (de captura) e o camarão marinho (de captura).

Ao ser comparado o quanto seria o VBP caso a APA de Guaratuba passasse a produzir agropecuária em toda a sua extensão legal (descontados os 20% de Reserva

Legal) é possível perceber que o custo de oportunidade em se manter a APA é desfavorável. Isso porque, os 6 municípios juntos receberam em 2021 pouco mais de 5 milhões de Reais em ICMS-E-APA, ao passo que, seria possível atingir 3 bilhões de Reais com produção agropecuária (Tabela 29).

Tabela 29 – VBP possível para o Cenário 3 em comparação ao ICMS-E-APA de 2021.

<i>Município</i>	<i>área da APA</i>	<i>área Cenário 3</i>	<i>VBP Cenário 3</i>	<i>ICMS-E-APA (R\$)</i>	<i>%</i>
<i>Guaratuba</i>	130.954,94	104.763,95	2.947.612.518,47	2.257.062,50	0,077
<i>Matinhos</i>	3.552,81	2.842,25	291.251.020,32	769.786,29	0,264
<i>Tijucas do Sul</i>	18.442,67	14.754,14	124.340.547,53	694.179,20	0,558
<i>SJP*</i>	22.454,55	17.963,64	474.986.208,81	606.713,35	0,128
<i>Paranaguá</i>	11.357,01	9.085,61	189.825.436,26	191.128,45	0,101
<i>Morretes</i>	12.834,02	10.267,22	276.486.564,93	504.963,89	0,183
Total	199.596,00	159.676,80	3.040.537.546,84	5.023.833,68	0,015

Fonte: A autora (2023).

*São José dos Pinhais.

Considerando proporcionalmente valor e área ocupada, a APA gerou de receita pública de ICMS-E, em 2021, R\$ 5.023.833,68 em uma área de 199.596 ha, equivalente a R\$ 25,17 por hectare naquele ano, beneficiando os 6 municípios. Esse valor representa o custo de oportunidade, quando se decide pela conservação ambiental em detrimento da atividade econômica, considerando a receita pública de ICMS-E.

Percebeu-se que o valor de arrecadação do Cenário que propõe a produção agropecuária na extensão legal da APA de Guaratuba em 1 hectare é mais de 756 vezes maior que o valor de ICMS ecológico gerado na mesma UC, considerando a comparação do ICMS-E-APA/ha com o VBP/ha (R\$25,17 versus R\$19.041,82) do mesmo hectare, o que denota melhor desempenho da produção agropecuária na geração de receita pública para os municípios.

O que pode ser explicado pelo fato de que a Lei Ordinária nº 9.491 de 1990 que estabelece critérios para fixação dos índices de participação dos municípios no produto da arrecadação do ICMS, destinou 8% para município com produção agropecuária em relação à produção do Estado e, apenas 2,5 % aos municípios que tenham parte de seu território integrando unidades de conservação ambiental (Tabela 30).

Tabela 30 – Custo de Oportunidade, ano 2021.

Município	VBP/ha ICMS-E	VBP/ha agropecuário
<i>Guaratuba</i>	R\$ 17,24	R\$ 28.135,75
<i>Matinhos</i>	R\$ 216,67	R\$ 102.472,10
<i>Tijucas do Sul</i>	R\$ 37,64	R\$ 8.427,50
<i>SJP*</i>	R\$ 27,02	R\$ 26.441,53
<i>Paranaguá</i>	R\$ 16,83	R\$ 20.892,98
<i>Morretes</i>	R\$ 39,35	R\$ 26.929,06
Total	R\$ 25,17	R\$ 19.041,82

Fonte: A autora (2023).

*São José dos Pinhais.

Ressalta-se que o percentual destinado pelo Valor Adicionado Fiscal (75%) é constitucional, portanto, os estados não têm autonomia para alterá-lo. Mas, sobre o restante (25%), os estados têm autonomia na deliberação, portanto, poderia ser destinado percentual maior para a política ambiental, se reduzido o de outros critérios exceto o Valor Adicionado Fiscal.

Visto ser o valor recebido pelo ICMS-E-APA bastante inferior àquele possível com a produção agropecuária, coube neste momento avaliar o custo de oportunidade gerado pelo potencial CO₂e presente na APA para melhor avaliação das possibilidades de ganho com a UC.

Em comparação com o Cenário 0, que propõe manter a área da APA exatamente como se encontra fixando CO₂, o custo de oportunidade de manter a preservação ambiental é menor que a mudança para uso do solo com produtos agropecuários, sendo que com o Cenário 0 seria possível chegar ao valor de R\$ 4.387,63/ha com carbono evitado e com o VBP/ha de produção agropecuária R\$ 19.041,82, logo, 4,3 vezes mais (31).

Tabela 31 – Custo de Oportunidade agropecuário vs. CO₂e/ha, ano 2021.

Município	R\$ de CO₂/ha (Cenário 0)	R\$ de CO₂/ha (Cenário 1)	R\$ de CO₂/ha (Cenário 2)	VBP/ha agropecuário (Cenário 3)
<i>Guaratuba</i>	10.134,99	2.027,37	10.034,89	28.135,75
<i>Matinhos</i>	3.183,07	636,73	2.838,51	102.472,10
<i>Tijucas do Sul</i>	2.725,29	545,16	1.829,37	8.427,50
<i>SJP*</i>	2.026,07	405,29	1.337,87	26.441,53
<i>Paranaguá</i>	1.429,31	285,92	890,71	20.892,98
<i>Morretes</i>	1.924,80	385,03	1.967,17	26.929,06
Total	4.387,63	877,69	3.984,73	19.041,82

Fonte: A autora (2023). *São José dos Pinhais.

Para o Cenário 1, que propõe que apenas a diferença entre o que existe de vegetação fixando CO₂ na APA e o mínimo legal permitido (20%), o custo de oportunidade da agropecuária é ainda mais evidente, chegando a 21,7 vezes mais. Sendo que, é exatamente este o cenário que mais se aproxima da realidade proposta pelo Cenário 3, ou seja, reduzir a vegetação natural ao mínimo legal e no restante produzir agropecuária.

Por fim, o Cenário 2, que propõe que na ausência da APA de Guaratuba os municípios seguiriam a mesma tendência de desmatamento observada desde 1985, a diferença entre o VBP agropecuária para a possibilidade de lucrar com CO_{2e} é 4,7 vezes maior.

O valor do ICMS-E-APA é receita pública municipal efetiva, enquanto o valor do CO_{2e} é uma estimativa que desafia o pragmatismo econômico. Contudo, ambos são benefícios gerados pela conservação ambiental e mensurados monetariamente, portanto podem ser somados, como proposto por Oliveira *et al.* (2022).

Por conseguinte, pela soma do ICMS-E-APA com o valor do CO_{2e} para 2021 (Tabelas 35 e 36), tem-se o valor de R\$ 4.412,80/hectare por ano para o Cenário 0, R\$ 902,86/hectare por ano para o Cenário 1 e, R\$ 4.009,90/hectare por ano para o Cenário 0, como sendo os valores de benefícios gerados por 1 hectare da APA de Guaratuba.

Ainda que subestimados, esses são os valores de custo de oportunidade quando a opção é a conservação ambiental em detrimento da atividade econômica, se considerados os serviços ambientais. Valores abaixo do gerado pela exploração econômica agropecuária da mesma área (R\$ 19.041,82).

Por fim, visto as previsões de Houlder e Livsey (2021), de que o patamar necessário para garantir uma queda rápida e prolongada nas emissões de carbono para a atmosfera seria de US\$ 100 por tonelada de CO₂ em 2030, passou-se a analisar se em tal hipótese o custo de oportunidade de manter a APA de Guaratuba seria viável, considerando o Cenário 0 que mantém a atual cobertura do solo existente (32).

Tabela 32 – Custo de Oportunidade mínimo de atratividade.

Município	R\$ de CO₂/ha (se chegar a U\$100)	R\$/tCO_{2e} (R\$41,816)**/ha
<i>Guaratuba</i>	250.635,00	19.444,44
<i>Matinhos</i>	208.458,25	16.172,34

<i>Tijucas do Sul</i>	242.361,35	18.802,56
<i>SJP*</i>	250.624,22	19.443,60
<i>Paranaguá</i>	253.890,56	19.697,01
<i>Morretes</i>	257.846,82	20.003,94
Total	245.438,55	19.041,30

Fonte: A autora (2023).

*São José dos Pinhais. ** U\$7,758 e R\$5,39.

Foi possível inferir que, se o preço da tonelada de carbono de fato atingir os 100 Dólares previstos até 2030, o custo de oportunidade da manutenção da UC seria mais de 12 vezes maior que da atividade produtiva (R\$ 245.438,55/ha vs. R\$ 19.041,82/ha da atividade agropecuária).

Como já dito, atingir U\$ 100,00 por tonelada de carbono não é uma realidade tão factível, para os padrões atuais, o que se espera que mude em alguns anos.

Desta forma, calculou-se qual seria o preço ideal para, ao menos, igualar ao custo de oportunidade da atividade agropecuária, ou seja, qual o preço mínimo que a tonelada de carbono deve atingir para se tornar competitivo com a agropecuária, chegando-se a US\$ 7,758, ou R\$ 41,816 em se mantendo o câmbio utilizado em 2021, qual seja, R\$ 5,39.

Para que o custo de oportunidade em se manter a APA de Guaratuba ao menos se iguale ao de partir para a produção agropecuária, analisando apenas o tripé econômico da sustentabilidade, seria preciso o preço da tonelada do carbono chegar a R\$ 41,82 ou U\$ 7,76.

Conforme Wunder (2007), se os custos de oportunidade do uso da terra desestimulado (agropecuária) forem mais altos que o uso da terra incentivado (conservação da natureza), os programas de pagamentos por serviços ambientais provavelmente não serão uma compensação suficiente, alcançando eficiência limitada em incentivar o fornecimento de níveis maiores de serviços ambientais.

O presente estudo não abarcou outras vantagens econômicas e sociais, possivelmente provocadas pela movimentação econômica que a exploração agropecuária provocaria na região. Todavia, também há de se ressaltar o valor dos serviços ambientais prestados pela área enquanto conservada, especialmente aqueles que não puderam ser mensurados nesta pesquisa, como preservação do solo e dos recursos hídricos, bem como uso público.

5 CONCLUSÃO

Em que pese todos os resultados alcançados com a pesquisa, o custo de oportunidade quando a opção é a atividade econômica em detrimento da conservação ambiental, se considerados os serviços ambientais, é maior. Ou seja, do ponto de vista puramente econômico, a presença da APA de Guaratuba gera mais empecilhos ao proprietário e/ou possuidor que benefícios, confirmando-se assim a hipótese 1 do trabalho.

O método custo de oportunidade mostrou ser ferramenta importante quando o desafio é aproximar os aspectos ecológicos dos econômicos, e ofereceu consistência à análise realizada.

Ainda assim, os resultados apresentados dimensionam a importância da APA de Guaratuba para reduzir as emissões de carbono por desmatamento evitado nos municípios e na região como um todo, além de demonstrar a importância da presença da UC na geração de um tributo ambiental aos municípios, o ICMS-Ecológico.

Estimou-se que, ao evitar um desmatamento dentro da APA de Guaratuba, houve a contribuição para a manutenção do estoque de carbono e o valor total desse estoque é superior aos gastos empenhados na manutenção da APA de Guaratuba, garantindo relação benefício/custo devendo estar na lista de prioridades em busca do desenvolvimento sustentável.

Ademais, quanto à precificação do CO₂, é preciso cautela, pois, como se demonstrou, o preço do CO₂ em Dólar vem caindo desde 2008, iniciando timidamente uma retomada desde 2018, especialmente a partir de 2020, ou seja, para que chegue aos prometidos US\$100 até 2030 este seria o novo “ouro verde”. O presente estudo não questiona a importância de que os preços se elevem para o cumprimento das metas internacionais de redução de GEE, mas apenas alerta para as dificuldades que podem ser enfrentadas neste percurso.

Com exceção do município de Tijucas do Sul que não aplica em Gestão Ambiental nada que recebe de ICMS-E-APA, Guaratuba é o único município em que o ICMS-E-APA pode realmente ser um incentivo, pois os demais 4 municípios investem muito mais em Gestão Ambiental que recebem de ICMS-E-APA, ou seja, o ICMS-E-APA não é representativo do orçamento municipal para justificar os esforços com o cuidado ambiental, podendo levar ao desestímulo dos governos municipais.

Ainda assim, é preciso lembrar que o estado do Paraná serve de modelo para vários outros em que sequer existe a destinação de ICMS para fins ambientais.

Atualmente a APA de Guaratuba gera restrições de uso aos proprietários/possuidores e retorno financeiro apenas ao Poder Público, que recebe o ICMS-E e sequer aplica em Gestão Ambiental. Assim, conclui-se que no atual modelo, o proprietário/possuidor fica apenas com os ônus e os municípios com os bônus.

Finalmente, concluiu-se que ICMS-E-APA é um tributo importante, mas deveria reverter benefícios ao proprietário/possuidor, assim como sugerido no manual do IAT, recentemente lançado. Só assim o custo de oportunidade em se manter a área protegida superará o de transformar a área em produção agropecuária. Isso pois, em que pese ser um importante instrumento de política ambiental e justiça fiscal, sozinho o ICMS-E-APA não é suficiente para compensar financeiramente os municípios, menos ainda os proprietários/possuidores, e pouco incentiva a criação de novas áreas de conservação. É fato que a valoração e o pagamento aos produtores de serviços ambientais tornariam a compensação financeira muito mais justa e incentivadora.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Sugere-se que o Ministério de Meio Ambiente inserira na agenda de debates o assunto, para a criação de um mercado regulado para o setor florestal, e assim ter a possibilidade de se contar com um mercado de carbono regulado para precificar e comercializar os benefícios prestados pelas florestas.

Sugere-se novas pesquisas no intuito de quantificar o CO₂ presente dentro da APA de Guaratuba, tanto na biomassa aérea quanto no subsolo, assim, a estimativa dos reais valores comercializáveis serão mais precisos.

Visto que muitos municípios possuem outras UCs em seu território que ainda não arrecadam ICMS-E, recomenda-se que os gestores municipais façam o cadastro destes espaços protegidos para que passem a arrecadar ICMS-E.

Recomenda-se, ainda, pesquisas futuras que sejam capazes de avaliar os efeitos da Pandemia de Covid-19 nos preços da tonelada do CO₂, bem como os efeitos devido ao atual conflito na Ucrânia e as preocupações com a segurança energética derivadas dessas questões geopolíticas, pois é possível que levem a Europa a adotar metas climáticas mais ambiciosas.

Por fim, sugere-se que nova pesquisa possa ser realizada para valorar os recursos hídricos, serviço ecossistêmico de grande importância, após implementação da cobrança pelo uso do recurso na Bacia Hidrográfica Litorânea. Além disso, trabalho futuro pode ainda avaliar os impactos causados pelas restrições à utilização de Áreas de Preservação Permanente, impostas pela Lei Florestal nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. Estudo mostra retorno do investimento nas unidades de conservação. **Agência de Notícias do Paraná**, 02 de agosto de 2017. Disponível em <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=94865&tit=Estudo-mostra-retorno-do-investimento-nas-unidades-de-conservacao> Acesso em 18 set. 2022.

ALBUQUERQUE, L.; GAVIOLI, L.; MARGULIS, S.; BARRETO, C.; CLEMENTE F.; GOULART, J.; ESPOSITO, S. **Oportunidades para o Brasil em Mercados de Carbono**. ICC Brasil, Relatório 2021. Disponível em https://www.iccbrasil.org/media/uploads/2021/09/27/oportunidades-para-o-brasil-em-mercados-de-carbono_icc-br-e-waycarbon_29_09_2021.pdf Acesso em 10 out. 2022.

ALMEIDA, R. A. S.; SILVA, M. S.; TELES, E. O.; TORRES, E. A. Valoração do sequestro de carbono para a litosfera. **Educação, Tecnologia e Cultura - E.T.C.** n. 12, 2014.

ALVARENGA JUNIOR, M.; MENDES, M. P.; COSTA, L. A. N da; MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F. Carbono Florestal. In: YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. (Org.). **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. p.102-117.

AMBIENTE BRASIL. **Estação Ecológica de Guaraguauçu**. Disponível em https://ambientes.ambientebrasil.com.br/unidades_de_conservacao/artigos_uc/estacao_ecologica_de_guaraguacu.html Acesso em 17 set. 2022.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2. ed. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001_10_12.pdf. Acesso em 04 jan. 2023.

BACEN – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Cotação**. Disponível em <https://www.bcb.gov.br/>. Acesso em 02 maio de 2021.

BANCO MUNDIAL (2021). **State and Trends of Carbon Pricing 2021**. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620>. Acesso em 10 dez. 2022.

BORINELLI, B; GUANDALINI, N N.; BACCARO, T. A. Os gastos ambientais dos estados brasileiros: uma análise exploratória. **Rev. Serv. Público Brasília**. 68 (4) 807-834 out/dez 2017.

BRASIL. Decreto 90.883, de 31 de janeiro de 1985. Dispõe sobre a implantação da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, no Estado do Paraná, e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 de

jan. de 1985. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-de-guaraquecaba/arquivos/apa_guaraquecaba.pdf> Acesso em: 16 set. 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 de out. de 1988.

BRASIL. Decreto s/n, 16 de maio de 1994. Homologa a demarcação administrativa da Área Indígena Ilha da Cotinga, localizada no Município de Paranaguá, Estado do Paraná. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 de maio de 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/anterior_a_2000/1994/Dnn2274.htm> Acesso em: 16 set. 2022.

BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 de jul. de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/SBF. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p.

BRASIL. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 de dez. 2006.

BRASIL. Lei n.º 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 de mar. 2006.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Edição extra.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de maio de 2012.

BRASIL. Decreto s/n, de 13 de outubro de 2014. Cria o Parque Nacional Guaricana, localizado nos Municípios de Guaratuba, Morretes e São José dos Pinhais, Estado do

Paraná. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 de out. de 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Dsn/Dsn14014.htm>. Acesso em: 1º set. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Sumário executivo**: modelagens setoriais e opções transversais para mitigação de emissões de gases de efeito estufa. p. 78, 2017. Disponível em <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Sumario-Executivo_Modelagem-setoriais.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial[da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dez. de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm>. Acesso em: 1º set. 2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados Projeto de Lei 5.518, de 15 de dezembro de 2020. Autor: Rodrigo Agostinho. **Câmara dos Deputados**, Brasília, DF, 15 dez. 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1951381>. Acesso em: 01 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Convênio ICMS nº 178, de 1º de outubro de 2021. Prorroga as disposições de convênios ICMS que dispõem sobre benefícios fiscais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1º out. de 2021.

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 de maio de 2022.

BRITEZ, R. M. de; BORGIO, M.; TIEPOLO, G.; FERRETTI, A.; CALMON, M.; HIGA, R. **Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 165 p.

BRITO, R. de O.; MARQUES, C. F. Pagamento por Serviços Ambientais: uma Análise do ICMS Ecológico nos Estados Brasileiros. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 49, jul./dez. 2017.

CAIADO, J. Cointegração e Causalidade entre as Taxas de Juro e a Inflação em Portugal. **Gestin**, Ano 1, nº 1, 107-118, 2002.

CAMPORA, A. L.; MAY, P. H. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **Megadiversidade**. v.2, n. 1-2, p. 24-38, dez. 2006.

CAMPOS, K. C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia d Agronegócio**, Viçosa, v.5, n. 3, 2007.

CAMPOS, K. C. CAMPOS, R. T. Volatilidade de preços de produtos agrícolas: uma análise comparativa para soja, café, milho e boi. *In: XLV CONGRESSO DA SOBER "Conhecimentos para Agricultura do Futuro"*. **Anais...** Londrina, 22 a 25 de julho de 2007.

CANDEO, A. A. **A crise econômico-financeira e o mercado de créditos de carbono**. 2014. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CARVALHO, P. L. C.; SÁFADI, T.; FERRAZ, M. I. F. Sazonalidade nos Índices de Preços Setoriais Agrícolas do Município de Lavras, MG. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.26, n.4, p.83-101, 2008.

CARR, M.; VITELLI, A. **The Cost of Carbon: Putting a Price on Pollution**. 2015. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/quicktake/carbon-markets-2-0>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Proposta de Marco Regulatório para o Mercado de Carbono brasileiro**. Ago. 2022. Disponível em < <https://cebds.org/wp-content/uploads/2021/08/cebds.org-mercado-de-carbono-marco-regulatorio-mercado-carbono-marco-regulatorio-sem-olhos.pdf>> Acesso em 28 out. 2022.

CEZAROTI, G. **ICMS no Comércio Eletrônico**. Editora MP. São Paulo. 2005.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M. A.; CHAMBERS, J. Q.; EAMUS, D.; FOLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. P.; NELSON, B. W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIERA, B.; YAMAKURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, Berlin, v. 145, p. 87-99, 2005.

COSTA, P. C. **Unidades de conservação**. São Paulo: Aleph, 2002.

COSTA, R. C. da; PIKETTY, M. G.; ABRAMOVAY, R. Pagamentos por serviços ambientais, custos de oportunidade e a transição para usos da terra alternativos: o caso de agricultores familiares do Nordeste Paraense. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 4, n.1, p. 99-116, jan/jun 2013.

COSTANZA, R.; GROOT, R.; SUTTON, P.; PLOEG, S.; ANDERSON, S.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 152–158, 2014.

CUNHA, A. K.; OLIVEIRA, I. S.; HARTMANN, M. T. Anurofauna da Colônia Castelhanos, na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Serra do Mar paranaense, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis-SC, v.23, n.2, p.123-134, jun. 2010.

DIAS, A. L. A. **Mercado Mundial dos Créditos de Carbono: Histórico e Estado da Arte.** 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

DONOFRIO, S.; MAGUIRE, P.; MERRY, W.; ZWICK, S. **Financing Emissions Reductions for the Future.** State of the Voluntary Carbon Markets 2019. Forest Trends' Ecosystem Marketplace, Washington DC, 2019.

DONOFRIO, S.; MAGUIRE, P.; ZWICK, S.; MERRY, W. **Voluntary Carbon and the Post-Pandemic Recovery.** A Special Climate Week NYC 2020 Installment of Ecosystem Marketplace's State of Voluntary Carbon Markets 2020 Report. Forest Trends' Ecosystem Marketplace, Washington DC, 2020.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. **Além do Carbono: Mercados de Água e Biodiversidade.** São Paulo: Grupo Katoomba Group, 2009. p. 43-47.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. **Markets in Motion – State of the Voluntary Carbon Markets 2021.** Disponível em <<https://www.ecosystemmarketplace.com/articles/press-release-voluntary-carbon-markets-rocket-in-2021-on-track-to-break-1b-for-first-time/>> Acesso em 03 jan. 2023.

ENGLE, R.F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. **Econométrica**, v. 50, p. 987-1008, 1982.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Forest Resources Assessment 2010 Main report.** Rome, 2010. 378 p. FAO. Forestry Paper, 163. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FERNANDES, L. L.; COELHO, A. B.; FERNANDES, E. A.; LIMA, J. E. de. Compensação e Incentivo à Proteção Ambiental: o caso do ICMS Ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 03, p. 521-544, jul/set 2011.

FERNANDES, R. P.; BANDEIRA, D. da R. Potencialidades da musealização de sítios arqueológicos: caso da APA de Guaratuba-PR. **Museologia e Patrimônio**, Rio de Janeiro-RJ, v.7, n.1, p.77-94, 2014.

FERREIRA, M. R. **Comunidades rurais de Guaratuba-Paraná: os limites e as possibilidades da opção extrativista como meio de vida no contexto do desenvolvimento rural sustentável.** 2010. 220f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

FERREIRA, S. A.; PIMENTA, M. M.; MACEDO, M. A. da S.; SIQUEIRA, J. R. M de. Impacto do ICMS Ecológico nos investimentos em saneamento e gestão ambiental: análise dos municípios do estado do Rio de Janeiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 4, n. 2, maio/ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/9970>>. Acesso em 04 jan. 2023.

FERREIRA, S. A.; SIQUEIRA, J. R. M. de.; MACEDO, M. A. S. ICMS Ecológico e preservação ambiental: uma análise da evolução do Quociente entre a dotação atualizada da rubrica gestão ambiental e o orçamento atualizado dos municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista de Contabilidade** (online), Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 3-21, set/dez., 2016

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – Metodologia**. 2021. Disponível em: <<https://portalibre.fgv.br/sites/default/files/2021-04/metodologia-igp-di-abr21.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **IGP-DI**. 2022. Disponível em: <<https://extraibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

FOREST TRENDS' – Ecosystem Marketplace. **Financing Emissions Reductions for the Future**. Set. 2010. Disponível em: https://app.hubspot.com/documents/3298623/view/63001900?accessId=eb4b1a&__hsfp=3827167342&__hssc=251652889.1.1625771831877&__hstc=251652889.6c64c8476f960635a34450682c8a198f.1620054426272.1625698735862.1625771831877.6. Acesso em: 10 out. 2022.

FOREST TRENDS' – Ecosystem Marketplace. **Mercados voluntários de carbono disparam em 2021, a caminho de quebrar US \$ 1 bilhão pelo primeiro comunicado de imprensa**. 15 set. 2021. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace-com.translate.google.com/articles/press-release-voluntary-carbon-markets-rocket-in-2021-on-track-to-break-1b-for-first-time/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc> Acesso em 25 ago. 2022.

G1. Globo.com. Economia. **Dólar tem alta anual pela quinta vez seguida contra o real**. Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/12/30/dolar-tem-alta-anual-pelo-quinta-vez-seguida-contra-o-real-entenda.ghtml>> Acesso em 02 fev. 2023.

GAIO, L. E.; PESSANHA, G. R. G.; OLIVEIRA, D. R.; ÁZARA, L. N. Análise da Volatilidade do Índice BOVESPA: um estudo empírico utilizando modelos da classe ARCH. **Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão**. Ceará, v.5, n.1, p. 07-16, jan/jun 2007.

GEMA – GRUPO DE ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE – UFRJ. YOUNG, C. E. F. (coord.). **Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 93. 2016.

GONZAGA, C. A. M.; DENKEWICZ, P.; PRADO, K. C. P. Unidades de Conservação, ecoturismo e conflitos socioambientais na Ilha do Mel, PR, Brasil. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p.61-67, 2014.

GUARATUBA, **Lei Complementar nº 1**, de 12 de novembro de 2008. Institui o Código Tributário Municipal - CTM do município de Guaratuba e dá outras providências. Guaratuba, 12 de nov. de 2008. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/g/guaratuba/lei-complementar/2008/1/1/lei->

complementar-n-1-2008-institui-o-codigo-tributario-municipal-ctm-do-municipio-de-guaratuba-e-da-outras-providencias?q=icms%20ecol%F3gico> Acesso em 06 dez. 2022.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron books, 2000.

GUSMÃO, F. F. B.; CARLONI, B. A.; WILLS NETTO, M. E.; LUDENA, C. E. **Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil**: Análise da Alocação de Permissões. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia N°. 309, Washington DC, 2015.

HARRIS, N.L., GIBBS, D.A., BACCINI, A.; Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. **Nat. Clim. Chang.** 11, 234–240, 2021.

HEIMANN, J. de P.; JESUS JÚNIOR, F. S. de. Análise Temporal da Cobertura Florestal e Uso da Terra na APA de Guaratuba – PR. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 38-45, 2021.

HIGA, R. C. V.; CARDOSO, D. J.; ANDRADE, G. de C.; ZANATTA, J. A.; ROSSI, L. M. B.; PULROLNIK, K.; NICODEMO, M. L. F.; GARRASTAZU, M. C.; VASCONCELOS, S. S.; SALIS, S. M. de. **Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014.

HOULDER, V.; LIVSEY, A. Precificação efetiva do carbono é cada vez mais urgente. **Valor Econômico**, 09 de fevereiro de 2021. Disponível em <<https://valor.globo.com/mundo/noticia/2021/02/09/precificacao-efetiva-do-carbono-e-cada-vez-mais-urgente.ghtml>> Acesso em 11 de fev. 2021.

HOWARTH, R. B.; NORGAARD, R. B. Environmental Valuation under Sustainable Development. **The American Economic Review**. Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association, California, v. 82, n. 2, p.473-477, 1992. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2117447>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. **Estudo Técnico para a Ampliação do Parque Estadual do Rio da Onça, Matinhos, Paraná**. Curitiba: fev. 2022. Disponível em <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2022-02/estudo_tecnico_ampliacao_pe_do_rio_da_onca_2022.pdf> Acesso em 28 ago. 2022.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. **Parque Estadual Rio da Onça (PERO)**. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Parque-Estadual-do-Rio-da-Onca-PERO>> Acesso em 1° set. 2022.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT; SISTEMA DE TECNOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PARANÁ – SIMEPAR. **Cartilha de Apoio para Implantação do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais Municipais (PSAM)**. PROJETO SIGA-BIO - Sistema de Gestão e Monitoramento da Biodiversidade do Paraná. Curitiba/PR, fevereiro, 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. **PSA Hídrico** - Pagamento por Serviços ambientais para Conservação de Recursos Hídricos. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Parque-Estadual-do-Rio-da-Onca-PER>
<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/PSA-Hidrico-Pagamento-por-Servicos-Ambientais-para-Conservacao-de-Recursos-Hidricos#:~:text=A%20Lei%20Estadual%20n%C2%BA%2017.134,legal%20do%20PSA%20no%20Paran%C3%A1.O>> Acesso em 04 jan. 2023a.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA – IAT. **Pagamento por serviços ambientais (PSA)**. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Pagamento-por-servicos-ambientais-PSA>> Acesso em 04 jan. 2023b.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Plano de manejo da Estação Ecológica de Guaraguaçu, PR**. Curitiba: IAP, 1992.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Plano de manejo da Estação Ecológica da Ilha do Mel, PR**. Curitiba: IAP, 1996.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Unidades de Conservação Estaduais**. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-sobre-Unidades-de-Conservacao>> Acesso em 09 de janeiro de 2023.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Portaria IAP Nº 263, de 28 de dezembro de 1998**. Cria, organiza e atualiza o Cadastro Estadual de Unidades de Conservação e Áreas Protegidas (CEUC); define conceitos, parâmetros e procedimentos para o cálculo dos Coeficientes de Conservação da Biodiversidade e dos Índices Ambientais dos Municípios por Unidades de Conservação, bem como fixa procedimentos para publicação, democratização de informações, planejamento, gestão, avaliação e capacitação, normatizando o cumprimento das Leis Complementares Estadual nº 059/91 e nº 067/93. Paraná, GABINETE DO DIRETOR PRESIDENTE DO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP, 19 de dezembro de 1998. Disponível em <http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=1404>. Acesso em: 10 jul. 2020.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Plano de manejo da Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi (AEIT do Marumbi)**. Curitiba: IAP, 2004?. Disponível em <<https://drive.google.com/file/d/0B1cydfxjF6KZYzKxY2VkJAtNWYyYS00NWI3LTkyZWEtNTA3ZmYzYmEzZjA1/view?resourcekey=0-LTzjmmrxiQv3ewHpzRXeyA>> Acesso em 17 set. 2022.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Portaria IAP Nº 161, de 30 de agosto de 2007**. Ratificar o reconhecimento do interesse público, mediante registro do Cadastro Estadual de Unidade de Conservação. Curitiba, 30 de agosto de 2007.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Portaria IAP Nº 11, de 26 de janeiro de 2012**. Estabelece conceitos para algumas categorias de manejo de unidades de conservação conforme estipulado pela Lei Federal n 9958/2000. Curitiba, 26 de janeiro de 2012.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Parque Estadual do Palmito (PEP)**. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Parque-Estadual-do-Palmito-PEP>> Acesso em 17 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 03 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Agência de Notícias**. 04 mar. 2022. Disponível em <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/33066-pib-cresce-4-6-em-2021-e-supera-perdas-da-pandemia>> Acesso em: 12 out. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Unidades de Conservação**. Disponível em <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/agenda-de-autoridades/contatos_ucs_22jan2021.pdf> Acesso em 09 de janeiro de 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **APA de Guaraqueçaba**. Disponível em <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-de-guaraquecaba>> Acesso em 16 de set. de 2022.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISAS APLICADAS. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília: Ipea, 2010. (Relatório de Pesquisa).

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Fátima Becker Guedes e Susan Edda Seehusen (Org.). – Brasília: MMA, 2011. 272 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 23 maio de 2019. Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115> Acesso em: 05 jan. 2022.

INVESTING.COM. **Crédito Carbono Futuros Dados Históricos**. Disponível em <<https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>>. Acesso em 23 nov. 2022.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Perfil Avançado dos Municípios**. <<http://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Perfil-avancado-dos-municipios>> Acesso em: 18 dez. 2020.

JARDIM, M. H. **Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso do município de extrema – MG**. 2010. 221 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

JOHNSON, Richard A.; BHATTACHARYYA, Gouri K. **Statistics: principles and methods**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009.

KANTEK, R. T.; SAUTTER, K. D.; MICHALISZYN, M. S. Impactos ambientais na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, Paraná, Brasil, sob o ponto de vista de moradores tradicionais. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG, v.21, n.2, 2009.

LAMOUNIER, W. M. **Comportamento dos preços no mercado "spot" de café do Brasil: análise nos domínios do tempo e da frequência**. 223f. Tese (Doutorado) - Viçosa: UFV/DEA, 2001.

LIMA, E. M.; REZENDE, A. J. Um estudo sobre a evolução da carga tributária no Brasil: uma análise a partir da Curva de Laffer. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 20, n. 1, p. 239-255, jan./mar. 2019.

LOPES, A. H. C. Reforma Tributária Ambiental, Análise Constitucional e Elaboração de Propostas. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 13, n.1949, 1 nov. 2008. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/11925/reforma-tributaria-ambiental>> Acesso em: 02 jul. 2020.

LOUREIRO, W. ICMS Ecológico – **A consolidação de uma experiência brasileira de incentivo a Conservação da Biodiversidade**. **Ambiente Brasil**. Ano? Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/unidades_de_conservacao/artigos_ucs/icms_ecologico_a_consolidacao_de_uma_experiencia_brasileira_de_incentivo_a_conservacao_da_biodiversidade.html> Acesso em: 12 out.2020.

LOUREIRO, W. **Experiências nacionais e internacionais de incentivos a conservação ambiental**. 2003. Monografia (Pós-graduação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 199 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia da Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 116, mar. 2004.

MARGARIDO, M. A. Teste de Co-Integração de Johansen utilizando o SAS. **Agric.** São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 87-101, jan./jun. 2004.

MATIAS-PEREIRA, J. Perspectivas da economia brasileira em 2022. **Correio Braziliense - Artigo de Opinião**. **Correio Braziliense**, Brasília - DF, p. 3 - 3, 17 jan. 2022.

MATTOS, R. S. de. **Tendências e Raízes Unitárias**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Economia. 2021. Disponível em <https://www.ufjf.br/rogerio_mattos/files/2018/05/Tendencias-e-Raizes-Unitarias.pdf> Acesso em 03 jan. 2023.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**. Relatório Final. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.

MEDEIROS, R.; YOUNG; C.E.F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 44p, 2011.

MENEGHETTI NETO, A. O efeito da inflação sobre a arrecadação do ICMS. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 18, n.3, p. 181-193, 1990.

MILARÊ, E. **Direito do Ambiente**. 10 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do 4 Milênio**. 2006. Disponível em <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>> Acesso em 30 nov. 2021.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência – Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas**. 2015. Disponível em <http://redd.mma.gov.br/images/FREL/RR_LULUCF_Mudanca-de-Uso-e-Floresta.pdf> Acesso em 20 nov. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Perguntas frequentes sobre o manejo florestal comunitário**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/component/content/article/68-fomento-florestal/475-perguntas-frequentes-sobre-o-manejo-florestal-comunitario#an9>> Acesso em 08 mar. 2019.

MIOT; H.A. Análise de correlação em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.17, n.4, p.275-279, 2018.

MIRANDA, C. F. **Modelação linear de séries temporais na presença de outliers**. 63f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Departamento de Matemática Aplicada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2001.

MIRBACH, M. V. Climate Change & Carbon Reservoirs: Opportunities for Forest Conservation. **A Sierra Club of Canada Discussion Paper**. Canada: Sierra Club of Canada, set. 2003, 32 p.

MONZONI, M. SABBAGH, R. B. **Instrumentos para a sustentabilidade econômica de unidades de conservação**. Relatório do Grupo Temático de Sustentabilidade Econômica do Fórum Nacional de Áreas Protegidas. Brasília, SBF-MMA/Ibama/WWF/TNC/Funbio/CI. 2005.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 535 p.

MORRETES. **Ata da 24ª Sessão Ordinária do 2º Período de 2016.** <https://www.morretes.pr.leg.br/camara/atas/sessao_ordinaria/2016/1/0/590>. Acesso em: 08 dez. 2020.

MOTA, J. A. **O Valor da Natureza:** economia e política dos recursos naturais. 2 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

MOTTA, R. S. da. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais.** IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Rio de Janeiro, setembro de 1997. 254p.

MOTTA, R. S. da. **Economia ambiental.** Reimpressão. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

MOURA, A. S. de. Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Socioambiental: incentivos institucionais e legislação ambiental no Brasil. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro 49(1):165-187, jan./fev. 2015.

NAHUR, A. C.; GUIDO, F. L.; SANTOS, J. A. G. **As Mudanças Climáticas:** Riscos e Oportunidades. Água Brasil, 2015.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, A. A.; ARRUDA, F. S. T de. Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empiricismo? Brasília: **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n.2, p.81-115, 2000.

NOGUEIRA, J. M.; SOARES P. R Jr. Valor Econômico da APA de Cafuringa: Aspectos Metodológicos e Aplicação. *In: APA de Cafuringa a última fronteira natural do DF.* Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Brasília, 2006.

OLIVEIRA, F. A.; GRZEBIELUCKAS, C.; FRANÇA, R. N. C de. ICMS Ecológico Versus ICMS Produção Agrícola: uma abordagem com base no método Custo de Oportunidade. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo. v. 25, 2022

ORIGUELA, L. A. **Estudo da influência de eventos sobre a estrutura do mercado brasileiro de ações a partir de redes ponderadas por correlações de Pearson, Spearman e Kendall.** 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

PARANÁ. Decreto Estadual nº 3825 de 4 de junho de 1981. Cria o Parque Florestal do Rio da Onça, com área de 118,5052 ha do Imóvel Rio da Onça, situado no Município de Matinhos. Legislação do Estado do Paraná, Curitiba: 1981.

PARANÁ. LEI Nº 7919, de 22 de outubro de 1984. Considera Área de Especial Interesse Turístico a área que especifica, situada nos Municípios de Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1985.

PARANÁ. Decreto nº 7300 de 24 de setembro de 1990. Cria o "PARQUE ESTADUAL PICO DO MARUMBI", no Município e Comarca de Morretes. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1990a.

PARANÁ. Lei nº 9.491 de 21 de dezembro de 1990. Estabelece Critérios para Fixação dos Índices de Participação dos Municípios no Produto da Arrecadação do ICMS. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1990b.

PARANÁ. **Lei Complementar n. 59 de 01 de outubro de 1991**. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art.2º da Lei 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. Curitiba: 1991.

PARANÁ. Decreto Estadual n. 1.234 de 27 de março de 1992. Declaração da Área de Proteção Ambiental-APA dos municípios descritos para compatibilizar o uso racional dos recursos ambientais da região e disciplinar o uso turístico. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1992.

PARANÁ. Decreto Estadual n. 4.266 de 21 de novembro de 1994. Criação do Parque Estadual do Pau-Oco Localizado no Município e Comarca de Morretes Estado do Paraná. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1994a.

PARANÁ. Decreto Estadual n. 4.267 de 21 de novembro de 1994. Criação do Parque Estadual Roberto Ribas Lange em Imóveis de Domínio Público Situados nos Municípios de Antonina e Morretes. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1994b.

PARANÁ. Decreto nº 2.791 de 27 de dezembro de 1996. Estabelece os critérios técnicos de alocação de recursos a que alude o art. 5º da Lei Complementar n.º 59, de 01 de outubro de 1991, relativos a mananciais destinados a abastecimento público e unidades de conservação. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1996.

PARANÁ. Decreto nº 4.493 de 17 de junho de 1998. Criada a Floresta Estadual do Palmito, constituída pelos lotes rurais localizada no Município e Comarca de Paranaguá pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP/SEMA. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 1998.

PARANÁ. Decreto Estadual nº. 5.506, de 21 de março de 2002. Cria o Parque Estadual da Ilha do Mel, localizado no município de Paranaguá. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 2002. Disponível em <http://celepar7.pr.gov.br/sia/AtosNormativos/form_cons_ato1.asp?codigo=1049&lm_prime=1> Acesso em 17 set. 2022.

PARANÁ. **PLANO DE MANEJO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE GUARATUBA**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente E Recursos Hídricos (SEMA), Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Programa Proteção da Mata Atlântica (PRÓ-ATLÂNTICA). Curitiba, 2006.

PARANÁ. Decreto nº 1.531 de 02 de outubro de 2007. Amplia a área do Parque Estadual Pico do Marumbi em 6.403,0399 hectares, somando a área total 8.745,4547 hectares. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 2007.

PARANÁ. Lei no 17.134/2012. Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade, integrante do Programa Bioclima Paraná, bem como dispõe sobre o Biocrédito. **Diário Oficial do Estado**, Curitiba, n. 8.700, 25 abr. 2012.

PARANÁ. Decreto Estadual nº. 7097, de 07 de junho de 2017. Retifica a área originária estabelecida pelo Decreto 4.493/1998 e amplia a Floresta Estadual do Palmito em 1.264,36 hectares, passando a área total a ser de 1.782,44 hectares e dá outras providências. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 2017. Disponível em <http://celepar7.pr.gov.br/sia/AtosNormativos/form_cons_ato1.asp?codigo=1049&lm_prime=1https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/4299_20200302_082311.pdf> Acesso em 17 set. 2022.

PARANÁ. Lei 20070, 18 de dezembro de 2019. Autoriza a incorporação do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná e do Instituto das Águas do Paraná, pelo Instituto Ambiental do Paraná, e dá outras providências. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba: 2019. Disponível em <<https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-20070-2019-parana-autoriza-a-incorporacao-do-instituto-de-terras-cartografia-e-geologia-do-parana-e-do-instituto-das-aguas-do-parana-pelo-instituto-ambiental-do-parana-e-da-outras-providencias>> Acesso em 25 out. 2022.

PARANÁ. **Lei Complementar n. 228 de 04 de dezembro de 2020**. Altera dispositivo da Lei Complementar nº 59, de 1º de outubro de 1991. Curitiba: 2020a.

PARANÁ. Transparência. **Repases do Governo Estadual aos Municípios**. Disponível em <<http://www.transparencia.pr.gov.br/pte/assunto/4/100?origem=4>>. Acesso em: 20 de jul. 2020b.

PARANÁ. **Setor portuário responde por até 67% da arrecadação de ISS**. Disponível em <<https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Noticia/Setor-portuario-responde-por-ate-67-da-arrecadacao-de-ISS#>>. Acesso em: 11 de julho de 2021.

PARANÁ. Decreto nº11.489, de 24 de junho de 2022. Amplia a área do Parque Estadual do Rio da Onça e demais providências. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba, 24 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=266917&indice=1&totalRegistros=1&dt=29.5.2022.13.49.54.783>. Acesso em: 31 ago. 2022.

PARANÁ. Transparência. **Receita Arrecadada**. Disponível em <<http://www.transparencia.pr.gov.br/pte/assunto/3/27?origem=4>>. Acesso em: 03 de out. 2022.

PARANAGUÁ. **Lei 3.850**, de 23 de agosto de 2019. Destina 45% (quarenta e cinco por cento) de cada parcela do ICMS ecológico, para exclusivo atendimento à zona rural, insular e de manguezal. Paranaguá, 23 de ago. de 2019. Disponível em

<<https://leismunicipais.com.br/a1/pr/p/paranagua/lei-ordinaria/2019/385/3850/lei-ordinaria-n-3850-2019-destina-45-quarenta-e-cinco-por-cento-de-cada-parcela-do-icms-ecologico-para-exclusivo-atendimento-a-zona-rural-insular-e-de-manguezal?q=icms%20ecol%F3gico>> Acesso em 06 de dez. 2022.

PEREIRA, P. V. de M.; FIGUEIREDO NETO, L. F. Variáveis Socioeconômicas e Gastos Públicos Ambientais dos Municípios Brasileiros: uma análise no período de 2005 – 2015. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v. 11, Ed. Especial ENGEMA, p. 826-842, 2018.

PERMAN, R.; MA, Y.; MCGILVRAY, J.; COMMON, M. **Natural Resource and Environmental Economics**. Londres: Pearson Education, 3. Ed., 2003, 217 p.

PINDYCK, R.S., RUBINFELD, D.L. **Econometria Modelos & Previsões**. Rio de Janeiro: Campus, 4ª ed., 2004, p. 726.

POPP, J. H. **Geologia Geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC. 376p. ilustr. 1998.

PORTAL LITORAL DO PARANÁ. Morretes – Parque Estadual do Pau Oco. **Portal Litoral do Paraná**. 17 nov. 2020. Disponível em: <https://www.portallitoraldoparana.com.br/morretes-parque-estadual-do-pau-oco/>. Acesso em: 17 set. 2022.

PORTAL TRIBUTÁRIO. **Os tributos no Brasil**. 2020. Disponível em <<http://www.portaltributario.com.br/tributos.htm>> Acesso em 02 out. 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mata Atlântica**: o desafio de zerar o desmatamento no bioma onde vivem mais de 70% da população brasileira. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra na Mata Atlântica - Coleção 6. 2021. Disponível em <<https://mapbiomas.org/mata-atlantica-o-desafio-de-zerar-odesmatamento-no-bioma-onde-vivem-mais-de-70-da-populacao-brasileira-1>>. Acesso em: 12 out. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 7** da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em <<https://plataforma.mapbiomas.org/>> Acesso em 09 nov. 2022.

PWC – PRICE WATERHOUSE COOPERS. **Mercados de carbono 2022**. Disponível em <<https://www.pwc.com.br/pt/estudos/preocupacoes-ceos/mais-temas/2022/mercados-de-carbono-2022.html>> Acesso em 15 out. 2022.

REIS, M. M. **Estatística para Administradores I**. 2021. Disponível em <<https://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap5.pdf>> Acesso em 12 ago. 2022.

RODRIGUES, R. O papel do setor privado e os novos desafios do abastecimento nacional. **Revista de Política Agrícola**, v. 10, 2001.

ROSSI, A.; MARTINEZ, A. L.; NOSSA, V. ICMS Ecológico sob o Enfoque da Tributação Verde como meio da Sustentabilidade Econômica e Ecológica: Experiência do Paraná. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 90-101, set./dez. 2011.

ROSSI, P.; MELLO, G. **Choque recessivo e a maior crise da história**: a economia brasileira em marcha à ré. Campinas: Cecon, 2017. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/NotaCecon1_Choque_recessivo_2.pdf. Acesso em: 28 jun. 2021.

RYDLEWSKI, C. Crédito de carbono é “mercado de boutique” no Brasil, diz pesquisador. **Metrópoles**, 19 dez. 2022. Negócios. Disponível em <<https://www.metropoles.com/negocios/credito-de-carbono-e-mercado-de-boutique-no-brasil-diz-pesquisador>> Acesso em 09 jan. 2023.

SÁ, J. D. M. Serviços Ambientais: a Utilização de Instrumentos Econômicos para Valorização da Conservação e Preservação Ambiental. In: XVI Congresso Nacional do CONPEDI, 2007, Belo Horizonte - Minas Gerais. **Anais** do XVI Congresso Nacional do CONPEDI. Florianópolis - Santa Catarina: Fundação Boiteux, 2007.

SANT'ANA, A. C.; NOGUEIRA, J. M. Valoração Econômica dos Serviços Ambientais de Florestas Nacionais. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.2, n.1, jan/abr. 2010.

SANTOS, A. J. dos; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. P.; PIRES, P. T. L.; ROCHADELL, R. Produtos não Madeireiros: Conceituação, Classificação, Valoração e Mercados. **Floresta**, v.33, n.2, p.215-224, 2003.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. Decreto Nº 179 de 03 de outubro de 1997. Ficam declaradas de utilidade pública as áreas de terrenos localizadas na Planta Jardim Independência, neste Municípios, abaixo descritas, conforme o que consta das Matrículas do Registro de Imóveis respectivas. **Legislação do Município de São José dos Pinhais**, São José dos Pinhais: 1997.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. LEI Nº 745, DE 15 DE JULHO DE 2005. Dispõe sobre a coleta especial, destinação e armazenamento dos resíduos domésticos potencialmente poluidores na cidade de São José dos Pinhais, visando o controle da poluição, da contaminação da fauna, flora, solo e da água a minimização dos impactos ambientais e da saúde pública. **Legislação do Município de São José dos Pinhais**, São José dos Pinhais: 2005.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. LEI Nº 2420, DE 10 DE JUNHO DE 2014. Dispõe sobre a criação do programa Re-nascente, institui o Pagamento Por Serviços Ambientais - PSA para a proteção e conservação das nascentes, olhos d'água e cursos d'água naturais do município de São José dos Pinhais, autoriza o executivo municipal a prestar apoio técnico e financeiro aos proprietários rurais, conforme especifica, e dá outras providências. **Legislação do Município de São José dos Pinhais**, São José dos Pinhais: 2014.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. LEI Nº 2964, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2017. Institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. **Legislação do Município de São José dos Pinhais**, São José dos Pinhais: 2017.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS. **Parque da Fonte**. Disponível em <<http://www.sjp.pr.gov.br/secretarias/secretaria-industria-comercio-e-turismo/parques-e-pracas/parque-da-fonte/>> Acesso em 14 de set. 2022.

SCHMID, M. L. **Análise Econômica entre o Valor do Uso Tradicional da Terra e a Conservação Florestal pela Aplicação do Conceito REDD+**: um estudo de caso na APA de Guaratuba. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2011.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Valor Bruto da Produção**. Disponível em <<https://www.agricultura.pr.gov.br/vbp>> Acesso em 14 fev. 2023.

SEDJO, R. A. Forest carbon sequestration: some issues for forest investments. **Discussion Paper**, 01-34. Washington: Resources for the Future, ago. 2001.

SELEGHIM, A. D. **A Política Econômica Neoliberal como uma das causas de um Impeachment**: um estudo de caso sobre o impedimento da presidenta Dilma Rousseff. 2021. 170f. Tese (Doutorado em Ciências Políticas). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

SEROA DA MOTTA, R. **Oportunidades e barreiras no financiamento de Soluções Baseadas na Natureza**. Disponível em <https://cebds.org/wp-content/uploads/2020/10/CEBDS_OportunidadeseBarreirasnoFinanciamentodeSolucoesBaseadasnaNatureza_2020.pdf> Acesso em 03 jan. 2023.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Plano Anual de Outorga Florestal 2020**. Brasília, DF: MAPA, jul. 2020.

SICONFI – SISTEMA DE INFORMAÇÕES CONTÁBEIS E FISCAIS DO SETOR PÚBLICO BRASILEIRO. **Contas Anuais**. Disponível em <<https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>>. Acesso em 24 jul. 2020.

SIEGEL, Sidney. **Estatística Não-Paramétrica para ciências do comportamento**. São Paulo McGraw-Hill do Brasil. 1975.

SILVA, M. C. **Demonstrações contábeis públicas**: indicadores de desempenho e análise. São Paulo: Atlas, 2012.

SILVA, B. A. de O.; NOGUEIRA, S. G.; RIBEIRO, K. C. de S. Aplicação prática do Índice de Sharpe na determinação de um portfólio ótimo de ativos. **Revista Eletrônica de Administração** (Online) ISSN: 1679-9127, vol. 14, n.1, ed. 26, Jan-Jun 2015.

SILVA, R. F. T. **Manual de direito ambiental**. 6 ed. ver. ampl. e atual. Salvados: JusPODIVM, 2016.

SILVA, R. V. da.; FERREIRA, A. P. G.; MARTINS, G. A.; GONDIM, J. P. E. Influência da alta do dólar na agricultura. **Campos e Negócios**. 2 de dezembro de 2020. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/influencia-da-alta-do-dolar-na-agricultura/>> Acesso em 21 nov. 2022.

SILVEIRA, C. T. da; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C. **Estudo de Fragilidade Ambiental na APA de Guaratuba/Paraná, com utilização de técnicas de SIG**. I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de agosto de 2004.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 185-206, jan./mar. 2008.

SILVEIRA, C. S. da.; OLIVEIRA L. de. Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento. **Novos Cadernos NAEA**, v. 24, n. 3, p. 11-31, set/dez 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/>> Acesso em 03 nov. 2022.

SOUZA JÚNIOR, A. R. de. **O Impacto da Mudança Climática sobre o Consumo de Energia Elétrica no Estado do Ceará**. – 42f. Dissertação (mestrado profissional) – Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SPANHOLI, M. L. **Benefícios Econômicos de Unidades de Conservação de Mato Grosso**: Análises a Partir da Economia do Meio Ambiente. 157f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. **The American journal of psychology**, JSTOR, v. 15, n. 1, p. 72–101, 1904.

THE WORD BANK. **State and Trend of the carbon market**: 2012. The world bank institute. Washington D.C. 138 p. 2012.

TIJUCAS DO SUL. LEI Nº 758, DE 21 DE JUNHO DE 2021. Regulamenta a criação de parques ambientais municipais e dá outras providências. **Legislação do Município de Tijucas do Sul**, Tijucas do Sul: 2021.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A. R. Measuring and monitoring carbon stocks at the Guaraqueçaba climate action project, Paraná, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING. Taipei, Taiwan. **Proceedings...** Taipei: Taiwan Forestry Research Institute, p. 98-115, 2002.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Auditoria Coordenada em Unidade de Conservação na Amazônia**. Brasília: TCU, 2013. Disponível em <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-coordenada-em-unidades-de-conservacao-da-amazonia.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

URBAN, T. A vida de Roberto Ribas Lange, por Teresa Urban. **H2FOZ**, 25 de março de 2006. Disponível em <<https://www.h2foz.com.br/sem-categoria/a-vida-de-roberto-ribas-lange-por-teresa-urban-8832/>> Acesso em 18 set. 2022.

VALATIN, G. **Forests and carbon: valuation, discounting and risk management**. Research Report 12, Forestry Commission, Edinburgh, 2011.

VARGA, G. Índice de Sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. **Revista de Administração Contemporânea**, vol. 5, n. 3, dez. 2001.

VELASCO, G. D. N.; HIGUCHI, N. Estimativa de sequestro de carbono em mata ciliar: Projeto POMAR. São Paulo, SP. *Ambiência* - **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, vol. 5, n. 1, p. 135-41, 2007.

VIDEIRA, J. A. M. Custo-benefício da conversão de áreas degradadas em unidades de conservação no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. vol. 7, n. 16, p. 887-903, 2020.

WRI BRASIL; NEW CLIMATE ECONOMY. **Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil**. 2020. E-book. Disponível em <<https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/nova-economia-brasil-eficiente-resiliente-retomada-verde>> Acesso em: 10 out. 2022.

WUNDER, S. **Payments for ecosystem services: some nuts and bolts**. Jakarta: Cifor, 2005. (Occasional Paper, n. 42).

WUNDER, S. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. **Conservation Biology**, 21 (1): 48-58, 2007.

YOUNG; C. E. F. BAKKER, L. B. BUCKMANN, M. F. Y. MATOS, C. H. TAKAHASHI, L. SILVA, M. L. B. **Roteiro para a Valoração de Benefícios Econômicos e Sociais de Unidades de Conservação** [livro eletrônico]. Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015.

YOUNG; C. E. F. (coord.). **Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços**. Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 93 p. 2016.

YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. 180p.

YOUNG, C. E. F.; MENDES, F. E.; ALVARENGA JUNIOR, M.; COSTA, L. A. N.; MENDES, M. P.; LOSEKANN, L. D.; RODRIGUES, N.; SILVA, J. G. B. ECONOMIA, R. P. QUEIROZ. Valoração de bens e serviços ecossistêmicos associados a projetos de recuperação e conservação ambiental no reservatório de Três Irmãos: carbono, uso público e recursos pesqueiros. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 33693-33713, apr 2021.

ZANICHELLI, S. B. **Valoração Econômica dos Bens e Serviços Ambientais:** Uma análise do Projeto Oásis. 110f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ANEXO 1 – TÁBUA DE AVALIAÇÃO DE ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – APA

(Modelo 4)

1. IDENTIFICAÇÃO

Nome da Área Protegida:
Âmbito de Governo:
Nome do município de interface:

Área total da Área Protegida (ha)
Área com qualidade física satisfatória (ha)
Área com qualidade física insatisfatória (ha)

2. AVALIAÇÃO

I	PLANEJAMENTO E GESTÃO	a	b	c	d	e
1	Plano de Manejo					
2	Implementação do Plano de Manejo					
3	Atualização do Plano de Manejo					
4	Conselho gestor					
7	Participação do Município (Adm. pública) no Conselho					
8	Conselho Municipal e Fundo Municipal de Meio Ambiente					
9	Integração do Município para com os demais Municípios da APA					
10	Plano e fomento a alternativas de adequação legal (APP, Sisleg, áreas degradadas, etc.)					
11	Plano e fomento a implantação de sistemas agroecológicos					
12	Plano de desenvolvimento de uso público					
13	Plano de municipal de saneamento básico					
II	MEIO NATURAL E SOCIOECONOMICO	a	b	c	d	e
21	Presença de espécies raras, ameaçadas ou sob ameaça					
22	O município faz a divulgação da UC, da importância social da UC, nos aspectos ambientais e tributários					
23	Secretaria ou Departamento de Meio Ambiente no Município					
25	Há compromissos com investimentos na área ambiental pelo Município (através de Termos de compromisso, convênios, etc.)					
29	Representatividade da área em relação ao remanescente do bioma no município					
30	Rotas migratórias e/ou pontos de nidificação					
31	Relação de imóveis rurais e imóveis com Sisleg e/ou CAR					

32	Relação entre a área de proteção integral e a área da APA					
III	RECURSOS ORGANIZACIONAIS	a	b	c	d	e
a.	RECURSOS ORGANIZACIONAIS - INFRAESTRUTURA					
37	Divisas com identificações					
38	Placas de acesso e localização da UC					
40	Rodovias da UC					
41	Existência de transporte público					
43	Infra-estrutura para gestão da UC					
b.	RECURSOS ORGANIZACIONAIS - Equipamentos					
53	Disponibilidade de veículo para Unidade de Conservação					
55	Equipamentos de comunicação					
57	Equipamentos de apoio administrativo					
59	Suprimento do consumo na UC					
c.	RECURSOS ORGANIZACIONAIS - Pessoal					
60	Gerente					
62	Alocação de pessoal pelo Município					
63	Outros funcionários de apoio					
IV	USO PÚBLICO, CIENTIFICO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	a	b	c	d	e
89	Pesquisa na Unidade de Conservação					
90	Oportunidade e apoio aos pesquisadores					
91	Oportunidade e apoio aos pesquisadores/voluntários, etc. pelo Município					
92	Material de divulgação e educação ambiental					
93	Divulgação e ações educacionais na comunidade					
V	AMEAÇAS E AGRESSÕES	a	b	c	d	e
97	Multas ambientais lavradas no ano anterior no Município					
98	Pressão de terceiros para com a UC					
99	Pressão do Município para com a UC					
101	Controle de exóticas (fauna e flora)					

ANEXO 2 – FATORES DE CONSERVAÇÃO BÁSICOS PARA AS CATEGORIAS DE MANEJO DE CONSERVAÇÃO DAS UCs

PORTARIA IAP Nº 134, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997						
Estabelece os Fatores de Conservação Básicos para as Categorias de Manejo de conservação, bem como os intervalos de escores mínimos e máximos para definição dos níveis de qualidade das unidades de conservação, de acordo com o Bioma, categorias de manejo, domínio e âmbito de responsabilidade legal, em cumprimento as Leis complementares estadual nº 059/91 e nº 067/93 e normas atinentes.						
FLORESTA ESTACIONAL SEMI-DECIDUAL						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Reserva Biológica	1,00 a 20	0,80 a 0,5	0,80 a 0,4	x	x	x
Estação Ecológica	1,00 a 20	0,80 a 0,5	0,80 a 0,4	x	x	x
Parques	0,90 a 30	0,70 a 0,55	0,70 a 0,55	x	x	x
RPPN	x	x	x	0,68 a 6	0,68 a 3	x
ARIE	0,66 a 1	0,66 a 0,5	0,66 a 0,25	0,66 a 0,9	0,66 a 0,4	0,66 a 0,24
Florestas	0,64 a 15	0,64 a 0,5	0,64 a 0,5	x	x	x
Terras Indígenas	x	x	0,45 a 0,5	x	x	x
APAS	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	x	0,08 a 1	x
AEIT/LIT	x	x	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Faxinais	x	x	x	x	0,30 a 0,8	x
FLORESTA OMBROFILA MISTA						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Reserva Biológica	1,0 a 18	0,8 a 0,5	0,8 a 0,4	x	x	x
Estação Ecológica	1,0 a 18	0,8 a 0,5	0,8 a 0,4	x	x	x
Parques	0,9 a 27	0,7 a 0,55	0,7 a 0,55	x	x	x
RPPN	x	x	x	0,68 a 0,55	0,68 a 2,5	
ARIE	0,66 a 0,90	0,66 a 0,4	0,66 a 0,24	0,66 a 0,80	0,66 a 0,30	0,66 a 0,23
Florestas	0,64 a 13,5	0,64 a 0,5	0,64 a 0,5	x	x	x
Terras Indígenas	x	x	0,45 a 0,5	x	x	x
APAs	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	x	0,08 a 0,5	x
AEIT/LIT	x	x	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Faxinais	x	x	x	x	0,3 a 0,8	x
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Reserva Biológica	1,0 a 16	0,8 a 0,5	0,8 a 0,4	x	x	x
Estação Ecológica	1,0 a 16	0,8 a 0,5	0,8 a 0,4	x	x	x
Parques	0,9 a 24	0,7 a 0,55	0,7 a 0,55	x	x	x
RPPN	x	x	x	0,68 a 5,0	0,68 a 2	

ARIE	0,66 a 0,8	0,66 a 0,3	0,66 a 0,23	0,66 a 0,7	0,66 a 0,2	0,66 a 0,22
Florestas	0,64 a 12	0,64 a 0,5	0,64 a 0,5	x	x	x
Terras Indígenas	x	x	0,45 a 0,5	x	x	x
APAs	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	x	0,08 a 0,5	x
AEIT/LIT	x	x	x	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Faxinais	x	x	x	x	0,3 a 0,8	x
PORTARIA IAP N.º 011, de 26 de janeiro de 2012						
Estabelece os Fatores de Conservação Básicos para as Categorias de Manejo de conservação, previstos no artigo 1º desta Portaria, bem como os intervalos de escores mínimos e máximos para definição dos níveis de qualidade das Unidades de Conservação, de acordo com o bioma, categorias de manejo, domínio e âmbito de responsabilidade legal, em cumprimento as Leis Complementares n.º 59/91 e 67/93 e normas.						
FLORESTA ESTACIONAL SEMI-DECIDUAL						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Monumento Natural	0,7 a 10	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Refúgio da Vida Silvestre	0,7 a 10	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Reserva Extrativista	x	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5	x	x	x
Reserva de Fauna	x	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5	x	x	x
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	x	x	0,08 a 0,5	x	x	0,08 a 0,5
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Monumento Natural	0,7 a 5	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Refúgio da Vida Silvestre	0,7 a 5	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Reserva Extrativista	x	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5	x	x	x
Reserva de Fauna	x	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5	x	x	x
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	x	x	0,08 a 0,5	x	x	0,08 a 0,5
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA						
	DOMÍNIO PÚBLICO			DOMÍNIO PRIVADO		
	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
Monumento Natural	0,7 a 1	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Refúgio da Vida Silvestre	0,7 a 1	0,23 a 0,8	0,23 a 0,7	0,08 a 1	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5
Reserva Extrativista	x	0,08 a 0,5	0,08 a 0,5	x	x	x
Reserva de Fauna	x	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5	x	x	x
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	x	x	0,08 a 0,5	x	x	0,08 a 0,5

