



**AMANDA APARECIDA DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE PERCEPÇÃO  
AMBIENTAL COMO SUPORTE À VALORAÇÃO DO  
SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO HIDROLÓGICO  
PRESTADO POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

**LAVRAS – MG  
2020**

**AMANDA APARECIDA DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL COMO  
SUPORTE À VALORAÇÃO DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO  
HIDROLÓGICO PRESTADO POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

da Silva, Amanda Aparecida.

Desenvolvimento de indicadores de percepção Ambiental como suporte à valoração do serviço de regulação do fluxo hidrológico prestado por Unidades de Conservação / Amanda Aparecida da Silva. - 2020.

144 p.

Orientador(a): Marco Aurélio Leite Fontes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Valoração Econômica Ambiental. 2. Modelagem Hidrológica. 3. Percepção Ambiental. I. Fontes, Marco Aurélio Leite. II. Título.

**AMANDA APARECIDA DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL COMO  
SUPORTE À VALORAÇÃO DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO  
HIDROLÓGICO PRESTADO POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

**DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL PERCEPTION INDICATORS AS A  
SUPPORT FOR THE VALUATION OF THE HYDROLOGICAL FLOW  
REGULATION SERVICE PROVIDED BY PROTECT AREAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes	EPAMIG
Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho	UFLA
Profa. Dra. Luciana Botezelli	UNIFAL

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2020**

*Dedico este trabalho à minha família por apoio e incentivo dedicados a mim, em especial meus pais Benedito e Creusa por serem exemplos permanentes de perseverança e amor incondicional e pôr fim a todos aqueles que possam se beneficiar dos frutos deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela iluminação, proteção e inspiração em todas as vicissitudes experienciadas.

A meus familiares pelo apoio, dedicação e carinho dedicados a mim, em especial ao meu noivo pelo companheirismo e pela ajuda inestimável.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciências Florestais pela infraestrutura e apoio ao desenvolvimento das atividades.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pela concessão da bolsa.

Ao corpo docente dos Programas de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Ecologia Aplicada e Desenvolvimento Sustentável e Extensão, sempre atualizado e competente, responsável pela minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Ao professor Marco Aurélio Leites Fontes, orientador que me possibilitou a execução desse trabalho desafiador. Agradeço pela oportunidade de ser sua orientada e por ser um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido e copiado.

Aos graduandos e pós-graduandos que me auxiliaram em diversas etapas deste trabalho, em especial aos amigos Pablo e Brisa, pela oportunidade de compartilhar e crescer juntos.

Por fim, agradeço a todos amigos e colegas que contribuíram de forma direta ou indireta na conclusão desta etapa.

## RESUMO

O processo de valoração econômica contribui para o planejamento ambiental, pois com base nela é possível adotar políticas específicas para proteção do meio ambiente. Nesse panorama, verificou-se a necessidade de estimar e valorar o serviço de regulação do fluxo hidrológico da sub bacia do Alto do Sapucaí, localizada entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. Com 1.064 km<sup>2</sup>, o que representa 12% da área de drenagem total da Bacia do Rio Sapucaí, a sub bacia do Alto do Sapucaí abriga dez Unidades de Conservação (UC), com justaposição e sobreposição. O universo de estudo foram os municípios de Delfim Moreira, Campos do Jordão, Itajubá, Piranguçu, São Bento do Sapucaí e Wenceslau Braz. O serviço de regulação do fluxo hidrológico possui importância na região devido a configuração topográfica e o amplo histórico de enchentes e cheias, que afetam os municípios de forma variada. Nesse sentido, modelou-se a influência das UC presentes sobre a regulação do fluxo hidrológico, chegando-se ao resultado que a presença das UC previne em média o aumento de 24% do escoamento superficial na estação chuvosa e a diminuição de 12% na estação seca. Com base nesse resultado realizou-se a entrevista de valoração e percepção ambiental. Por meio do Método de Valoração Contingente, obteve-se uma disposição a pagar (DAP) mensal por habitante de R\$ 6,89 e um valor econômico do serviço de regulação do fluxo hidrológico de R\$ 13.617.907,00 anuais. A análise dos dados de percepção ambiental indicou que fatores como renda, escolaridade e gênero possuem significância estatística com a DAP declarada, mas que elementos de percepção e crença sobre precipitação, escoamento e enchentes, são capazes de explicar a variância das DAP declaradas, melhor predizendo a DAP relativamente fora da média, sendo possível a criação de um Indicador de DAP – Percepção ambiental que é composto de variáveis socioeconômicas, crenças e percepções acerca do serviço ambiental valorado.

**Palavras-chave:** Valoração Econômica. Percepção Ambiental. Unidade de Conservação. Alto do Sapucaí. Indicador.

## ABSTRACT

The economic valuation process contributes for environmental planning, because based on the economic valuation it is possible to adopt specific policies for environmental protection. In this scenario, there was a need to estimate and value the service of regulating the hydrological flow of Alto do Sapucaí sub-basin, located between Minas Gerais and São Paulo states. With 1.064 km<sup>2</sup>, which represents 12% of total drainage area for the Rio Sapucaí basin, the Alto do Sapucaí sub-basin houses ten Protected Areas (PA), with juxtaposition and overlap. The study range was the districts of Delfim Moreira, Campos do Jordão, Itajubá, Piranguçu, São Bento do Sapucaí and Wenceslau Braz. The service of regulating the hydrological flow has its importance on the region due to topographical profile and a wide history of floods, which affects the districts in a variety of ways. This way, the influence of existent PAs over the hydrologic flow regulation was modeled, showing that existence of PAs prevents, on average, 24% of the increase on surface runoff during rainy season and 12% of the decrease on dry season. Based on this result a valuation and environmental perception interview was performed. The Contingent Valuation Method (CVM) resulted in a monthly Willingness to Pay (WTP) of R\$ 6.89 per inhabitant and an economic value for the service of regulating the hydrological flow of R\$ 13,617,907.00 per year. The analysis of the environmental perception data indicated that factors such as income, education and gender have statistical significance related with the declared WTP, but that elements of belief and perception about precipitation, runoff and floods, are able to explain the deviation of the declared WTP, better predicting the relatively outside the average WTP, making it possible to create an WTP – Environmental Perception indicator which is composed of socioeconomic, belief and perception variables about the valued environmental service.

**Key-words:** Economic Valuation. Environmental Perception. Protected Areas. Alto do Sapucaí. Indicators.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do estabelecimento de unidades de conservação no mundo ao longo dos anos.....	19
Figura 2 – Área estabelecida para a conservação ao longo dos anos. ....	21
Figura 3 – Cobertura de UC por regiões ambientais da ONU.....	22
Figura 4 – Distribuição dos países com unidades de conservação com objetivos de proteção de ambientes aquáticos doces.....	29
Figura 5 – Modelo Econômico Convencional. Traduzido pela autora.....	33
Figura 6 – Fontes teóricas dos parâmetros de sustentabilidade que propuseram a economia ecológica.....	35
Figura 7 – Mapa de localização da Bacia do Alto do Rio Sapucaí. ....	61
Figura 8 – Mapa de localização de unidades de conservação na Bacia do Alto do Rio Sapucaí. ....	62
Figura 9 – Esquema de ação da metodologia geral da modelagem hidrológica.....	64
Figura 10 – Localização da área de estudo, das estações fluviométricas e pluviométricas. ....	64
Figura 11 – Mapa de classificação do tipo de solo da Bacia do Alto do Sapucaí. ....	66
Figura 12 – Mapa de classificação de uso do solo no cenário observado da Bacia do Alto do Sapucaí. ....	67
Figura 13 – Mapa do uso de solo para o cenário 1 da Bacia do Alto do Sapucaí. ....	69
Figura 14 – Mapa do uso de solo para o cenário 2 da Bacia do Alto do Sapucaí. ....	70
Figura 15 – Vazões mensais calculadas x observadas para as estações (a) 61271000, (b) 61267000 e (c) 61250100.....	73
Figura 16 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61250100.....	74
Figura 17 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61267000.....	75
Figura 18 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61271000.....	75
Figura 19 – Zoom do hidrograma da estação 61271000.....	79
Figura 20 – Enchente de 02/01/2000 na marginal direita do conjunto universitário da Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá - FEPI.....	79
Figura 21 – Cartão conceito .....	94
Figura 22 – Proporção dos respondentes por gênero e zona de residência. ....	99

Figura 23 – Variação de renda e escolaridade dos respondentes. ....	100
Figura 24 – Proporção de DAP declarada. ....	101
Figura 25 – Frequência de DAP não nula declarada. ....	101
Figura 26 – Níveis de escolaridade versus porcentagem de dispostos a pagar. ....	103
Figura 25 – Frequência de presença do elemento ciclicidade (a) e precipitação (b) no processo de definição de enchente.....	111
Figura 26 – Frequência de presença do elemento escoamento no processo de definição de enchente.....	111
Figura 27 – Frequência de classificação positiva, negativa e neutra na definição de enchente. ....	112
Figura 28 – Frequência de associação de causalidade na definição de enchente.....	113
Figura 31 – Gráfico de dispersão da DAP simulada pelo Indicador DAP - Percepção Ambiental (a) e Indicador DAP - Socioeconômico (b). ....	124
Figura 32 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61271000. ....	136
Figura 33 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61267000. ....	136
Figura 34 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61250100. ....	136
Figura 35 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61267000.....	136
Figura 36 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61271000.....	137
Figura 37 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61250100.....	137
Figura 38 – Análise do comportamento da Q7,10 nos diferentes cenários. ....	137
Figura 39 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61271000.....	138
Figura 40 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61267000.....	138
Figura 41 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61250100.....	139
Figura 42 – Mapa das minibacias geradas.....	143
Figura 43 – Sub bacias de contribuição e calibração dos parâmetros do MGB.....	143

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Lista de Categorias das Unidades de Conservação pela União Internacional para a Conservação da Natureza. ....	20
Tabela 2 – Benefícios gerados por áreas protegidas.....	23
Tabela 3 – Porcentagem das unidades de conservação que possuem plano de manejo. ....	25
Tabela 4 – Levantamento de Unidades de Conservação presentes no Alto do Sapucaí. ....	27
Tabela 5 – Categorização de tipos de valor. ....	37
Tabela 6 – Categorização de tipos de valor para serviços ecossistêmicos e método de valoração mais apropriado.....	38
Tabela 7 – Estações Fluviométricas escolhidas.....	65
Tabela 8 – Estações pluviométricas escolhidas.....	66
Tabela 9 – Desempenho do modelo MGB para a Bacia do Alto do Sapucaí, nível diário. ....	72
Tabela 10 – Desempenho do modelo MGB para a Bacia do Alto do Sapucaí, nível mensal. .	72
Tabela 11 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61250100. ..	74
Tabela 12 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61267000. ..	75
Tabela 13 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61271000. ..	76
Tabela 14 – Índice de Desenvolvimento Humano de 2010 dos municípios da Área de Estudo. ....	89
Tabela 15 – Divisão da amostragem por município e por zona (urbana e rural). ....	91
Tabela 16 – Tabela de pontuação do questionário de percepção ambiental pelo método de Likert para afirmativas verdadeiras. ....	95
Tabela 17 – Questionário de Percepção Ambiental.....	96
Tabela 18 – Proporção de respondentes por município.....	99
Tabela 19 – Médias da disposição a pagar por estrato de renda e valor-p de significância da invariabilidade das médias em comparativo a média do primeiro estrato em uma amostragem. ....	102
Tabela 20 – Níveis de renda dos entrevistados versus DAP manifestada. ....	102
Tabela 21 – Média e desvio padrão das DAP por nível de escolaridade.....	103
Tabela 22 – Justificativa para as DAP nulas. ....	104
Tabela 23 – Justificativa das DAP positivas. ....	105
Tabela 24 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) quanto ao grau de percepção ambiental das questões de diferencial semântico verdadeiras.....	106

Tabela 25 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) quanto ao grau de percepção ambiental das questões de diferencial semântico falsas. ....	108
Tabela 26 – Frequência de respostas para a Q23, Q24 e Q25, respectivamente, sobre capacidade de infiltração de três tipos de solos. ....	109
Tabela 27 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) para questões de diferencial semântico neutras. ....	110
Tabela 28 – Teste de Esfericidade de Bartlett e Kaiser-Meyer-Olkin. ....	114
Tabela 29 – Autovalores e porcentagem da variância total explicada para os fatores incorporados. ....	114
Tabela 30 – Cargas Fatoriais rotacionadas ortogonalmente. ....	116
Tabela 31 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear para a criação do Indicador utilizando fatores. ....	120
Tabela 32 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Regressão Fator Ajustada. ....	121
Tabela 33 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Indicador de DAP – Percepção Ambiental. ....	122
Tabela 34 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Indicador de DAP socioeconômico. ....	123
Tabela 35 – Análise dos temas das questões de percepção ambiental do Indicador DAP. ....	125
Tabela 36 – Estatísticas do <i>bootstrapping</i> na DAPv. ....	125
Tabela 38 – Indicadores de alterações hidrológicas, com base no cenário real, da duração e magnitude dos extremos anuais para as estações 61271000, 61267000 e 61250100. DP – Desvio Padrão. ....	138
Tabela 39 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 5 da estação 61271000. ....	139
Tabela 40 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 4 da estação 61267000. ....	139
Tabela 41 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 13 da estação 61250100. ....	140
Tabela 42 – Parâmetros de solo após a calibração. ....	140
Tabela 43 – Parâmetros de vegetação. ....	140
Tabela 43 – Cargas fatoriais e comunalidade. ....	

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1. Unidade de Conservação como Instrumentos de Conservação.....	19
2.1.1. Os benefícios da Conservação a nível Mundial .....	21
2.1.2. Unidades de conservação brasileiras .....	24
2.1.3. O Alto do Rio Sapucaí: um berço de unidades de conservação .....	26
2.2. Recursos Hídricos: um benefício além das fronteiras .....	28
2.3. Valoração Ambiental como estratégia de conservação .....	31
2.4. Bases conceituais da valoração .....	32
2.4.1. Economia Neoclássica, Economia Neoclássica Ambiental e Economia Ecológica	32
2.5. A valoração econômica de bens e serviços .....	36
2.5.1. Uma tipologia geral de valor .....	37
2.5.2. Métodos de Valoração.....	38
2.5.2.1. Abordagens baseadas em custos.....	39
2.5.2.2. Abordagens de preferências reveladas .....	39
2.5.2.3. Abordagens de preferências declaradas .....	40
2.6. Percepção ambiental como estratégia de conservação .....	43
2.7. Indicadores .....	45
REFERÊNCIAS .....	47
CAPITULO 2 ESTIMATIVA DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO	
HIDROLÓGICO.....	57
1. INTRODUÇÃO.....	59
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.1 Área de estudo .....	61

2.2	Estimativa do serviço de regulação hidrológica.....	63
2.2.1	Dados hidrológicos e meteorológicos .....	64
2.2.1.1	Série de Vazão.....	64
2.2.1.2	Série de precipitação e variáveis meteorológicas.....	65
2.2.1.3	Classificação dos tipos de solo e de uso e ocupação da Bacia do Alto do Sapucaí 66	
2.2.2	Calibração e avaliação do modelo hidrológico .....	68
2.2.3	Delimitação de cenários alternativos de uso e ocupação do solo.....	69
2.2.4	Aplicação do modelo hidrológico para os cenários alternativos.....	70
3.	RESULTADOS .....	71
3.1	Estimativa do serviço de regulação hidrológica.....	71
3.1.1	Ajuste do modelo a nível diário .....	71
3.1.2	Ajuste do modelo a nível mensal .....	72
3.1.3	Regulação do fluxo hidrológico no comparativo dos cenários de uso e ocupação do solo 73	
3.1.3.1	Estação 61250100.....	73
3.1.3.2	Estação 61267000.....	74
3.1.3.3	Estação 61271000.....	75
3.1.4	Indicadores de Alterações Hidrológicas.....	77
4.	DISCUSSÃO.....	78
	REFERÊNCIAS .....	82
	<b>CAPITULO 3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E VALORAÇÃO DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>85</b>
1.	INTRODUÇÃO.....	87
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	89
2.1	Características Socioeconômicas da Área de Estudo .....	89
2.2	Valoração Econômica Ambiental e Percepção Ambiental.....	90

2.2.1	Método de amostragem .....	90
2.2.2	Aplicação dos questionários .....	92
2.2.3	Estrutura do Questionário.....	92
2.2.3.1	Seção socioeconômica.....	93
2.2.3.2	Seção de valoração econômica ambiental .....	93
2.2.3.3	Seção de percepção ambiental.....	94
2.2.4	Análise de dados.....	97
3.	RESULTADOS .....	99
3.1	Descrição dos Dados de Valoração .....	99
3.2	Indicadores de Percepção Ambiental .....	105
3.3	Análise Fatorial dos dados socioeconômicos e de percepção ambiental .....	113
3.4	Desenvolvimento do Indicador de Disposição a Pagar .....	119
3.5	Estimativa de Valoração da Bacia do Alto do Sapucaí.....	125
4.	DISCUSSÃO.....	127
5.	CONCLUSÕES FINAIS .....	131
	REFERENCIAS .....	132
	ANEXO A .....	136
	ANEXO B .....	142
	ANEXO C .....	144

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1. INTRODUÇÃO

Duas pessoas veem a mesma realidade? Dois grupos sociais fazem exatamente a mesma avaliação do meio ambiente? Já em 1980, Yi-Fi Tuan argumentava que não, que as pessoas percebem e avaliam o ambiente de forma variada, incluindo os sistemas ecológicos e sociais (REDCLIFFE; WOODGATE, 1997). Ainda assim, por sermos membros da mesma espécie, estamos limitados a ver as coisas de uma maneira semelhante (TUAN, 1980).

Mas o que é percepção ambiental? A percepção ambiental é o ato de investigar como as pessoas sentem e pensam sobre os elementos constituintes das paisagens, quais elementos afetam suas atitudes e como isso influencia em determinadas mudanças de comportamento (PEREIRA; ALMEIDA, 2009). Outra definição semelhante é dada por Chauí (2002), para a autora a percepção é uma forma de comunicação, de interpretação e de valoração, a partir da estrutura de relações entre nosso corpo e o mundo. A importância desse saber baseia-se na sua definição, pois a busca por entender como os indivíduos e os grupos sociais se relacionam com o ambiente pode se tornar uma estratégia de conservação ambiental.

Outro saber que busca estimar o nível de importância do ambiente para o indivíduo e seu grupo social é a valoração econômica ambiental, que segundo Luisetti, Jackson e Turner (2013) busca estimar o nível geral de importância dos serviços ecossistêmicos, além de desempenhar a função de conscientização com a intenção de favorecer o bem-estar humano sustentável. Com bases definidas pelas teorias econômicas ambientais e ecológicas (ANDRADE; RHODES, 2012), a valoração econômica ambiental apoia-se no valor monetário ambiental, considerando a utilidade ou preferências que a sociedade atribui aos bens e serviços ofertados pelo ambiente (AMAZONAS, 2009). A valoração ambiental definiu uma série de tipos de valores para os recursos ambientais (OGASSAVARA, 2008) e cada tipo de valor revela preferências do indivíduo.

A valoração, no entanto, recebe críticas que norteiam principalmente seu caráter reducionista (ANDRADE, 2012), as limitações dos métodos (MATOS; RIBEIRO; CABO, 2010), a presença de viesamentos (MATOS; RIBEIRO; CABO, 2010) e as mais pertinentes, de que seria uma espécie de privatização (COSTANZA *et al.*, 2014) e que diversas categorias de serviços ambientais ainda não são objetos de valoração. No entanto, para Costanza, Quatrini e Øystese (2012), a crítica de que a valoração ambiental é uma privatização ou mercantilização é um equívoco, e fundamentaram essa afirmativa no fato que a maioria dos serviços ecossistêmicos são bens públicos ou consórcios de recursos comuns, o

que significa que a privatização ou a mercantilização funcionaria mal, não atendendo, então, ao critério de melhoria de bem-estar humano.

A percepção e a valoração ambiental dialogam sobre a relação entre homem e ambiente, buscando entender como o homem interage com o meio e quais são os efeitos dessa interação no indivíduo e na sociedade, cada qual, porém, sob a sua ótica. Por isso, se ambas as ciências buscam compreender essa interação, a percepção ambiental pode contribuir para caracterizar o indivíduo que está atribuindo valor ao meio ambiente.

Mas por que atribuir valor ao meio ambiente ou identificar a percepção das pessoas sobre ele? Porque o meio ambiente e os ecossistemas proporcionam uma variedade de produtos e serviços que contribuem, direta ou indiretamente, para o bem-estar humano (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2007). Os serviços são, então, benefícios que o homem obtém do meio ambiente, tais como água, comida e combustível (serviços de provisionamento), regulação do clima, controle de doenças e regularização das vazões (serviços de regulação), recreação e ecoturismo (serviços culturais), ciclo de nutrientes e produção primária (serviços de apoio) (WATSON; ZAKRI, 2003).

Para cada configuração social existe um ou mais serviços que possuem mais relevância. A Bacia do Alto do Rio Sapucaí sofre grande influência do serviço de regulação do fluxo hidrológico, que é a regulação das vazões nas épocas de cheia e seca, principalmente devido ao relevo. O município de Itajubá é o mais atingido, sofrendo com cheias desde sua fundação (PINHEIRO, 2005), como por exemplo a cheia ocorrida no ano de 2000 que atingiu cerca de 80% da população (MONI SILVA, 2006).

Florestas ao redor de nascentes e matas ciliares têm relação direta com a qualidade de água e afetam a regulação do fluxo hidrológico (LIMA; ZAKIA, 2014). Seguindo essa premissa, diversas unidades de conservação (UC) foram criadas na Bacia do Alto do Sapucaí com o objetivo de prover recurso hídrico para o abastecimento, prestando também o serviço de regulação do fluxo hidrológico e outros (DUDLEY; STOLTON, 2010), beneficiando a sociedade dentro e fora das UC.

O objetivo desse trabalho foi identificar se a percepção ambiental do indivíduo influencia na sua mensuração de importância em um processo de valoração econômica ambiental. Buscamos delinear o serviço de regulação do fluxo hidrológico de forma clara e coesa, para auxiliar no processo de valoração, aliando a percepção ambiental de todo o ciclo hidrológico, por fim estimar o valor do serviço de regulação do fluxo hidrológico prestados pelas UC do Alto do Sapucaí.

A grande pergunta desse trabalho está contida em uma simples frase: “indivíduos com grau de percepção ambiental diferentes mensuram a importância de áreas protegidas de forma diferente?”. Para respondê-la fez-se a quantificação do serviço de regulação do fluxo hidrológico fornecido pelas UC do Alto do Sapucaí, a valoração do serviço quantificado e a análise da percepção ambiental dos indivíduos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Unidade de Conservação como Instrumentos de Conservação

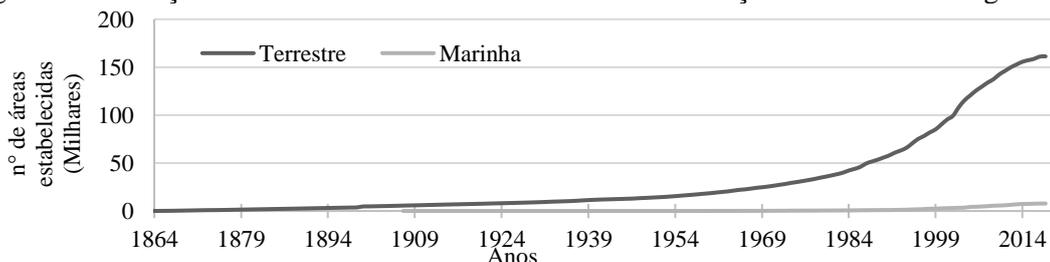
No mundo, o conceito de *protected areas*, “unidades de conservação”<sup>1</sup> no Brasil, é amplamente difundido e tem definição oficial dada pela União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN, como sendo:

Um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerido, mediante meios legais ou outros meios efetivos, de modo a alcançar a conservação em longo prazo da natureza e dos serviços ecológicos e valores culturais associados (IUCN, 2008, p.8).

As Unidades de Conservação (UC) são instrumentos dominantes na conservação da cobertura natural e conseqüentemente dos serviços ecossistêmicos (JOPPA; LOARIE; PIMM, 2008; PIMM et al., 2001), por estabelecerem limites dinâmicos de uso e ocupação do solo (MEDEIROS, 2006). Possuem o objetivo de conservação da natureza através da sustentação da função ecossistêmica (STOLTON et al., 2015), contribuindo direta e indiretamente na economia, mantendo grandes ciclos ambientais, portando valor estético e justificativas éticas inerentes às próprias espécies (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011; PNUD, 2000) tornando-as importantes unidades para a conservação *in situ* (CHAPE et al., 2005).

Há milênios a humanidade vem protegendo áreas naturais por motivos religiosos ou para a gestão de recursos (CHAPE et al., 2005), até chegar no atual conceito que segundo NcNeely (2005) é uma resposta cultural à evolução da percepção de ameaças à natureza. A concepção atual de UC iniciou-se em 1864, com o Yosemite Grant nos Estados Unidos, quando o mesmo foi destinado ao “uso público, lazer” (PHILLIPS, 2004), mas somente em 1872 foi instituído o primeiro Parque, o Yellowstone; no mesmo período outros países passaram a instituir parques no modelo Yellowstone (Figura 1) (CHAPE et al., 2005; DUDLEY; STOLTON, 2010; PHILLIPS, 2004).

Figura 1 – Evolução do estabelecimento de unidades de conservação no mundo ao longo dos anos.



<sup>1</sup> Ao longo do texto os termos Unidades de Conservação e Áreas Protegidas serão utilizados como sinônimos.

Fonte: WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE - WCMC, 2019.

Atualmente, o objetivo das UC não está limitado à conservação da natureza e espera-se também que contribuam para o desenvolvimento dos países, redução da pobreza (NAUGHTON-TREVES; HOLLAND; BRANDON, 2005), melhoria da infraestrutura e desenvolvimento do turismo (FERRARO et al., 2011). São consideradas pela ONU, através do Pacto Global Objetivos do Desenvolvimento do Milênio como indicadores de sucesso para assegurar a sustentabilidade ambiental (objetivo 7), integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e reverter a perda de recursos naturais (Meta 9) e proteger a diversidade biológica (Indicador 26) (CHAPE et al., 2005).

O reconhecimento dos múltiplos objetivos associados a diferentes ambientes gerou diferentes categorias de AP (NAUGHTON-TREVES; HOLLAND; BRANDON, 2005). A IUCN definiu 7 categorias de gestão enumeradas de I a VI, sendo a categoria I a mais restritiva (Tabela 1). Segundo a IUCN (2008) cada categoria abrange uma ampla gama de objetivos e são gerenciadas por atores diversos.

Tabela 1 – Lista de Categorias das Unidades de Conservação pela União Internacional para a Conservação da Natureza.

Cat. IUCN	Descrição	Objetivo Primário
<b>Ia</b>	Áreas protegidas que são estritamente reservadas para proteger a biodiversidade e também possivelmente características geológicas / geomorfológicas, onde a visita, o uso e os impactos humanos são estritamente controlados e limitados para garantir a proteção dos valores de conservação. Tais áreas protegidas podem servir como áreas de referência indispensáveis para pesquisa e monitoramento científicos.	Conservar características de ecossistemas, espécies (ocorrências ou agregações) e/ou geodiversidade de destaque regional, nacional ou global: esses atributos foram formados principalmente ou inteiramente por forças não humanas e serão degradados ou destruídos quando submetidos a todos os seres humanos, exceto os impactos muito leves.
<b>Ib</b>	Áreas protegidas que geralmente são grandes áreas não modificadas ou levemente modificadas, mantendo seu caráter e influência naturais, sem habitação humana permanente ou significativa, que são protegidas e gerenciadas de forma a preservar sua condição natural.	Proteger a integridade ecológica a longo prazo de áreas naturais que não sejam perturbadas por atividades humanas significativas, livres de infraestrutura moderna e onde predominam forças e processos naturais, para que as gerações atuais e futuras tenham a oportunidade de experimentar essas áreas.
<b>II</b>	Grandes áreas naturais ou quase naturais reservadas para proteger processos ecológicos em grande escala, juntamente com o complemento de espécies e ecossistemas característicos da área, que também fornecem uma base para oportunidades espirituais, científicas, educacionais, recreativas e de visitação, que sejam	Proteger a biodiversidade natural, juntamente com sua estrutura ecológica subjacente e apoiar processos ambientais, e promover educação e recreação.

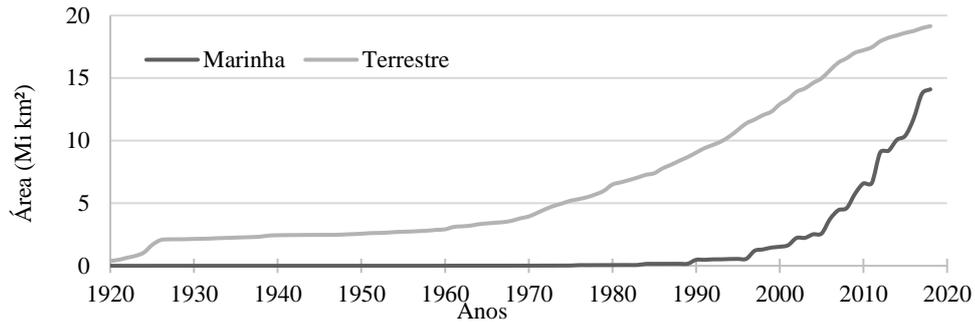
	ambientalmente e culturalmente compatíveis.	
<b>III</b>	Áreas protegidas reservadas para proteger um monumento natural específico, que pode ser um relevo, montaria no mar, caverna submarina, característica geológica como uma caverna ou mesmo uma característica viva, como um bosque antigo. Geralmente são áreas protegidas muito pequenas e geralmente têm alto valor para o visitante.	Proteger características naturais pendentes específicas e sua biodiversidade e habitats associados.
<b>IV</b>	As áreas protegidas com o objetivo de proteger espécies ou habitats específicos e o manejo refletem essa prioridade. Muitas áreas protegidas da categoria IV precisarão de intervenções regulares e ativas para atender aos requisitos de determinadas espécies ou para manter habitats, mas isso não é um requisito da categoria.	Manter, conservar e restaurar espécies e habitats.
<b>V</b>	Uma área protegida onde a interação de pessoas e natureza ao longo do tempo produziu uma área de caráter distinto, com significativo valor ecológico, biológico, cultural e cênico: e onde a proteção da integridade dessa interação é vital para proteger e sustentar a área e sua natureza associada conservação e outros valores.	Proteger e sustentar importantes paisagens / paisagens marítimas e a conservação da natureza associada e outros valores criados por interações com seres humanos por meio de práticas tradicionais de manejo
<b>VI</b>	Áreas protegidas que conservam ecossistemas e habitats, juntamente com valores culturais associados e sistemas tradicionais de gerenciamento de recursos naturais. Geralmente são grandes, com a maior parte da área em condição natural, onde uma proporção está sob gestão sustentável de recursos naturais e onde o uso não industrial de baixo nível de recursos naturais compatíveis com a conservação da natureza é visto como um dos principais objetivos da área.	Proteger os ecossistemas naturais e usar os recursos naturais de maneira sustentável, quando a conservação e o uso sustentável podem ser mutuamente benéficos.

Fonte: IUCN, 2008.

### 2.1.1. Os benefícios da Conservação a nível Mundial

Segundo o WCMC (2019), Figura 2, a área terrestre delimitada para proteção vem apresentando um contínuo incremento desde meados de 1970, mas só recentemente têm-se voltado esforços para o estabelecimento de áreas marinhas.

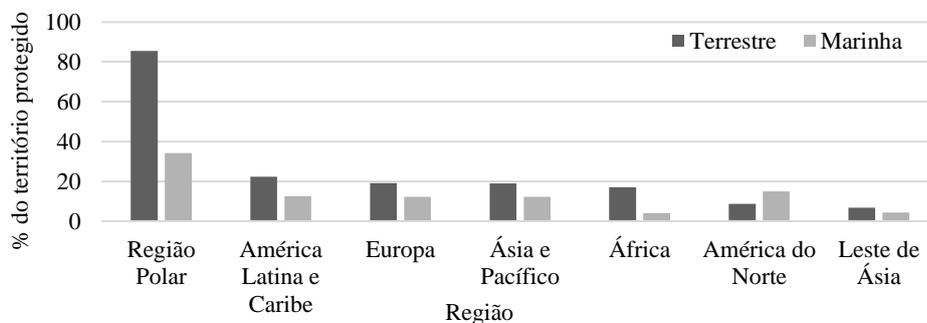
Figura 2 – Área estabelecida para a conservação ao longo dos anos.



Fonte: WCMC, 2019.

Mesmo no contexto terrestre, a superfície do planeta não está protegida de forma homogênea. Dados indicam que 85,6% da Região Polar está sob algum regime de UC, já a América Latina e o Caribe protegem 22,3%, seguidos de 19,1% da Europa, 18,9% da Ásia e Pacífico, 17,0% da África, 8,7% da América do Norte e 6,8% do Leste da Ásia, como pode ser observado na Figura 3. Há uma tendência clara no estabelecimento de UC em áreas de baixa pressão antrópica (WATSON et al., 2014), utilizando-se da justificativa que qualquer local sofrerá uma pressão clara em algum momento no futuro e a necessidade de um menor investimento para proteger essas áreas (JOPPA; PFAFF, 2011).

Figura 3 – Cobertura de UC por regiões ambientais da ONU.



Fonte: UNEP-WCMC, 2019.

Essas áreas fornecem diversos benefícios, que não se limitam aos contornos das UC, Tabela 2. Elas aliviam a pobreza e auxiliam no desenvolvimento econômico das comunidades do entorno (NAUGHTON-TREVES; HOLLAND; BRANDON, 2005), fornecem funções de apoio ao funcionamento básico do ecossistema (STOLTON et al., 2015), garantem a segurança alimentar (IUCN, 2008; STOLTON et al., 2015), suprimento de água (SIRIWARDENA; FINLAYSON; MCMAHON, 2006; STOLTON et al., 2015), fornecimento de matéria-prima (STOLTON et al., 2015), conservam habitats (AMARAL; JABLONSKI, 2005; CADAVAL et al., 2014) e fornecem serviços culturais (MARTINEZ-

HARMS et al., 2018). Em Ruanda, por exemplo, a maior fonte de recursos financeiros do país é advinda do turismo em parques nacionais (MAEKAWA et al., 2013). Um terço das 100 maiores cidades do mundo tem seu abastecimento de água potável advindo de UC (DUDLEY; STOLTON, 2010).

Tabela 2 – Benefícios gerados por áreas protegidas.

<b>Benefício</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
<b>Processos e funções de apoio</b>	São benefícios que garantem o funcionamento básico de um ecossistema, tais como a formação do solo, ciclagem de nutrientes, manutenção do habitat, dispersão de sementes, promoção da interação das espécies e outros.	STOLTON et al., 2015
<b>Segurança alimentar</b>	Papel fundamental para a segurança alimentar dos membros mais vulneráveis da sociedade.	STOLTON et al., 2015; DUDLEY; STOLTON; SHADIE, 2008
<b>Suprimento de água</b>	Determinados ecossistemas aumentam a quantidade líquida de água disponível, especialmente bacias hidrográficas contendo florestas, o que beneficia a sociedade.	SIRIWARDENA; FINLAYSON; MCMAHON, 2006; STOLTON et al., 2015
<b>Fornecimento de matéria-prima</b>	Fornecimento de matéria-prima a ser utilizada no presente por meio do uso sustentável, ou a ser usada futuramente com o desenvolvimento de novas tecnologias.	STOLTON et al., 2015
<b>Conservação de habitat</b>	Fornecem habitat adequado para o estabelecimento e desenvolvimento da biota.	AMARAL; JABLONSKI, 2005; CADAVAL et al., 2014
<b>Serviços Culturais</b>	São benefícios não tangíveis, que abrange a oportunidade de desfrutar de ambientes naturais, observar a vida selvagem, atividades recreativas, além do apoio a construção e manutenção da identidade cultural e espiritual.	MARTINEZ-HARMS et al., 2018

Fonte: Do autor.

Para muitos ecossistemas, as UC representam um fornecimento insubstituível de recursos devido à relação singular do homem e o ambiente (STOLTON et al., 2015), apresentando maior importância para os países em desenvolvimento, pois favorecem a capacidade de adaptação aos impactos ambientais (ZHOU et al., 2013). Então, ao cumprirem seu papel de preservação e conservação ambiental, todas essas UC acabam oferecendo benefícios à sociedade, não apenas cumprindo o objetivo de proteção da biodiversidade (LAURANCE et al., 2012). Contudo, a distribuição e usufruto dos benefícios não ocorre de forma homogênea. No Chile, 87% das visitas às UC são feitas pela população da região, advindas de uma pequena proporção de municípios (MARTINEZ-HARMS et al., 2018). Apesar de fornecer inúmeros benefícios, as UC são frequentemente carentes de pessoal e subfinanciadas (LAURANCE et al., 2012), o que, associado ao nível de eficácia operacional,

diminui a probabilidade de se atingir as metas globais de conservação da biodiversidade (SCBD, 2010). Para Angulo-Valdés e Hatcher (2010), os benefícios gerados por UC devem ser tratados como objetivos de gerenciamento e não apenas como resultados da sua existência.

O subfinanciamento, embora mais comum em países em desenvolvimento (REDFORD; PAINTER, 2006), tem se tornado recorrente em países mais ricos, como Austrália, Estados Unidos da América e Canadá (ECONOMIC COMMISSION FOR AFRICA, 2004; GERATHY, 2013; GOAD; GOLDFUSS, 2012). A jurisdição federal torna as UC menos suscetíveis a subfinanciamento, modificação de área e regime (ANDAM et al., 2008).

### **2.1.2. Unidades de conservação brasileiras**

A Constituição Federal de 1988 inaugurou uma ordem pública ambiental através do dever geral de defesa e preservação do meio ambiente (BENJAMIN, 2011). O atual sistema de criação, implantação e gestão das unidades de conservação (UC) brasileiras é regido pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, o SNUC. Este estabelece as categorias nacionais de UC e seus respectivos objetivos de conservação, bem como os órgãos gestores do SNUC. Segundo o SNUC as UC:

Constituem um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas 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).

O sistema divide ainda as UC em dois grupos, as UC de Proteção Integral e de Uso Sustentável. O primeiro grupo tem como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Já o objetivo básico do segundo grupo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela dos seus recursos naturais. Hayes (2006) e Ferreira (2004) argumentam que uma conservação bem sucedida depende de uma maior participação da comunidade. Por outro lado, há aqueles que são defensores do modelo de parque tradicional, como Rylands e Brandon (2005). Pela existência de diferentes alegações, na atualidade, ambos os grupos de UC são estabelecidos em todo o mundo.

O atual cenário brasileiro de UC conta oficialmente com 2.309 UC (terrestres e marinhas), seja em nível nacional, estadual ou municipal, que cobre cerca de 2,5 milhões de km<sup>2</sup> (MMA, 2019), representando cerca de 18,6% do território continental e 26,5% do

território marinho. Fazendo-se um paralelo temporal, em 1970 apenas 0,36% do território continental fazia parte do sistema de UC (RYLANDS; BRANDON, 2005). Há um grande déficit de UC que dispõem de Plano de Manejo (Tabela 3), indicando que atividades estratégicas e cotidianas não estão formalizadas em um grande número de UC, o que põem em risco sua efetividade e eficiência.

Tabela 3 – Porcentagem das unidades de conservação que possuem plano de manejo.

<b>Tipo</b>	<b>Dispõem de Plano de Manejo</b>
<b>Área de Proteção Ambiental</b>	20,23%
<b>Área de Relevante Interesse Ecológico</b>	12,28%
<b>Estação Ecológica</b>	45,26%
<b>Floresta Nacional</b>	30,58%
<b>Monumento Natural</b>	16,07%
<b>Parque</b>	39,56%
<b>Refúgio de Vida Silvestre</b>	5,56%
<b>Reserva Biológica</b>	51,56%
<b>Reserva de Desenvolvimento Sustentável</b>	17,95%
<b>Reserva Extrativista</b>	20,00%
<b>Reserva Particular de Patrimônio Natural</b>	1,08%

Fonte: MMA, 2019.

As UC federais são financiadas pelo orçamento público federal através da Pasta do MMA que repassa parte para o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio). Em 2008 a Pasta recebeu 0,12% do orçamento federal (GODOY; LEUZINGER, 2015), em 2018 i o equivalente a 0,10% e em 2019 0,08% (BRASIL, 2019), não acompanhando o incremento de área conservada em nível nacional no período, que aumentou em 128% (MMA, 2019), manifestando a tendência de escassez já alertada por Medeiros e outros (2011) e Godoy e Leuzinger (2015). Os órgãos gestores tem buscado fontes secundárias de financiamento como doações originárias de projetos de cooperação internacional, algumas doações nacionais e compensação ambiental, previstas no art. 36 da Lei no 9.985, de 2000 (GODOY; LEUZINGER, 2015).

Apesar das deficiências no sistema de gerenciamento e o subfinanciamento, as UC brasileiras promovem benefícios já que os ecossistemas tropicais desempenham um papel importante no sistema climático, armazenam grandes quantidade de carbono (GIBBS et al., 2007) e promovem a regulação do fluxo de energia e água (AVISSAR; WERTH, 2005). Como, por exemplo, o estabelecimento de UC no sul da Bahia (Reserva Extrativista de Canavieiras, Reserva Marinha Extrativista de Corumbau, Reserva Extrativista de Cassurubá e o Parque Nacional de Abrolhos), tem sido efetivos para frear o avanço de pescarias comerciais e favorecendo a população pesqueira extrativista tradicional (DUMITH, 2014); as

UC e reservas indígenas na Amazônia tem inibido o desmatamento, mesmo próximos a áreas de intensa agricultura (SOARES-FILHO et al., 2010).

### **2.1.3. O Alto do Rio Sapucaí: um berço de unidades de conservação**

O bioma da Mata Atlântica é atualmente composto por uma área altamente fragmentada, resultante da ocupação e relevo (JOPPA; LOARIE; PIMM, 2008). O Alto do Rio Sapucaí passou a ser mais intensamente ocupado após a Guerra dos Emboabas, em 1710 (CORREA et al., 2016), sendo atualmente composto por seis cidades: Delfim Moreira, Itajubá, Piranguçu e Wenceslau Braz no Estado de Minas Gerais e Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí no Estado de São Paulo.

Itajubá é a cidade mais antiga da região e completou, em 19 de março de 2019, 200 anos (GUIMARÃES, 1998). O nome *Itagybá*, na língua indígena significa “rio das pedras que do alto cai”, que teve o núcleo inicial em Nossa Senhora da Soledade de *Itagybá*, o atual município de Delfim Moreira. Sob abrangência do território de *Itagybá* estava também o atual município de Piranguçu, que em tupi antigo significa “vermelho grande” (PREZIA, 2002). Já Wenceslau Braz foi instituído como município em 1963 em decorrência do povoamento estabelecido na região após a construção da Usina de Rede Elétrica Piquete/Itajubá em 1932 (WENCESLAU BRAZ, 2010).

No contexto paulista, a primeira cidade do Alto do Sapucaí foi São Bento do Sapucaí, desmembrada em 1832 de Pindamonhangaba (IPPLAN, 2015). Anteriormente o local era denominado Terras Altas do Sapucaí e englobava o atual município de Campos do Jordão, que foi instituído em 1874 (SVEVO; NEDOPETALSKI, 2007). Na década de 1920, Campos do Jordão recebeu o *status* de Estância de Saúde, tornando-se destino para tuberculosos devido à sua altitude, afastamento dos grandes centros urbanos, clima com propriedades terapêuticas (HAMMERL, 2011) e águas radioativas (SZIKSZAY; TEISSEDRE, 1979).

Na década de 1940, Campos do Jordão começa a transição de uma Estância de Saúde para uma Estância Turística (HAMMERL, 2011) e na mesma época é instituído a primeira UC do Alto do Sapucaí, o Parque Estadual de Campos do Jordão, localizado na Serra da Mantiqueira, com área de 8.341 hectares (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2006). O Parque resguarda fitofisionomias como floresta ombrófila mista, floresta ombrófila densa, campos de altitude e áreas com reflorestamento de *Pinus sp.* e outras espécies exóticas e se sobrepõe à

Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Campos do Jordão e à APA da Serra da Mantiqueira.

A configuração das UC do Alto do Sapucaí apresenta uma justaposição e até mesmo sobreposição, prevalecendo a gestão própria e independente. Nossa pesquisa identificou que a região possui 10 UC (Tabela 4) e que atualmente há um movimento em direção da criação de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), em parte devido a incentivos à criação e fortalecimento de RPPN na Mata Atlântica e à preocupação com a conservação dos fragmentos de vegetação (ICMBIO, 2018). Segundo Dias, Santos e Pinheiro da Costa (2008) as RPPN fortalecem o sistema de proteção da natureza, a conservação da biodiversidade e protege remanescentes de Mata Atlântica.

Tabela 4 – Levantamento de Unidades de Conservação presentes no Alto do Sapucaí.

<b>Nome</b>	<b>Tipo de Proteção</b>	<b>Área (hectares)</b>	<b>Reconhecimento Legal</b>
<b>Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira</b>	Sustentável	275.120	Decreto nº 91.304 de 3 de junho de 1985 / Lei 9.097 de 19 de setembro de 1995
<b>Área de Proteção Ambiental Sapucaí Mirim</b>	Sustentável	39.800	Decreto Estadual nº 43.285, de 3 de julho de 1998
<b>Área de Proteção Ambiental de Campos do Jordão</b>	Sustentável	26.900	Decreto Estadual nº 20.956, de 3 de junho de 1983
<b>Parque Estadual de Campos do Jordão</b>	Integral	8.136	Decreto Estadual nº 11.908, de 27 de março de 1941
<b>Parque Estadual dos Mananciais de Campos do Jordão</b>	Integral	502	Decreto Estadual nº 37.539, de 27 de setembro de 1993
<b>Reserva Biológica Serras dos Toledos</b>	Integral	1.072	Lei nº 1.211, de 5 de junho de 1979
<b>Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú</b>	Integral	3.154	Decreto nº 56.613, de 28 de dezembro de 2010
<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural Alto da Mantiqueira</b>	Integral	20,1	Portaria 106, de 23 de dezembro de 2011
<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural Terras do Morro Grande</b>	Integral	69,40	Deliberação nº. 1426, de 14 de Maio de 2009
<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural Campos Joviano</b>	Integral	29,97	Portaria IEF nº 14, de 4 de janeiro de 2012

Fonte: Do autor.

A região do Alto do Sapucaí possui três municípios integralmente na APA da Serra da Mantiqueira, dois com mais de 50% de sua área no interior da APA e apenas Itajubá fora

(ICMBIO, 2018). A Serra da Mantiqueira é uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas do sudeste brasileiro (ICMBIO, 2018), considerada a maior província de água mineral do planeta em quantidade e qualidade do recurso (ICMBIO, 2018). Algumas UC do Alto do Sapucaí também desempenham o papel de fornecimento de água, como a Reserva Biológica Serra dos Toledos, em Itajubá, que fornece água para o abastecimento público da região urbana (COPASA, 2010).

A região também possui importância por abrigar flora endêmica, remanescentes de bosques de araucárias e abrigar espécies ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2018), justificando a existência do Mosaico Mantiqueira de Unidades de Conservação, criado em 2006 para integrar e ampliar as ações de conservação do patrimônio natural e cultural da região (ICMBIO, 2018). O mosaico integra ainda o Corredor da Biodiversidade da Serra do Mar.

## **2.2. Recursos Hídricos: um benefício além das fronteiras**

A água é o recurso fundamental para a existência da vida. No tecido vegetal das plantas lenhosas, por exemplo, representa cerca de 50% da massa fresca e de 80 a 95% nas plantas herbáceas (TAIZ et al., 2017). A água possui função primordial para a existência e manutenção da vida no mundo, pois é necessária à maioria das funções vitais, reações e rotas metabólicas (CARLESSO; ZIMMERMANN, 2000). A importância da água para a sociedade humana não é menor, está presente no dia-a-dia e nos processos produtivos. Cerca de 85% da água potável de São Francisco (EUA) vem do Parque Nacional de Yosemite (NRDC, 2003). No Brasil, a cidade do Rio de Janeiro tem suas fontes de água protegidas por quatorze UC (SERRICCHIO; CALAES, 2003). A disponibilidade de água é frequentemente considerada o principal fator limitante para o desenvolvimento do turismo (TEH; CABANBAN, 2007). Essa indispensabilidade para a vida deve-se à sua abundância, um volume de 1,4 bilhões de km<sup>3</sup> no planeta (MAIDMENT, 1993). No entanto, apenas 1%, 11 milhões de km<sup>3</sup>, é razoavelmente acessível, gerando uma inacessibilidade de água em alguns lugares e em alguns momentos (BATCHELOR, 1999), o que eleva o medo da sociedade de sofrer com a falta de água no século atual (DE MARSILY, 2007).

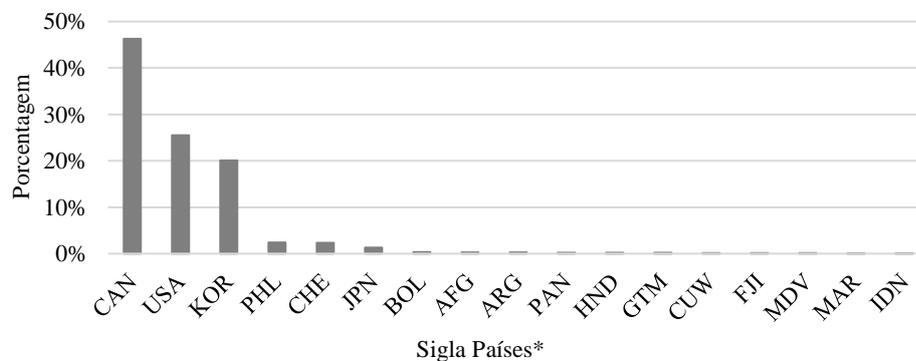
Enfrentar os desafios da acessibilidade de água, no contexto da melhoria da segurança hídrica, é uma problemática de governança (PALMER; RICHARDS, 2013). Essa crescente preocupação com o aumento da segurança da água, levou a ONU a criar um organismo internacional intitulado de Parceria Global pela Água que em 2000 definiu a segurança hídrica como “acesso à água suficiente a um custo acessível para levar uma vida limpa, saudável e

produtiva, assegurando ao mesmo tempo que o ambiente natural seja protegido e melhorado” (p. 12). No entanto, a governança da água é complexa, pois envolve sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos (PALMER; RICHARDS, 2013) dentro de um contexto de bacias hidrográficas que não necessariamente coincidem com os limites territoriais legalmente instituídos (TIMMER; DE LOË; KREUTZWISER, 2007), tornando ainda mais complexa a governança.

Para a garantia da segurança hídrica, a primeira barreira crítica é a proteção do fornecimento de água potável crua (HRUDEY et al., 2003), através de medidas que previnam a contaminação dos corpos d’água, regulando o uso do solo (TIMMER; DE LOË; KREUTZWISER, 2007). Nesse contexto as florestas possuem importância, pois regulam a qualidade e a quantidade de água (EGOH et al., 2008) nas bacias hidrográficas, tornando-se um elemento importante para a regulação do fluxo de água (FIGUEROA; PASTEN, 2008). As bacias hidrográficas cobertas por florestas nativas, raízes e microrganismos da rizosfera aumentam a porosidade do solo, melhorando a capacidade de retenção de água (FIGUEROA; PASTEN, 2008), liberando a água lentamente, diminuindo assim as inundações e secas (PRIMACK et al., 2001; POSTEL; THOMPSON, 2005).

O declínio da integridade dos sistemas de água doce exige a exploração de todas as possíveis soluções de conservação (ABELL; ALLAN; LEHNER, 2007), como o estabelecimento de UC para a proteção de água doce (EGOH et al., 2008). Segundo o WCMC (2019), menos de 1% das UC terrestres estabelecidas mundialmente possuem explicitamente em seus objetivos a proteção dos ambientes aquáticos doces (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição dos países com unidades de conservação com objetivos de proteção de ambientes aquáticos doces.



\*CAN – Canadá; USA – Estados Unidos da América; KOR – Coreia do Sul; PHL – Filipinas; CHE – Suíça; JPN – Japão; BOL – Bolívia; AFG – Afeganistão; PAN – Panamá; HND – Honduras; GTM – Guatemala; CUW – Curaçao; FJI – Fiji; MDV – Maldivas; MAR – Marrocos; IDN - Indonésia.

Fonte: WCMC, 2019.

Um diálogo sobre UC de água doce tem sido negligenciado porque existem poucos modelos efetivos e porque as noções tradicionais de UC não conseguem traduzir efetivamente o domínio de água doce (ABELL; ALLAN; LEHNER, 2007). No contexto nacional da legislação brasileira, não se possui nenhuma classe de UC com os objetivos especificamente voltados para o gerenciamento da água doce, o que dificulta a formação de uma liderança clara, arranjos institucionais, aquisição de recursos financeiros, contratação de profissionais qualificados e o apoio de membros da comunidade (TIMMER; DE LOË; KREUTZWISER, 2007). Na Bacia do Alto do Sapucaí, a Reserva Biológica Serra dos Toledos contribui diretamente com 13% do abastecimento público da cidade de Itajubá (COPASA, 2010). Já o Parque Estadual de Campos do Jordão e o Parque dos Mananciais de Campos do Jordão contribuem diretamente com 9% do abastecimento (SETESB, 2010). Por diretamente deve-se entender que a captação é feita ainda nos limites das UC ou logo após.

Para assegurar que a água continue exercendo a sua função, a Lei Federal nº 9.433 que concebeu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos em 1997 em seu Capítulo I, Art. 1º, inciso IV e V, diz que a gestão do recurso hídrico deve ser realizada na unidade territorial da bacia hidrográfica a fim de proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997). Sob a consideração de uso múltiplo, tem-se que a qualidade e quantidade de água disponível deve atender às necessidades de consumo humano, dessedentação de animais, abastecimento doméstico e industrial, geração de energia, agricultura, preservação da flora e fauna, entre outros (BRASIL, 1997). O não atendimento dessas necessidades gera os conflitos de uso e resulta em retrocessos.

Uma situação de conflito é a mudança do uso do solo, enquanto a vegetação possui a capacidade de facilitar a infiltração de água nos períodos de chuva, diminuindo a velocidade e o escoamento superficial (FOLLMANN; FOLETO, 2013). O processo de urbanização e alteração do uso do solo diminui a infiltração e evapotranspiração da água (BRAGA; CARVALHO, 2003), ocasionando consequências tanto quantitativas quanto qualitativas (XAVIER, 2005), o que para Andreoli e colaboradores (1999) limita o desenvolvimento das cidades. Outra característica explicitada pela Política Nacional de Recursos Hídricos é que a “água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (BRASIL, 1997). No entanto, o valor econômico do recurso hídrico não é uma condição legal, mas sim uma condição da sua necessidade para a manutenção da vida (BRASIL, 1997). O não reconhecimento desse valor resulta em deterioração e ineficiência no uso (TUNDISI, 2009). Nessa configuração, a valoração monetária do serviço ambiental prestado pelo recurso hídrico, embora não suficiente, torna-se um meio de avaliar sua contribuição para o bem-estar

humano. O grande desafio, porém, é atribuir o valor monetário à água, por ser limitada, insubstituível, essencial à vida e indisponível para compra e venda no mercado (MILARÉ, 2009). Um caso em que o valor econômico do recurso se torna evidente é na remoção das vegetações ciliares que promovem serviços ambientais. Os autores Tundisi e Tundisi (2010) quantificaram o custo da deterioração das vegetações próximas aos mananciais que são utilizados para abastecimento público. Segundo os mesmos, em mananciais com áreas protegidas, o custo de tratamento pode ser de no máximo R\$2,00 ou R\$ 3,00 por 1.000 m<sup>3</sup>, bastando a adição de cloro e flúor. Já em áreas desmatadas, o custo pode chegar a R\$ 250,00 ou R\$ 300,00 por 1.000 m<sup>3</sup>. O aumento do custo decorre da necessidade do uso de outras tecnologias para substituir os serviços ambientais até então prestados pela vegetação suprimida, tais como controle de sedimentos, filtragem, diminuição do escoamento superficial, etc.

A perda de serviços ambientais relacionadas ao abastecimento não é o único problema. Há também a perda de serviços de recreação, turismo, pesca com o aumento da toxicidade e eutrofização (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Segundo estudo realizado pela *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD), até 2050 cerca de 2,9 bilhões de pessoas sofrerão com o estresse hídrico e haverá o aumento de 55% para o uso doméstico, indústria e eletricidade (OECD, 2012). O homem impõe uma pressão cada vez mais intensa sobre o meio ambiente, agindo contra a manutenção do equilíbrio. Os impactos gerados pelo homem podem ser divididos em dois grupos, o primeiro caracteriza-se pelo ritmo mais acelerado de consumo de recurso do que de fornecimento do recurso pelo ambiente; o segundo pela geração de produtos residuais em quantidade maiores que a capacidade de suporte do meio (MORAES; JORDÃO, 2002). Todos os problemas citados causam interferências na saúde humana e na saúde pública, com a deterioração da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social (TUNDISI, 2008), o que por vezes não é percebido ou relacionado à causalidade das ações pela a sociedade.

### **2.3. Valoração Ambiental como estratégia de conservação**

A valoração econômica ambiental é uma forma de avaliação que fornece uma ou mais informações úteis para a gestão dos ativos naturais de forma sustentável (COSTANZA, 2006). O tema central da valoração, para AMAZONAS (2009), é como realizar a determinação de valores econômicos dos recursos ambientais buscando a conservação e o uso sustentável. A valoração busca refletir a importância que os seres humanos atribuem aos componentes do

meio ambiente. A legitimidade da valoração econômica ambiental se baseia no reconhecimento de haver valores associados à conservação e ao uso sustentável que não são expressos pelo sistema de preços do mercado (AMAZONAS, 2009; COSTANZA, 2006), visto como a principal fonte de pressão sobre o meio ambiente, sendo necessário que o paradigma econômico dominante apresente respostas (ANDRADE, 2013). Os indivíduos atribuem significado e valor a tudo e a todo momento por diferentes motivos (BROWN, 2005), esses valores não são econômicos propriamente ditos, mas podem assumir dimensões econômicas à medida que se relacionam com as variáveis econômicas (DE GROOT et al., 2012). A valoração atua então, no equacionamento dos valores não econômicos do ambiente no sistema econômico, existindo evidências consistentes da sua alta correlação de valor ao longo do tempo e a nível individual (HANEMANN, 1994).

A valoração não é uma mercantilização, pois os recursos e serviços valorados são bens públicos, o que significa que funcionariam mal se privatizados (COSTANZA, 2006), já que a privatização refere-se exclusivamente à atribuição de direitos de propriedade às corporações (ANDRADE, 2013). A justificativa atribuída pela prevalência da valoração ser expressa em termos monetários, segundo Costanza e outros (2014), decorre da facilidade de entendimento das pessoas e por ser um denominador conveniente para as contribuições relativas a outras formas de capital. O processo de valoração ainda está cercado de críticas, como, por exemplo, o cálculo da rentabilidade de um esquema hidrelétrico que não inclui a perda da beleza da cachoeira que ali estava, contabilizando apenas a diminuição do tráfego de turistas (MARTINEZ-ALIER; MUNDA; O'NEILL, 1998), não extinguindo sua importância já que os ecossistemas são críticos para a sobrevivência e bem-estar da sociedade e por essa razão deve-se incluir corações, mentes e carteiras no processo de conservação (COSTANZA, 2006). Buscando ter bases para a aplicação da valoração econômica ambiental, devemos segundo AMAZONAS (2009), compreender primeiro os embasamentos teóricos das teorias econômicas com foco no meio ambiente.

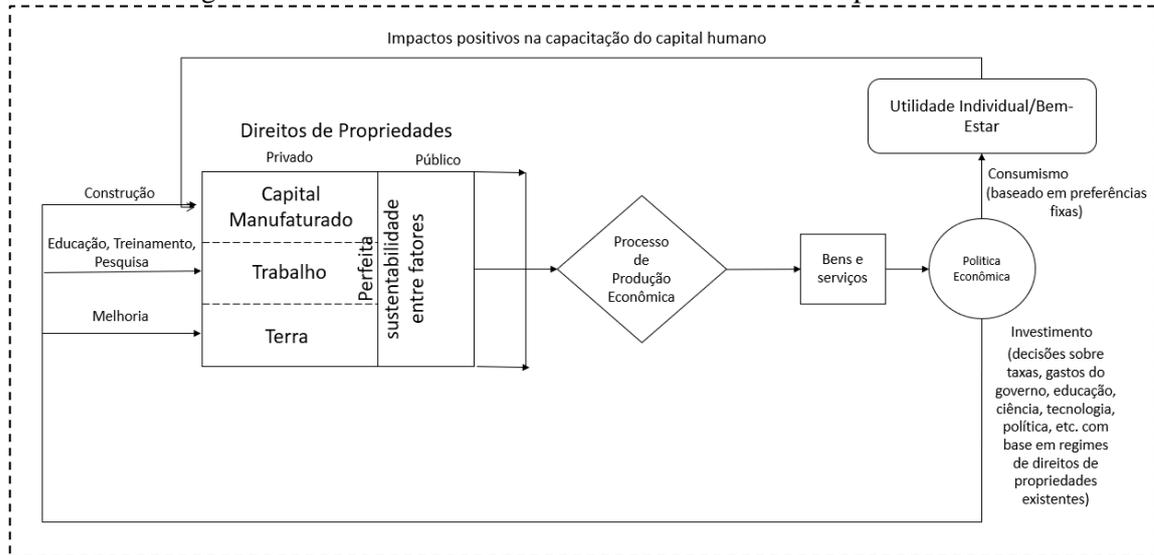
## **2.4. Bases conceituais da valoração**

### **2.4.1. Economia Neoclássica, Economia Neoclássica Ambiental e Economia Ecológica**

No corpo principal da análise econômica, poucas são as análises de inter-relações entre o sistema econômico e o meio externo em que está inserido (MUELLER, 2007). O modelo de Economia Convencional (Figura 5) não representa as conexões entre este e o meio

ambiente (COSTANZA, 2001), o que dificulta o processo de controle da qualidade do meio ambiente, garantia de vida e mensuração de importância e responsabilidades nas relações econômicas.

Figura 5 – Modelo Econômico Convencional. Traduzido pela autora.



Fonte: COSTANZA, 2001.

Em tal configuração teórica o sistema econômico é autocontido, atuando independentemente do meio ambiente, o que justifica, segundo Mueller (2007), a não tratativa dos problemas de esgotamento ou escassez de recursos naturais, bem como de impactos ambientais negativos. O modelo convencional abrange duas escolas teóricas, a Economia Clássica e Economia Neoclássica. Convencionou-se denominar de Economia Clássica a produção teórica que tem origem com Adam Smith (*A Riqueza das Nações*, em 1776), sendo múltiplos os aspectos abordados por essa linha teórica, entre eles a teoria de valor, mais especificamente a relação entre valor de troca e valor de uso.

A Economia Clássica é baseada no livre mercado e em como a mão invisível e o funcionamento do mercado podem permitir uma alocação eficiente de recursos (PATINKIN, 1949). No geral, a base teórica argumenta que a economia funciona de maneira mais eficiente quando a atuação do estado é mínima e voltada à proteção da propriedade privada, promoção do livre comércio, gastos limitados e em áreas como defesa, lei, ordem e educação (WALSH, 2008). A abordagem Neoclássica da economia não entende como prioridade o bem-estar (AMAZONAS, 2009). Os processos econômicos são criados e modelados para maximizar a eficiência do uso dos recursos, sendo desconsiderado, segundo Andrade (2013), a base vital sobre a qual se constroem todas as relações econômicas e sociais do homem. Todas as

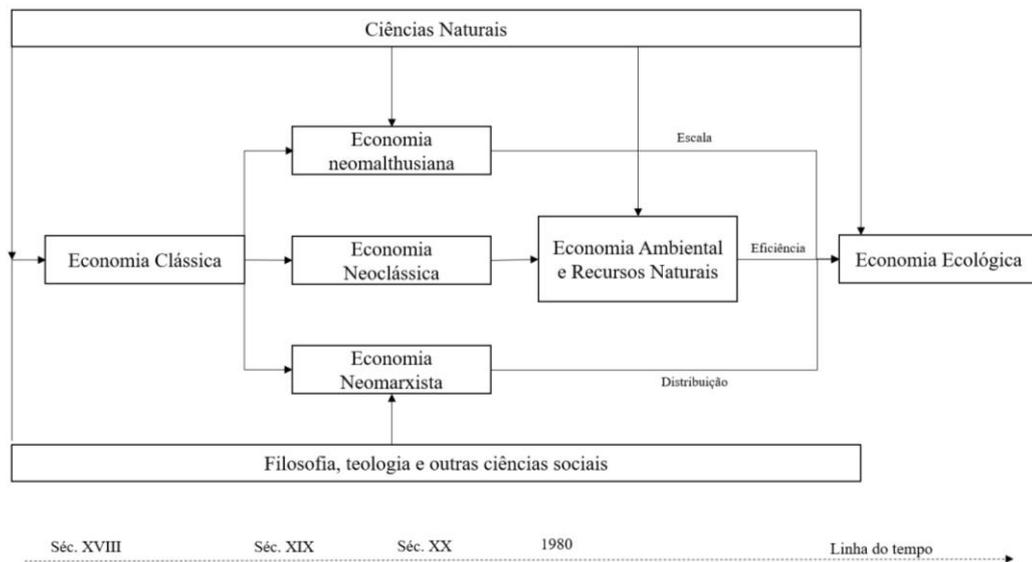
conexões entre o sistema ecológico e as atividades de produção e consumo são desconsideradas (CAVALCANTI, 2010). Ambas as abordagens são fundamentadas no fluxo circular de fenômenos irreversíveis (POSADA, 2004), onde o sistema só pode ser afetado por aquilo que se encontra no sistema, o que o torna independente e sem limites à expansão da atividade humana.

Pode-se interpretar que o Modelo Econômico Convencional apresenta uma inconsistência ao não reconhecer a complexidade dos vínculos entre o sistema econômico e sua base ecológica (ANDRADE, 2013), que atualmente manifesta-se com maior clareza, dando corpo à disciplina de Economia do Meio Ambiente. Um dos principais elementos dessa nova disciplina é a identificação dos valores econômicos relativos aos bens e serviços ambientais (AMAZONAS, 2009). Dentro da Teoria Ambiental Neoclássica surge então a Economia da Poluição e a Economia dos Recursos Naturais, onde o sistema econômico é visto como o principal causador de pressão sobre o meio ambiente; logo, torna-se necessário que as análises econômicas apresentem a valoração ambiental em seus processos decisórios (SINGER, SEKIGUCHI, 1999). Nessa nova linha de pensamento, os recursos adquirem um caráter finito, gerando a necessidade de subsídios técnicos para a exploração racional. Dentre os subsídios tem-se a valoração econômica ambiental fundamentada na teoria neoclássica do bem-estar (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000), que confirma e se apoia em seu conceito de externalidades e, correspondentemente, de valor ambiental, definido em termos da utilidade ou preferências que os indivíduos atribuem ou associam, em termos monetários, aos bens e serviços (AMAZONAS, 2009). No entanto, a tratativa do meio ambiente dada pela teoria Neoclássica limita-se a bens comercializáveis e peca na definição das múltiplas inter-relações, dimensionando as economias mundiais através da ideia de crescimento e desenvolvimento econômico, que não estão exclusivamente ligados a melhorias na qualidade de vida (COSTANZA, 2008a). A Economia Ecológica busca medir e incluir as contribuições não comercializadas para o bem-estar humano, da natureza e das relações sociais como um todo (COSTANZA, 2008b). Por isso, não recorre a um único tipo de valor, e inclui uma avaliação do meio ambiente e economia humana (MARTINEZ-ALIER; MUNDA; O'NEILL, 1998) por meio de uma abordagem multidimensional.

A economia ecológica surge oficialmente em 1989 com o objetivo primário de fornecer soluções estruturais para os problemas ambientais (ANDRADE, 2013), usufruiu dos conceitos das ciências econômicas e naturais para oferecer uma perceptiva integrada das interações entre meio ambiente e economia (VAN DEN BERGH; GOWDY, 2000). A fonte teórica da Economia Ecológica foi influenciada pela economia neoclássica, no parâmetro da

alocação eficiente de recursos, pela neomarxista ou ecossocialistas, no parâmetro de distribuição justa, e pelo neomalthusianismo, no parâmetro da escala sustentável (Figura 6) (SAN JOSÉ, 2007). O modelo teórico transdisciplinar utiliza as relações materiais e energéticas para interpretar o sistema econômico (AMAZONAS, 2009). As dimensões humanas são vistas nessa teoria como sistemas complexos reflexivos (MARTINEZ-ALIER; MUNDA; O'NEILL, 1998) que, segundo os autores, é uma nova visão dos ecossistemas e das dimensões humanas da ecologia da mudança e das transformações das percepções ambientais humanas.

Figura 6 – Fontes teóricas dos parâmetros de sustentabilidade que propuseram a economia ecológica.



Fonte: AGUILAR, 2002.

No esquema apresentado, pode-se observar que a teoria econômica convencional, no seu desenvolvimento, incorporou aspectos do desenvolvimento sustentável e da degradação do meio ambiente (ANDRADE, 2013), mas tratou o meio ambiente como um setor da macroeconomia (CAVALCANTI, 2010). Já a Economia Ecológica, por sua abordagem transdisciplinar (COSTANZA et al., 1993), sob a influência das ciências naturais e sociais, entende que a macroeconomia faz parte de um todo bem mais amplo, a chamada ecossistêmica (VAN DEN BERGH, 2003).

A Economia Ecológica mantém elementos principais da visão convencional, mas adiciona diferentes tipos de capitais, a interação com o meio ambiente e regimes de direito de propriedade diversificados (COSTANZA, 2001; LUISETTI; JACKSON; TURNER, 2013). A base teórica da Economia Ecológica traduz que a economia está contida em um sistema maior, que é finito e materialmente fechado, o planeta Terra (CAVALCANTI, 2015), busca a

gestão da sustentabilidade (CAVALCANTI, 2004) e por isso conta com uma abordagem metodológica pluralista ao analisar a relação entre economia e meio ambiente (ANDRADE, 2013). Técnicas de avaliação multicritério são vistas como promissoras para a economia ecológica, em níveis de micro e macro análises (ANDRADE, 2013; MARTINEZ-ALIER; MUNDA; O'NEILL, 1998), por considerarem os conflitos, as incertezas, a multidimensionalidade e a incomensurabilidade. A Economia Ecológica não recorre apenas ao valor expresso por um simples numerário (MARTINEZ-ALIER; MUNDA; O'NEILL, 1998). Este é o grande desafio, segundo Andrade (2013), ou seja, o desenvolvimento de um sistema de valoração no qual o valor monetário seja ponderado com os valores não monetários (ecológicos e sociais). E justamente sob esse desafio que nesse estudo busca-se desenvolver indicadores de percepção ambiental. Para Andrade (2013), a não valoração da natureza diminui os incentivos à sua preservação levando à superexploração. A superexploração, por sua vez, faz a humanidade encontrar os limites, em escala global, dos recursos naturais renováveis (HARRIS; GOODWIN, 2003).

O processo de valoração pode ser definido como uma estimativa de valor para um recurso ou serviço ambiental. A estimativa de valor, por sua vez, é um processo de avaliação mental de situações, comparando-a com algum valor de referência (COSTANZA et al., 2017). Por serem vinculados à avaliação de uma pessoa ou de um grupo, os gostos e preferências não são fixos e dados (NORTON; COSTANZA; BISHOP, 2017), e os indivíduos podem ou não possuir informações perfeitas ou habilidades de processamento adequadas sobre o recurso ou serviço (KAHNEMAN, 2011).

## **2.5. A valoração econômica de bens e serviços**

O processo de valoração consiste em trazer um recurso ou serviço ambiental para a base econômica, ou seja, traduzir sua importância de forma usualmente monetária a fim de mensurar essa importância em todo o sistema produtivo do qual participa (DE GROOT et al., 2012). Para tanto, a valoração possui elementos fundamentais, tais como:

O objeto e seus atributos que serão valorados; o sujeito, com sua percepção e julgamento acerca do objeto, por meio do que o avalia; a intersubjetividade ou interação entre os sujeitos, operando os mecanismos que institucionalizam e/ou convencionam os valores no conjunto da sociedade (AMAZONAS, 2009).

A valoração, tanto com base na economia ambiental quanto na economia ecológica, vem sofrendo rápida evolução (TURNER et al., 2003). Os métodos utilizados ainda são considerados por muitos como controversos (MCCOMB et al., 2006). Porém, sua utilização

tem sido recorrente para conduzir análises de custo-benefício de regulações ambientais, valorar capital natural e conscientizar de seu vínculo com a economia (COSTANZA; QUATRINI; ØYSTESE, 2012).

A pergunta “qual é o valor da natureza ou que reside nela?” obteve destaque em inúmeros campos, evidenciando que o conceito central é complexo e multidimensional (TURNER et al., 2003). Dessa pergunta surgiram as diferentes classes de valor e diferentes métodos de valoração.

### 2.5.1. Uma tipologia geral de valor

Para auxiliar no processo de valoração, foram definidas diversas categorias de valor, que seguem uma tipologia de valor geral útil. Na Tabela 5 a seguir são definidos os valores, segundo Hargrove (1992) e Turner et al. (2003), em quatro categorias.

Tabela 5 – Categorização de tipos de valor.

<b>Valor antropocêntrico</b>	
<b>1</b>	<i>Valor instrumental antropocêntrico</i>
	Equivalente ao: “valor econômico total = valor de uso + valor de não uso”. A categoria de não uso é delimitada pelo conceito de valor de existência. O valor de existência pode abranger algumas ou todas as seguintes motivações
<b>A</b>	Altruísmo intrageracional: conservação de recursos para garantir a disponibilidade para outros. Valor de uso indireto vinculado ao altruísmo.
<b>B</b>	Altruísmo intergeracional: conservação de recursos para as gerações futuras.
<b>C</b>	Motivação da administração: responsabilidade humana pela conservação de recursos em nome de toda a natureza. Segundo os autores (HARGROVE, 1992; TURNER et al., 2003) essa motivação pode basear-se na crença de que recursos não humanos têm direito e/ou interesses e, na medida do possível, devem ser deixados inalterados.
<b>OBS</b>	Se o valor de existência for definido para incluir a administração, ele se sobrepõe à próxima categoria de valor descrita abaixo.
<b>2</b>	<i>Valor intrínseco antropocêntrico</i>
	Essa categoria está vinculada à administração no sentido subjetivista do termo. A atribuição de valor é para entidades que têm um “bem” ou “bem próprio” e usam instrumentalmente outras partes da natureza para seus próprios fins intrínsecos. Continua sendo um conceito antropocentricamente relacionado, porque ainda é um avaliador humano que atribui valor intrínseco à natureza não humana.
<b>Valor não antropocêntrico</b>	
<b>3</b>	<i>Valor instrumental não antropocêntrico</i>
	Nessa categoria de valor, supõe-se que as entidades tenham bens próprios, independentes dos interesses humanos. Também abrange o bem de entidades coletivas, por exemplo, ecossistemas, de uma maneira que não é irreduzível à de seus membros.
<b>OBS</b>	Nessa categoria pode não existir considerabilidade moral no que diz respeito aos seres humanos.
<b>4</b>	<i>Valores intrínsecos não antropocêntricos</i>
	Essa categoria de valor é vista em um sentido objetivo, “valor inerente” da natureza, o

valor que um objeto possui independentemente da avaliação de terceiros. É uma afirmação meta-ética e, geralmente, envolve a busca de regras ou trunfos para restringir valores instrumentais e políticas antropocêntricas.
--

Fonte: HARGROVE, 1992; TURNER et al., 2003.

Os valores definidos pelos métodos usuais de valoração econômica ambiental se enquadram nos valores antropocêntricos, principalmente no valor instrumental antropocêntrico. Alguns métodos também buscam quantificar o valor intrínseco antropocêntrico durante o processo de valoração. Na seção abaixo são caracterizados os métodos de valoração mais usuais, bem como para quais serviços são indicados.

### 2.5.2. Métodos de Valoração

Os métodos de valoração econômica ambiental buscam definir valores econômicos dos atributos materiais concretos dos bens e recursos (AMAZONAS, 2009) de forma a expressar esses atributos de maneira econômica monetária institucionalizada. A valoração é antropocêntrica (MENDELSON; OLMSTEAD, 2009), ou seja, todo método de valoração existente depende em algum nível da atribuição de valor pelo ser humano. Desse conceito advém os componentes de uso e não uso do valor econômico (BATEMAN; TURNER, 1992; HARGROVE, 1992; MENDELSON; OLMSTEAD, 2009) de um bem, recurso ou serviço ambiental. O quadro a seguir faz uma categorização dos tipos de serviços ecossistêmicos e os métodos de valoração apropriados.

Tabela 6 – Categorização de tipos de valor para serviços ecossistêmicos e método de valoração mais apropriado.

Serviços ecossistêmicos	Acessibilidade à avaliação econômica	Método de valoração mais apropriado	Transferência no site
<b>Serviços de provisão</b>			
<b>Abastecimento de Água</b>	+++	CE, CR, M, CV	++
<b>Alimentação</b>	+++	M, P	+++
<b>Matéria-prima</b>	+++	M, P	+++
<b>Recursos genéticos</b>	+	M, CE	+
<b>Recursos medicinais</b>	+++	CE, CR, P	+++
<b>Recursos ornamentais</b>	+++	CE, CR, H	++
<b>Serviços de regulação</b>			
<b>Regulação de gás</b>	++	VC, CE, CR	+++
<b>Regulação do clima</b>	+	VC	++
<b>Regulação de distúrbios</b>	+++	CE	++
<b>Regulação biológica</b>	++	CE, P	+++
<b>Regulação de água</b>	+++	M, CE, CR, H, P, VC	++
<b>Retenção de solo</b>	++	CE, CR, H	++
<b>Regulação de resíduos</b>	+++	CR, CE, VC	++/+++
<b>Regulação de nutrientes</b>	++	CE, VC	++

Serviços culturais			
<b>Recreação</b>	+++	CV, VC, ranking	+
<b>Estética</b>	+++	H, VC, CV, ranking	+
<b>Educação e ciência</b>	+	Ranking	+++
<b>Espiritualidade e história</b>	+	VC, ranking	+

CA = custos evitados, VC = valoração contingente, H = preços hedônicos, M = mercado de preços, P = abordagem de produção, CR = custos de reposição, CV = custo de viagem; alto: +++, médio: ++, baixo: +.

Fonte: COSTANZA, 2006; FARBER et al., 2006.

### 2.5.2.1. Abordagens baseadas em custos

Quando não existem mercados explícitos para serviços ou recursos, a valoração deve-se dar por meios indiretos baseados em custos e de tais métodos indiretos decorre a de custos evitados (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002). O método de custos evitados parte da premissa que serviços ecossistêmicos prestam benefícios e condições para a sociedade (ABELL; ALLAN; LEHNER, 2007; DE GROOT et al., 2012; DUDLEY; STOLTON, 2010). Como descrito por Faber, Costanza e Wilson (2002), o método pode estimar, por exemplo, os custos gerados por danos decorrentes de uma inundação e fornecer informações para avaliar o serviços de regulação do fluxo hidrológico para o local.

Outra metodologia semelhante aos custos evitados é a chamada custos de reposição, onde a perda de um serviço do sistema natural é avaliado em termos de quanto custaria substituir esse serviço (FARBER et al., 2006; FREEMAN, HERRIGES, KLING, 2014), seja executando de modo artificial ou repondo a possibilidade de prestação do serviço natural.

### 2.5.2.2. Abordagens de preferências reveladas

As abordagens de preferências reveladas baseia-se nas escolhas reais do indivíduo frente a situações reais (BRADLEY; DALY, 1994). O Custo de viagem é um método usual dessa abordagem que consiste em avaliar o custo de viagem, considerando o deslocamento e todas as despesas decorrentes do deslocamento (FREEMAN; MYRICK; HERRIGES; KLING, 2014). Usualmente o método é utilizado para valoração de bens ambientais destinados à recreação e de interesse cultural e histórico. Ainda em 1984 o método foi descrito por Brown, Mendelsohn e Mendelsohn (1984) como uma técnica que revela o quanto os usuários estão dispostos a pagar através de uma regressão dos custos de viagem associados a múltiplos locais de destino e a comparação entre os mesmos.

Outro método de mesma abordagem é o método hedônico, que estabelece uma relação entre atributos naturais contidos em um produto e seu preço de mercado (FARBER et al.,

2006), sendo tal método ligado a mercadorias. Um exemplo claro da aplicação desse método é o comparativo de valor de dois imóveis idênticos no mesmo local, mas um com uma vista para o mar e outro sem vista; neste caso a diferença de valor das mercadorias deve-se exclusivamente ao serviço cultural de estética.

Uma terceira abordagem é o método de preço de mercado, que estima o valor econômico dos produtos ou serviços do ecossistema que são comprados e vendidos nos mercados comerciais (HINTERHUBER, 2008). O método usa técnicas econômicas padrões para medir os benefícios econômicos dos produtos comercializados (FARBER et al., 2006), sendo indicado para serviços e recursos naturais que já se encontram no mercado econômico, como diversos tipos de madeira.

Uma última abordagem, dentro das abordagens de preferências reveladas é a abordagem de produção, onde os valores dos serviços são atribuídos a partir dos impactos desses serviços nos resultados econômicos (FARBER et al., 2006) como, por exemplo, o aumento da produtividade de uma lavoura devido ao aumento de chuvas no local.

### **2.5.2.3. Abordagens de preferências declaradas**

Por fim, tem-se as abordagens onde busca-se que a preferência seja declarada pelo indivíduo. Uma abordagem dessa categoria menos usual é a análise conjunta. Tal abordagem consiste no estabelecimento de diferentes cenários de serviços ecossistêmicos ou condições ecológicas seguido por escolha ou classificação por indivíduos (FARBER et al., 2006).

O método de valoração contingente ou avaliação contingente é uma abordagem de preferência declarada amplamente utilizada no processo de valoração, porém sofre críticas acerca da validade e confiabilidade dos resultados (VENKATACHALAM, 2004). O método foi desenvolvido por Ciriacy-Wantrup (1947) no processo de consideração que a prevenção da erosão do solo gera ‘benefícios extras de mercado’ e que a estimativa desses benefícios poderia ser feita provocando a disposição dos indivíduos de pagar pelos mesmos.

O método de valoração contingente (MVC) é o único método existente capaz de captar os valores de não uso (SMITH, 1993). O MVC faz uso de consultas estatísticas à população com ligação ao recurso ou serviço para captar diretamente os valores individuais de uso e não uso atribuídos. Durante a consulta estatística o entrevistado expressa o que foi chamada por Hicks (2017) em 1946 como “a medida do excedente do consumidor”, classificada em duas categorias diferentes, a variação compensatória e a variação equivalente.

A variação compensatória refere-se à quantidade de renda monetária que o consumidor deve ceder para obter um maior nível de utilidade para um “ganho de bem-estar proposto” (HICKS, 2019; VENKATACHALAM, 2004), a chamada disposição a pagar (DAP). A variação equivalente refere-se à quantia de compensação necessária a ser fornecida ao indivíduo para que ela possa atingir um nível de utilidade melhorada caso a provisão do bem público não ocorra (HICKS, 2017), a chamada disposição a aceitar (DAA). Em termos econômicos rigorosos, o MVC estima o excedente de Hicksian<sup>2</sup> devido à mudança na oferta de bens públicos (BATEMAN, TURNER; 1993). A aplicação é baseada na descrição do bem a ser valorado e o mercado hipotético onde será transacionado, fase seguida pela definição do estilo do questionário, levantamento de informações sobre o bem e determinação da forma de pagamento (BATEMAN, TURNER; 1993). Cada uma das etapas, se não realizada com critério, é capaz de criar vieses, e os vieses diminuem a confiabilidade dos resultados podendo ocasionar a invalidação.

A primeira etapa é a fase de levantamento de informações e criação do cenário para o bem ou serviço proposto, que pode gerar o viés de informação. O viés de informação consiste basicamente no fato que a qualidade das informações dadas nos cenários hipotéticos afetará a qualidade das respostas (BATEMAN; TURNER; BATEMAN, 1993).

O segundo viés possível relaciona-se diretamente ao bem ou serviço a ser valorado, denominado viés parte-todo, sendo um viés frequentemente relatado em muitos estudos de valoração contingente (BATEMAN; TURNER, 1992), onde é identificada uma grande variação de DAP dependendo se o bem é avaliado sozinho ou como parte de um pacote de bens e serviços (KAHNEMAN; KNETSCH, 1992). De acordo com Harrison (1992), a incorporação ocorre quando o valor de DAP para um bem difere insignificamente com o valor de DAP para um bem mais inclusivo.

Ao criar um cenário naturalmente hipotético para a aplicação do MVC, surge a possibilidade de atrair um viés chamado viés hipotético (NEILL et al., 1994). Quando ocorre tal viés, os valores encontrados não correspondem as reais preferências individuais, já que essas preferências estariam baseadas em uma simulação mental. A minimização do viés hipotético é feita com a questão da familiaridade; segundo Mitchell e Carson (2005), o viés hipotético é minimizado na medida que o entrevistado estiver familiarizado com o bem.

---

<sup>2</sup> Na escola econômica ortodoxa, o excedente do consumidor é o ganho monetário obtido pelos consumidores porque eles são capazes de comprar um produto por um preço menor que o real; já o excedente dos produtores é a quantia que os produtores se beneficiam vendendo a um preço maior que o mínimo que eles estariam dispostos a vender (BOULDING, 1945).

Outro viés que pode afetar a qualidade dos dados colhidos é o viés de sequenciamento (CUMMINGS et al., 1986) ocorrente se a DAP ou DAA de um certo bem ou serviço variar antes ou depois de outras medidas de outros bens ou serviços. Já o viés estratégico está relacionado à percepção dos entrevistados com a real obrigação de pagar ou receber. Se o entrevistado tiver a sensação de que realmente pagará ou receberá, o mesmo tenderá a modificar o valor original.

Por outro lado, existe o viés do entrevistador que está relacionado à maneira de agir ou aparência do mesmo, de tal forma que os entrevistados se sintam desencorajados a oferecer valores baixos. Motta (1997) ainda destaca que quando o entrevistador descreve o ativo ambiental como algo moralmente desejado ou apresenta-se extremamente educado ou bem vestido, o entrevistado tende a oferecer lances altos.

Há também o viés de elicitação, mais conhecido na literatura nacional como viés de ponto de partida. Tal viés advém das desvantagens de cada método de elicitação. Atualmente, existem quatro tipos principais de técnicas de elicitação disponíveis na literatura: o jogo de lances, cartão de pagamento, abordagem aberta e escolha dicotômica (BOYLE et al., 1996). O jogo de licitação funciona indicando ao entrevistado um lance específico predeterminado por outro grupo de lances. Os entrevistados devem, então, aceitar ou recusar o valor, sucessivamente, de modo que o último valor aceito é o valor atribuído pelo entrevistado ao bem ou serviço.

Cummings e outros (1986) argumentam que o custo de implementação do jogo de lances é comparativamente mais alto, no sentido de envolver a presença de entrevistadores durante a entrevista, o tempo envolvido na entrevista, bem como testes ou entrevistas para determinar os valores de lance. Outro problema com o jogo de lances é que os pontos de partida usados no jogo de lances podem influenciar o valor final da DAP ou DAA. Além desses problemas, Loomis (1990) argumenta que a licitação é impraticável em pesquisas por correio.

A segunda técnica mais antiga é a abordagem de cartão de pagamento, introduzida por Mitchell e Carson (2005). O cartão de pagamento conteria uma gama de valores de DAP ou DAA para o bem público em questão, dos quais os indivíduos devem escolher seu valor máximo de DAP ou DAA. Os entrevistados são facilitados com outra versão de referência do cartão de pagamento que contém o valor médio da DAP ou DAP indicado pelas famílias por outros bens públicos. Embora a abordagem do cartão de pagamento tenha algumas vantagens, como sua capacidade de obter a disposição máxima de pagar valor, o problema com o cartão

de pagamento é que há uma chance de que os valores DAP ou DAA sejam possivelmente afetados pelo viés de intervalo e pelo viés de centralização (MITCHELL; CARSON, 1989).

A técnica de elicitação aberta envolve perguntar qual é o valor máximo que os indivíduos estão dispostos a pagar por um bem ou política pública. A abordagem aberta é conveniente para responder, não requer um entrevistador e não resulta em nenhum viés de ponto de partida (WALSH; LOOMIS; GILLMAN, 1984). Resulta na maioria dos estudos em uma estimativa conservadora (WALSH; LOOMIS; GILLMAN, 1984). No entanto, essa abordagem é propensa a críticas. Desvousges e outros (1993) ressaltam que a abordagem aberta tende a criar um grande número de não respostas ou lances de protesto, pois os entrevistados acham difícil responder ou não têm incentivo para fornecer uma resposta verdadeira (CARSON et al., 1995). Hanemann (1994) argumenta que as questões em aberto podem atrair viés estratégico e as pessoas podem dizer o custo ao invés do valor real.

Devido a problemas com as técnicas mencionadas acima, Bishop e Heberlein (1979) introduziram a abordagem pegar ou largar. Isso envolve a atribuição de um único lance a partir de um leque de lances pré-determinados que refletem potencialmente a disposição máxima de pagar valores dos entrevistados por um determinado produto. Pede-se aos entrevistados que declarem apenas sim ou não a essa oferta com base em tudo ou em nada (MITCHELL; CARSON, 1989), uma desvantagem dessa técnica é a amostragem de DAP máxima ou DAA mínima, e não a real disposição a pagar ou aceitar. (BOYLE et al., 1996). Essa abordagem também atrai o viés do ponto de partida (READY; BUZBY; HU, 1996). Outro problema é que requer um grande número de observações para identificar a distribuição de valores (ALBERINI, 1995).

As avaliações contingentes são altamente dependentes do grau de conhecimento dos efeitos das externalidades e da distribuição de renda (AGUILAR, 2002). Características socioeconômicas não são suficientes para explicar a variação na DAP em estudos. Por esse motivo, pressupõe-se que a percepção ambiental do indivíduo sobre o bem ou serviço juntamente com as características socioeconômicas sejam capazes de descrever a DAP do entrevistado.

## **2.6. Percepção ambiental como estratégia de conservação**

Etimologicamente, a palavra percepção vem do latim *perceptione*, que significa ato ou efeito de perceber. E perceber, do latim *percipiere*, que por sua vez tem o significado de adquirir conhecimento por meio dos sentidos. Os sentidos são o principal meio de interação

dos indivíduos com o ambiente natural (FISCHHOFF, 2001). Dos cinco sentidos, o homem depende mais da visão do que dos demais, pois é um animal predominantemente visual, já que o mundo mais amplo chega ao homem, em primeiro momento, através da visão (TUAN, 1980). O resultado da percepção não é um percepto e sim um novo estado do preceptor, sendo a percepção um processo contínuo e reativo (CROLL; PARKIN, 2002). A percepção ambiental pode ser considerada uma antecessora ao processo de conscientização do indivíduo (RAMALHO BARROS, 2013) que é capaz de formar crenças, atitudes mais explícitas, teorias e ideologias (FISCHHOFF, 2001). Para realizar a identificação da percepção ambiental, a abordagem psicofísica é a mais direta, pois pergunta como as pessoas se sentem em relação a um ambiente específico (FISCHHOFF, 2001). Cabe fazer uma diferenciação sobre os termos ambiente e natureza; segundo Ingold (2002) a natureza só pode existir para um ser que não pertence àquele local, já ambiente é tudo aquilo que permeia a existência desse ser. O conhecimento de percepção ambiental possui, então, influência significativa nas estratégias de manejo adotadas a um ecossistema particular (ELLIS; SWIFT, 1988), seja no processo de conservação, preservação ou manejo.

Os estudos de percepção auxiliam na reflexão mais profunda das relações que os atores sociais mantêm com o ambiente (BENEZ; KAUFFER MICHEL; ÁLVAREZ GORDILLO, 2010). Sendo os atores sociais considerados elementos que constituem o ambiente, o foco de atenção são as múltiplas experiências que uma pessoa tem com o ambiente, desde elementos funcionais até emocionais. Em outras palavras, as pessoas percebem o seu ambiente de forma diferente conforme o sistema simbólico que possuem (INGOLD, 2002a). O modelo duplo de percepção ambiental (OHNO, 2000) explica a incapacidade das pessoas de processar todas as informações perceptivas que estimulam simultaneamente seus canais sensoriais em um ambiente (ITTELSON, 1974). Além disso, postula que a resposta de uma pessoa ao ambiente como um todo depende de sua integração de informações multissensoriais, que a pessoa processa de acordo com dois modos de percepção, ambiental e focal (MORIN; DUBÉ; CHEBAT, 2007). Nessa compreensão holística da relação entre sociedade e ambiente, chega-se à conclusão que o homem modifica e é modificado pelo ambiente e por essa razão Milton (2003) enfatiza que as percepções devem ser estudadas dentro do contexto ecológico. A relação sobre a percepção ambiental dos indivíduos e áreas protegidas é algo estudado há muitos anos. Um estudo realizado por Shultis e Kearsley (1989) indicou que a visitação de áreas protegidas na Nova Zelândia é comumente motivada por crenças e atitudes diferentes e que o valor das áreas como lugares que as pessoas podem visitar é contrastado com seu valor como fonte de inspiração e conforto por

nada mais que sua existência. Brody, Peck e Highfield (2004) argumentam que as percepções sobre o ambiente podem determinar julgamentos e tomadas de decisões em relação a temas ambientais.

## **2.7. Indicadores**

O termo indicador é usado com frequência, no entanto ainda não existe uma definição que abranja a amplitude completa do termo (HEINK; KOWARIK, 2010). Os indicadores são chamados de objetos de fronteira, pois, segundo Star e Griesemer (1989), são objetos científicos que habitam vários mundos sociais e satisfazem os requisitos informacionais de cada um deles. Para Heink e Kowarik (2010), os objetos de fronteiras são igualmente úteis aos cientistas e tomadores de decisão e permitem a comunicação entre os campos, mesmo que possuam significados diferentes para cada campo. Indicadores são, então, variáveis capazes de simplificar informações importantes que tornam os fenômenos de interesse perceptíveis, quantificáveis e mensuráveis (RENNINGS; WIGGERIN, 1997). Para Bossel (1999), indicadores devem informar sobre o estado atual do sistema analisado, mas também indicar onde intervir para corrigir um comportamento de acordo com determinados objetivos.

Os indicadores podem ser aplicados em contextos descritivos, avaliativos e prescritivos. Para indicadores descritivos é necessário uma correlação entre um indicador e um indicativo (HEINK; KOWARIK, 2010), podendo cada indicador fornecer informações sobre as condições ou tendências dos indicativos em uma possível dinâmica do sistema (FONTALVO-HERAZO; GLASER; LOBATO-RIBEIRO, 2007). Os indicadores de percepção ambiental são uma medida subjetiva da percepção de uma população sobre uma dada paisagem ou estado do ambiente (BRODY; PECK; HIGHFIELD, 2004). Na psicologia ambiental a classificação das percepções ambientais tem como base indicadores socioeconômicos como idade, gênero, renda, educação e outros (BRODY; HIGHFIELD; ALSTON, 2004). No entanto, a percepção ambiental de um indivíduo não pode ser completamente descrita por esses indicadores. Para criar indicadores de percepção ambiental que melhor traduzam o comportamento da DAP do indivíduo é necessário a descrição de três eventos no processo de reconhecimento do bem ou serviço: quais as variáveis influenciam no processo de percepção, quão profunda é a percepção do indivíduo e, por último, se essas variáveis são capazes de explicar ao menos parte da DAP do indivíduo.

A literatura indica que diversos elementos podem intensificar o processo de percepção de questões ambientais, dentre eles o nível de educação (HUNTER; STRIFE; TWINE, 2010).

Estudos mostraram que pessoas com níveis intermediários e altos de educação têm mais habilidades para detectar e perceber mudança de efeitos adversos em seu próprio ambiente (CRIGHTON et al., 2003). Outro elemento apontado é que populações rurais têm mais capacidade de perceber questões ambientais (BRODY; PECK; HIGHFIELD, 2004). O motivo é apontado por Hunter e outros (2007) pela maior exposição a modificações e impactos ambientais. Conedera e outros (2015) foram além ao estabelecer que a percepção das pessoas em relação ao meio ambiente em contextos rurais é associada a diferentes valores e significados, como vínculos históricos, perigos, produtos florestais ou clima.

Imagens com grande apelo emocional, seja negativo ou positivo, podem moldar pensamentos dos indivíduos influenciando as percepções (FAULKNER et al., 2001; ROGAN et al., 2005; SAI SU, CERVANTERS, 2008). Apesar disso, tais imagens podem ser percebidas de forma singular, ou seja, uma mudança ambiental percebida em parte e não como um todo (PINILLOS, 2016) como, por exemplo, um agricultor que perceberá mudanças ambientais em suas plantações ou terras, mas não em seu entorno, como a poluição sonora em áreas urbanas (RAHMAN, 2003).

Outro fator a ser considerado no processo de criação de indicadores de percepção ambiental para valoração está relacionado à globalização e sua tentativa de uniformizar as percepções das pessoas, o que não é aconselhável, já que cada indivíduo irá processar uma imagem com base em suas crenças e hábitos (HUNTER et al., 2007); algo que poderia ser percebido como ambientalmente negativo por um grupo pode não ser necessariamente para outro.

## REFERÊNCIAS

- ABELL, R.; ALLAN, J. D.; LEHNER, B. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. **Biological Conservation**, v. 134, n. 1, p. 48–63, jan. 2007.
- AGUILAR, B. G. La valoración económico-ecológica y la presente coyuntura socioecológica latinoamericana. In: **Valoración Económica Ecológica y ambiental Análisis de casos en Iberoamérica**. I ed. Heredia: EUNA, 2002. p. 29–71.
- ALBERINI, A. Testing willingness-to-pay models of discrete choice contingent valuation survey data. **Land economics**, v. 71, n. 1, p. 83–95, 1995.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43–51, 2005.
- AMAZONAS, M. DE C. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. **Economia e Sociedade**, v. 18, n. 1, p. 183–212, 2009.
- ANDAM, K. S. et al. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 42, p. 16089–94, out. 2008.
- ANDRADE, C. D. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, v. 11, n. 14, 2012.
- ANDRADE, D. C. **Meio Ambiente, Valoração econômico ecológica: bases conceituais e metodológicas**. I ed. São Paulo: Annablume Editora, 2013.
- ANDRADE, G. S. M.; RHODES, J. R. Protected Areas and Local Communities: an Inevitable Partnership toward Successful Conservation Strategies? **Ecology and Society**, v. 17, n. 4, p. 1–16, 2012.
- ANDREOLI, C. V. et al. **Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba - RMC**. 1. ed. Curitiba: Sanepar, 1999. v. 12
- ANGULO-VALDÉS, J. A.; HATCHER, B. G. A new typology of benefits derived from marine protected areas. **Marine Policy**, v. 34, n. 3, p. 635–644, maio 2010.
- AVISSAR, R.; WERTH, D. Global Hydroclimatological Teleconnections Resulting from Tropical Deforestation. **Journal of Hydrometeorology**, v. 6, p. 134–154, 2005.
- BATCHELOR, C. Improving water use efficiency as part of integrated catchment management. **Agricultural Water Management**, v. 40, n. 2–3, p. 249–263, maio 1999.
- BATEMAN, I. J.; TURNER, R. K. **Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method Baltic Drainage Basin Project View project**. 1. ed. London: CSERGE, 1992.

BATEMAN, I.; TURNER, R. K.; BATEMAN, S. Extending cost benefit analysis of uk highway proposals: Environmental evaluation and equity. **Project Appraisal**, v. 8, n. 4, p. 213–224, 1993.

BENEZ, M. C.; KAUFFER MICHEL, E.; ÁLVAREZ GORDILLO, G. DEL C. Environmental Perceptions of Surface Water Quality in Chiapas's Río Fogótico Micro Watershed. **Frontera norte**, v. 22, n. 43, p. 129–158, 2010.

BENJAMIN, A. H. DE V. E. Constitucionalização do ambiente e ecologização da Constituição brasileira. In: CANOTILHO, J. J. G. (Ed.). **Direito Constitucional Ambiental Brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 77–150.

BISHOP, R. C.; HEBERLEIN, T. A. Measuring values of extramarket goods: Are indirect measures biased? **American journal of agricultural economics**, v. 61, n. 1, p. 926–930, 1979.

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. Manitoba-Canada: IISD International Institute for Sustainable Development, 1999.

BOULDING, K. E. The Concept of Economic Growth. **The American Economic Review**, v. 35, n. 5, p. 851–869, 1945.

BOYLE, K. et al. Valuing public goods: discrete versus continuous contingent-valuation responses. **Land Economics**, v. 72, n. 3, p. 381–396, 1996.

BRADLEY, M.; DALY, A. Use of the logit scaling approach to test for rank-order and fatigue effects in stated preference data. **Transportation**, v. 21, n. 2, p. 167–184, maio 1994.

BRAGA, R.; CARVALHO, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. **Recursos hídricos e planejamento urbano**, v. 6, n. 2, p. 18–35, 2003.

BRASIL. **Lei N. 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Brasília. Diário Oficial da União. Brasil, 1997.

BRASIL. **Lei Nº 9.097, de 19 de Setembro de 1995**. Diário Oficial da União. 1995.

BRASIL. **Portal da Transparência Despesas dos Órgão**. Ministério do Meio Ambiente. 2019.

BRODY, S. D.; HIGHFIELD, W.; ALSTON, L. Does Location Matter? **Environment and Behavior**, v. 36, n. 2, p. 229–250, 26 mar. 2004.

BRODY, S. D.; PECK, B. M.; HIGHFIELD, W. E. Examining localized patterns of air quality perception in Texas: A spatial and statistical analysis. **Risk Analysis**, v. 24, n. 6, p. 1561–1574, dez. 2004.

BROWN, G. Mapping spatial attributes in survey research for natural resource management: Methods and applications. **Society and Natural Resources**, v. 18, n. 1, p. 17–39, jan. 2005.

BROWN, G.; MENDELSON, R.; MENDELSON, R. The Hedonic Travel Cost Method. **The Review of Economics and Statistics**, v. 66, n. 3, p. 427, ago. 1984.

CADAVAL, L. et al. Mata Atlântica brasileira: Os desafios para a conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. In: **Unidades de Conservação Municipais da Mata Atlântica**. São Paulo: [s.n.]. p. 26.

CARLESSO, R.; ZIMMERMANN, L. F. Água no solo: parâmetros para dimensionamento de sistemas de irrigação. **Imprensa Universitária**, v. 30, n. 2, p. 88–98, 2000.

CARSON, R. T. et al. Contingent valuation and revealed preference methodologies: comparing the estimates for quasi-public goods. **Land economics**, v. 20, n. 3, p. 20–45, 1995.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 53–67, 2010.

CAVALCANTI, C. Pensamento socioambiental e a economia ecológica: nova perspectiva para pensar a sociedade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 169–178, 2015.

CHAPE, S. et al. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 443–455, fev. 2005.

CHAUI, M. **Experiencia Do Pensamento Ensaio Sobre a Obra de Merleau Ponty I**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

CIRIACY-WANTRUP, S. V. Capital Returns from Soil-Conservation Practices. **Journal of Farm Economics**, v. 29, n. 4, p. 1181, 1 nov. 1947.

CONEDERA, M. et al. Residents' preferences and use of urban and peri-urban green spaces in a Swiss mountainous region of the Southern Alps. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 14, n. 1, p. 139–147, 2015.

COPASA. **Atlas - Abastecimento Urbano de Água - Itajubá**. Belo Horizonte: 2010.

CORREA, D. C. G. et al. Análise de fluxos econômicos em Minas Gerais no século XVIII. **Revista do Instituto de Ciências Humanas**, v. 12, n. 15, p. 14–39, 2016.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, maio 2014.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, maio 2014.

COSTANZA, R. et al. Modeling Complex Ecological Economic. **BioScience**, v. 43, n. 8, p. 545–555, 1993.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 15 maio 1997.

- COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1–16, dez. 2017.
- COSTANZA, R. Nature: ecosystems without commodifying them. **Nature**, v. 443, n. 7113, p. 749–749, out. 2006.
- COSTANZA, R. Stewardship for a ‘Full’ World. **Current History**, v. 107, p. 30–35, 2008b.
- COSTANZA, R. Stewardship for a ‘full’ world. **Current History**, v. xx, n. 1, p. 30–35, 2008a.
- COSTANZA, R. Visions, Values, Valuation, and the Need for an Ecological Economics. **BioScience**, v. 51, n. 6, p. 459–468, jun. 2001.
- COSTANZA, R.; QUATRINI, S.; ØYSTESE, S. Response to George Monbiot: The valuation of nature and ecosystem services is not privatization. **Responding to Climate Change.**, v. I, n. I, 2012.
- HARRISON, G. W. Valuing Public Goods with the Contingent Valuation Method: A Critique of Kahneman and Knetsch. p. 248–257, 1992.
- HAYES, T. M. Parks, People, and Forest Protection: An Institutional Assessment of the Effectiveness of Protected Areas. **World Development**, v. 34, n. 12, p. 2064–2075, dez. 2006.
- HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 584–593, maio 2010.
- HICKS, J. R. From ‘Value and Capital’. In: **Bond Duration and Immunization**. [s.l.] Routledge, 2019. p. 57–61.
- HINTERHUBER, A. Customer value-based pricing strategies: Why companies resist. **Journal of Business Strategy**, v. 29, n. 4, p. 41–50, 2008.
- HRUDEY, S. E. et al. A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: comparison with other waterborne outbreaks in the developed world. **Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research**, v. 47, n. 3, p. 7–14, 2003.
- HUNTER, L. M.; STRIFE, S.; TWINE, W. Environmental perceptions of rural south african residents: The complex nature of environmental concern. **Society and Natural Resources**, v. 23, n. 6, p. 525–541, jun. 2010.
- HUNTER, L. M.; TWINE, W.; PATTERSON, L. ‘‘Locusts are now our beef’’: Adult mortality and household dietary use of local environmental resources in rural South Africa1. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 35, n. 69\_suppl, p. 165–174, 25 ago. 2007.

ICMBIO. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira**. Brasília: 2018.

INGOLD, T. **The Perception of the Environment**. I ed. London: Taylor & Francis e-Library, 2002a.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE. **Portaria ICMBIO 106, de 23 de Dezembro de 2011**. Diário Oficial da União. 2011.

IPPLAN. **Plano Diretor Municipal Estância Climática de São Bento do Sapucaí**. Produto 3. São José dos Campos. 2015.

ITTELSON, W. H. **An Introduction to environmental psychology**. New York. Holt, Rinehart and Winston, 1974.

IUCN. **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories** (N. Dudley, Ed.). Gland, Switzerland: 2008.

JOPPA, L. N.; LOARIE, S. R.; PIMM, S. L. On the protection of “protected áreas”. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 18, p. 6673–8, maio 2008.

JOPPA, L. N.; PFAFF, A. Global protected area impacts. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 278, n. 1712, p. 1633–1638, jun. 2011.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. New York, NY: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

KAHNEMAN, D.; KNETSCH, J. L. Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 22, n. 1, p. 57–70, 1992.

LAURANCE, W. F. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature**, v. 489, n. 7415, p. 290–294, set. 2012.

LIMA, W. DE P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais** SÃO PAULO EDUSP/FAPESP. 2014. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/mataciliar.asp>>. Acesso em: 3 jan. 2020

LOOMIS, J. B. Comparative reliability of the dichotomous choice and open-ended contingent valuation techniques. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 18, n. 1, p. 78–85, 1990.

LUISETTI, T.; JACKSON, E. L.; TURNER, R. K. Valuing the European ‘coastal blue carbon’ storage benefit. **Marine Pollution Bulletin**, v. 71, n. 1–2, p. 101–106, jun. 2013.

MAEKAWA, M. et al. Mountain gorilla tourism generating wealth and peace in post-conflict Rwanda. **Natural Resources Forum**, v. 37, n. 2, p. 127–137, maio 2013.

MAIDMENT, D. R. Handbook of hydrology. **Choice Reviews Online**, v. 31, n. 02, p. 31-0949-31–0949, 1993.

MARTINEZ-ALIER, J.; MUNDA, G.; O'NEILL, J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. **Ecological Economics**, v. 26, n. 3, p. 277–286, 1998.

MARTINEZ-HARMS, M. J. et al. Inequality in access to cultural ecosystem services from protected areas in the Chilean biodiversity hotspot. **Science of the Total Environment**, v. 636, p. 1128–1138, set. 2018.

MATOS, A.; RIBEIRO, I.; CABO, P. **ANÁLISE CRÍTICA DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÓMICA DOS BENS E RECURSOS AMBIENTAIS**. (M. and Z. Mazzanti, Ed.) VII Colóquio Ibérico de Estudios Rurales. **Anais...Cáceres**, Spain: 2010

MCCOMB, G. et al. International valuation databases: Overview, methods and operational issues. **Ecological Economics**, v. 60, n. 2, p. 461–472, 1 dez. 2006.

MEDEIROS, R. et al. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**. Brasília: 2011.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente e Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 41–64, 2006.

MENDELSON, R.; OLMSTEAD, S. The Economic Valuation of Environmental Amenities and Disamenities: Methods and Applications. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, n. 1, p. 325–347, 15 nov. 2009.

MILARÉ, É. Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário. **Revista dos Tribunais**, v. 1, p. 67–73, 2009.

MILTON, K. **Loving nature: Towards an ecology of emotion**. London. Routledge Taylor & Francis Group, 2003.

MITCHELL, R.; CARSON, R. **Using surveys to value public goods: the contingent valuation method**. IV ed. New York: Futute, 2005.

MONI SILVA, A. P. **ELABORAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ, UTILIZANDO SIG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2006.

MORAES, D. S. DE L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370–374, jun. 2002.

MORIN, S.; DUBÉ, L.; CHEBAT, J. C. The role of pleasant music in servicescapes: A test of the dual model of environmental perception. **Journal of Retailing**, v. 83, n. 1, p. 115–130, 2007.

MOTTA, R. S. DA. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. **Ipea**, p. 254, 1997.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. [s.l.] Editora UnB, 2007.

NAUGHTON-TREVES, L.; HOLLAND, M. B.; BRANDON, K. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 30, n. 1, p. 219–252, nov. 2005.

NCNEELY, J. A. Conservation Practice at the Landscape Scale. **Conservation Practice at the Landscape Scale**, v. 22, n. 1, p. 61–74, 2005.

NEILL, H. et al. Hypothetical surveys and real economic commitments. **Land economics**, 1994.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. DE; ARRUDA, F. S. T. DE. VALORAÇÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE: CIÊNCIA OU EMPIRICISMO? 1. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 2, p. 81–115, 2000.

NORTON, B.; COSTANZA, R.; BISHOP, R. C. The evolution of preferences why ‘sovereign’ preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. In: **Sustainability**. [s.l.: s.n.]. v. 24p. 321–339.

NRDC, N. R. D. C. **What’s On Tap?: Grading Drinking Water in U.S. Cities** | NRDC. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/resources/whats-tap-grading-drinking-water-us-cities>>. Acesso em: 2 jan. 2020.

OECD. **OECD Environmental outlook to 2050: The Consequences of Inaction**, Key Findings on Water. 2012. 6 p. Disponível em: <<https://www.oecd.org/env/indicatorsmodelling-outlooks/49844953.pdf>> Acesso em: 27 maio 2018.

OHNO, R. A Hypothetical Model of Environmental Perception. In: **Theoretical Perspectives in Environment-Behavior Research**. [s.l.] Springer US, 2000. p. 149–156.

PALMER, M.; RICHARDS, K. Enhancing water security for the benefits of humans and nature — the role of governance. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 6, p. 676–684, dez. 2013.

PATINKIN, D. The Indeterminacy of Absolute Prices in Classical Economic Theory. **Econometrica**, v. 17, n. 1, p. 1, jan. 1949.

PEREIRA, L. M.; ALMEIDA, M. G. PAISAGENS CONSTRUÍDAS, MINERAÇÃO E TURISMO CONFORME A PERCEPÇÃO DOS MORADORES EM MINAÇU- GO | CULTURA - Revista de Cultura e Turismo. **Revista de Cultura e Turismo**, v. 3, n. 1, p. 1–23, 2009.

PHILLIPS, A. The history of the international system of protected area management categories. **Parks**, v. 14, n. 3, p. 4–14, 2004.

PIMM, S. L. et al. **Can We Defy Nature’s End?** New York. 2001.

PINHEIRO, M. V. **Avaliação Técnica e Histórica das Enchentes em Itajubá-MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2005

PINILLOS, S. D. S. **Study of the Environmental Perceptions in three different communities along the River Taff, South Wales, United Kingdom.** [s.l.] University of South Wales, 2016.

PNUD. **Informe sobre desarrollo humano.** 2000.

POSADA, C. E. Causas Del Desarrollo Y Mecánica Del Crecimiento (Causes of Development and Mechanics of Economic Growth). **SSRN Electronic Journal**, out. 2004.

POSTEL, S. L.; THOMPSON, B. H. Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services. **Natural Resources Forum**, v. 29, n. 2, p. 98–108, maio 2005.

PREFEITURA DE ITAJUBÁ. **Lei Municipal Nº 1.211, de 05 de Junho de 1979.** Diário do Executivo de Itajubá. 1979.

PREZIA, B. **Terra a vista - Descobrimento ou Invasão.** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2002.

PRIMACK, R. B. et al. **Fundamentos de conservación biológica : perspectivas latinoamericanas.** [s.l.] Fondo de Cultura Económica, 2001.

RAHMAN, S. Environmental impacts of modern agricultural technology diffusion in Bangladesh: An analysis of farmers' perceptions and their determinants. **Journal of Environmental Management**, v. 68, n. 2, p. 183–191, 1 jun. 2003.

RAMALHO BARROS, J. A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS QUILOMBOLAS KALUNGA DO ENGENHO E DO VÃO DE ALMAS ACERCA DO CLIMA E DO USO DA ÁGUA. **Ateliê Geográfico**, v. 6, n. 4, p. 216–236, 2013.

READY, R.; BUZBY, J.; HU, D. Differences between continuous and discrete contingent value estimates. **Land economics**, v. 72, n. 1, p. 397–411, 1996.

REDCLIFFE, M.; WOODGATE, G. **Sustainability and Social Construction.** I ed. Cheltenham - UK: MDPI AG, 1997.

REDFORD, K.; PAINTER, M. Natural alliances between conservationists and indigenous peoples. 2006.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v. 19, p. 612–618, 2005.

SAN JOSÉ, C. R. **Valoración Económica Ecológica y Ambiental: Análisis de casos** SERRICCHIO, C.; CALAES, V. **O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul—Um relato da prática.** Rio de Janeiro. Caixa Econômica Federal. 2003.

SETESB. **ATLAS - Abastecimento Urbano de Água - Campos do Jordão.** São Paulo: Engecorps, Cobrape. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=6742>>. Acesso em: 3 dez. 2018

SHULTIS, J. D.; KEARSLEY, G. W. **Environmental perception in protected areas.**, 1989.

SINGER, E.; SEKIGUCHI, C. Valoração de danos e a contabilidade ambiental nas empresas. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo, ano IV - edição 21, nº21, set/out, 1999.

SIRIWARDENA, L.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. The impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River, Central Queensland, Australia. **Journal of Hydrology**, v. 326, n. 1–4, p. 199–214, jul. 2006.

SMITH, K. The Difficulty of the Yijing. **Chinese Literature: Essays, Articles, Reviews (CLEAR)**, v. 15, p. 1, dez. 1993.

SOARES-FILHO, B. et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 24, p. 10821–10826, 2010.

STAR, S. L.; GRIESEMER, J. R. Institutional Ecology, ‘Translations’ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. **Social Studies of Science**, v. 19, n. 3, p. 387–420, 29 ago. 1989.

STOLTON, S. et al. **Values and Benefits of Protected Areas Supporting: Protected area governance and management.** ANU Press, 2015.

SVEVO, C.; NEDOPETALSKI, S. **O Toriba na Cultura de Campos do Jordão.** i ed. São Paulo: Matavídeos, 2007.

SZIKSZAY, M.; TEISSEDRE, J.-M. Fontes de Campos do Jordão. **Boletim IG**, v. 10, n. 0, p. 01–10, dez. 1979.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6. ed. São Paulo: Artmed, 2017.

TEH, L.; CABANBAN, A. S. Planning for sustainable tourism in southern Pulau Banggi: An assessment of biophysical conditions and their implications for future tourism development. **Journal of Environmental Management**, v. 85, n. 4, p. 999–1008, dez. 2007.

TIMMER, D. K.; DE LOË, R. C.; KREUTZWISER, R. D. Source water protection in the Annapolis Valley, Nova Scotia: Lessons for building local capacity. **Land Use Policy**, v. 24, n. 1, p. 187–198, jan. 2007.

TUAN, Y.-F. **Topofilia: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.** I ed. New York: Columbia University, 1980.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 1. ed. São Carlos: RiMa, 2009.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos no Futuro: Problemas e Soluções. **estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67–75, 2010.

TURNER, R. K. et al. Valuing nature: lessons learned and future research directions. **Ecological Economics**, v. 46, n. 3, p. 493–510, 1 out. 2003.

UNEP-WCMC. **Protected Area Profile for Asia e Pacífico from the World Database of Protected Areas**, 2019.

valuation of nature and ecosystem services is not privatization. **Responding to Climate Change.**, v. I, n. I, 2012.

valuation of nature and ecosystem services is not privatization. **Responding to Climate Change.**, v. I, n. I, 2012.

VAN DEN BERGH, J. C. J. M. The microfoundations of macroeconomics: an evolutionary perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 27, n. 1, p. 65–84, 1 jan. 2003.

VAN DEN BERGH, J.; GOWDY, J. Evolutionary Theories in Environmental and Resource Economics: Approaches and Applications. **Environmental & Resource Economics**, v. 17, n. 1, p. 37–57, 2000.

VENKATACHALAM, L. The contingent valuation method: a review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, n. 1, p. 89–124, 1 jan. 2004.

WALSH, R.; LOOMIS, J.; GILLMAN, R. Valuing Option, Existence, and Bequest Demands for Wilderness. **Land economics**, p. 14–29, 1984.

WALSH, V. Freedom, Values and Sen: Towards a Morally Enriched Classical Economic Theory. **Review of Political Economy**, v. 20, n. 2, p. 199–232, abr. 2008.

WATSON, J. E. M. et al. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67–73, nov. 2014.

WATSON, R. T.; ZAKRI, A. H. **Ecosystems and Human Well-being**. London. 2003. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>>. Acesso

WENCESLAU BRAZ. **Secretária de Cultura e Turismo-História do Município de Wenceslau Braz. 2010.**

XAVIER, C. DA F. **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DE CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS DE DOIS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA-PARANÁ**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2005

ZHOU, Y. et al. Balancing the benefits of ecotourism and development: The effects of visitor trail-use on mammals in a Protected Area in rapidly developing China. **Biological Conservation**, v. 165, p. 18–24, set. 2013.

## **CAPITULO 2 ESTIMATIVA DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO HIDROLÓGICO**

### **RESUMO**

A bacia do Alto do Sapucaí, está inserida em uma região de relevo íngreme e vales, o que a torna sensível ao serviço de regulação do fluxo hidrológico. Os efeitos negativos e positivos, que o serviço de regulação do fluxo hidrológico na região, podem ser mensurados com a utilização de modelagem hidrológica, ajustados para as características singulares da bacia, buscando assim obter resultados confiáveis. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal mensurar como as Unidades de Conservação presentes na área de estudo influenciam no serviço de regulação do fluxo hidrológico. Para que isso seja possível, é necessário o aprimoramento da integração entre os modelos hidrológicos e atmosféricos. O modelo hidrológico MGB-IPH foi ajustado à bacia do Alto do Sapucaí. A calibração foi feita entre 01/01/1962 a 31/12/2017 e, de maneira geral, o resultado foi considerado satisfatório, o que mostra a eficácia do modelo quanto as variações temporais ocorridas no passado. Esta etapa foi verificada através da comparação entre os dados vazão observadas com as vazões calculadas pelo modelo. O modelo apresentou dificuldade no ajuste de bacias com menores áreas de drenagem, o que era esperado, visto que o modelo é voltado para grandes bacias, além disso, também encontrou dificuldade de representar os picos de vazão. Com base nos indicadores de alterações hidrológicas podemos concluir que a existência de uma Pressão para Desfazer ou Diminuir de Tamanho ou Status de Proteção (PADDD – sigla em inglês) na bacia do Alto do Sapucaí afetaria negativamente o processo de regulação do fluxo hidrológico das vazões superficiais.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação. Regulação do Fluxo Hidrológico. Modelagem Hidrológica. Alto do Sapucaí.

## ABSTRACT

The Alto do Sapucaí basin is located in a region of valleys and steep reliefs, which makes it sensitive to the hydrologic flow regulation service. The down and upside effects, which the hydrologic flow regulation service in the region, may be measured using hydrological modelling, adjusted for the basin unique characteristics, pursuing then reliable results. This way, the present work has its main goal as to measure how much the Protected Areas in this study area influence in the service of hydrologic flow regulation. In order to enable this study, it is required the integration enhancement between the hydrologic and atmospheric models. The MGB-IPH hydrologic model was fitted to the Alto do Sapucaí basin. The calibration was made within the range of 01/01/1962 and 12/31/2017 and, in general, the result was considered satisfactory, which shows the model effectiveness as the time variations occurred in the past. This step was verified through the comparison between the observed flow rate and the model flow rate. The model presented difficulty in adjusting basins with smaller drainage areas, which was expected, since the model is aimed at large basins, in addition, it also found it difficult to represent peak flows. Based on hydrological variation indicators, we can conclude that the existence of a Protected Area Downgrading, Downsizing, and Degazettement (PADDD) in the Alto do Sapucaí basin would negatively affect the process of regulating the hydrological flow of surface flows.

**Key-words:** Protected Areas. Regulating the Hydrological Flow. Hydrological Modelling. Alto do Sapucaí.

## 1. INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas são vistas como unidades de gestão e planejamento (BRASIL, 1997), sendo um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água (BARRELLA et al., 2000). Elas também são consideradas como sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem por meio de deflúvio, com variáveis interdependentes que oscilam em torno de um padrão (TEODORO et al., 2007).

A bacia do Alto do Sapucaí, teve sua ocupação intensificada após a Guerra dos Emboadas (1710), quando garimpeiros chegaram em busca de ouro (PARANHOS, 2016). Com o tempo a escassez do ouro, leva ao crescimento da atividade mercantil no séc. XVIII e XIX (PASCOAL, 2007).

Atualmente a Bacia do Alto do Sapucaí composta por 6 (seis) municípios: Delfim Moreira, Itajubá, Piranguçu e Wenceslau Braz no Estado de Minas Gerais e Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí no Estado de São Paulo. O processo de ocupação da Bacia do Alto do Sapucaí, reflete a dinâmica de desenvolvimento econômico e social do Sul de Minas Gerais. Possuindo como principais atividades econômicas: a pecuária leiteira e cafeicultura no setor primário; a metalurgia, mineração, agroindústria, eletroeletrônicos, autopeças, bebidas e têxtil no setor secundário; e turismo e educação no setor terciário (FIEMG, 2009).

Devido a todo esse desenvolvimento, o grau de urbanização da bacia em 2010 era de 76,1% (IGAM, 2011), no município de Campos do Jordão, por exemplo, 99,5% da população em 2010, residia na área urbana com uma densidade populacional de 152,4 hab.km<sup>-2</sup>. A alta densidade não é exclusividade de Campos do Jordão, o território sul mineiro também possui essa característica. Em termos climáticos, uma avaliação dos eventos extremos de precipitação sobre a região de Itajubá, indicou que aproximadamente 47% estão associados a Sistemas Frontais, seguido de 19% a Zona de Convergência do Atlântico Sul e 14% ao Vórtice Ciclônico de Alto Nível (CAMPOS et al., 2011).

Tal predominância dos Sistemas Frontais de precipitação, ocasiona características peculiares a bacia, pois há uma maior ocorrência de chuvas que atingem simultaneamente as cabeceiras do rio Sapucaí e seus principais afluentes (PINHEIRO; BARBOSA, 2005). Já um estudo sobre precipitação para Campos do Jordão, indicam um aumento dos dias chuvosos e de chuvas mais intensas na série temporal de 1986 a 2011 (ZANDONADI et al., 2014).

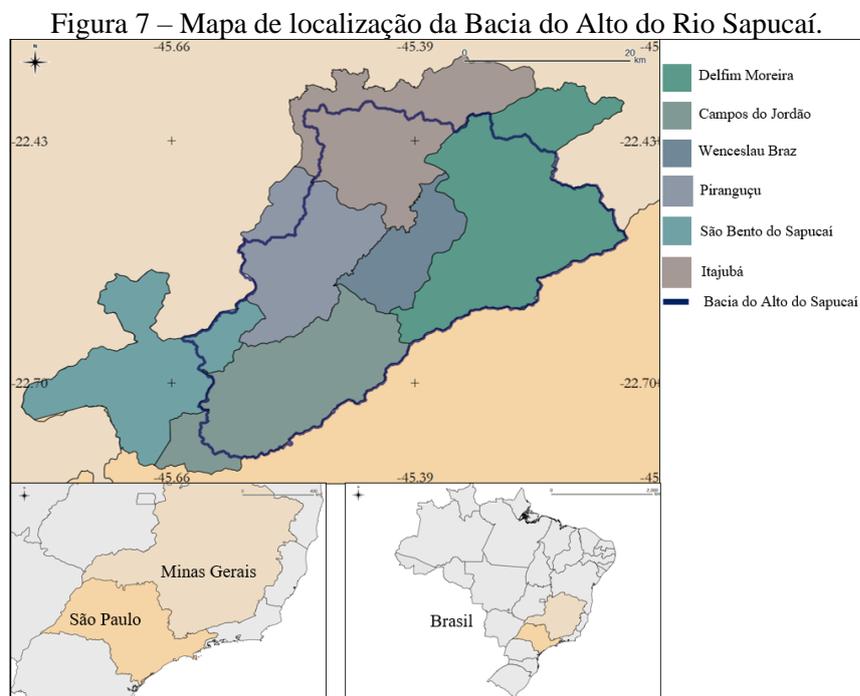
Os eventos extremos de precipitação ou estiagem tornam mais evidente os impactos da antropização nas bacias hidrográficas (ANDRADE; MELLO; BESKOW, 2013) (PISSARA et

al., 2008), em destaque nos impactos na vazão máxima de escoamento (CARVALHO et al., 2014) e na vazão mínima (ALMEIDA; SILVA; RODRIGUES, 2013). Portanto é imprescindível o estudo de quando da modificação do uso e ocupação do solo e a alteração dos sistemas de proteção de coberturas naturais pode afetar o serviço de regulação do fluxo hidrológico, causando impactos a sociedade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo está contida na bacia do Rio Sapucaí, que por sua vez integra a bacia do Rio Grande. A bacia do Rio Sapucaí nasce a mais de 1750 metros de altitude em Campos do Jordão, SP, e adentra no território mineiro até desaguar no Lago de Furnas (IGAM, 2010). O curso do rio inicia-se com o nome de Ribeirão Capivari, após receber o afluente Córrego das Perdizes sua denominação passa a ser Rio Sapucaí-Guaçu, tornando-se Rio Sapucaí apenas a 5 km da divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. A bacia apresenta duas divisões, ambas denominadas como alto, médio e baixo Sapucaí. A primeira divisão é baseada em características topográficas e a segunda em zonas administrativas. A divisão adotada nesse estudo está baseada em características topográficas, sendo o limiar mínimo da bacia do Alto do Sapucaí de 900 metros de altitude e o máximo de 1750 metros, totalizando uma área de aproximadamente 1.064 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 12% da área de drenagem total da Bacia do Rio Sapucaí.



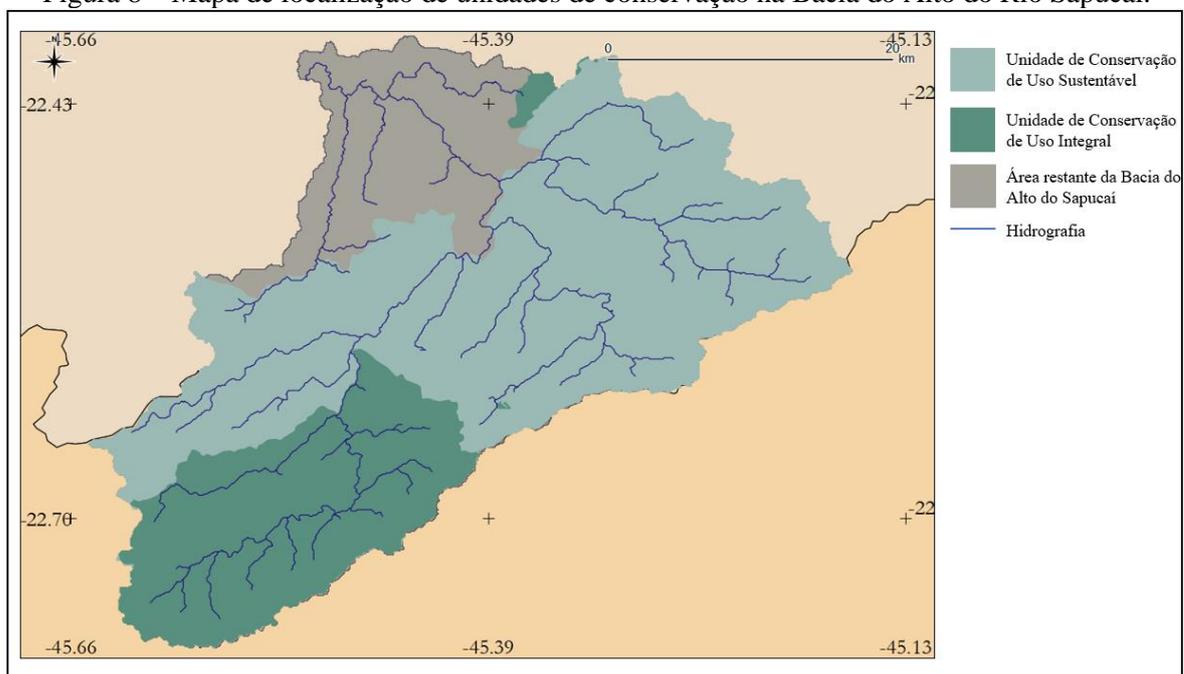
Fonte: Do autor.

A bacia do Alto do Sapucaí abrange os municípios de Delfim Moreira, Wenceslau Braz, Piranguçu e Itajubá no Estado de Minas Gerais e Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí no Estado de São Paulo, como pode ser visto na Figura 7. A área de estudo

caracteriza-se por sofrer com eventos extremos de precipitação (REBOITA et al., 2017) e por possuir amplo histórico de cheias que atingem os municípios, sendo a primeira grande cheia registrada em 1874 (BARBOSA; VIEIRA DE SOUZA OLIVEIRA; MANDELO OLIVIERA, 2015).

O clima do Alto do Sapucaí sofre grande influência da orografia da Serra da Mantiqueira, como por exemplo em Campos do Jordão, onde a temperatura média anual é de 13,4°C (Cwb) (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007) e o total médio anual de precipitação é superior a 1500 mm. A estação climatológica de Itajubá é regularmente utilizada como representante da porção alta da Bacia. Segundo Carvalho e colaboradores (2005) a bacia é composta por dois domínios, o Cerrado e a Mata Atlântica. Porém o Alto do Sapucaí é composto apenas por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, incluindo ecótonos dessas fitofisionomias. Dos remanescentes de vegetação nativa, uma grande porção encontra-se protegida em UC, tanto de proteção integral como de uso sustentável.

Figura 8 – Mapa de localização de unidades de conservação na Bacia do Alto do Rio Sapucaí.



Fonte: Do autor.

A bacia do Alto do Sapucaí possui ampla rede de UC, como pode ser observado na Figura 8. Algumas das UC se sobrepõem, diferenciando-se apenas pelo nível de gerenciamento ou tipo de proteção. No total o Alto do Sapucaí possui 7 UC de Proteção Integral e 3 UC de Uso Sustentável, totalizando 10 UC (Tabela 4) e uma área de 870 km<sup>2</sup>

(82,8% da bacia do Alto do Sapucaí). A área apresenta-se propícia ao estudo proposto por apresentar diferentes UC com diferentes finalidades de proteção.

## **2.2 Estimativa do serviço de regulação hidrológica**

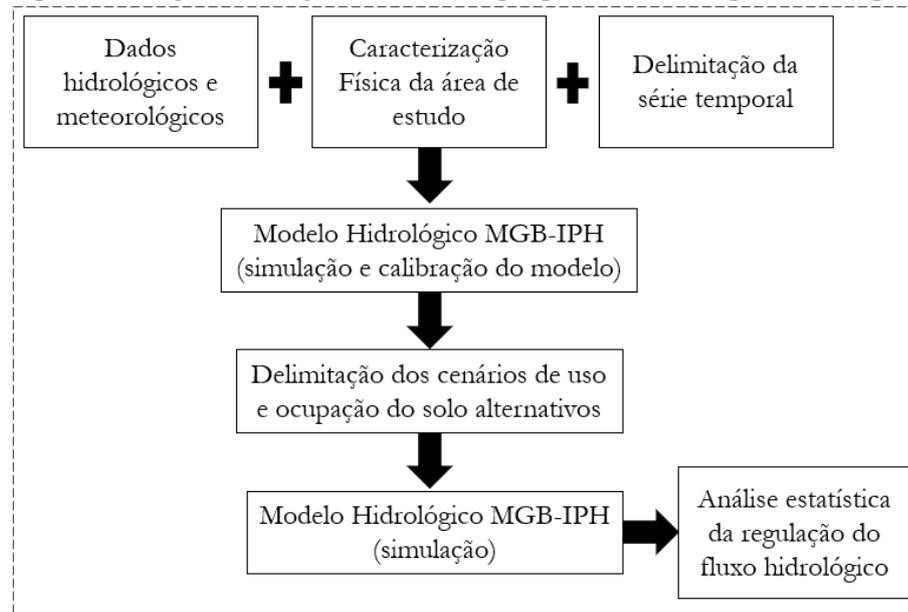
A metodologia proposta neste estudo é a utilização de uma modelagem hidrológica através do Modelo de Grandes Bacias do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (MGB-IPH) em diferentes cenários de uso e ocupação do solo, buscando identificar como a presença de UC ou sua ausência atua sobre a regulação do fluxo hidrológico e demais processos. Tal resultado é primordial para o processo de valoração, pois garante maior confiabilidade e qualidade na declaração da DAP por meio dos respondentes. O modelo hidrológico descreve as características físicas da bacia hidrográfica, tais como topografia, vegetação e sistema de drenagem.

O MGB-IPH, é um modelo de base física do tipo distribuído (COLLISCHONN, 2001). Com ele são geradas as previsões de vazão média diária para uma série temporal. O MGB-IPH necessita de diversos dados de entrada tais como: imagens de satélite, mapas de pedologia, mapas de uso e ocupação, modelo numérico do terreno e séries históricas de precipitação, vazão, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica e radiação solar. A modelagem e manipulação dos dados ocorrem dentro de um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). Utilizou-se os softwares ArcGIS® 10.1 e QGIS 2.18.28 para a modelagem dos dados de precipitação, vazão e variáveis climáticas, além do uso do MGB-IPH dentro do ambiente do QGIS 2.18.28.

Buscando favorecer a compreensão da metodologia aplicada neste estudo foi elaborado um esquema de ação (Figura 9) com o resumo do método proposto. É possível observar que os dados hidrológicos e a caracterização física da área de estudo para um dado intervalo de tempo serviram como dado de entrada para o modelo hidrológico, possibilitando a simulação e calibração dos parâmetros calibráveis. Com a calibração finalizada, foram criados os cenários alternativos de uso e ocupação e procedido uma nova simulação, que obteve como resultado novas séries de vazões para cada cenário proposto que posteriormente foi utilizado para avaliar o fornecimento do serviço de regulação do fluxo hidrológico.

Por último, foram feitas análises estatísticas (item 2.2.2) para verificar a capacidade de regulação do fluxo hidrológico das UC, analisando as vazões médias, máximas, mínimas, curvas de permanência e alterações de duração e magnitude dos extremos anuais.

Figura 9 – Esquema de ação da metodologia geral da modelagem hidrológica.



Fonte: Do autor.

### 2.2.1 Dados hidrológicos e meteorológicos

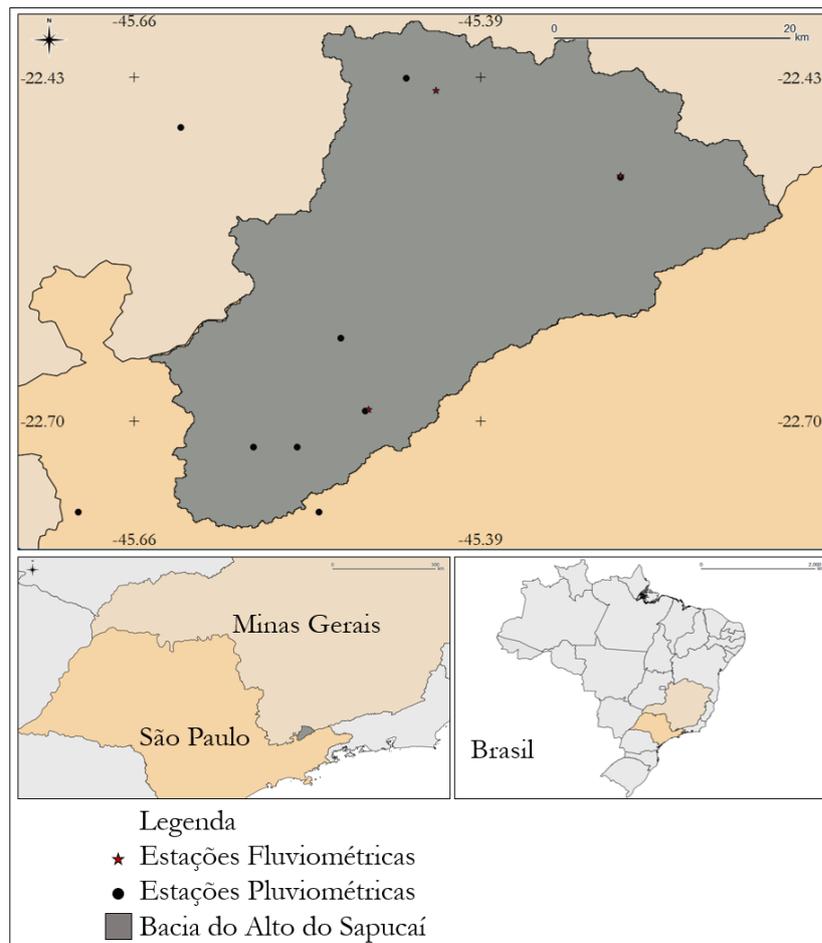
Para a aplicação o MGB-IPH foram necessários dados de vazão, precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica e radiação solar.

#### 2.2.1.1 Série de Vazão

Foram utilizados os dados de vazão observada em postos fluviométricos, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2019) por meio do portal *HidroWeb*. Esses dados foram utilizados para a calibração do modelo hidrológico. Para a seleção dos postos fluviométricos foram utilizados quatro critérios: estações que possuíam dados a partir de 1960, estavam no interior da bacia do Alto do Sapucaí, apenas uma estação por minibacia<sup>3</sup> (escolhida a com melhor série temporal) e período de dados idêntico à série temporal de precipitação. Cada trecho da drenagem gerado pelo ArcHydro Segmentation possui uma área contribuinte própria na qual a água precipitada é drenada para aquele segmento, a estas áreas menores damos o nome de minibacias.

Figura 10 – Localização da área de estudo, das estações fluviométricas e pluviométricas.

<sup>3</sup> As minibacias foram criadas por meio da segmentação das linhas de drenagem da área de estudo, e são denominadas assim, pois são a menor área de contribuição do modelo hidrológico, ver Figura 43.



Fonte: Do autor.

Inicialmente, foram encontradas 21 estações fluviométricas pertencentes à bacia do Alto do Sapucaí. Após aplicação dos demais critérios, selecionaram-se 3 estações (Figura 10) com uma série temporal de 01/01/1962 até 31/12/2017 em conjunto (Tabela 7).

Tabela 7 – Estações Fluviométricas escolhidas.

<b>Código</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Período de dados</b>
<b>61250100</b>	-22,6881	-45,4789	08/08/80 a 31/12/17
<b>61267000</b>	-22,5083	-45,2870	01/01/62 a 31/12/06
<b>61271000</b>	-22,4428	-45,4272	09/10/74 a 31/12/14

Fonte: Do autor.

### 2.2.1.2 Série de precipitação e variáveis meteorológicas

A escolha das estações pluviométricas foi baseada em quatro critérios: estações que possuíam dados a partir de 1960, que estavam no interior ou nas proximidades da bacia do Alto do Sapucaí, apenas uma estação por minibacia e a escolha de um período de dados em

que não haja nenhum ano em que não exista ao menos uma estação com dados completos de chuva.

A busca inicial, no Portal *HidroWeb* – ANA, resultou em 14 estações pluviométricas. Após a aplicação dos demais critérios selecionaram-se 10 estações (Figura 10 e Tabela 8). Gerou-se, então, um arquivo de série temporal de 01/01/1962 até 31/12/2017 de precipitação interpolada, através da interpolação dos dados de precipitação dos postos pluviométricos para a posição dos centroides das minibacias.

Tabela 8 – Estações pluviométricas escolhidas.

Código	Latitude	Longitude	Período de Dados
2245010	-22,6889	-45,4814	01/01/1962 a 31/12/2017
2245018	-22,71667	-45,5667	01/01/1962 a 31/12/2017
2245022	-22,71667	-45,5333	01/01/1962 a 21/11/1997
2245028	-22,76667	-45,5167	01/01/1962 a 31/10/2009
2245029	-22,76667	-45,7	01/01/1962 a 31/11/2014
2245163	-22,63333	-45,5	01/09/1971 a 31/10/1998
2245064	-22,50972	-45,2867	01/01/1962 a 31/12/2017
2245070	-22,47139	-45,6219	01/01/1962 a 31/12/2017
2245073	-22,43333	-45,45	01/01/1962 a 31/12/1969
2245083	-22,37556	-45,447	16/01/1966 a 31/10/2017

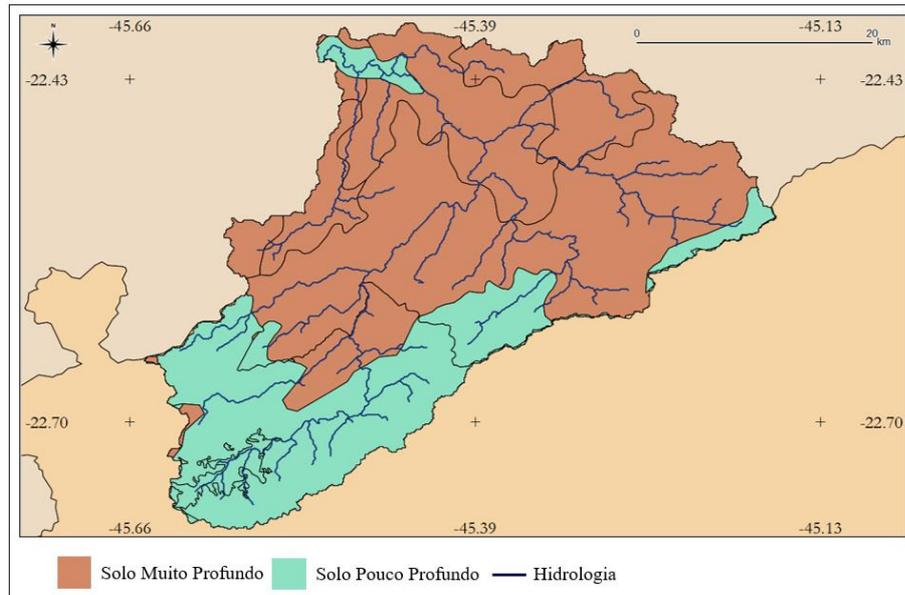
Fonte: Do autor.

Devido à indisponibilidade de dados climatológicos locais suficientes, foram utilizados os dados do *Climatc Research Unit* que apresentam uma resolução global de 10 minutos. Utilizaram-se os seguintes arquivos: elevação, umidade relativa, radiação, temperatura média e velocidade do vento a 10 metros. Foi realizado o mesmo procedimento de interpolação para os centroides das minibacias e a delimitação da série temporal de 01/01/62 até 31/12/17.

### 2.2.1.3 Classificação dos tipos de solo e de uso e ocupação da Bacia do Alto do Sapucaí

O *shapefile* de pedologia da área foi feito através da junção dos *shapefile* estaduais de Minas Gerais (AMARAL et al., 2004) e São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL, 2017). Posteriormente, foi realizada uma reclassificação do solo de acordo com o potencial de geração de escoamento superficial e características hidrológicas semelhantes, seguindo a metodologia de Genovez, Sartori e Neto (2005), Figura 11.

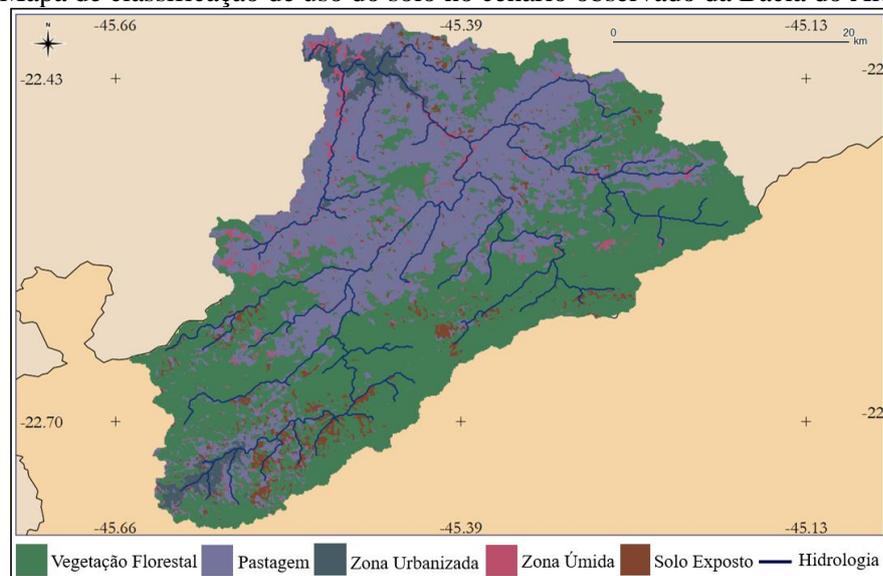
Figura 11 – Mapa de classificação do tipo de solo da Bacia do Alto do Sapucaí.



Fonte: Do autor.

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado através da classificação multiespectral, optando pelo método de classificação supervisionada, realizada no software Arcgis® 10.1. Para a classificação utilizou-se uma imagem de satélite Landsat 8, de resolução 30 metros, na órbita/ponto 219/074 com a data 14 de outubro de 2017, obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017). A escolha da imagem foi considerando a série temporal escolhida e a inexistência de nuvem sobre a área de estudo (Figura 12). Após esse procedimento a bacia foi dividida em 6 sub-bacias (Figura 43, Anexo), para uma melhor calibração.

Figura 12 – Mapa de classificação de uso do solo no cenário observado da Bacia do Alto do Sapucaí.



Fonte: Do autor.

### 2.2.2 Calibração e avaliação do modelo hidrológico

A calibração do MGB-IPH consiste em alterar os parâmetros calibráveis, que são exclusivamente relacionados ao solo, sendo eles: armazenamento de água, armazenamento do solo limite para a mudança de resistência superficial, armazenamento do solo no ponto de murcha permanente, drenagem subsuperficial, drenagem subterrânea, parâmetro de forma da curva de saturação e parâmetro de fluxo ascendente. Primeiro, adotaram-se valores comuns na literatura e depois iniciou-se uma calibragem manual através da alteração desses parâmetros. Após a calibração manual, foi realizada a calibração automática multiobjetivo, baseada na técnica de algoritmos genéticos, descrita por Collischonn (2001).

Ao fim do processo de calibração, foi avaliada a qualidade do ajuste para as vazões diárias e mensais, com os seguintes coeficientes: coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS), coeficiente de Nash-Sutcliffe dos logaritmos (NS log), erro relativo de volume ( $\Delta V$ ), coeficiente de correlação (R), erro médio absoluto (EMA), a raiz do erro médio quadrático (REMQ) e eficiência volumétrica (EV), equações 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente.

Os coeficientes de NS e NS log avaliam, respectivamente, os picos de cheias e estiagem. Os coeficientes NS e NS log podem assumir valores no intervalo de  $(-\infty, 1]$ , sendo que a previsão é considerada perfeita quando o coeficiente é igual a 1, porém valores superiores à 0,5 são considerados aceitáveis.

$$NS = 1 - \frac{\sum(Q_{obs}(t) - Q_{cal}(t))^2}{\sum(Q_{obs}(t) - \overline{Q_{obs}})^2} \quad (1)$$

$$NS \log = 1 - \frac{\sum(\log(Q_{obs}(t)) - \log(Q_{cal}(t)))^2}{\sum(\log(Q_{obs}(t)) - \log(\overline{Q_{obs}}))^2} \quad (2)$$

$$\Delta V = \frac{\sum(Q_{cal}(t) - Q_{obs}(t))}{\sum(Q_{obs}(t))} \quad (3)$$

$$R = \frac{\sum[(Q_{obs}(t) - \overline{Q_{obs}}) * (Q_{cal}(t) - \overline{Q_{cal}})]}{\sqrt{\sum(Q_{obs}(t) - \overline{Q_{obs}})^2} * \sqrt{\sum(Q_{cal}(t) - \overline{Q_{cal}})^2}} \quad (4)$$

$$EMA = \frac{1}{n} * \sum |Q_{cal}(t) - Q_{obs}(t)| \quad (5)$$

$$REMQ = \sqrt{\frac{\sum(Q_{obs}(t) - Q_{cal}(t))^2}{n}} \quad (6)$$

$$EV = 1 - \frac{\sum |Q_{cal}(t) - Q_{obs}(t)|}{\sum(Q_{obs}(t))} \quad (7)$$

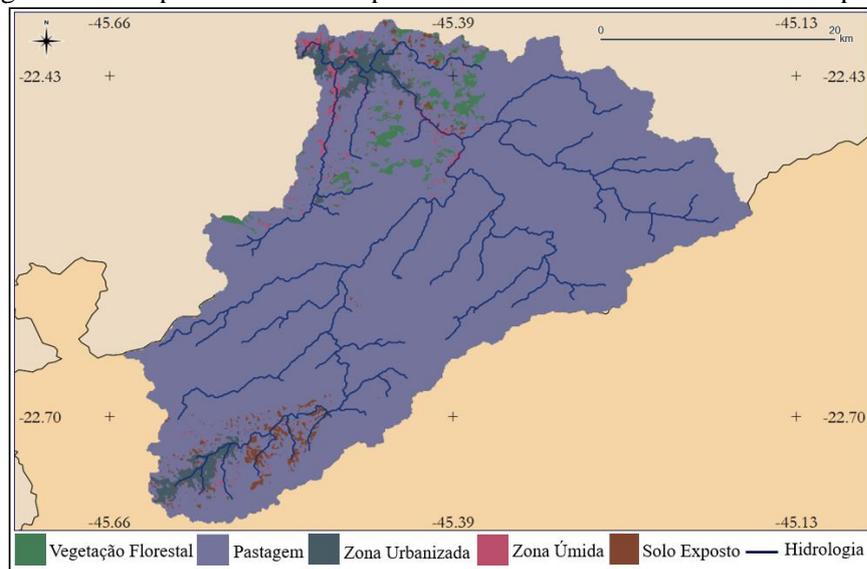
Onde: t indica o intervalo de tempo; n é o número de intervalos de tempo;  $Q_{cal}$  é a vazão calculada no posto;  $Q_{obs}$  é a vazão observada;  $\overline{Q_{obs}}$  é a média das vazões observadas; e  $\Delta V$  é o erro relativo adimensional deste volume. Como o objetivo da calibração é a previsão

de vazões de cheia e seca, ambos os coeficientes precisaram ser considerados. Analisou-se também o diagrama de dispersão das vazões médias mensais, que permite analisar o grau de associação entre as duas variáveis (NAGHETTINI; PINTO, 2007). Analisou-se, ainda, a curva de permanência, a  $Q_{95}$ ,  $Q_5$  e  $Q_{7,10}$ , além dos indicadores de alterações hidrológicas de duração e magnitude de eventos extremos conforme proposto por Rocha (2010).

### 2.2.3 Delimitação de cenários alternativos de uso e ocupação do solo

A composição do cenário 1, um cenário alternativo de uso e ocupação do solo foi embasada na Pressão para Desfazer ou Diminuir de Tamanho ou Status de Proteção (PADDD – sigla em inglês) das UC. O PADDD considerado foi a perda de proteção legal para todas as UC presentes na área de estudo em um cenário futuro hipotético, sendo a vegetação natural substituída pelo uso de agricultura ou pastagem, já que esse é o segundo uso mais comum na bacia do Alto do Sapucaí e por ser a substituição de maior impacto (PEREIRA, 1991), Figura 13.

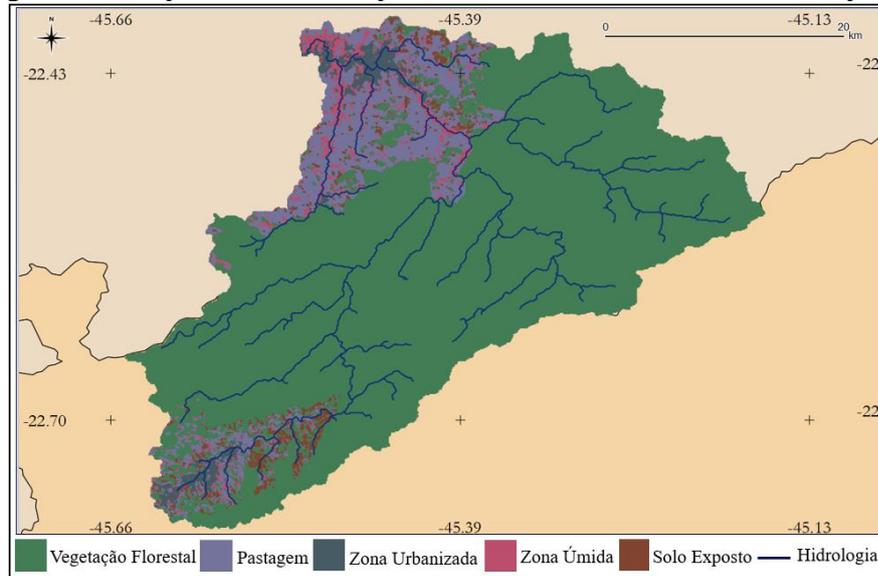
Figura 13 – Mapa do uso de solo para o cenário 1 da Bacia do Alto do Sapucaí.



Fonte: Do autor.

O cenário 2 alternativo é um contraponto, fornecendo uma configuração em que o status de proteção da APA da Serra da Mantiqueira é elevado a proteção integral. Nesse caso, toda a área da APA da Serra da Mantiqueira pertencente à área de estudo recebe o *status* de UC de proteção integral e a consequência disso é a transformação de áreas de agricultura ou pastagem em áreas de vegetação natural (Figura 14). Essa modificação de uso do solo no Cenário 2, ampliaria em 62% a área com *status* de proteção integral.

Figura 14 – Mapa do uso de solo para o cenário 2 da Bacia do Alto do Sapucaí.



Fonte: Do autor.

#### 2.2.4 Aplicação do modelo hidrológico para os cenários alternativos

A aplicação do modelo hidrológico para os cenários alternativos seguiu as mesmas etapas e utilizou os mesmos dados da modelagem inicial. O único dado diferente foi o mapa de uso de ocupação do solo. Nessa modelagem não foi precedida da calibração dos parâmetros do solo, devido à calibração realizada anteriormente. Após a geração dos resultados de vazão da modelagem dos cenários foi aplicada uma correção para que as séries de vazão dos cenários 1 e 2 pudessem ser analisadas com base na série de vazão observada. A correção seguiu a equação:

$$V_{d(i)}^c \text{ corrigida} = \left( \frac{V_{d(i)}^{obs}}{V_{d(i)}^{sim}} \right) * V_{d(i)}^c \quad (8)$$

### 3. RESULTADOS

Nessa sessão serão relatados os resultados referentes à modelagem hidrológica, regulação do fluxo hidrológico e estimativa do serviço de regulação hidrológica.

#### 3.1 Estimativa do serviço de regulação hidrológica

A modelagem hidrológica da bacia do Alto do Sapucaí, iniciou-se com a parametrização das variáveis que o compõe. A parametrização do modelo representou satisfatoriamente os aspectos físicos do solo e vegetação (Tabela 41 e Tabela 42). A calibração do armazenamento de água ( $W_m$ ), variou de 35 mm (rocha exposta), a 4200 mm (floresta nativa sob solo profundo).

A separação de escoamento superficial até a saturação da capacidade de armazenamento do solo é controlada pelo parâmetro  $b$  (COLLISCHONN, 2001). O valor obtido variou de 0,04 a 1,00. Os parâmetros  $K_{int}$  e  $K_{bas}$  controlam o escoamento sub-superficial e subterrâneo e, após a calibração, os valores obtidos para  $K_{int}$  variaram de 1,25  $mm.dia^{-1}$  a 247,00  $mm.dia^{-1}$  e de 0,12  $mm.dia^{-1}$  a 14,00  $mm.dia^{-1}$ , indicando a variação do escoamento sub-superficial e subterrâneo ao longo da bacia.

##### 3.1.1 Ajuste do modelo a nível diário

O modelo foi ajustado para o período de 01/01/1962 a 31/12/2017, respeitando a série temporal de cada estação fluviométrica e pluviométrica. O amplo histórico de vazões extremas na região, tornou necessário que o período de calibração abrangesse o ano de 2000, que segundo Barbosa, Vieira de Souza Oliveira e Mandelo Oliveira (2015) possui tempo de retorno de 45,91 anos e vazão média de 510,13  $m^3/s$ .

Analisando os coeficientes de NS, NS log, EV, R, EMA e REMQ a nível diário, de maneira geral o modelo foi satisfatório para as estações 61271000 e 61267000, apresentando um menor desempenho na simulação dos picos de cheias (Tabela 9).

As estações 61267000 e 61250100 possuíam uma menor área de drenagem dificultando a calibração do modelo, principalmente em relação à simulação dos picos de cheia. No entanto, tal configuração não prejudicou a modelagem da bacia como um todo, já que a estação 61271000, que recebe a água drenada das estações 61267000 e 61250100, apresentou ambos coeficientes Nash-Sutcliffe acima de 0,7 o que caracteriza o ajuste satisfatório do modelo.

Tabela 9 – Desempenho do modelo MGB para a Bacia do Alto do Sapucaí, nível diário.

<b>Código da Estação</b>			
	<b>61250100</b>	<b>61267000</b>	<b>61271000</b>
<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>	120,93	121,60	875,52
<b>Nash</b>	0,378	0,420	0,746
<b>Nash log</b>	0,565	0,592	0,780
<b><math>\Delta V</math> (%)</b>	-6,05	0,20	1,18
<b>R</b>	0,629	0,640	0,864
<b>EMA</b>	0,89	0,50	4,16
<b>REM<sub>Q</sub></b>	0,87	0,80	1,33
<b>VE</b>	0,78	0,66	0,91

Fonte: Do autor.

A comparação das vazões observadas com as vazões calculadas indicou que o modelo foi melhor ajustado aos picos de estiagem do que aos picos de cheias (Figura 32, Figura 33 e Figura 34). A comparação entre as curvas de permanência ressalta a capacidade do modelo em simular as vazões. Isso é visto, com a aproximação entre as curvas de permanência, para as estações 61271000 e 61267000; tem-se uma superestimação das vazões a partir de 50% de permanência (Figura 35 e Figura 36). Já a estação 61250100 apresenta uma subestimação das vazões de 1% a 50% de permanência justificando o NS de 0,378 (Figura 37).

### 3.1.2 Ajuste do modelo a nível mensal

Os resultados do modelo a nível mensal, são geralmente melhores que as estatísticas diárias (FELIX; PAZ, 2016). Isso se deve às menores flutuações e variabilidades proporcionadas pelo intervalo de passo mensal. Já os parâmetros de EMA e REM<sub>Q</sub> apresentaram significativa melhora (ideal igual a 0).

Tabela 10 – Desempenho do modelo MGB para a Bacia do Alto do Sapucaí, nível mensal.

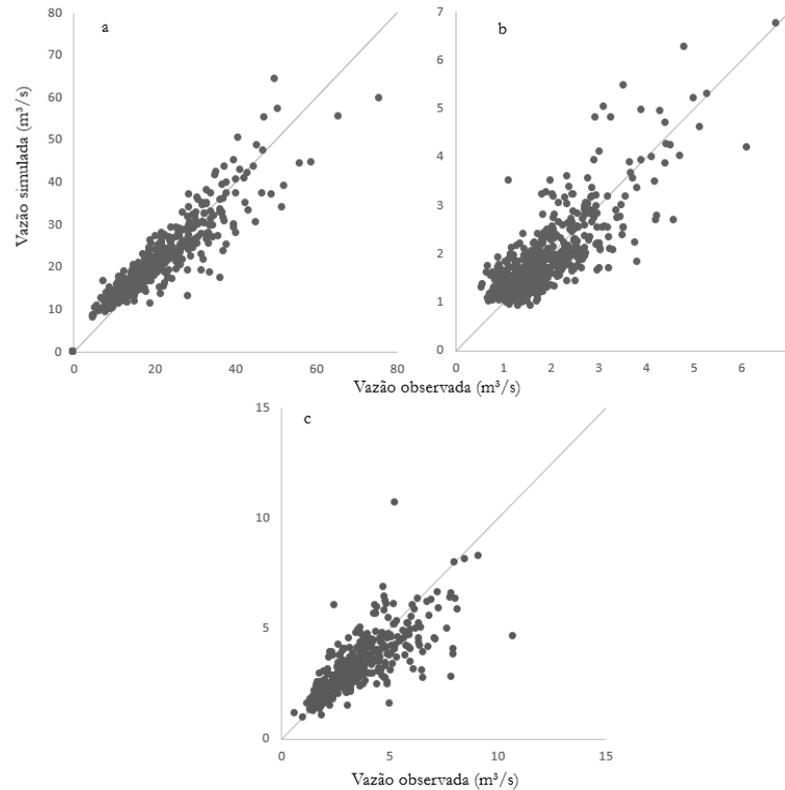
<b>Código da Estação</b>			
	<b>61250100</b>	<b>61267000</b>	<b>61271000</b>
<b>Nash</b>	0,583	0,619	0,832
<b>Nash log</b>	0,802	0,945	0,906
<b><math>\Delta V</math> (%)</b>	-6,08	0,23	0,20
<b>R</b>	0,77	0,757	0,914
<b>EMA</b>	0,64	0,40	2,77
<b>REM<sub>Q</sub></b>	0,82	0,76	1,20
<b>VE</b>	0,80	0,70	0,93

Fonte: Do autor.

A análise de dispersão entre vazões observadas e calculadas (Figura 15) para as estações 61271000 e 61267000, não apresentam erros sistemáticos de estimativa de vazões

extremas. No entanto, para a estação 61250100 há incidência de erros para as vazões de maiores proporções, o que não prejudicou as simulações da estação 61271000.

Figura 15 – Vazões mensais calculadas x observadas para as estações (a) 61271000, (b) 61267000 e (c) 61250100.



Fonte: Do autor.

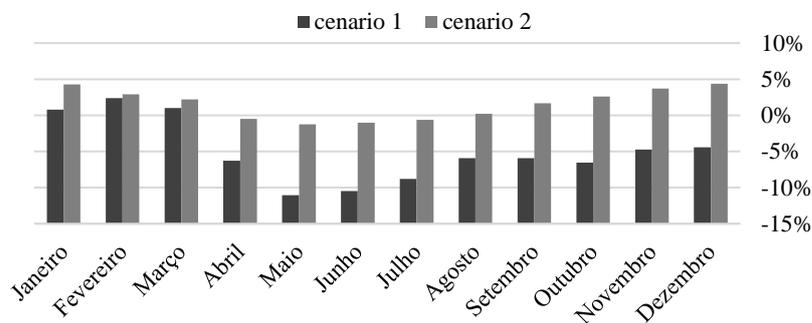
### 3.1.3 Regulação do fluxo hidrológico no comparativo dos cenários de uso e ocupação do solo

A influência da mudança do uso do solo na regulação do fluxo hidrológico é dependente de vários fatores. Há estudos, como de Andrade e outros (2017) e Anache (2018), que indicam uma diminuição do escoamento superficial médio com a substituição de áreas agricultáveis por vegetação nativa. Outros, como de Vanzela, Hernandez e Franco (2010), que associaram a áreas habitadas, com agricultura e/ou matas degradadas à diminuição da vazão específica e a qualidade da água. Analisamos os efeitos sobre a regulação do fluxo hidrológico com referência a cada uma das estações.

#### 3.1.3.1 Estação 61250100

A estação 61250100 apresenta variação das médias mensais (Figura 16) com predomínio de redução de vazão ao longo de todo o ano para o Cenário 1, com pequenos incrementos de vazão para os meses do primeiro trimestre. Julga-se que esse comportamento ocorre devido a característica do solo (baixa profundidade), o que diminuí a contribuição do escoamento subterrâneo na regulação do fluxo hidrológico. Já o Cenário 2, indica uma predominância no incremento de vazão nos meses de chuva e uma redução da vazão nos meses de estiagem.

Figura 16 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61250100.



Fonte: Do autor.

Quando analisado os períodos de estiagem e chuva (Tabela 11) há uma diminuição na proporção da vazão para ambos os cenários, sendo o cenário atual com a melhor proporção de 0,70. No entanto, ao analisar apenas os cenários propostos, tem-se que a retirada da vegetação diminui a proporção de vazão para os períodos.

Tabela 11 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61250100.

<b>Média de Vazão para o Período Sazonal</b>			
	Observada (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 1 (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 2 (m <sup>3</sup> /s)
<b>Estação das Chuvas</b>	4,02	3,97	4,16
<b>Estação das Secas</b>	2,80	2,55	2,79
<b>Proporção - adimensional</b>	0,70	0,64	0,67

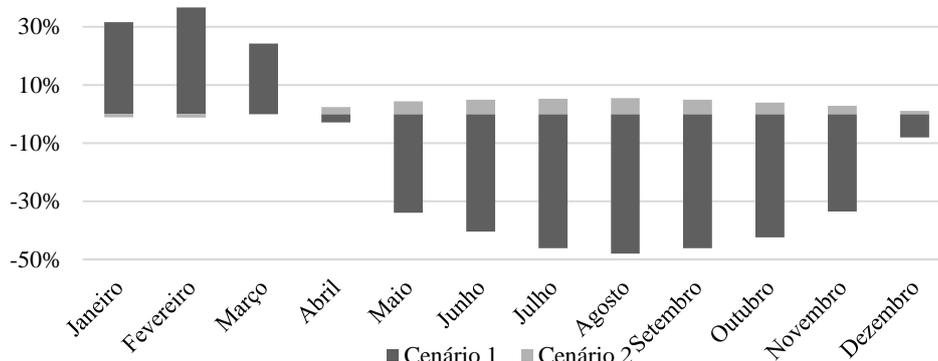
Fonte: Do autor.

Avaliando as vazões máximas e de base, ambos os cenários propostos (Cenário 1 e 2) propiciam um aumento na Q<sub>5</sub> de 3% e 5%, respectivamente, corroborando a diminuição da proporção de vazão na estiagem e chuva. No entanto, quando se trata de vazão base, o Cenário 1 apresenta uma diminuição de 11% na Q<sub>95</sub> e o Cenário 2 um aumento de aproximadamente 1% na Q<sub>95</sub>.

### 3.1.3.2 Estação 61267000

A estação 61267000 tem influência sobre a estação 61271000, devido a composição da drenagem da bacia. A simulação dos cenários para a estação 61267000, Figura 17 e Tabela 12, indica que o Cenário 1 comprometeria a regulação do fluxo hidrológico, ocasionando um aumento médio de 30% da vazão no período de chuva e diminuição de até 50% nos meses de seca. Já o Cenário 2 apresenta comportamento oposto ao Cenário 1, com pouca variação ao Cenário observado.

Figura 17 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61267000.



Fonte: Do autor.

Tabela 12 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61267000.

<b>Média de Vazão para o Período Sazonal</b>			
	Observada (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 1 (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 2 (m <sup>3</sup> /s)
<b>Estação das Chuvas</b>	2,37	2,58	2,38
<b>Estação das Secas</b>	1,53	1,02	1,59
<b>Proporção - adimensional</b>	0,64	0,39	0,67

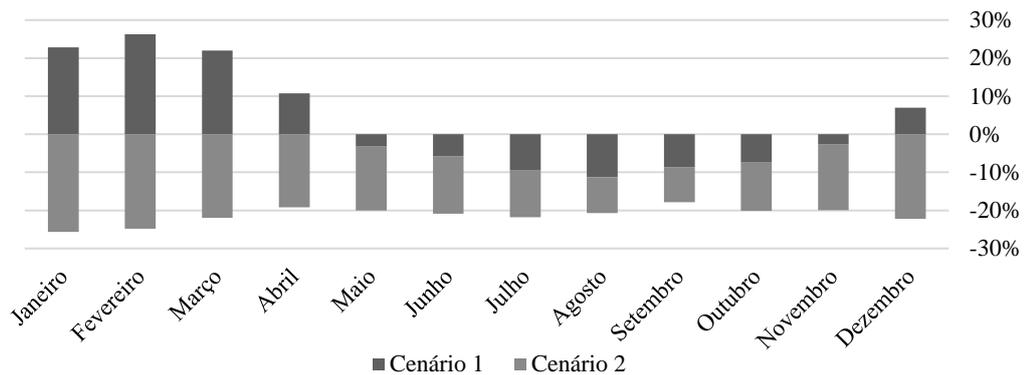
Fonte: Do autor.

Observa-se que ocorrência do Cenário 1, seria capaz de aumentar em aproximadamente 37% a Q<sub>5</sub> e diminuir em 42% a Q<sub>95</sub> (Figura 40), já o Cenário 2 diminuiriam em 14% a Q<sub>5</sub> e em 19% a Q<sub>95</sub>.

### 3.1.3.3 Estação 61271000

Mais importante que o escoamento superficial médio anual, é a sua variação ao longo dos períodos de cheia e estiagem, na Figura 18 e Tabela 13, analisou-se o comportamento do escoamento superficial médio para os Cenários 1 e 2, em comparativo com o observado.

Figura 18 – Análise do comportamento das médias mensais no Cenário 1 e 2 para a estação 61271000.



Fonte: Do autor.

Tabela 13 – Comparativo da vazão média para os períodos sazonais da estação 61271000.

<b>Média de Vazão para o Período Sazonal</b>			
	Observada (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 1 (m <sup>3</sup> /s)	Cenário 2 (m <sup>3</sup> /s)
<b>Estação das Chuvas</b>	24,48	28,17	19,08
<b>Estação das Secas</b>	15,60	15,15	13,33
<b>Proporção - adimensional</b>	0,64	0,54	0,70

Fonte: Do autor.

Para a estação 61271000, o Cenário 2 proporciona uma diminuição do escoamento superficial para todos os meses, modificando a proporção atual de 0,64 para 0,70. Houve, então, uma diminuição do escoamento superficial, mas ele se tornou mais constante ao longo do ano, isso deve-se ao incremento da evapotranspiração da vegetação ao longo do ano.

Já o Cenário 1, também para a estação 61271000, apresenta um comportamento parcialmente oposto ao Cenário 2, intensificando o escoamento superficial no período de chuva e diminuindo a disponibilidade hídrica no período de estiagem. Esse é um resultado crítico já que essa área tem amplo histórico de cheias e inundações por eventos pontuais de alta pluviosidade ou prolongado.

Com base nas vazões máximas e de base ( $Q_5$  e  $Q_{95}$ ), observou-se que o Cenário 1 ocasiona uma indisponibilidade hídrica nos períodos de seca e a intensificação dos eventos extremos, seja de seca ou cheia, a  $Q_5$  é aumentada em 24% e a  $Q_{95}$  diminuída em 11% (Figura 39). Já o Cenário 2, apresenta um comportamento diferente, com redução da  $Q_{95}$  em 11% e redução também da  $Q_5$  em 23%.

Ao examinar a  $Q_{7,10}$  que é a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno, vazão usualmente utilizada para outorgas é possível ver que para todas as estações há uma diminuição da  $Q_{7,10}$  para o Cenário 1 e um aumento no Cenário 2 comparado a  $Q_{7,10}$  observada (Figura 38). Isso indica que o estabelecimento de um ou outro cenário afetaria a disponibilidade hídrica para uso humano seja ele abastecimento ou processos econômicos.

### 3.1.4 Indicadores de Alterações Hidrológicas

Os indicadores de alterações hidrológicas de magnitude dos extremos anuais e de valor médio mensal são indicados na Tabela 37 e Tabela 38.

Ao analisar o Cenário 1 para todas as estações na Tabela 37, nota-se um comportamento similar caracterizado pela diminuição das vazões mínimas e o aumento das vazões máximas. Contudo, há uma diferenciação de intensidade para a estação 61267000 há uma variação de 45%, a estação 61271000 apresentou uma variação na ordem de 19%, já a estação 61250100 de apenas 6%.

Quando analisado o Cenário 2, identificamos que há um predomínio de um comportamento único para as máximas e as mínimas. Para a estação 61267000 há uma diminuição de 16% tanto nas máximas quanto nas mínimas. A estação 61271000 também apresentou diminuição de máximas e mínimas na ordem de 18%. Já a estação 61250100 apresentou aumento de máximas e mínimas na ordem de 3%.

Utilizando como ponderação a área de drenagem da Bacia do Alto do Sapucaí que resulta na congruência das coordenadas da estação 61271000, considera-se que a mensuração do serviço de regulação do fluxo hidrológico deve ser feita observando esta estação. Com base nisso, pode-se observar na Tabela 37, que a vazão mínima por 7 dias seguidos, a  $Q_7$ , diminui em aproximadamente 12% no Cenário 1, o que indica que a exclusão das UC do Alto do Sapucaí afetaria a disponibilidade hídrica no período de estiagem.

Quando observadas as vazões máximas, devem-se observar os picos de vazões de 1, 3 e 7 dias, pois são tais picos de possuem maior potencial de devastação quando o solo é utilizado de maneira inadequada. Os picos tiveram um aumento de aproximadamente 24% para os três períodos analisados; isso indica que haveria a expansão da área afetada, com conseqüentemente um maior número de pessoas afetadas. Tais dados mencionados foram utilizados no processo de valoração.

#### 4. DISCUSSÃO

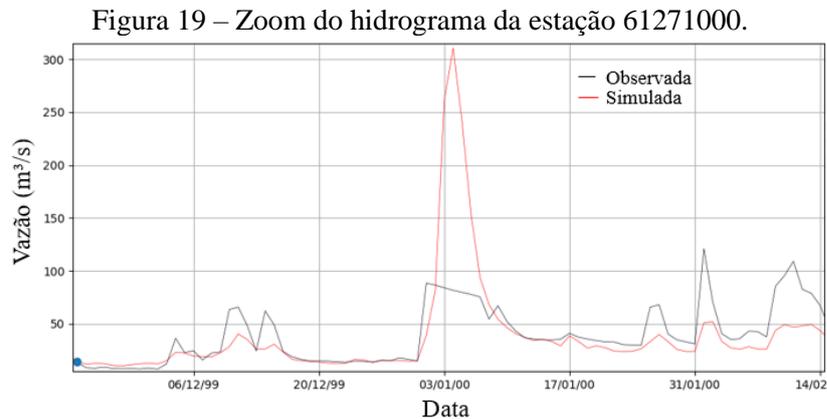
A calibração do Modelo de Grandes Bacias, MGB-IPH, encontrou uma ampla variação dos valores de armazenamento de água ( $W_m$ ) Silva (2005) também encontrou valores elevados de  $W_m$ , variando de 677,60 mm a 7260 mm para vegetação do tipo floresta e de 120,20 mm a 2400,00 mm para rocha exposta. Já para a modelagem na bacia hidrográfica do rio Uruguai, os valores ajustados de  $W_m$  foram relativamente baixos, variando de 100 mm para o tipo de solo Neossolo Litólico a 350 mm para o Nitossolo Vermelho (SALDANHA et al., 2012; SOUZA et al., 2018). A faixa de variação do parâmetro  $b$ , que controla a separação do escoamento superficial até a saturação da capacidade de armazenamento do solo, foi condizente aos alcançados por Arnell (1996), Rowntree e Lean (1994) e Silva (2005). Bem como os valores obtidos de Nash-Sutcliffe (NS) e eficiência volumétrica (EV) foram, em geral, da mesma ordem aos obtidos por Allasia e outros (2005) e Meller, Bravo e Collischonn (2012) para outras bacias e superior aos obtidos por Martins e Silva (2017) para toda a bacia do Rio Sapucaí. Quando analisado o ajuste do modelo a nível mensal, os resultados são de qualidade expressiva, os valores de coeficiente de correlação ( $R$ ) mensais da modelagem (Tabela 10) são semelhantes aos encontrados por Dunaieva (2013) e Laroche e outros (1996).

Os coeficientes que retratam a similaridade entre as vazões observadas e simuladas apresentaram valores superiores ou semelhantes às demais aplicações do modelo em outras bacias e na bacia do Rio Sapucaí (ALLASIA et al., 2006; MARTINS; SILVA, 2017; MELLER; BRAVO; COLLISCHONN, 2012). Apesar do pouco detalhamento adotado em termos da representação das características físicas de solo e cobertura vegetal e da ausência de comparação sistemática com dados de campo, os processos hidrológicos intermediários à transformação chuva-vazão (evapotranspiração, armazenamento de água no solo e geração de escoamento) se mostram coerentes em termos de sazonalidade, magnitude e distribuição espacial na bacia hidrográfica.

Em termos gerais, o modelo apresentou resultados satisfatórios, considerando a sazonalidade das vazões, o instante de tempo de subida e descida dos hidrogramas e a intensidade das cheias de pequeno porte. O melhor ajuste a cheias ou estiagens é algo comum em modelagem hidrológica, sendo comum a calibração visando cheias ou estiagem (FELIX; PAZ, 2016).

No entanto, nem todos os picos da série temporal foram simulados de forma satisfatória, como pode ser visto na Figura 19 e Figura 32, tem-se um pico de vazão simulada

para o dia 4 de janeiro de 2000, que não está presente na série temporal da estação 61271000. Considera-se que há nesse caso particular um erro na série temporal observada, já que a estação está em cota de 843 metros e por registro histórico de Moni Silva (2006) e Pinheiro (2005), nas coordenadas da estação a cota de inundação para a cheia de 2000 foi de 845,70.



Fonte: Do autor.

Em janeiro de 2000, na marginal direita do conjunto Universitário da FEPI, com cota do terreno 843,70 m, verificou-se um nível de cheia de 100 cm (Cota da Cheia: 844,70 m). O jornal Folha de Londrina noticiou em 3 de janeiro de 2000 que a cidade de Itajubá declarou estado de alerta, devido a bairros inundados e pessoas ilhadas (FOLHA DE LONDRINA, 2000).

Figura 20 – Enchente de 02/01/2000 na marginal direita do conjunto universitário da Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá - FEPI.



Fonte: PINHEIRO, 2005.

De modo geral, pode-se concluir que a modelagem hidrológica através do modelo hidrológico distribuído MGB-IPH representa satisfatoriamente o padrão geral do regime de

vazão observado na bacia hidrográfica do Alto do Sapucaí, atingindo melhores resultados com o aumento da área de drenagem (COLLISCHONN, 2001), sendo seu uso em pequenas áreas de drenagem resultante em erros sistemáticos. O modelo conseguiu simular os eventos de vazão extrema de modo acumulado, o instante de subida e descida dos hidrogramas e a intensidade das cheias e secas de pequeno e médio porte. No entanto, o modelo não conseguiu simular os picos das maiores cheias no instante de tempo correto, apesar de conseguir simular o pico de volume.

A composição dos cenários de uso e ocupação do solo indicam que o serviço de regulação do fluxo hidrológico é dependente não apenas do uso do solo, mas também das características de solo e de topografia, podendo resultar em aumento ou diminuição do escoamento superficial (ANACHE, 2018; ANDRADE et al., 2017; VANZELA; THERNANDEZ; M FRANCO, 2010) e que seus efeitos são sentidos ao longo da rede de drenagem. Logo, destaca-se que o serviço de regulação do fluxo hidrológico deve ser um aspecto importante da gestão integrada de bacias. Os resultados evidenciam o quanto é complexa a governança dentro do contexto de bacias, visto que os limites territoriais legalmente instituídos não necessariamente coincidem (PALMER; RICHARDS, 2013)

Com base nos indicadores de alterações hidrológicas podemos concluir que a existência de uma Pressão para Desfazer ou Diminuir de Tamanho ou Status de Proteção (PADDD – sigla em inglês) na bacia do Alto do Sapucaí afetaria negativamente o processo de regulação do fluxo hidrológico das vazões superficiais, como argumentado por Figueroa e Pastan (2008), intensificando vazões extremas em períodos de chuva e diminuição das vazões mínimas. Tais resultados demonstram como as UC promovem não apenas um benefício a natureza, mas também a toda a organização humana, direta ou indiretamente.

## 5. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo principal a avaliação da influência do uso do solo no serviço de regulação do fluxo hidrológico, utilizando o Modelo de Grandes Bacias do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (MGH-IPH) na bacia do Alto do Sapucaí.

O MGB-IPH é um modelo hidrológico robusto, conceitual e distribuído, o que condiciona a sua aplicação a um grande volume de dados de entrada. A aquisição de dados climatológicos com medições *in loco* não foi possível, devido a inexistência de estações climatológicas na região. No entanto, os demais dados físicos foram considerados satisfatório, tanto no quesito qualidade quanto acessibilidade.

A aplicação do modelo hidrológico e posterior calibração do modelo foram consideradas satisfatória, com Coeficientes de Eficiência de *Nash-Sutcliffe* e *Nash-Sutcliffe log* superior a 0,7 para o ponto exutório da bacia.

Ao analisar os Cenário 1, diminuição da proteção da vegetação nativa das UC, nota-se um comportamento similar caracterizado pela a diminuição das vazões mínimas e o aumento das vazões máximas. Já no Cenário 2, foi identificado que há um predomínio de um comportamento único para as máximas e as mínimas.

Utilizando como ponderação a área de drenagem da Bacia do Alto do Sapucaí que resulta na congruência das coordenadas da estação 61271000, considera-se que a mensuração do serviço de regulação do fluxo hidrológico deve ser feita observando esta estação. Com base nisso, pode-se observar na Tabela 37, que a vazão mínima por 7 dias seguidos, a  $Q_7$ , diminui em aproximadamente 12% no Cenário 1, o que indica que a exclusão das UC do Alto do Sapucaí afetaria a disponibilidade hídrica no período de estiagem.

Quando observadas as vazões máximas, devem-se observar os picos de vazões de 1, 3 e 7 dias, pois são tais picos de possuem maior potencial de devastação quando o solo é utilizado de maneira inadequada. Os picos tiveram um aumento de aproximadamente 24% para os três períodos analisados; isso indica que haveria a expansão da área afetada, com conseqüentemente um maior número de pessoas afetadas. Tais dados mencionados foram utilizados no processo de valoração.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Portal Hidroweb**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- ALLASIA, D. G. et al. **Large basin simulation experience in South America**. IAHS-AISH Publication. **Anais...IAHS Publ**, 2006
- AMARAL, F. C. S. DO et al. Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 63, p. 95 p., 2004.
- ANACHE, J. A. A. **Alterações no ciclo hidrológico e na perda de solo devido aos diferentes usos do solo e variações climáticas em área de Cerrado**. São Carlos: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, jun. 2018.
- Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 239–248, jul. 2017.
- ANDRADE, C. W. L. DE et al. Modelagem hidrológica sob mudanças na cobertura vegetal de uma bacia hidrográfica no Nordeste do Brasil. **Journal of Environmental**
- BARBOSA, A. A.; VIEIRA DE SOUZA OLIVEIRA, T. J.; MANDELO OLIVIERA, G. Histórico de enchentes em Itajubá/MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 4, p. 125–140, dez. 2015.
- CARVALHO, L. M. T. de; et al. **Atlas digital da flora nativa e reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras, Editora UFLA, 2005. CD-ROM. 1 atlas.
- Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 90–101, 2018.
- COLLISCHONN, W. **Simulação Hidrológica de grandes bacias**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- DUNAIEVA, I. Evaluation of Water Resources State Parameters with Using SWAT Model. **International Journal of Engineering Research e Technology**, v. 2, n. 6, p. 2162–2167, 2013.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Perfil econômico de Minas Gerais, 2009**. Disponível em:<[www.fiemg.com.br](http://www.fiemg.com.br)>. Acesso em 02 Jul. 2018.
- FELIX, V. DE S.; PAZ, A. R. DA. Representação dos processos hidrológicos em bacia hidrográfica do semiárido paraibano com modelagem hidrológica distribuída Hydrological processes representation in a semiarid catchment located in Paraíba state with distributed hydrological modeling. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 3, p. 556–569, 2016.
- FIGUEROA, E.; PASTEN, R. **Forest and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption: A comment** *Ecological Economics* Elsevier, , jun. 2008.
- FOLHA DE LONDRINA. **Itajubá, MG, decreta estado de alerta por causa da chuva**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.folhadelondrina.com.br/geral/itajuba-mg-decreta-estado-de-alerta-por-causa-da-chuva-244058.html>>. Acesso em: 3 jan. 2020

GENOVEZ, A.; SARTORI, A.; NETO, F. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 2: Aplicação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 19–29, 2005.

IGAM. **Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Sapucaí**, 2010.

INPE. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

INSTITUTO FLORESTAL. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v. 124

LAROCHE, A.-M. et al. Simulating Atrazine Transport with HSPF in an Agricultural Watershed. **Journal of Environmental Engineering**, v. 122, n. 7, p. 622–630, jul. 1996.

MARTINS, C. M. S.; SILVA, B. C. **Previsão de cheias por conjunto para bacia hidrográfica do Rio Sapucaí**. [s.l.] Universidade Federal de Itajubá, 2017.

MELLER, A.; BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W. Assimilação de Dados de Vazão na Previsão de Cheias em Tempo Real com o Modelo Hidrológico MGB-IPH. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 3, p. 209–224, 2012.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. DE A. **Hidrologia Estatística**. I ed. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

PALMER, M.; RICHARDS, K. Enhancing water security for the benefits of humans and nature — the role of governance. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 6, p. 676–684, dez. 2013.

PASCOAL, I. Economia e trabalho no sul de Minas no século XIX. **Economia e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 259–287, 2007.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 11 out. 2007.

PEREIRA, H. C. Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review. **Journal of Hydrology**, v. 129, n. 1–4, p. 397–399, 1991.

REBOITA, M. S. et al. CARACTERIZAÇÃO ATMOSFÉRICA QUANDO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, n. 0, ago. 2017.

ROCHA, P. C. INDICADORES DE ALTERAÇÃO HIDROLÓGICA NO ALTO RIO PARANÁ: INTERVENÇÕES HUMANAS E IMPLICAÇÕES NA DINÂMICA DO AMBIENTE FLUVIAL. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, p. 191–211, 2010.

ROWNTREE, P. R.; LEAN, J. Validation of hydrological schemes for climate models against catchment data. **Journal of Hydrology**, v. 155, n. 3–4, p. 301–323, mar. 1994.

SALDANHA, C. B. et al. Previsão de Longo Prazo da Umidade do Solo no Rio Uruguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 4, p. 39–47, 2012.

SILVA, B. C. DA. **Previsão Hidroclimática de vazão para a bacia do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

SOUZA, J. L. M. et al. Atributos Físicos e Balanço Hídrico do Solo com Floresta Ombrófila Mista, em Latossolo Vermelho-Amarelo, em Telêmaco Borba – PR.

VANZELA, L. S.; THERNANDEZ, F. B.; MFRANCO, R. A. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis 1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55–64, 2010.

## **CAPITULO 3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E VALORAÇÃO DO SERVIÇO DE REGULAÇÃO DO FLUXO HIDROLÓGICO**

### **RESUMO**

O processo de valoração econômica de serviços ambientais propicia informações sobre o serviço e o meio de inserção do serviço, tornando-se útil para adoção de políticas públicas. Nesse panorama, verificou-se a necessidade de valorar o serviço de regulação do fluxo hidrológico da sub bacia do Alto do Sapucaí, bem como de identificar quais elementos da percepção ambiental influenciam no processo valorativo de cada indivíduo. A sub bacia do Alto do Sapucaí, está localizada entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, com 1.064 km<sup>2</sup>, o que representa 12% da área de drenagem total da Bacia do Rio Sapucaí, a sub bacia do Alto do Sapucaí abriga dez Unidades de Conservação (UC), com justaposição e sobreposição. O universo de estudo foram os municípios de Delfim Moreira, Campos do Jordão, Itajubá, Piranguçu, São Bento do Sapucaí e Wenceslau Braz. Utilizou-se o Método de Valoração Contingente aliado ao questionário de percepção ambiental do ciclo hidrológico. Por meio do Método de Valoração Contingente, obteve-se uma disposição a pagar (DAP) mensal por habitante de R\$ 6,89 e um valor econômico do serviço de regulação do fluxo hidrológico de R\$ 13.617.907,00 anuais. A análise dos dados de percepção ambiental indicou que fatores como renda, escolaridade e gênero possuem significância estatística com a DAP declarada, mas que elementos de percepção e crença sobre precipitação, escoamento e enchentes, são capazes de explicar a variância das DAP declaradas, melhor predizendo a DAP relativamente fora da média, sendo possível a criação de um Indicador de DAP – Percepção ambiental que é composto de variáveis socioeconômicas, crenças e percepções acerca do serviço ambiental valorado.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação. Valoração Econômica. Percepção Ambiental. Alto do Sapucaí.

## ABSTRACT

The process of economic valuation of environmental services provides information regarding the service and the insertion means of the service, making itself useful for public policies adoption. In this scenario, there was a need to value the service of regulating the hydrological flow of the Alto do Sapucaí sub-basin, as well as to identify which elements of environmental perception influence the valuation process of each individual. The Alto do Sapucaí sub-basin is located between the states of Minas Gerais and São Paulo, with 1,064 km<sup>2</sup>, which represents 12% of the total drainage area for the Rio Sapucaí basin, the Alto do Sapucaí sub-basin houses ten Protected Areas (PA), with juxtaposition and overlap. The study range was the districts of Delfim Moreira, Campos do Jordão, Itajubá, Piranguçu, São Bento do Sapucaí and Wenceslau Braz. The Contingent Valuation Method was used alongside with the questionnaire of environmental perception of the hydrological cycle. The Contingent Valuation Method (CVM) resulted in a monthly Willingness to Pay (WTP) of R\$ 6.89 per inhabitant and an economic value for the service of regulating the hydrological flow of R\$ 13,617,907.00 per year. The analysis of the environmental perception data indicated that factors such as income, education and gender have statistical significance related with the declared WTP, but that elements of belief and perception about precipitation, runoff and floods, are able to explain the deviation of the declared WTP, better predicting the relatively outside the average WTP, making it possible to create an WTP – Environmental Perception indicator which is composed of socioeconomic, belief and perception variables about the valued environmental service.

**Key-words:** Protected Areas. Economic Valuation. Environmental Perception. Alto do Sapucaí.

## 1. INTRODUÇÃO

Há a demanda por um novo paradigma que identifique, organize e proteja o capital natural (ANDRADE, 2013), tornando a valoração uma ferramenta importante para o direcionamento de políticas que visem a preservação. No entanto, um dos grandes desafios é conseguir valorar corretamente os recursos naturais, sendo a valoração por vezes subestimada, resultando em uma preocupação insuficiente para com o meio ambiente. A preocupação insuficiente ocasiona consequentemente um uso insustentável dos recursos.

A valoração contribui para o planejamento ambiental, pois com base nela é possível adotar políticas específicas para proteção do meio ambiente como: análises econômico-financeiras para subsidiar investimentos em empreendimentos visando o manejo sustentável de recursos naturais, ecoturismo e implantação de unidades de conservação; fortalecimento de argumentos para a preservação da riqueza representada pela biodiversidade; justificativa para a transferência de recursos financeiros visando compensar os benefícios globais obtidos pelos investimentos nacionais voltados à conservação; investimento em educação ambiental para comunidades que vivem em torno de áreas protegidas; bem como o desenvolvimento de mecanismos de regulação e controle de uso, como taxaço, aumento de impostos, multas e indenizaçoes ou decisões de não degradar (FALCO, 2010).

A sociedade, sendo um elemento integrante e ativo no meio ambiente, é capaz de preservar e de degradar. Portanto, a informação de como a população visualiza as questões relacionadas ao meio ambiente torna mais eficiente o planejamento ambiental e o estabelecimento de políticas, pois estarão mais adequados à realidade de cada comunidade (RISSO, 2008).

Neste contexto, esse trabalho possui relevância por verificar se existe relação entre a visão da população e o valor econômico atribuído ao serviço de regulação do fluxo hidrológico e, em caso afirmativo, como essa relação se configura e se o processo de valoração ambiental pode se beneficiar com a análise da percepção ambiental.

A área de estudo, segundo Moni Silva (2006), é composta por vales encaixados e estreitos da Serra da Mantiqueira, seguidos de planícies inundáveis que apresentam um relevo favorável às ocupações humanas, além de possuir um mosaico de unidades de conservação. O impacto social e econômico que o serviço de regulação do fluxo hidrológico ocasiona, torna a valoração desse serviço para a bacia de interesse tanto científico quanto social.

A valoração ambiental aliada à percepção ambiental da população poderá ser um subsídio para o planejamento do Alto do Rio Sapucaí que auxilie na conservação e melhoria

na condição de vida da população da região. Ainda que os métodos de avaliação econômica do meio ambiente sejam pouco aplicados, não significa que sua aplicação não seja necessária; pelo contrário, ela responde por uma emergência social, ao se tratar com responsabilidade os recursos naturais (SILVA, 2003). Os estudos de percepção ambiental incorporados à 3456avaliação também são importantes porque podem auxiliar na elaboração de benefícios para o planejamento regional, já que mostram como a população percebe e indica ações de conservação. Isto é fundamental para a criação de políticas públicas dos municípios voltadas para o meio ambiente, pois o órgão gestor poderá traçar planos de ação (ambiental, social e econômico) com base em resultados gerados pelo presente estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Características Socioeconômicas da Área de Estudo

A ocupação mais expressiva da bacia do Alto do Sapucaí inicia-se após a Guerra dos Emboabas (1710), quando os garimpeiros começaram a descer o rio Sapucaí em busca de ouro. A inexistência de ouro na região levou ao crescimento da produção de subsistência com caráter mercantil no séc. XVIII e XIX, para o abastecimento da Côrte (PASCOAL, 2007). Já entre os anos de 1970 e 1980, a região mineira passou a receber grandes investimentos em educação, ciência e tecnologia, sendo hoje reconhecida como um importante polo tecnológico do Estado de Minas Gerais.

O processo de ocupação do Alto do Sapucaí, reflete a dinâmica de desenvolvimento econômico e social do Sul de Minas Gerais. A região possui atualmente como principais atividades econômicas, a pecuária leiteira e a cafeicultura no setor primário, a metalurgia, mineração, agroindústria, eletroeletrônicos, autopeças, bebidas e indústria têxtil no setor secundário e turismo e educação no setor terciário (FIEMG, 2009).

Em consequência ao desenvolvimento, o grau de urbanização do Alto do Sapucaí é elevando, sendo de 76,1% em 2010 (IGAM; CBH, 2010). A título de exemplo, tem-se o município de Campos do Jordão onde, segundo o Censo de 2010, 99,5% da população residia na área urbana com uma densidade populacional de 152,4 hab.km<sup>-2</sup>. A alta densidade não é exclusividade de Campos do Jordão, pois o território sul mineiro também possui essa característica.

O município de Itajubá, o mais populoso da área de estudo, possui um índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,787, acima da média brasileira e do estado de Minas Gerais. Já Campos do Jordão, o segundo município mais populoso, possui o IDH de 0,749. Na tabela abaixo são descritos os IDH de todos os municípios da Área de Estudo.

Tabela 14 – Índice de Desenvolvimento Humano de 2010 dos municípios da Área de Estudo.

<b>Município</b>	<b>IDHM</b>
<b>Delfim Moreira</b>	0,669
<b>Wenceslau Braz</b>	0,678
<b>Piranguçu</b>	0,685
<b>Itajubá</b>	0,787

<b>Campos do Jordão</b>	0,749
<b>São Bento do Sapucaí</b>	0,720

Fonte: PNUD; IPEA; FJP, 2010.

Pode se considerar a área de estudo com um grau de desenvolvimento moderado a elevado, sendo os municípios de Itajubá e Campos do Jordão os mais populosos e com melhores IDH.

## 2.2 Valoração Econômica Ambiental e Percepção Ambiental

A valoração econômica ambiental neste estudo foi realizada pelo método de valoração contingente, que é um método de preferências declaradas e indicado para o serviço de regulação do fluxo hidrológico, conforme indicado na Tabela 6. Tal metodologia de valoração favorece também a aplicação de questionário de percepção ambiental. Nos itens abaixo estão descritas todas as etapas de elaboração e aplicação dos questionários.

### 2.2.1 Método de amostragem

Para realizar-se a pesquisa de valoração e percepção ambiental foi necessário o uso de questionário com a população da área de estudo, que foi aplicado em todos os municípios. Nem todos os municípios apresentam sua totalidade na bacia do Alto do Sapucaí, o que diminui o número de indivíduos que residem sob a influência direta do Alto do Sapucaí. Porém, tal fator foi desconsiderado, já que não é possível estimar com confiabilidade a população que reside nos limites da bacia do Alto do Sapucaí devido à falta de dados sobre a distribuição da densidade populacional. O processo de delimitação da amostra foi realizado através do método de amostragem estratificada proporcional (SZWARCOWALD; DAMACENA, 2008), onde primeiramente estabeleceram-se os parâmetros para o cálculo do tamanho da amostra, segundo a Equação. 9. Definiu-se o erro amostral como 5%, o nível de confiança em 95% e por não se ter dados sobre a distribuição da população sobre o tema de estudo considerou-se então a população como heterogênea (50%, 50%).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1-p)}{Z^2 * p * (1-p) + e^2 * (N-1)} \quad (9)$$

Onde  $n$  é a amostra calculada,  $N$  é a população,  $Z$  é a variável normal padronizada associada ao nível de confiança,  $p$  é a verdadeira probabilidade do evento e por fim  $e$  é o erro amostral adotado.

O tamanho da amostra foi definido, utilizando a Eq. 9, em 384 indivíduos, para uma população total da Bacia do Alto do Sapucaí de 164.890, censo de 2010. No entanto, como precaução de se evitarem questionários inválidos ou duvidosos, elevou-se a amostra em 2%, totalizando 391 indivíduos. Após esse processo fez-se a estratificação de acordo com o município de residência e posteriormente a divisão em duas classes distintas, devido ao tipo de residência, ou seja, em população urbana e população rural (Tabela 15), tal divisão foi efetuada para garantir que ambas as populações fossem representadas já que julga-se que a percepção ambiental de indivíduos residentes em zonas rurais difira-se dos residentes de zona urbana.

Tabela 15 – Divisão da amostragem por município e por zona (urbana e rural).

<b>Município</b>	<b>População urbana</b>	<b>População rural</b>	<b>% Urbana</b>	<b>% Rural</b>	<b>População urbana amostrada</b>	<b>População rural amostrada</b>
<b>Delfim Moreira</b>	3.025	4.946	1,84	3,00	8	12
<b>Itajubá</b>	82.764	7.894	50,26	4,79	196	19
<b>Piranguçu</b>	1.772	3.445	1,08	2,09	5	9
<b>Wenceslau Braz</b>	1.270	1.283	0,77	0,78	3	3
<b>Campos do Jordão</b>	47.491	298	28,84	0,18	112	1
<b>São Bento do Sapucaí</b>	5.040	5.428	3,06	3,30	12	13
<b>Total a ser amostrado</b>					336	58

Fonte: Do autor.

Os questionários foram planejados para serem respondidos por moradores maiores de 18 anos dos municípios de Delfim Moreira, Itajubá, Piranguçu e Wenceslau Braz no estado de Minas Gerais e Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí no estado de São Paulo.

For utilizada uma estratégia pseudoaleatória de amostragem, em que os respondentes foram selecionados proporcionalmente à presença total em cada um dos municípios de interesse (WISER, 2007), essa estratégia garante que a população amostrada represente a distribuição dos residentes nos municípios. Amostras de bola de neve também foram utilizadas, para garantir a inclusão de indivíduos com pouco acesso a rede de internet ou com baixo nível de instrução de informática, sendo que a inclusão de alguns respondentes foi proposta por aqueles que já haviam preenchido o questionário.

A amostra final obedeceu à proporcionalidade da população de cada município, mas desviou-se significativamente do esquema de amostragem aleatória simples, que teoricamente

fornece amostras representativas (BERGMANN; HANLEY; WRIGHT, 2006; RAYKOV; MARCOULIDES, 2008), mas técnicas pseudoaleatórias são habitualmente utilizadas para evitar exclusão (PARAVANTIS et al., 2018).

### **2.2.2 Aplicação dos questionários**

Para a realização da coleta de dados, tanto de valoração quanto de avaliação de percepção ambiental, foi necessária a aplicação de questionários, que ocorreu em uma única fase entre os meses de janeiro e maio de 2019. Antes da coleta final foi realizada uma etapa piloto a fim de definir o melhor formato e conteúdo (GUO et al., 2014). Foram feitas 10 entrevistas na etapa piloto que apontou necessidade de diminuição de questões, modificação na estrutura semântica das questões, alteração na ordem das questões na seção de Percepção Ambiental do Ciclo Hidrológico e a viabilidade da aplicação do questionário online. Os questionários aplicados na etapa piloto não foram utilizados na etapa final.

Após a validação do questionário, o mesmo foi enviado previamente para análise ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Por se tratar de uma pesquisa de opinião pública sem identificação dos participantes, a pesquisa foi dispensada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, de acordo com a Resolução CNS 510/2016.

A aplicação do questionário nos meses de janeiro e maio foi feita via *online*, através do *Google Forms*. Tal alternativa viabilizou a realização da pesquisa na área de estudo, mas pode ter dificultado o acesso de pessoas mais idosas e de baixo nível de escolaridade. No entanto, tal desvantagem não influencia tanto no estudo devido primeiramente ao índice de desenvolvimento humano dos municípios mais populosos ser considerado como alto. E como segundo argumento, por ser interesse desse estudo comparar a valoração do indivíduo com a sua percepção, e não necessariamente realizar uma caracterização da percepção global da área de estudo bem como sua valoração.

### **2.2.3 Estrutura do Questionário**

É categórico que o planejamento, estruturação e análise rigorosa do questionário resultam na maior confiabilidade dos resultados (INIYAN; SUGANTHI; SAMUEL, 2001; PARAVANTIS et al., 2018). Para tanto, o questionário foi estruturado em três seções, a

primeira contendo dados socioeconômicos do entrevistado, a segunda analisando a valoração ambiental e a última de análise de percepção ambiental. A seguir são descritas cada seção.

### **2.2.3.1 Seção socioeconômica**

A primeira seção foi estruturada tratando de dados socioeconômicos básicos como o sexo, município de residência, nível de escolaridade, vivência de processo de cheia e renda, para estabelecer uma base para as preferências do entrevistado (GUO et al., 2014; WISER, 2007). As perguntas também tinham como objetivo delinear o perfil e a classificação social dos entrevistados (BERGMANN; HANLEY; WRIGHT, 2006).

### **2.2.3.2 Seção de valoração econômica ambiental**

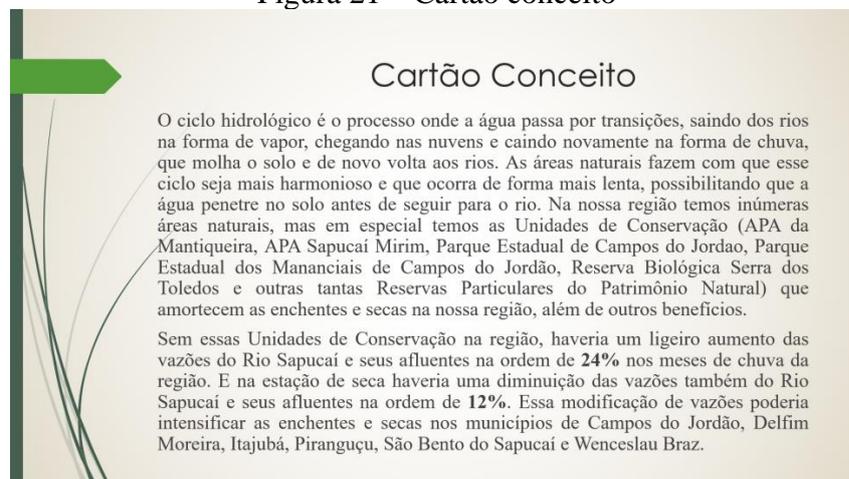
O método de valoração que foi utilizado é o de valoração monetária contingente (VMC), que consiste na elaboração de um cenário hipotético a partir do qual são aplicados questionários com o objetivo de captar a disposição a pagar (DAP) de um determinado grupo de pessoas, buscando revelar as preferências dos indivíduos (HANEMANN, 1994). Acredita-se que um método de DAP direto pode trazer informações significantes dos valores que cada indivíduo e, por conseguinte, a população atribui a um serviço ambiental. Podendo-se, então, estimar através da DAP o valor total do serviço, ou seja, os valores de uso, de não uso e o de existência.

O método de VMC é tido como um método onde se é possível captar o valor de diferentes tipos de serviços e mensurar valores não associados ao uso atual ou potencial, os chamados valores de não uso. Para a aplicação do MVC foi necessário definir um cenário de fornecimento do serviço a ser valorado, conforme descrito no item 2.2.3. Para o presente estudo criamos um cenário hipotético com questões-chave descrevendo um hipotético caso de extinção das UC na Bacia do Alto do Sapucaí, com o efeito declarado na alteração da regulação do fluxo hidrológico.

Foi apresentada uma descrição detalhada do cenário e suas consequências sobre a regulação do fluxo hidrológico, através de exemplos, a fim de auxiliar os respondentes a entender o objeto de pesquisa e evitar quaisquer vieses (BOYLE et al., 1996; GUO et al., 2014). Os entrevistados foram questionados em primeiro momento se concordariam em apoiar o projeto, com o objetivo de possibilitar uma reflexão. Posteriormente, os entrevistados foram solicitados a declarar a DAP como um valor a ser pago mensalmente através de um

boleto bancário para a criação de um fundo de recursos para a melhoria ou ampliação das UC da bacia do Alto do Sapucaí (VENKATACHALAM, 2004). Tal declaração era livre, sem intervalo de valor previamente proposto. Após essa pergunta, os entrevistados foram inquiridos a declarar as razões para o seu posicionamento de DAP declarada, esse conjunto de respostas foi analisado utilizando a técnica de análise de conteúdo proposto por Bardin (2011). O cartão conceito é apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Cartão conceito



Fonte: Do autor.

Os dados apresentados no cartão conceito eram referentes à modelagem hidrológica apresentado no item 5.1.

### 2.2.3.3 Seção de percepção ambiental

A terceira parte do questionário trata da percepção ambiental do ciclo hidrológico e foi dividido conforme os processos de precipitação, infiltração, evapotranspiração e escoamento e também foi incluído o processo de enchente, por ser um evento extremo presente na região. O evento extremo de seca não foi inserido, pois não aflige a região. O questionário foi formado por 29 questões, que buscaram analisar a percepção do ciclo por cada indivíduo e o sentimento associado.

A montagem do questionário foi feita utilizando quatro métodos de avaliação de percepção ambiental do serviço de regulação do fluxo hidrológico. O primeiro é o método de classificação de imagens, que consiste em solicitar aos entrevistados que separem fotos de ambientes da área de estudo de acordo com critérios estabelecidos (PINHEIRO; GUNTER,

2008); o uso de imagens libera os entrevistados para codificarem verbalmente o que veem (FISCHHOFF, 2001).

O segundo método que foi utilizado é o método de diferencial semântico, que busca avaliar as reações das pessoas aos estímulos apresentados (PINHEIRO; GUNTER, 2008). Nesse estudo foram apresentadas afirmativas relacionadas aos conceitos físicos perceptíveis dos tópicos e o entrevistado respondeu de acordo com a escala de Likert de 7 pontos (PETROSILLO *et al.*, 2013). Utilizou-se o recurso de montagem de afirmativas verdadeiras e falsas para testar a validade dos questionários. A pontuação para as questões afirmativas verdadeiras é apresentada na Tabela 16. As questões afirmativas negativas foram pontuadas inversamente às verdadeiras; já as neutras foram pontuadas de forma proporcional.

Tabela 16 – Tabela de pontuação do questionário de percepção ambiental pelo método de Likert para afirmativas verdadeiras.

<b>Julgamento</b>	<b>Posição</b>	<b>Pontuação</b>
Concordo totalmente	7	1
Concordo em grande parte	6	0,80
Concordo pouco	5	0,60
Não sei opinar	4	0
Discordo pouco	3	0,40
Discordo em grande parte	2	0,20
Discordo totalmente	1	0,05

Fonte: Do autor.

A proposta da Escala de Likert, com 7 pontos, busca um detalhamento na resposta sem que haja classes que possam dificultar o entendimento dos entrevistados, já que isso ocasionaria ambiguidade. Busca-se também possibilitar a análise qualitativa dos dados gerados. As respostas “discordo totalmente” receberam nota 0,05, pois o fato de poder-se discordar de uma afirmativa significa que houve um nível de percepção do indivíduo sobre o tema. Já as respostas “não sei opinar” receberam nota 0, pois acredita-se que se o indivíduo não foi capaz de perceber o evento, não existe um nível de percepção sobre o tema.

O terceiro método foi o uso de uma questão aberta sobre a definição do que é o processo de enchente. Essa questão buscou obter mais informações sobre os respondentes e sua percepção de um evento hidrológico extremo, neste tópico fez-se uso da técnica de análise de conteúdo proposto por Bardin (2011). Este artigo apresenta a análise de conteúdo como uma das técnicas de tratamento de dados em pesquisa qualitativa e está calcado na proposta da professora da Universidade de Paris V, Laurence Bardin (2011). O último método utilizado foi o de questão polar, que restringe as respostas em sim, não e não sei opinar. O questionário de percepção ficou estruturado conforme indicado na Tabela 17.

Tabela 17 – Questionário de Percepção Ambiental.

<b>Código</b>	<b>Questão</b>	<b>Tipo</b>
--	Descreva o que para você é uma enchente.	Questão aberta
Q1	Em locais como serras, a neblina fornece água para as plantas e o solo.	Diferencial semântico verdadeiro
Q2	Boa parte da água da chuva retorna aos céus rapidamente na forma de vapor.	Diferencial semântico verdadeiro
Q3	Eu me sinto triste quando vejo florestas e pastos inundados.	Diferencial semântico verdadeiro
Q4	Eu já perdi um bem sentimental ou financeiro com as enchentes da região.	Diferencial semântico verdadeiro
Q5	A sociedade deve repensar a ocupação das várzeas.	Diferencial semântico verdadeiro
Q6	Percebo que a chuva demora mais para molhar a terra em um local coberto por árvores.	Diferencial semântico verdadeiro
Q7**	Áreas pavimentadas com asfalto ou piso permitem a infiltração de água tanto quanto o pavimento intertravado	Diferencial semântico falso
Q8**	O processo de elevação do nível do rio (como mostrado na figura abaixo) é visivelmente prejudicial para as áreas naturais.	Classificação de Imagem
Q9	Durante as enchentes eu noto que aumenta a quantidade de animais selvagens na região.	Diferencial semântico verdadeiro
Q10	As plantas também suam e a maior parte da água que absorvem é eliminada assim.	Diferencial semântico verdadeiro
Q11	A terra possui espaços que facilitam a infiltração, somente os espaços maiores favorecem as plantas.	Diferencial semântico falso
Q12	No local onde moro, eu sei de onde a chuva costuma vir.	Diferencial semântico verdadeiro
Q13	Creio que é possível conviver harmonicamente com o processo de enchente.	Diferencial semântico verdadeiro
Q14	Quando a água infiltra no solo, ela demora muito mais para chegar ao rio do que quando ela escorre pelo chão.	Diferencial semântico verdadeiro
Q15	Uma gota de água da chuva só pode existir porque o vapor se fixou em uma partícula na atmosfera.	Diferencial semântico verdadeiro
Q16	Em um torrão de terra existem diversos furinhos por onde a água da chuva passa, essa é a única característica importante desse torrão.	Diferencial semântico falso
Q17	Quando olho para o céu e vejo nuvens, eu sei que nem todas indicam chuva.	Diferencial semântico verdadeiro
Q18	Em relevos íngremes, cobertos com montanhas, a água da chuva não forma poças.	Diferencial semântico verdadeiro
Q19	Eu já vi cultivos agrícolas em áreas inundadas.	Diferencial semântico verdadeiro
Q20	Existem áreas que são naturalmente inundáveis.	Diferencial semântico verdadeiro
Q21	Existem terras que quando são molhadas ficam com a textura de uma massa de modelar ou de pão.	Diferencial semântico verdadeiro
Q22	Parte da água infiltrada no solo fica armazenada e é liberada aos poucos para os rios.	Diferencial semântico verdadeiro
Q23, Q24,	Analise as imagens abaixo e depois classifique-as, sendo 1 para solo com maior facilidade de deixar a água infiltrar e 3	Classificação de Imagens

<b>Q25**</b>	para solo com menor facilidade. Indique a letra da imagem e depois o número.	
<b>Q26</b>	Eu vejo que quando a água não é absorvida pelo solo ela escorre pelo chão.	Diferencial semântico verdadeiro
<b>Q27</b>	Quando está chovendo bastante em uma área mais alta da minha região, fico atento com o nível dos rios próximo a mim.	Diferencial semântico verdadeiro
<b>Q28</b>	Sou afetado frequentemente com enchentes ou alagamentos da região.	Diferencial semântico verdadeiro
<b>Q29</b>	Você acredita que as suas preferencias são influenciadas por aquilo que você percebe do ambiente ao seu redor e do mundo?	Questão polar

\*\* As imagens das questões estão indicadas no Anexo A.

Fonte: Do autor.

#### 2.2.4 Análise de dados

A análise dos dados coletados durante o processo de entrevistas baseada em questionário incluiu diversas etapas. Como uma abordagem inicial para a análise estatística de dados foram utilizadas análises empíricas, tabelas e gráficos para obter um senso da distribuição e tendências gerais das respostas. Utilizou-se também de análises qualitativas através da categorização para as questões dissertativas.

Em seguida foi realizado o teste de esfericidade de Barlett (Eq. 10) nas variáveis de percepção ambiental, cuja hipótese básica diz que a matriz de correlação da população é uma matriz identidade a qual indica que o modelo fatorial é inapropriado (THOMPSON, 2004).

$$X^2 = \left\{ (n - 1) - \left( \frac{2 * p + 5}{6} \right) \right\} * \ln |R| \quad (10)$$

Em uma distribuição de qui-quadrado com graus de liberdade de acordo com a Eq. 11.

$$v = \left( p * \frac{p-1}{2} \right) \quad (11)$$

Onde  $n$  é a amostra calculada,  $p$  é o número de variáveis,  $|R|$  é o determinante da matriz de correlação e  $v$  é o qui-quadrado.

Posteriormente foi aplicado o teste de adequacidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Eq. 4) para avaliar a possibilidade de uso da análise fatorial.

$$KMO = (\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2) / (\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2 + \sum \sum_{j \neq k} q_{jk}^2) \quad (12)$$

Onde  $r_{jk}^2$  é o quadrado dos elementos da matriz de correlação original fora da diagonal, e  $q_{jk}^2$  é o quadrado das correlações parciais entre as variáveis.

Ambos os testes buscaram identificar se é possível haver um fator comum que explique o comportamento correlacionado das variáveis consideradas (KUPELI et al., 2013; MANCA; FORNARA, 2015). Com a obtenção de valores aceitáveis para os testes foi

possível realizar a análise fatorial do tipo componentes principais, seguida de rotação e interpretação dos fatores (MALHOTRA, 2004). Com os fatores, variáveis de percepção ambiental e socioeconômicas, foram gerados vários modelos de regressão múltipla linear para investigar como a DAP se relaciona com as variáveis independentes dos dados brutos e fatores. Finalmente, foi feita a análise e avaliação das regressões.

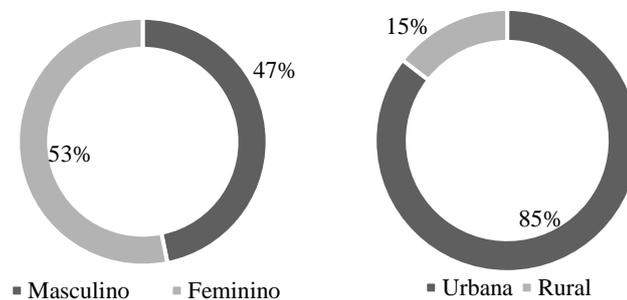
### 3. RESULTADOS

Nessa sessão serão relatados os resultados referentes aos dados de valoração ambiental e de percepção ambiental, bem como o desenvolvimento do indicador de DAP e, em síntese, a estimativa de valoração econômica ambiental do serviço de regulação hidrológica da bacia do Alto do Rio Sapucaí.

#### 3.1 Descrição dos Dados de Valoração

Começando pelas características dos respondentes, dentre as 393 pessoas entrevistadas, 184 (47%) eram do sexo masculino e 209 (53%) do sexo feminino. A proporção segundo o último censo realizado pelo IBGE em 2010 indicava que 51% da população da área de estudo era do sexo feminino e 49% do sexo masculino, a proporção de respondentes que cada gênero não foi planejada, no entanto tal resultado indica que houve representatividade da amostra nessa particularidade Figura 22.

Figura 22 – Proporção dos respondentes por gênero e zona de residência.



Fonte: Do autor.

Do total de respondentes, 336 (85%) eram residentes na zona urbana e 57 (15%) residentes na zona rural, essa proporção representa o grau de urbanização da área de estudo, que segundo IBGE (2010) é de 86%, a proporção atingida foi planejada durante o processo de amostragem para garantir uma melhor representatividade da população Figura 22. A proporção de respondentes residentes em cada um dos municípios foi planejado, os resultados obtidos possuem a seguinte proporção (Tabela 18): 55% eram residentes no município de Itajubá, 29% residentes em Campos do Jordão já que os dois municípios possuem a maior população.

Tabela 18 – Proporção de respondentes por município.

Município	% de Respondentes
Itajubá	55
Campos do Jordão	29
Piranguçu	6
Delfim Moreira	5
São Bento do Sapucaí	2

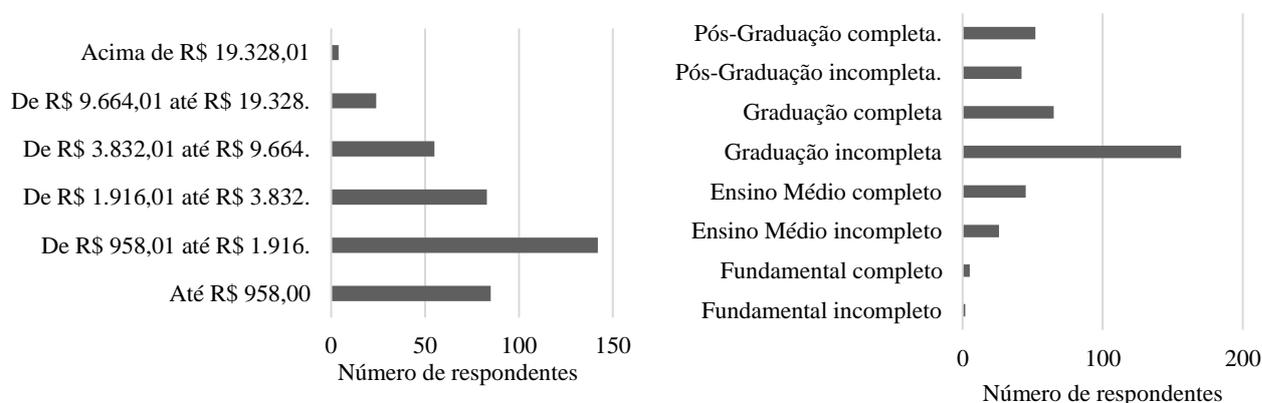
Fonte: Do autor.

Observando a configuração da renda dos respondentes (

Figura 23), tem-se que a maioria possui renda nos dois primeiros estratos, inferior a R\$ 1.996,00 mensais, sendo 142 respondentes com renda entre R\$ 998,01 e R\$ 1.996,00 mensais e 85 respondentes com renda inferior a R\$ 998,00 mensais (

Figura 23). A pesquisa também conseguiu amostras de respondentes com renda superior a R\$ 19.960,01 mensais. À vista disso, a principal conclusão é de que a renda da população residente na área de estudo possui ampla variação, com predomínio das classes E e D de renda (até 4 salários mínimos).

Figura 23 – Variação de renda e escolaridade dos respondentes.



Fonte: Do autor.

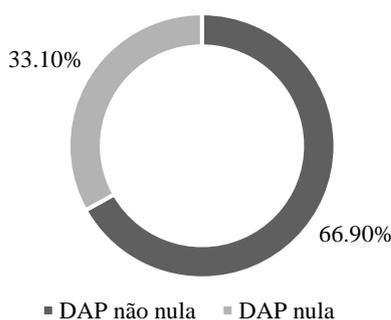
Quanto ao nível de escolaridade (

Figura 23), todos os estratos foram amostrados, sendo o mais frequente a Graduação incompleta com 156 respondentes, seguido da Graduação completa com 49 respondentes. Apenas 2 respondentes declaram não possuir o ensino fundamental completo e 5, possuíam até o ensino fundamental completo. O nível de escolaridade da população amostrada mostrou-se elevado, com grande predomínio da ascensão do nível de escolaridade, devido principalmente a expressiva amostra com graduação incompleta. Acredita-se que tal configuração deva-se a existência de um amplo polo universitário na área de estudo, que contempla universidades públicas e privadas, institutos federais e particulares, em todas as

áreas de conhecimento bem como o fácil acesso a outros polos educacionais, nas cidades de Taubaté e São José dos Campos para os residentes nos municípios de São Bento do Sapucaí e Campos do Jordão, e Santa Rita do Sapucaí e Pouso Alegre para os residentes nos municípios de Itajubá, Piranguçu, Delfim Moreira, Wenceslau Braz.

Como discutido, um dos principais objetivos deste estudo foi analisar as características socioeconômicas e a DAP. O cenário hipotético empregado fez referência a um investimento para a manutenção e/ou melhoria das Unidades de Conservação do Alto do Sapucaí indicando a contribuição das mesmas no processo de regulação do fluxo hidrológico (Figura 21). Em resposta a esse cenário, mais de dois terços dos respondentes (263 ou 66,9%) manifestaram uma DAP não nula (Figura 24). A média da DAP declarada foi de R\$10,32 mensais, quando analisado toda a população amostrada a média é de R\$6,89 mensais, com mediana de R\$ 5,00 mensais.

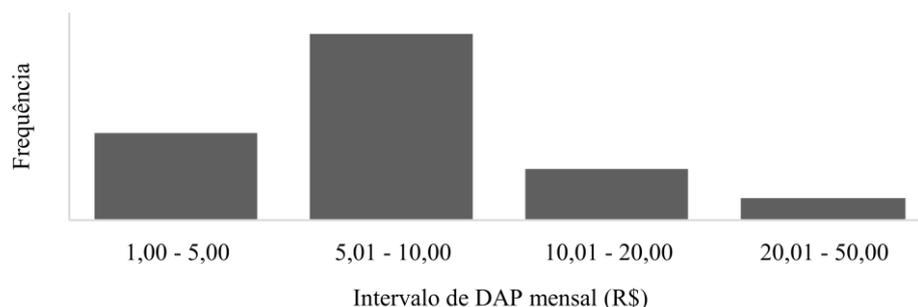
Figura 24 – Proporção de DAP declarada.



Fonte: Do autor.

Em relação a DAP, 35,9% declaram uma DAP de R\$ 5,01 até R\$ 10,00 mensais, 66 respondentes (16,8%) estavam dispostos a pagar de R\$ 1,00 até R\$ 5,00, 9,9% dos respondentes revelaram uma DAP entre R\$ 10,01 até R\$ 20,00 e em uma menor proporção 17 respondentes (4,3%) manifestaram uma DAP entre R\$ 20,01 até R\$ 50,00. Um histograma da DAP mensal declarada é mostrado na Figura 25.

Figura 25 – Frequência de DAP não nula declarada.



Fonte: Do autor.

Ao analisar o valor da DAP por estrato de renda, tem-se que as DAP médias (Tabela 19) apresentou grande amplitude de variação sendo a média mínima de R\$ 8,33 mensais e máxima de R\$ 45,00 mensais. No entanto, houve variação estatística nas médias em apenas três estratos quando comparado a menor média, ou seja, a média da DAP apresentada pela população com renda até R\$ 998,00 mensais não difere estatisticamente da média da DAP apresentada pela população com renda entre R\$ 998,00 até R\$ 3.992,00 mensais (Tabela 19). Já as DAPs apresentadas pelos estratos 4, 5 e 6 diferem estatisticamente dos estratos anteriores e entre si, indicando que a partir de uma dada faixa de renda a DAP é modificada.

Tabela 19 – Médias da disposição a pagar por estrato de renda e valor-p de significância da invariabilidade das médias em comparativo a média do primeiro estrato em uma amostragem.

<i>Estrato</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>Faixa de renda</b>	Até R\$ 998,00	De R\$ 998,01 até R\$ 1.996.	De R\$ 1.996,01 até R\$ 3.992.	De R\$ 3.992,01 até R\$ 9.980.	De R\$ 9.980,01 até R\$ 19.960.	Acima de R\$ 19.960,01
Média DAP	8,33	8,75	9,03	12,41	19,04	45,00
Variância	18,7619	22,21486	54,28412	67,82726	43,85498	33,33333
Observações	57	90	51	39	22	4
Valor-p	Estrato base	0,289481	0,278553	0,003258	6,03E-08	0,000557

Fonte: Do autor.

A disposição a pagar manifestada versus o nível de renda dos habitantes indica que há um aumento no valor da disposição a pagar com a elevação da renda. Contudo, o número de indivíduos com DAP não nula no primeiro estrato (67,1%) foi superior ao do segundo (63,4%) e terceiro (61,4%), indicando então que renda que é um fator altamente relacionado a DAP, mas que não é único motivador (Tabela 20).

Nos estratos 5 e 6 a DAP não nula foi superior a 90%, com DAP média significativamente maior que a dos estratos anteriores. Em destaque, tem-se o último estrato

de entrevistados com renda superior a 19 mil reais mensais, em que 100% dos entrevistados possuíam DAP não nula, como a média é 5,4 vezes maior do que a do primeiro estrato.

Tabela 20 – Níveis de renda dos entrevistados versus DAP manifestada.

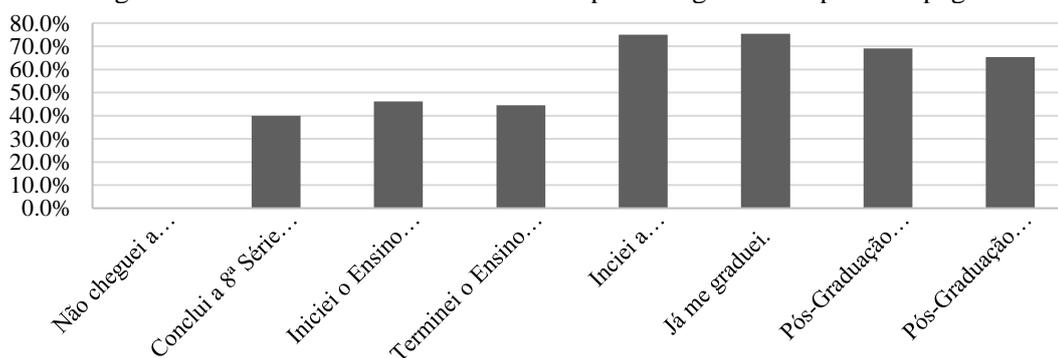
Níveis de Renda*	DAP															Total Disposto	
	0	1-2	3	4-5	6	7	8-9,5	10	11-17	20	24	25	26	30	40		50
1°	28	8	0	7	0	3	9	25	3	0	2	0	0	0	0	0	67.1%
2°	52	6	0	23	6	0	9	33	8	3	0	1	0	1	0	0	63.4%
3°	32	4	3	10	4	2	2	21	0	4	0	0	0	0	0	1	61.4%
4°	16	2	0	3	0	0	5	16	7	3	0	0	2	0	0	1	70.9%
5°	2	0	0	0	0	0	0	6	0	11	1	1	0	3	0	0	91.7%
6°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	100.0%
<b>Total</b>	130	20	3	43	10	5	25	101	18	21	3	2	2	4	2	4	

\*1° até R\$958,00; 2° de R\$958,00 até 1916,00; 3° de 1916,01 até 3832,00; 4° de R\$ 3832,01 até R\$ 9664,00; 5° de R\$ 9664,01 até R\$ 19328,00; 6° acima de R\$ 19328,01.

Fonte: Do autor.

O dado de DAP manifestada versus o nível de escolaridade dos entrevistados indica que a propensão a contribuir para a manutenção e conservação das UC do Alto do Sapucaí para a continuidade do serviço de regulação do fluxo hidrológico aumenta em entrevistados com um maior grau de instrução. O estrato mais propenso a contribuir foram os entrevistados que já possuíam uma graduação (75,4%), após esse nível de escolaridade há uma diminuição da propensão. No entanto, a diminuição na propensão a contribuir não atinge os níveis anteriores identificados no primeiro, segundo e terceiro estrato (Figura 26).

Figura 26 – Níveis de escolaridade versus porcentagem de dispostos a pagar.



Fonte: Do autor.

Quando analisado as DAP médias de cada estrato, tem-se que elas apresentam um ligeiro aumento com a elevação do nível de escolaridade (Tabela 21). Contudo, quando analisamos o p-valor tem-se que há diferença significativa apenas nas DAP médias do primeiro estrato (Ensino Fundamental Completo) em comparativo com os demais, e dos

entrevistados que encontravam-se no último estrato (Pós-Graduação Completa) também em comparação aos demais.

Tabela 21 – Média e desvio padrão das DAP por nível de escolaridade.

	<b>Ens. Fundamental Comp.</b>	<b>Ens. Médio Incomp.</b>	<b>Ens. Médio Comp.</b>	<b>Grad. Incomp.</b>	<b>Grad. Comp.</b>	<b>Pós-Grad. Incomp.</b>	<b>Pós-Grad. Comp.</b>
Média	2	8,67	8,92	9,30	11,28	12,46	15,20
Desvio Padrão	0	4,46	6,01	6,77	7,00	8,91	11,95
p-valor	Base	$1,47 \cdot 10^{-21}$	0,000152	$1,34 \cdot 10^{-12}$	$2,76 \cdot 10^{-10}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$	$2,82 \cdot 10^{-05}$
p-valor	Base	$1,47 \cdot 10^{-21}$	0,000152	$1,34 \cdot 10^{-12}$	$2,76 \cdot 10^{-10}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$	Base

Fonte: Do autor.

O questionário possuía uma pergunta, onde era solicitado aos entrevistados que justificassem a DAP manifestada, mesmo no caso de DAP nula. Diversos motivos explicam o não pagamento da contribuição, dentre eles duas justificativas representam mais de 70%. A DAP nula foi justificada em 41,5% como de Protesto (Tabela 22), essa categoria agrupa uma série de justificativas contidas nos questionários, tais como: A existência de legislação para proteção de unidades de conservação, a excessiva carga de impostos, a corrupção e falta de confiabilidade no sistema público, associação da responsabilidade do Estado na conservação e outros.

A segunda justificativa mais recorrente, com 30,8%, foi relacionada a questões financeiras, onde os respondentes declararam não possuem renda suficiente para contribuir. Uma categoria que apresentou 2,3% das justificativas, exibiu uma característica singular, ao alegar que não há importância em proteger as unidades de conservação para garantir o provimento do serviço de regulação fluxo hidrológico. Um dos entrevistados, apresentou o seguinte argumento “Pois não vejo necessidade de se gastar dinheiro, seja ele público ou privado, com essa questão no momento” (respondente não identificado).

Tabela 22 – Justificativa para as DAP nulas.

<b>Classe</b>	<b>Número de respondentes</b>	<b>Porcentagem</b>
Renda	40	30,8%
Contribuição não monetária	13	10,0%
Não concorda	13	10,0%
Não considera importante	3	2,3%
Não justificou	3	2,3%
Protesto	54	41,5%

Viés de confiança no projeto	4	3,1%
------------------------------	---	------

Fonte: Do autor.

Quando analisamos os motivos declarados dos respondentes com DAP positiva, tem-se que eles são expressos em um maior número de classes (Tabela 23). Na primeira classe, 137 respondentes (52,1%) deles apresentaram a renda como principal fator limitante para a DAP declarada. A segunda justificativa mais recorrente, com 37 respondentes (14,1%), foi uma classe denominada como “Renda condicionada ao coletivo” onde o respondente declarou a DAP não apenas condicionada a sua renda, mas também buscando condicionar a renda da população da bacia do Alto do Sapucaí. Nessa classe encontramos justificativas como “Acho justo em face do baixo valor do salário mínimo e a possibilidade de uma participação maior da sociedade” (Respondente, não identificado). Em terceiro lugar, tem-se a classe “Mensuração de Importância”, essa foi a classe da justificativa de 21 respondentes (8,0%) essa classe trata-se da DAP vinculada exclusivamente a importância das UC e do serviço de regulação do fluxo hidrológico para o respondente. Uma classe semelhante é a “Renda e Mensuração de Importância” onde na justificativa ambos elementos são explícitos, como nessa justificativa “É muito importante, mas não tenho renda suficiente para doar mais” (Respondente, não identificado).

Tabela 23 – Justificativa das DAP positivas.

<b>Classe</b>	<b>Número de respondentes</b>	<b>Porcentagem</b>
Renda	137	52,1%
Renda condicionada ao coletivo	37	14,1%
Renda e mensuração de importância	14	5,3%
Condicionado ao coletivo social	9	3,4%
Mensuração de importância	21	8,0%
Protesto	13	4,9%
Responsabilidade	6	2,3%
Valor simbólico	8	3,0%
Valor simbólico condicionado ao coletivo	6	2,3%
Viés de confiança no projeto	12	4,6%

Fonte: Do autor.

### 3.2 Indicadores de Percepção Ambiental

A princípio foi realizada uma análise individual das questões que abrangeram a percepção ambiental da população residente na Bacia do Alto do Sapucaí e em seguida foi descrita a análise fatorial. A Tabela 24 evidencia, em termos percentuais, o grau de percepção

ambiental dos respondentes em relação às questões afirmativas verdadeiras apresentadas no questionário.

Analisando os dados, por tópicos do ciclo hidrológico, percebe-se que no tópico Infiltração (Q21 e Q22) mais de 44% dos respondentes concordam com as duas afirmativas, indicando um elevado grau de percepção do processo de infiltração e armazenamento de água no solo. Além disso, no mesmo tópico no máximo 3%, discordaram em algum grau de uma das afirmativas, sinalizando que sobre tal aspecto o grau de percepção não é apenas elevado como também acertado sobre o ponto de vista físico. Para as questões do tópico infiltração, 17% e 19%, respectivamente, dos respondentes declararam não saberem opinar, tal fato foi pontuado como “0”, pois indica que seu conhecimento sobre tal fato era nulo ou próximo.

O segundo tópico analisado foi o de Precipitação (Q1, Q2, Q12, Q15 e Q17), as respostas desse tópico foram mais variadas. A questão Q1 tratava de um processo de precipitação de grande importância em locais de serra, 73% dos entrevistados concordaram ao menos em parte com a afirmativa, esse resultado era esperado devido às condições climáticas da área de estudo que favorece a formação de neblinas e nevoeiros. A questão Q15 apresentou um elevado número de respostas “Não Sei Opinar”, 38%, tal fato era esperado já que o processo de formação de uma gota é algo complexo que requer que todas as fases do processo de percepção ambiental sejam percorridas, gerando uma conscientização do indivíduo do processo de condensação. A Q17 apresentou um elevado grau de respostas “Concordo Totalmente”, 60%, por ser uma afirmação de um elemento do ciclo hidrológico observado diariamente pelo homem, e que possui influência direta nas relações diárias e de sobrevivência.

Tabela 24 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) quanto ao grau de percepção ambiental das questões de diferencial semântico verdadeiras.

<b>Pontuação*</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>
Q1-Em locais como serras, a neblina fornece água para as plantas e o solo.	40%	15%	18%	5%	1%	2%	19%
Q2-Boa parte da água da chuva retorna aos céus rapidamente na forma de vapor.	26%	18%	20%	7%	8%	9%	11%
Q5-A sociedade deve repensar a ocupação das várzeas.	61%	16%	8%	1%	1%	3%	11%
Q6-Percebo que a chuva demora mais para molhar a terra em um local coberto por árvores.	36%	24%	13%	4%	0%	11%	11%
Q9-Durante as enchentes eu noto que aumenta a quantidade de animais selvagens na região.	14%	11%	17%	10%	7%	9%	32%
Q10-As plantas também suam e a maior parte da água que absorvem é eliminada	23%	8%	17%	9%	3%	5%	36%

assim.							
Q12-No local onde moro, eu sei de onde a chuva costuma vir.	29%	16%	18%	7%	5%	8%	19%
Q13-Creio que é possível conviver harmonicamente com o processo de enchente.	14%	6%	13%	10%	12%	29%	15%
Q14-Quando a água infiltra no solo, ela demora muito mais para chegar ao rio do que quando ela escorre pelo chão.	37%	14%	16%	6%	3%	5%	19%
Q15-Uma gota de água da chuva só pode existir porque o vapor se fixou em uma partícula na atmosfera.	30%	11%	15%	3%	2%	2%	38%
Q17-Quando olho para o céu e vejo nuvens, eu sei que nem todas indicam chuva.	60%	17%	13%	1%	2%	1%	5%
Q18-Em relevos íngremes, cobertos com montanhas, a água da chuva não forma poças.	20%	19%	18%	5%	4%	9%	24%
Q19-Eu já vi cultivos agrícolas em áreas inundadas.	46%	22%	7%	0%	4%	9%	13%
Q20-Existem áreas que são naturalmente inundáveis.	64%	12%	13%	1%	0%	0%	10%
Q21-Existem terras que quando são molhadas ficam com a textura de uma massa de modelar ou de pão.	52%	15%	14%	0%	1%	2%	17%
Q22-Parte da água infiltrada no solo fica armazenada e é liberada aos poucos para os rios.	44%	14%	18%	2%	3%	1%	19%
Q26-Eu vejo que quando a água não é absorvida pelo solo ela escorre pelo chão.	49%	23%	13%	2%	0%	1%	12%
Q27-Quando está chovendo bastante em uma área mais alta da minha região, fico atento com o nível dos rios próximo a mim.	38%	14%	18%	6%	3%	7%	15%

\* As questões afirmativas verdadeiras foram pontuadas da seguinte forma: Concordo Totalmente-1; Concordo em grande parte-0,8; Concordo Pouco-0,6; Discordo Pouco-0,4, Discordo em grande parte-0,2; Discordo Totalmente-0,05; Não sei opinar-0.

Fonte: Do autor.

No tópico Escoamento (Q14, Q18, Q20, Q26 e Q27), as questões Q20 e Q26 tratavam do processo de não escoamento de água, e foram as questões que apresentaram o maior índice de respostas “Concordo Totalmente”, 64% e 49%, respectivamente, tal configuração nas respostas pode ser justificado pelo amplo histórico de enchentes e alagamentos na área de estudo, o que torna a vivência e/ou a divulgação de notícias sobre o não escoamento de água mais recorrente.

O tópico Evapotranspiração e Interceptação (Q6 e Q10) apresentou um grande número de respostas com tendência a concordar com a afirmativa, porém uma baixa frequência de respostas “Concordo Totalmente”, apenas a Q6 apresentou uma frequência relativamente alta

de resposta de “Concordo Totalmente”, 36%. Também 36% dos respondentes declararam não saberem opinar na Q10, que tratava da transpiração das plantas, supõe-se que a configuração dessas respostas se deva que tal transpiração não seja visível em ambiente natural, sendo percebido visualmente apenas através artifícios indiretos, como por meio da visualização da condensação da água transpirada.

O último tópico, Enchente (Q5, Q9, Q13 e Q19) foi desenhado afim de identificar se tal evento hidrológico é visto pelos respondentes. Na Q19, 46% dos respondentes afirmaram já terem visto cultivos agrícolas em áreas de várzeas. 61% afirmaram concordarem totalmente com a afirmativa de que a ocupação de várzeas pela sociedade deve ser repensada, indicando a maioria dos respondentes reconhece que a ocupação de várzeas pela sociedade traz consequências e que o modo atual de ocupação não favorece a sociedade.

Outras questões do questionário foram estruturadas na forma de afirmações falsas, tal estratégia foi utilizada para aumentar o nível de atenção dos respondentes, tais questões estão apresentadas na Tabela 25. Como pode ser analisado a Q7 foi a questão que apresentou o maior número de Discordo Totalmente, 50%, indicando que o grau de percepção sobre o assunto é relativamente alto.

As Q11 e Q16 tratam do processo de armazenamento e permeabilidade, processo que favorecem a infiltração da água e disponibilidade da mesma para plantas e outros seres. Quanto a essas questões prevaleceu a resposta “Não Sei Opinar” com 34% e 38%, respectivamente, contabilizando todos os que concordaram em algum grau com a afirmativas e os que não souberam opinar temos 65% e 58%.

Tabela 25 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) quanto ao grau de percepção ambiental das questões de diferencial semântico falsas.

<b>Pontuação*</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>
Q7-Áreas pavimentadas com asfalto ou piso permitem a infiltração de água tanto quanto o pavimento intertravado (foto)	50%	13%	9%	7%	6%	7%	8%
Q11-A terra possui espaços que facilitam a infiltração, somente os espaços maiores favorecem as plantas.	21%	6%	8%	15%	6%	10%	34%
Q16-Em um torrão de terra existem diversos furinhos por onde a água da chuva passa, essa é a única característica importante desse torrão.	24%	10%	8%	10%	2%	8%	38%
Q8-O processo de elevação do nível do rio (como mostrado na figura abaixo) é visivelmente prejudicial para as áreas naturais.	24%	14%	14%	8%	8%	8%	24%

\* As questões afirmativas falsas foram pontuadas da seguinte forma: Discordo Totalmente-1; Discordo em grande parte-0,8; Discordo Pouco-0,6; Concordo Pouco-0,4, Concordo em grande parte-0,2; Concordo Totalmente-0,05; Não sei opinar-0.

Fonte: Do autor.

A Q8 apresentou também elevada variação de respostas, inclusive o mesmo nível de pessoas que discordaram totalmente com a afirmativa e os que não souberam opinar sobre o assunto, 24%, julga-se que tal fato também se deva ao elevado número de respondentes de zona urbana.

Outra questão presente no questionário tratava-se da classificação de três tipos de solo, do com maior capacidade de infiltração para o menor. As frequências de respostas para essa questão estão apresentadas na Tabela 26, onde 47% dos respondentes responderam corretamente que um solo argiloso possui uma capacidade de infiltração intermediária ao solo arenoso e orgânico. A frequência de respostas corretas para o solo argiloso foi mais de duas vezes maior que a dos demais solos, julga-se como hipótese para tal resultado a presença predominante do solo argiloso na área de estudo como pode ser observado na Figura 11.

Tabela 26 – Frequência de respostas para a Q23, Q24 e Q25, respectivamente, sobre capacidade de infiltração de três tipos de solos.

<b>Sequência de Resposta correta</b>	<b>Solos Apresentados</b>	<b>Frequência de respostas Corretas</b>	<b>Frequência de respostas Erradas</b>
<b>2</b>		47%	53%
<b>1</b>		17%	83%
<b>3</b>		19%	81%

Fonte: Do autor.

Ainda no tópico Enchentes, foram adicionadas duas afirmativas relacionadas a experiências vividas, essas afirmativas não podem ser avaliadas com as demais pois não são

nem afirmativas verdadeiras nem falsas. A Tabela 27 apresenta a frequência de respostas para tais questões. Quando perguntados sobre a perda de bens materiais ou sentimentais com enchentes 46% dos respondentes discordaram totalmente da afirmativa, 31% concordaram em algum grau com a afirmativa.

A afirmativa, Q3, tratou do sentimento de tristeza relacionados a ver florestas e pastos inundados. Tal afirmativa é importante, pois o sentimento de tristeza carrega com sigilo a ideia da negatividade, prejudicial, danoso nessa afirmativa 32% responderam que concordam totalmente com a afirmativa, ou seja, 32% associam as inundações de áreas naturais a um sentimento negativo. Quando a afirmativa lidava com a frequência em que são afetados por processos de enchente ou alagamentos, 42% discordaram totalmente da afirmativa, 27% concordaram em algum grau com a afirmativa.

Tabela 27 – Frequência das respostas dos entrevistados (em %) para questões de diferencial semântico neutras.

	<b>Conc. Tot.</b>	<b>Conc. em grande parte</b>	<b>Conc. Pouco</b>	<b>Disc. em grande parte</b>	<b>Disc. Pouco</b>	<b>Disc. Tot.</b>	<b>NS</b>
Q4-Eu já perdi um bem sentimental ou financeiro com as enchentes da região.	15%	6%	10%	3%	10%	46%	11%
Q3-Eu me sinto triste quando vejo florestas e pastos inundados.	32%	17%	8%	10%	3%	10%	19%
Q28-Sou afetado frequentemente com enchentes ou alagamentos da região.	9%	5%	14%	10%	10%	42%	10%

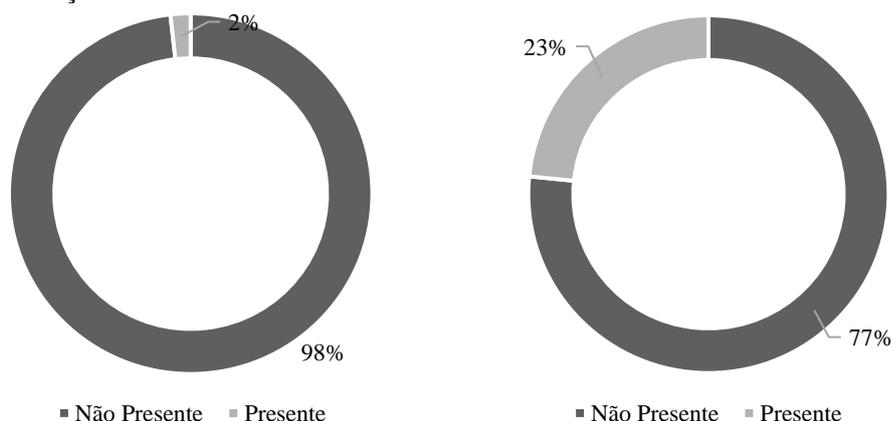
Fonte: Do autor.

Outra questão contida no questionário de percepção ambiental, relaciona-se com a definição do conceito de enchente. Essa questão era qualitativa, onde buscávamos identificar se a definição do respondente era correta, se ela era positiva, negativa ou neutra e por último se no processo de definição o respondente responsabilizava a sociedade pelo processo de enchente ou mostrava a consequência do processo de enchente para a sociedade.

Tal classificação buscou identificar primeiramente, se há um conceito físico correto sobre o termo, para tal foi utilizada como base a definição: As enchentes são caracterizadas pelo transbordamento do leito menor para o leito maior, ocorrendo de forma cíclica devido à acréscimo pluviométrico. Nessa definição tem-se três elementos que caracterizam o processo de enchente, a ciclicidade, a precipitação e o escoamento.

Com relação a ciclicidade (Figura 27), apenas 2% das definições apresentaram o elemento de ciclicidade do processo de enchente, 98% dos respondentes o que corresponde a 386 respondentes não incluíram em sua definição que as enchentes são eventos cíclicos. Já o elemento precipitação, foi citado por 23% dos respondentes, o que corresponde à 92, o termo chuva foi utilizado quase em sua totalidade para referir-se à precipitação.

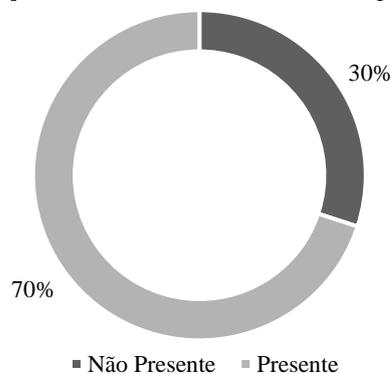
Figura 27 – Frequência de presença do elemento ciclicidade (a) e precipitação (b) no processo de definição de enchente.



Fonte: Do autor.

Quando a analisado o elemento escoamento (Figura 28), o cenário se modifica, 70% dos respondentes mencionaram o escoamento em sua definição através dos termos; vazão, escoamento, transbordo, derramamento, alagamento, cheia e outros. Julga-se estar vinculado o alto número de menções desse elemento no processo de definição ao fato do processo de diminuição de escoamento ser algo de grande impacto visual.

Figura 28 – Frequência de presença do elemento escoamento no processo de definição de enchente.

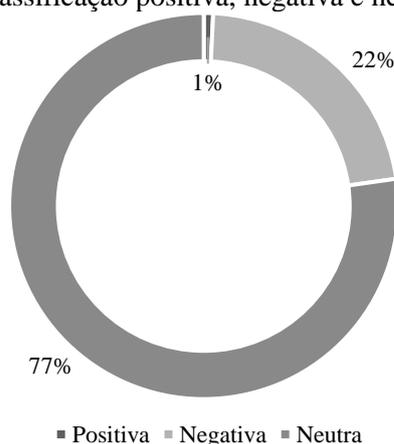


Fonte: Do autor.

Para a classificação de positiva, negativa e neutra, foi utilizada palavras chaves. A classificação foi considerada negativa, quando na descrição foi encontrado palavras e termos tais como: catástrofes, reclama, socorro, desolado, perder tudo, estrago, e outras, que trazem um significado negativo a definição. Positiva quando palavras chaves como: benefício, melhoria, favorável e outras, que indicassem um significado positivo a definição, demais definições que não apresentavam características negativas ou positivas foram enquadradas em neutra.

A Figura 29, mostra de 77% dos respondentes não associaram nenhum sentimento ao processo de definição de enchente, efetuando o processo de definição de modo racional, frequência de respostas próximo aos que discordaram em algum grau ou não souberam opinar sobre serem afetados frequentemente por enchentes (Q28, 72% discordaram em algum grau ou não souberam opinar). Já 23% dos respondentes associação algum sentimento a definição, 22% dos respondentes associaram um sentimento negativo a sua definição, indicando que vivenciaram experiências que ressignificaram esse processo físico do ciclo hidrológico. Na categoria negativa, alguns respondentes apresentaram definições de enchente como “algo que destrói lares, famílias e sonhos” (Respondente, não identificado) e “Enchente e vc ter seu corpo dentro d’água e não saber para onde ir o que socorrer primeiro ficar desolado perder tudo...” (Respondente, não identificado).

Figura 29 – Frequência de classificação positiva, negativa e neutra na definição de enchente.



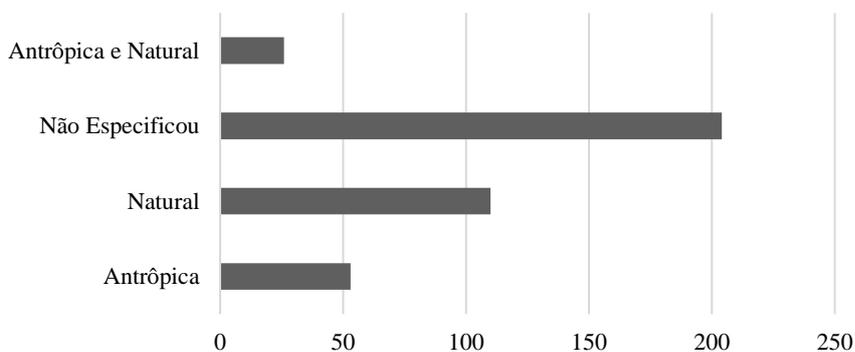
Fonte: Do autor.

Quando analisado se na definição é citado a consequência que a enchente causa na sociedade, tem-se que aproximadamente 36% dos respondentes citaram algum tipo de consequência da enchente para a sociedade, em sua maioria estão as consequências materiais como a alagamento de ruas, carros, casas e cidades.

Analisou-se também a causalidade contida na definição, ou seja, se o respondente associava a enchente há uma causa natural, antrópica ou não especificava, nessa classe era possível o respondente pontuar em causa natural e antrópica simultaneamente. A classe buscou identificar nas respostas se as causas são aspectos importantes a ponto de serem citados durante o processo de definição do termo enchente.

A grande maioria dos respondentes não especificaram a causa (Figura 30), o que corresponde a 51,9%, dos que especificaram 27,9% (110 respondentes) associaram a enchente apenas como um processo natural o ciclo hidrológico, 13,4% (54 respondentes) associaram apenas a causas antrópicas e por último 6,6% (26 respondentes) associaram a causas antrópicas e naturais.

Figura 30 – Frequência de associação de causalidade na definição de enchente.



Fonte: Do autor.

Outro elemento identificado nesta questão, trata-se das áreas afetadas por enchentes. Embora esse elemento não fosse abrangido pelo processo de definição, 62,4% (245) dos respondentes incluíram em sua definição elementos que pudessem identificar quais áreas na sua opinião são afetadas por enchentes. Dos que adicionaram esse elemento, cerca de 42% (104 respondentes) mencionaram que apenas as áreas antropizadas são afetadas por enchentes, isso inclui as cidades, ruas, zonas habitacionais e plantações, 27% (68 respondentes) mencionaram que áreas antropizadas e naturais são afetadas, nessa categoria o termo várzea foi incluído. Apenas 2% (5 respondentes) mencionaram que apenas áreas naturais são afetadas.

Após a análise inicial, identificou-se que os elementos do ciclo hidrológico são percebidos de formas variadas. Elementos que possuem uma ação mais intensa ou recorrente no ambiente favorecem o processo de percepção ambiental pelos indivíduos. Identificou-se

também que as vivências dos indivíduos podem ressignificar os processos do ciclo hidrológico.

A seção a seguir trata da análise fatorial das questões de percepção ambiental, buscando identificar agrupamentos de questões conforme sua variância nas respostas obtidas.

### 3.3 Análise Fatorial dos dados socioeconômicos e de percepção ambiental

A análise fatorial é um conjunto de técnicas estatísticas do tipo análise multivariada. Essa análise é frequentemente empregada para analisar o comportamento de uma variável ou grupo em relação a outras (ROSS et al., 2002). A aplicação desta técnica parte da hipótese que as variáveis podem ser agrupadas de acordo com as suas correlações, gerando grupos de variáveis correlacionadas entre si e baixa correlações com variáveis de um grupo diferente. Com o objetivo de obter as variáveis relacionadas à percepção ambiental a serem incorporados no modelo de Regressão Linear Múltipla empregou-se a análise fatorial, utilizando o software *Stata 13*. A primeira etapa da análise fatorial, são os testes que indicam a aplicabilidade da análise.

Os testes aplicados neste estudo foram o teste de Esfericidade de Barlett p-value e o teste KMO. O teste de Esfericidade de Barlett p-value extremamente baixo indica que se deve rejeita a hipótese nula, evidenciando, portanto, que existe correlação entre algumas variáveis. O teste KMO apresentou índice igual a 0,607 (Tabela 28) o que sugere haver correlação razoável entre as variáveis, possibilitando aplicação da análise fatorial do tipo componentes principais.

Tabela 28 – Teste de Esfericidade de Bartlett e Kaiser-Meyer-Olkin.

<b>Teste de Esfericidade de Bartlett</b>	
<i>Chi-square</i>	2399,423
<i>Degrees of freedom</i>	406
<i>p-valor</i>	0,000
<b>Teste Kaiser-Meyer-Olkin</b>	
<b>KMO</b>	0,607

Fonte: Do autor.

Com o resultado de uma correlação razoável entre as variáveis de percepção ambiental, procedeu-se a Análise de Componentes Principais. A análise de Componentes Principais irá agrupar as questões em denominados Fatores, os Fatores contêm uma medida de informação que explica a variação. O número de fatores a serem confinados foi definido de acordo com o Critério de Kaiser. Tal critério determina que o número de fatores deve ser igual

ao número de autovalores maiores ou iguais a 1, caso a amostra tenha menos de 30 variáveis, a comunalidade maior que 70 e o número de indivíduos maior que 250. Todos os critérios são obedecidos por nossos dados, dessa forma, foram mantidas como variáveis a serem incorporadas no modelo os 11 primeiros fatores, Tabela 29. Destaca-se que tais fatores explicam em conjunto 69,02% da informação total contida nas 29 variáveis.

Tabela 29 – Autovalores e porcentagem da variância total explicada para os fatores incorporados.

<b>Fator</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Variância total explicada pelo fator</b>	<b>Variância acumulada</b>
1	4,81493	0,166	0,166
2	2,57231	0,0887	0,2547
3	1,96224	0,0677	0,3224
4	1,83076	0,0631	0,3855
5	1,52675	0,0526	0,4382
6	1,43754	0,0496	0,4877
7	1,40562	0,0485	0,5362
8	1,20013	0,0414	0,5776
9	1,13357	0,0391	0,6167
10	1,11943	0,0386	0,6553
11	1,01211	0,0349	0,6902
12	0,97102	0,0335	0,7237
13	0,88354	0,0305	0,7541
14	0,74448	0,0257	0,7798
15	0,70583	0,0243	0,8041
16	0,66323	0,0229	0,827
17	0,61959	0,0214	0,8484
18	0,60806	0,021	0,8693
19	0,55825	0,0193	0,8886
20	0,50536	0,0174	0,906
21	0,45673	0,0157	0,9218
22	0,4245	0,0146	0,9364
23	0,37637	0,013	0,9494
24	0,3484	0,012	0,9614
25	0,29373	0,0101	0,9715
26	0,25309	0,0087	0,9803
27	0,22001	0,0076	0,9878
28	0,18741	0,0065	0,9943
29	481,493	0,166	0,166

Fonte: Do autor.

As variáveis explanatórias ficaram agrupadas em 11 fatores, Tabela 43 (Anexo C), onde é possível verificar as cargas fatoriais. Os coeficientes das colunas retratam as correlações das variáveis e seus respectivos fatores, já a coluna comunalidade representa a parcela da variância que uma variável partilha com outras incluídas na análise.

Buscando uma interpretação mais compreensível das cargas fatoriais, rotacionou-se os 9 fatores incorporados utilizando-se o método de Rotação Ortogonal por Varimax no *Stata 13*, esse método busca dividir o conjunto de variáveis pelos fatores gerando como resultado subconjuntos com maior grau de independência possível. A Tabela 30 exhibe as cargas fatoriais e as communalidades de cada fator após a rotação, as cargas fatoriais em módulo com valor superior a 0,4 estão em negrito, conforme indicado por Stevens (2002).

Tabela 30 – Cargas Fatoriais rotacionadas ortogonalmente.

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
q26	<b>0,7534</b>	0,125	0,048	0,1295	-0,0185	0,0401	-0,0846	-0,0485	0,1428	0,078	-0,0563
q21	<b>0,6236</b>	0,0883	-0,0506	0,3277	0,1723	0,2069	0,3299	0,0487	0,0256	0,0891	0,0031
q16	<b>0,5784</b>	0,2711	0,0306	-0,1562	0,1657	-0,1851	0,0127	0,3433	0,1741	-0,1978	-0,0062
q19	<b>0,4884</b>	0,2165	-0,1341	-0,0522	0,1527	0,0757	0,2732	0,1681	0,1793	0,398	0,0704
q22	0,1287	<b>0,7279</b>	-0,0755	0,1811	0,1454	0,3391	-0,0388	0,0329	0,2519	-0,1176	0,0159
q2	0,0071	<b>0,6403</b>	0,1875	0,0951	-0,1797	-0,0665	0,0198	0,1988	-0,1059	0,1172	-0,2565
q14	0,3556	<b>0,6104</b>	-0,0481	0,0043	-0,1154	-0,0956	-0,0855	-0,0824	0,1209	0,2231	0,1817
q27	0,0845	0,1458	<b>0,6317</b>	0,1653	-0,2001	0,1436	0,1969	0,3188	-0,0964	0,1281	0,0914
q28	-0,0606	0,1365	<b>0,5409</b>	-0,0195	0,0347	0,3021	0,1558	-0,1094	-0,2355	0,2193	0,2419
q29	0,3397	-0,0354	<b>0,462</b>	0,159	0,0539	-0,3467	-0,1522	0,0515	0,0504	0,0975	0,0705
q25	0,2653	-0,0568	<b>-0,4523</b>	0,2898	-0,1361	-0,0908	0,1335	0,441	-0,035	0,2155	0,015
q24	0,088	0,1163	<b>-0,7196</b>	0,027	-0,0296	0,0231	0,1235	0,1921	-0,0899	-0,1375	0,2048
q10	0,0067	0,1141	-0,0015	<b>0,789</b>	0,1024	-0,2374	-0,0438	-0,0223	0,0402	0,0447	0,101
q15	0,1616	0,4512	0,0289	<b>0,5739</b>	0,0589	0,0976	0,1992	0,1617	-0,0217	0,087	-0,0185
q20	0,3526	0,0011	0,4298	<b>0,5214</b>	0,1834	-0,0403	-0,0679	0,0622	0,1194	-0,1726	-0,0431
q8	-0,0474	0,0238	0,0493	0,1998	<b>0,8183</b>	0,1033	0,1766	0,0022	0,0517	0,0097	0,058
q13	0,0637	0,422	0,2555	0,0478	<b>0,576</b>	-0,1494	0,127	0,042	-0,0078	0,1684	0,0269
q3	-0,299	0,1905	0,2349	0,0935	<b>-0,684</b>	0,0803	0,161	-0,0733	0,2154	0,0062	0,0696
q4	0,069	0,0548	0,0553	-0,157	-0,0214	<b>0,8537</b>	-0,0599	-0,0247	-0,0813	-0,0071	0,0476
q9	-0,3629	0,183	0,2728	0,0373	0,205	<b>0,4612</b>	0,0558	0,0338	0,2938	-0,0308	-0,134
q12	0,0271	-0,0268	-0,0759	0,2232	0,1859	-0,0563	<b>0,6473</b>	-0,1659	0,3198	0,0864	0,2198
q7	0,3691	0,1945	0,0095	-0,0381	0,0243	0,1713	<b>0,5604</b>	0,0245	0,2138	-0,3902	-0,0508
q6	0,1147	0,2034	-0,0984	0,2966	-0,0183	0,3742	<b>-0,5987</b>	0,0232	0,3037	-0,0861	0,0618
q11	0,0296	0,0244	-0,0128	-0,0194	0,0488	-0,0377	-0,1492	<b>0,8364</b>	0,1248	-0,0317	0,1599
q1	0,0249	0,352	-0,032	0,2223	0,0971	0,1373	0,3477	<b>0,5303</b>	-0,0027	0,1769	-0,1794
q17	0,1859	0,1348	-0,0717	-0,031	-0,0578	-0,1289	0,0862	0,0811	<b>0,8057</b>	0,0294	0,0525
q5	0,0584	0,0038	0,2835	0,3597	-0,0709	0,2834	0,0356	0,1834	<b>0,5571</b>	0,2275	-0,1016
q18	0,0614	0,0694	0,1627	0,0383	0,0443	-0,0158	0,005	0,0161	0,0761	<b>0,845</b>	-0,0771
q23	-0,0181	-0,0276	-0,0185	0,0575	0,0163	0,0282	0,0388	0,1167	0,0183	-0,0591	<b>0,8579</b>

Fonte: Do autor.

O Fator 1 que representa 16,6 % da variância total, apresenta correlação positiva com as variáveis:

Q16. Em um torrão de terra existem diversos furinhos por onde a água da chuva passa, essa é a única característica importante desse torrão.

Q19. Eu já vi cultivos agrícolas em áreas inundadas.

Q21. Existem terras que quando são molhadas ficam com a textura de uma massa de modelar ou de pão.

Q26. Eu vejo que quando a água não é absorvida pelo solo ela escorre pelo chão.

Todas as questões estavam relacionadas a observação dos mecanismos de infiltração e conseqüentemente escoamento da água no solo, logo o Fator 1, que apresentou maior variância dos dados foi denominado como “Observação da infiltração e escoamento”.

O Fator 2 representa 8,87 % da variância total, apresenta correlação positiva com as variáveis:

Q2. Boa parte da água da chuva retorna aos céus rapidamente na forma de vapor.

Q14. Quando a água infiltra no solo, ela demora muito mais para chegar ao rio do que quando ela escorre pelo chão.

Q22. Parte da água infiltrada no solo fica armazenada e é liberada aos poucos para os rios.

As questões desse fator relacionaram-se ao recurso hídrico temporariamente indisponível para uso, denominou-se esse fator como “Indisponibilidade Hídrica Temporária”.

O Fator 3 representou 6,77 % da variância total com correlação entre as variáveis:

Q24, Q25. Análise de imagens de solo, segundo a infiltração.

Q27. Quando está chovendo bastante em uma área mais alta da minha região, fico atento com o nível dos rios próximo a mim.

Q28. Sou afetado frequentemente com enchentes ou alagamentos da região.

Q29. Você acredita que as suas preferencias são influenciadas por aquilo que você percebe do ambiente ao seu redor e do mundo.

As questões desse fator relacionam-se com dois temas distintos, a velocidade do processo de infiltração e conseqüentemente escoamento e também sobre o tema crenças e vivências. Para tanto tal fator foi denominado como “Crenças, vivências e a velocidade do processo de infiltração”. Julga-se que pode existir algum elemento contido nessas afirmações que possibilitou o agrupamento, mas que, no entanto, não foi possível identificar nesse trabalho, necessitando de uma análise mais aprofundada.

O Fator 4 representou 6,31 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q10. As plantas também suam e a maior parte da água que absorvem é eliminada assim.

Q15. Uma gota de água da chuva só pode existir porque o vapor se fixou em uma partícula na atmosfera.

Q20. Existem áreas que são naturalmente inundáveis.

As questões Q10 e Q15 relacionam-se com o processo de formação de chuva, já a Q20 relaciona-se com a existência de áreas inundáveis. Acredita-se que a combinação de dois temas se deva a carga fatorial da Q20 que se apresentou elevada para o Fator 4 (0,4298) e para o Fator 5 (0,5214) o que indica que tal questões possui alta correlação com ambos os fatores. Apesar da combinação de dois temas o Fator 5 foi mantido com as três questões e o denominou de “Formação de chuva e áreas inundáveis”.

O Fator 5 representou 5,26 % da variância total com correlação entre as variáveis:

Q3. Eu me sinto triste quando vejo florestas e pastos inundados.

Q8. O processo de elevação do nível do rio (como mostrado na figura abaixo) é visivelmente prejudicial para as áreas naturais.

Q13. Creio que é possível conviver harmonicamente com o processo de enchente.

Todas as variáveis desse fator relacionam-se com o processo de enchente, mais especificamente com a visão do respondente sobre o processo, as variáveis Q8 e Q13 apresentaram correlação positiva nesse fator já a variável Q3 apresentou correlação negativa. Julga-se que tal fator represente a visão positiva e negativa dos respondentes sobre o processo de enchente, por isso o denominou como “Visão do processo de enchente”.

O Fator 6 representou 4,96 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q4. Eu já perdi um bem sentimental ou financeiro com as enchentes da região.

Q9. Durante as enchentes eu noto que aumenta a quantidade de animais selvagens na região.

Esse fator também agrupou questões relacionadas ao processo de enchente, no entanto, o foco desse fator foi nas consequências que o processo de enchente pode ocasionar, portanto denominou-se esse fator como “Consequências do processo de enchente”.

O Fator 7 representou 4,85 % da variância total com correlação entre as variáveis:

Q6. Percebo que a chuva demora mais para molhar a terra em um local coberto por árvores.

Q7. Áreas pavimentadas com asfalto ou piso permitem a infiltração de água tanto quanto o pavimento intertravado.

Q12. No local onde moro, eu sei de onde a chuva costuma vir.

As questões agrupadas tratam de percepções adquiridas durante a ocorrências de precipitações, e tratam de três aspectos da precipitação, da interceptação e da infiltração. Por isso, denominou esse fator como “Percepção da chuva”

O Fator 8 representou 4,14 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q1. Em locais como serras, a neblina fornece água para as plantas e o solo.

Q11. A terra possui espaços que facilitam a infiltração, somente os espaços maiores favorecem as plantas.

Esse fator agrupou questões que tratam da relação do ciclo hidrológico com a flora, mais especificamente do fornecimento de água para as plantas. Logo denominou esse fator como “Fornecimento de água para plantas”.

O Fator 9 representou 3,91 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q5. A sociedade deve repensar a ocupação das várzeas.

Q17. Quando olho para o céu e vejo nuvens, eu sei que nem todas indicam chuva.

O fator 9 apresentou duas questões ligadas à experiências de vivência em determinados locais gerando conhecimentos e crenças sobre o ambiente, logo o denominou de “Conhecimentos e crenças sobre o ambiente”.

O Fator 10 representou 3,86 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q18. Em relevos íngremes, cobertos com montanhas, a água da chuva não forma poças.

O fator 10 agrupou apenas uma única questão, que se relacionava a velocidade do escoamento em relevos íngremes, manteve-se então para esse fator o nome de Q18

O Fator 11 representou 3,49 % da variância total com correlação positiva entre as variáveis:

Q23. Análise de imagens de solo, segundo a infiltração.

Assim como o fator anterior, o fator 11 agrupou apenas uma única questão, de relacionava-se as características físicas dos solos que facilitam o processo de infiltração da água, denominou-se esse fator de Q23.

### **3.4 Desenvolvimento do Indicador de Disposição a Pagar**

Após o agrupamento das questões de percepção ambiental, utilizou-se o modelo de regressão linear múltipla para estimar os parâmetros necessários para obter o Indicador de DAP. Tal estimativa foi realizada utilizando o software *Stata 13*. Esse software possui pacotes estatísticos que são capazes de produzir e avaliar regressões. Tem-se como hipótese que as variáveis Renda, Escolaridade estejam relacionadas a DAP (ALBERINI; BOYLE; WELSH,

2003; BROBERG, 2010; STUMBORG; BAERENKLAU; BISHOP, 2001; WANG et al., 2006; ZAIM, 1999), diversos estudos sobre o assunto encontraram em seus resultados dados que indicam que a hipótese estabelecida nesse trabalho seja válida. Pearce e Turner (1990) destacam que as classes de renda mais altas demandam de uma porção maior de ativos ambientais, porque essas classes já tiveram atendidas as suas necessidades básicas e materiais e, por isso, passam a desejar um nível maior de bem-estar, por meio de melhorias ambientais que possam aumentar a sua qualidade de vida. Em razão disso é que se espera uma relação direta entre a DAP e a Renda. Já em relação a escolaridade, estudos mostraram que pessoas com níveis intermediários e altos de educação tinham mais habilidades para detectar e perceber mudança de efeitos adversos em seu próprio ambiente (HOLAHAN, MOOS, 2001; CRIGHTON et al., 2003), por isso espera-se que a DAP esteja relacionada ao nível de escolaridade.

Outra hipótese considerada é que a variável Zona seja significativa para o indicador, já que um determinado desequilíbrio no balanço hídrico pode afetar uma população da zona urbana de forma diferente a da zona rural.

Sobre as questões de percepção ambiental, tem-se como hipótese inicial que as questões relacionadas a enchentes sejam significativas, já que tais questões se relacionam com eventos extremos e de cunho emocional, o que intensifica o processo de percepção e formação de conhecimento e crenças.

No *Stata 13*, foi gerada uma regressão linear múltipla, com todas as variáveis: socioeconômicas, percepção ambiental e fatores, onde a DAP foi considerada uma variável dependente destas. O modelo analisa o  $R^2$ , que é uma medida de quanto a variação da DAP pode ser explicada pela regressão das variáveis utilizadas. Durante a primeira simulação foi constatado que a constante não é significativa ( $p$ -valor  $> 5\%$ ), logo ela foi suprimida da modelagem. A Tabela 31 apresentada os coeficientes de cada variável. A regressão resultante obteve um  $R^2$  de 0,9068 e R-ajustado de 0,8924, um resultado excelente. Nota-se que 9 das 44 variáveis inseridas inicialmente foram omitidas devido a colinearidade, ou seja, possuíam uma forte correlação com outra variável. Como por exemplo, o Fator 10 que é composto apenas pelas respostas da Q18 e o Fator 11 composto apenas pelas respostas da Q23.

A fim de obter-se um indicador elegante, buscou-se eliminar a alta correlação das variáveis e consequentemente diminuir o número de variáveis. A exclusão de variáveis foi feita com base no critério do  $p$ -valor maior que 5%.

Tabela 31 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear para a criação do Indicador utilizando fatores.

DAP	Coefficiente	Erro Padrão	Teste z	p-valor
<b>Densidade</b>	1,03899	1,21432	-0,86	0,393
<b>Gênero</b>	-5,99047	1,212819	-4,94	0
<b>IDH</b>	2,718211	4,458014	0,61	0,543
<b>Zona</b>	1,008484	2,119752	0,48	0,635
<b>Escolaridade</b>	5,047031	2,565913	1,97	0,05
<b>Renda</b>	27,67956	2,222248	12,46	0
<b>q3</b>	2,75364	1,445527	1,9	0,058
<b>q5</b>	3,731414	2,064542	1,81	0,072
<b>q6</b>	3,801861	1,306659	2,91	0,004
<b>q7</b>	3,689023	1,485688	2,48	0,014
<b>q8</b>	2,076463	1,457308	1,42	0,156
<b>q9</b>	4,927111	1,580052	3,12	0,002
<b>q10</b>	-4,16097	1,685447	-2,47	0,014
<b>q11</b>	-2,48224	1,331467	-1,86	0,064
<b>q14</b>	0,623245	1,329143	0,47	0,64
<b>q15</b>	-6,33939	1,491278	-4,25	0
<b>q16</b>	-5,19857	1,522774	-3,41	0,001
<b>q18</b>	-1,1091	0,820457	-1,35	0,178
<b>q19</b>	-2,10755	1,461287	-1,44	0,151
<b>q21</b>	-6,08293	1,870365	-3,25	0,001
<b>q22</b>	-0,25061	1,8039	-0,14	0,89
<b>q23</b>	2,60377	0,58749	4,43	0
<b>q24</b>	3,54531	1,498432	2,37	0,019
<b>q27</b>	2,818557	1,215251	2,32	0,021
<b>q28</b>	5,918086	1,270763	4,66	0
<b>q29</b>	0,796548	1,374084	0,58	0,563
<b>Fator 1</b>	4,408377	1,115063	3,95	0
<b>Fator 2</b>	1,051771	1,004299	1,05	0,296
<b>Fator 3</b>	-3,57695	0,902228	-3,96	0
<b>Fator 4</b>	2,816331	1,165003	2,42	0,016
<b>Fator 5</b>	2,402031	0,948396	2,53	0,012
<b>Fator 6</b>	-6,13077	1,143991	-5,36	0
<b>Fator 7</b>	-3,48573	0,946285	-3,68	0
<b>Fator 8</b>	3,684916	1,037237	3,55	0
<b>Fator 9</b>	-3,21751	1,28156	-2,51	0,013

\* Q1, Q2, Q4, Q12, Q13, Q17, Q20, Q25, Q26, Fator 10 e Fator 11 foram omitidos devido à alta correlação com outras variáveis independentes.

Fonte: Do autor.

Após o processo de ajuste da regressão, eliminando as variáveis com p-valor superior 5%, tem-se a Tabela 32, com os coeficientes de cada variável, foi possível eliminar 16

variáveis que contribuíam com apenas 1,03% da explicação da variação da DAP. O atual indicador possui  $R^2$  de 0,8965, e R-ajustado 0,8885.

Tabela 32 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Regressão Fator Ajustada.

<b>DAP</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Teste z</b>	<b>p-valor</b>
<b>Gênero</b>	-5,36474	1,094115	-4,9	0
<b>Escolaridade</b>	7,388226	1,61035	4,59	0
<b>Renda</b>	29,51569	2,025763	14,57	0
<b>q1</b>	3,079728	0,930166	3,31	0,001
<b>q6</b>	2,428459	0,933122	2,6	0,01
<b>q9</b>	4,843371	1,387652	3,49	0,001
<b>q10</b>	-4,44195	1,52217	-2,92	0,004
<b>q15</b>	-6,18537	1,387185	-4,46	0
<b>q23</b>	2,665628	0,553941	4,81	0
<b>q24</b>	3,653926	1,105805	3,3	0,001
<b>q26</b>	2,995802	0,909753	3,29	0,001
<b>q27</b>	2,834951	0,985064	2,88	0,004
<b>q28</b>	5,600488	1,144183	4,89	0
<b>Fator 2</b>	1,237795	0,412064	3	0,003
<b>Fator 3</b>	-2,93369	0,596881	-4,92	0
<b>Fator 4</b>	2,806086	1,053228	2,66	0,008
<b>Fator 5</b>	3,194058	0,518085	6,17	0
<b>Fator 6</b>	-5,54767	1,017385	-5,45	0
<b>Fator 7</b>	-2,09577	0,479693	-4,37	0

Fonte: Do autor.

No entanto, quando analisamos a composição dos fatores, que são compostos pelas questões do questionário conforme indicado na Tabela 30, tem-se que na verdade esse indicador é composto por 22 variáveis, o que ainda torna muito complexo o processo de aquisição de dados e aplicabilidade. Por esse motivo, foi novamente simulado uma nova regressão, desta vez desconsiderando os fatores, utilizando apenas as questões.

Inicialmente utilizando todas as questões do questionário, a regressão retornou um  $R^2$  de 0,9068 e R-ajustado de 0,8924, sendo composto por 35 variáveis e mesmo valor de AIC (1521,245), os resultados são idênticos aos índices apresentados pela Regressão Fator, demonstrando que existe a possibilidade de criar o indicador sem o uso dos fatores. Assim como na Regressão Fator, retirou-se todas as variáveis que possuíam p-valor superior a 5%.

Após o processo de supressão das variáveis que possuíam p-valor superior a 5%, Tabela 33, chegamos no Indicador de DAP, com 17 variáveis independentes,  $R^2$  de 0,9096 R-

ajustado de 0,9033, ambos superiores ao da Regressão Fator Ajustado. O melhor desempenho estatístico da regressão linear múltipla sem o uso dos fatores e com um menor número de variáveis nos faz eleger ela como o Indicador de DAP – Percepção Ambiental.

Tabela 33 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Indicador de DAP – Percepção Ambiental.

<b>DAP</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Teste z</b>	<b>p-valor</b>
<b>Gênero</b>	-6,6297	0,965422	-6,87	0
<b>Escolaridade</b>	5,341991	1,515249	3,53	0,001
<b>Renda</b>	26,37228	1,875743	14,06	0
<b>q1</b>	4,293487	0,829648	5,18	0
<b>q3</b>	5,362834	0,993809	5,4	0
<b>q4</b>	-5,80809	0,810677	-7,16	0
<b>q8</b>	4,689305	0,781155	6	0
<b>q12</b>	-4,36653	0,729968	-5,98	0
<b>q13</b>	2,601646	0,796304	3,27	0,001
<b>q14</b>	1,731461	0,72305	2,39	0,017
<b>q15</b>	-4,08965	0,725296	-5,64	0
<b>q20</b>	2,106201	0,92754	2,27	0,024
<b>q23</b>	2,92321	0,508132	5,75	0
<b>q25</b>	-3,07363	0,697143	-4,41	0
<b>q26</b>	4,815673	0,82088	5,87	0
<b>q28</b>	2,676332	0,818732	3,27	0,001
<b>q29</b>	-3,56169	0,862819	-4,13	0

Fonte: Do autor.

O Indicador de DAP deste estudo é capaz de explicar 90,96% da variação da DAP dos respondentes, e engloba variáveis socioeconômicas e de percepção ambiental. No tópico socioeconômico as variáveis que compuseram esse indicador foram: a de gênero, escolaridade e renda.

Com fins de análise de qualidade do modelo, gerou-se uma regressão apenas com os dados socioeconômicos, Tabela 34, apresenta um  $R^2$  de 0,8183 e um R-ajustado de 0,8162, o que representa que apenas 9,13% da variação da DAP é explicada pelas 14 variáveis de percepção ambiental.

Tabela 34 – Resultados do Modelo de regressão múltipla linear, apenas com variáveis significativas, Indicador de DAP socioeconômico.

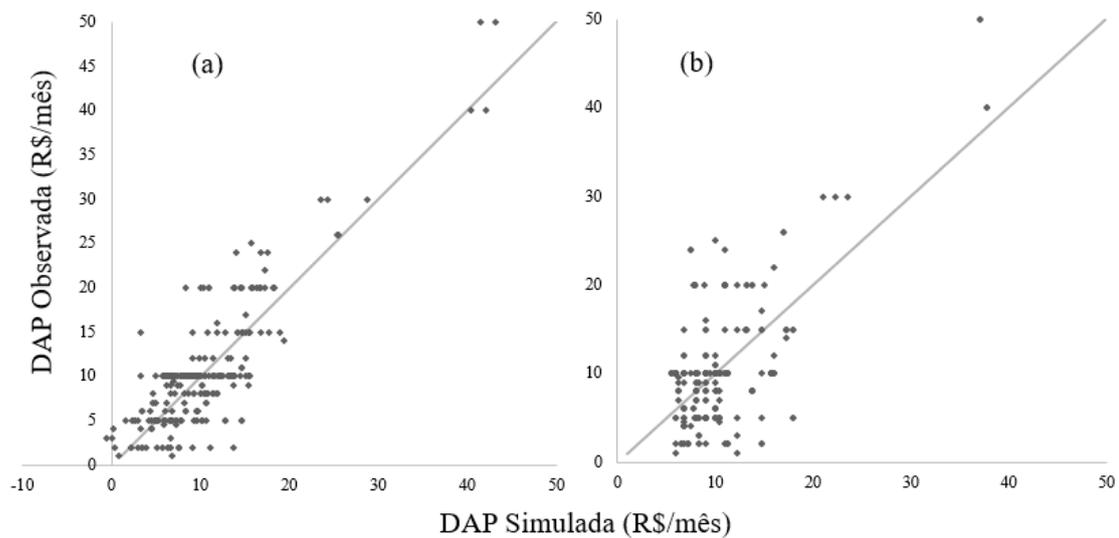
<b>DAP</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Teste z</b>	<b>p-valor</b>
<b>Renda</b>	30.28208	2.475179	12.23	0
<b>Escolaridade</b>	10.89687	1.228641	8.87	0
<b>Gênero</b>	-3.24287	1.223465	-2.65	0.009

Fonte: Do autor.

Com base em tal resultado analisou-se as DAPs simuladas para cada uma das regressões para uma análise mais detalhada sobre a qualidade de resultados gerados. Comparando o erro médio de simulação o Indicador de DAP Socioeconômico possui erro médio de 67,24%, ou seja, o indicador erra em média o valor da DAP do respondente em 67,24%, já o Indicador DAP – Percepção Ambiental obtém um melhor resultado errando em média o valor da DAP do respondente em 45,02%. Comparou-se também o desvio padrão do erro, onde novamente o Indicador DAP – Percepção Ambiental apresentou melhor desempenho, com aproximadamente 73% de desvio padrão do erro em contraponto a 117% do Indicador DAP Socioeconômico.

Como pode ser observado na Figura 31, o Indicador Socioeconômico apresenta erros de superestimação para DAP observadas baixas e subestimação para DAP observadas altas, representando bem os valores médios. Já o Indicador de Percepção Ambiental obtém um melhor desempenho ao simular DAP baixas e altas, apresentando também resultado satisfatório para DAPs médias.

Figura 31 – Gráfico de dispersão da DAP simulada pelo Indicador DAP - Percepção Ambiental (a) e Indicador DAP - Socioeconômico (b).



Fonte: Do autor.

Ao todo 14 variáveis de percepção ambiental compuseram o indicador, 5 apresentaram relação linear negativa, dentre elas destaca-se a Q4 que tratava-se de uma afirmativa sobre a perda de bens sentimentais ou materiais com enchentes, a relação linear negativa indica que

peças que já perderam algum bem sentimental ou material com enchentes declaram uma DAP menor que as demais. Tal resultado vai contra o esperado, pois julga-se que os mais afetados estariam dispostos a declarar uma maior DAP por entender que seriam diretamente beneficiados pela garantia de provimento do serviço de regulação do fluxo hidrológico.

As variáveis puderam ser agrupadas em quatro conjuntos temáticos, como pode ser visto na Tabela 35. Os dois primeiros conjuntos tratam de dois elementos do ciclo hidrológico, precipitação e escoamento, que juntos compõem o processo de regulação do fluxo hidrológico, o serviço ambiental que foi valorado nesse estudo. O terceiro grupo trata-se de um evento que ocorre quando a capacidade de regulação do fluxo hidrológico é ultrapassada, seja por motivos naturais ou antrópicos. Já o quarto grupo trata-se de crença, a crença do indivíduo que a percepção dele sobre o meio o modifica.

Tabela 35 – Análise dos temas das questões de percepção ambiental do Indicador DAP.

<b>Grupo</b>	<b>Questão</b>
Precipitação	Q1, Q12, Q15
Escoamento	Q14, Q23, Q25, Q26
Enchentes	Q3, Q4, Q8, Q13, Q20, Q28
Crenças	Q29

Fonte: Do autor.

Com base nesse agrupamento, temos o indicativo que a estruturação do questionário de percepção ambiental deve abranger apenas os elementos mais pertinentes do serviço valorado.

### **3.5 Estimativa de Valoração da Bacia do Alto do Sapucaí**

A partir da DAP declarada pelos respondentes, estimou-se a DAPv (DAP verdadeira) da população residente na Bacia do Alto do Sapucaí para o serviço de regulação do fluxo hidrológico das UCs do Alto do Rio Sapucaí percebido pelos habitantes dos municípios que as compõem. A DAPv foi estimada em R\$ 6,89 mensais, o que corresponde a aproximadamente US\$ 1,70\*. Este valor indica uma *proxy* do preço que o indivíduo está disposto a pagar mensalmente pela conservação e provimento do serviço de regulação do fluxo hidrológico.

No entanto, a DAPv não possui um intervalo de confiança que permita a valoração econômica ambiental do serviço. Como meio de sanar a questão, foi efetuado um *bootstrapping* para criar o desvio-padrão e um intervalo de confiança para a DAPv. O

*bootstrapping* foi efetuado com 5000 interações e nível de 95% de confiança. Após efetuado o *bootstrapping*, foi possível determinar a distribuição de probabilidade que a DAPv possui. A Tabela 36 mostra as principais estatísticas dessa simulação.

Tabela 36 – Estatísticas do *bootstrapping* na DAPv.

<b>Especificações</b>	<b>Valores em R\$*</b>
<b>N</b>	394
<b>Média</b>	6,8921*
<b>Inferior</b>	6,1512*
<b>Superior</b>	7,6330*
<b>Desv. Pad</b>	0,3780*

\* em Reais

Fonte: Do autor.

Com tais resultados foi possível estimar o valor econômico do serviço de regulação do fluxo hidrológico das UC da Bacia do Alto do Sapucaí, que foi cerca de R\$ 13.617.907,00 anuais (com R\$ 12.157.748,00 de limite inferior e R\$ 15.086.502,00 de limite superior), montante que representa R\$ 156,00/ha/ano (US\$ 38,4/ha/ano<sup>4</sup>).

---

<sup>4</sup> Considerando a cotação do dólar para o mês de fevereiro de 2020.

#### 4. DISCUSSÃO

A análise da percepção ambiental da maioria dos respondentes indicou que elementos mais recorrentes, de maior intensidade e/ou atrelado a sentimentos são mais facilmente percebidos e transformados em conhecimentos que ressignificam termos e processos e são expostos na forma de crenças, conforme dito por Fischhoff (2001). Como a questão Q7(Pressão para Desfazer ou Diminuir de Tamanho ou Status de Proteção (PADDD – sigla em inglês)), que apresentou um expressivo número de Discordo Totalmente, 50%, indicando que o grau de percepção sobre o assunto é relativamente alto. Tal resultado pode ser justificado devido a maior exposição a modificação do uso do solo (PINILLOS, 2016) por meio de pavimentação tendo em vista que 85% dos respondentes são residentes de zonas urbanas.

Identificou-se entre outros aspectos, que a população residente na Bacia do Alto do Sapucaí, possui relação íntima com diversos elementos do ciclo hidrológico, em especial com a existência de áreas naturalmente inundadas (64% das respostas em “Concordo Totalmente”). Verificou-se também que a população amostrada considera que a ocupação das várzeas deve ser repensada (61% das respostas em “Concordo Totalmente”) indicando uma mudança na concepção de conservação.

Essa mudança na concepção de conservação também foi evidenciada pela alta proporção (66,9% das respostas em “Concordo Totalmente”) de respondentes estarem dispostos a despendar alguma quantia monetária para conservar ou melhorar as UC do Alto do Sapucaí para garantir o provimento do serviço de regulação do fluxo hidrológico. Diversos aspectos podem interferir na captação de valores de pagamento pelos entrevistados para desembolso financeiro com a finalidade de proteção ambiental, onde aspectos econômicos e de protesto são os mais citados. Tais justificativas apresentam que renda é um fator de grande peso no processo de valoração pelo Método de Valoração Contingente, no entanto, uma parte dos respondentes evidenciam outros motivos para a declaração da DAP. Entre as justificativas dos respondentes que declaram DAP não nula, são apresentadas renda, associação ao coletivo e mensuração de importância do serviço como fatores que determinaram a DAP.

O comparativo entre o Indicador de DAP – Percepção Ambiental e Indicador DAP – Socioeconômico, indicou que o primeiro possui melhor desempenho, proporcionando uma informação importante e de maior qualidade para a previsão da DAP, o melhor ajuste a DAPs baixas e altas indica que a Percepção Ambiental possui influência significativa e que beneficia o processo de valoração econômica ambiental.

A criação do Indicador de DAP – Percepção Ambiental, evidenciou que o melhor conjunto de variáveis que explica a variação da DAP é composta por variáveis de percepção ambiental e socioeconômica. O que nos leva a concluir que cada ser humano é um somatório de suas vivências, interações e percepções com e sobre o meio ambiente, reconhecendo que os recursos naturais, além de suas funções ecossistêmicas, têm influência fundamental no cotidiano da população. Esse resultado indica que o Método da Valoração Contingente (MVC) pode se beneficiar do uso da Percepção Ambiental para prever a DAP dos indivíduos, bem como para avaliar o ápice de valor do serviço segundo condições socioeconômicas e de percepção ambiental ótimas.

As variáveis socioeconômicas significativas para o Indicador de DAP – Percepção Ambiental, foram escolaridade, renda e gênero. As variáveis escolaridade e renda já eram esperadas que possuíssem alto grau de significância, devido a estudos como os dos autores Rahman Hakim, Subanti, Tambunan (2011) e Tao, Yan e Zhan (2012) que constataram que ambas as variáveis apresentaram uma relação linear positiva, ou seja, quanto maior o nível de escolaridade e renda maior a DAP declarada.

A variável renda em particular, apresentou significância estatística para rendas superiores a R\$ 3.992,00 mensais. Julga-se que a inexistência de variação da DAP até essa faixa de renda deve-se ao alto nível de comprometimento da renda com gastos de primeira necessidade. O Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos - DIEESE estimou que o salário mínimo para atender a determinação constitucional de um trabalhador brasileiro e sua família, em agosto de 2019, seria de R\$ 4.044,58 o que cobriria gastos relacionados à alimentação, moradia, saúde, educação, vestuário, higiene, transporte, lazer e previdência, logo é possível que a não variação da DAP na classe de respondentes com renda de até R\$ 3.992,00 mensais deva-se ao comprometimento da renda com gastos regulares.

Já a variável gênero, é mencionada como variável significativa em poucos estudos, tais como os dos autores Chi-Ok Oh e Dittion (2008) e o motivo de tal significância na área de estudo deve ser explorado. A regressão indicou que o gênero feminino (categorizado como 0,5) possui propensão a ter uma DAP maior que o gênero masculino (categorizado como 1,0), mesmo o gênero masculino possuindo uma renda em média 7% maior que a do gênero feminino.

No entanto, o Indicador de DAP – Percepção Ambiental esbarrou no grande número de variáveis que torna o processo de valoração mais trabalhoso e custoso. Visto isso, julga-se que as 14 variáveis de percepção ambiental possam ser agrupadas com base nos temas

abordados, o que diminuiria o conjunto de variáveis necessárias para tornar aplicável o indicador. Tais variáveis podem ter a seguinte configuração:

1 – O vapor de água pode condensar-se em uma partícula (formando uma gota de chuva) ou no solo e nas plantas (fornecendo água).

Tal questão agrupou as questões Q1 e Q15, que tratam do processo de condensação do vapor, seja ele em uma partícula microscópica formando a gota de chuva seja ele em uma partícula macroscópica (folha, tronco, grão de solo) ficando disponível para plantas. Tal questão seria do tipo de Diferencial Semântico.

2 – Eu sei de onde a chuva costuma vir, ao cair no chão pode escorrer ou infiltrar, e que o tipo de solo determina a velocidade de infiltração e escoamento.

Essa nova questão está agrupando Q10, Q14, Q23, Q25 e Q26. Analisando todo o processo da chuva, desde onde ela vem até chegar ao subsolo. Tal questão seria do tipo de Diferencial Semântico.

3 – As enchentes são processos naturais em determinadas áreas com as quais é possível conviver harmonicamente, mas que podem afetar pessoas negativamente o que me causa tristeza.

Em tais questões foram agrupadas todas as questões sobre enchente, trazendo o conceito de que enchentes são processos naturais, que é possível conviver harmonicamente com as mesmas, mas que em dadas situações afetam pessoas. Tal questão seria do tipo de Diferencial Semântico.

E por último a questão Q29, que ficou inalterada e também seria do tipo de Diferencial Semântico.

4 – Você acredita que as suas preferências são influenciadas por aquilo que você percebe do ambiente ao seu redor e do mundo.

O agrupamento das variáveis pode facilitar a aplicação da Percepção Ambiental no processo de Valoração Econômica Ambiental, gerando benefícios. A validade das 4 questões propostas deve ser testada para garantir que abrangeram o tema central das questões originais.

Conforme um dos objetivos propostos obteve-se uma DAPv (mensal) de R\$6,89 e um valor econômico do serviço de regulação hidrológica de 13.617.907,00 anuais, montante que representa R\$ 156,00/ha/ano (US\$ 38,4/ha/ano), valores semelhantes a outros estudos. Esse dado quantifica a importância dada pela população ao serviço de regulação do fluxo hidrológico oferecido pelas UC do Alto do Sapucaí.

Estudos passados como o de Yarion (2001) valorizam o serviço de proteção contra inundações provida pelas florestas tropicais em até US\$ 24/ha/ano (cerca de US\$35/ha/ano

considerando a inflação acumulada no período de 45,99%). Os autores Troy e Wilson (2006) estimaram o serviço de regulação do fluxo hidrológico para florestas na Ilha de Maury, Washington em US\$ 13,12/ha/ano (cerca de US\$17/ha/ano considerando a inflação acumulada no período de 49,46%). Os autores Kibria e outro (2017) estimaram o serviço de armazenamento de recurso hídrico em US\$ 581/ha/ano (cerca de US\$611/ha/ano considerando a inflação acumulada no período de 5,15%), no serviço de armazenamento de recurso hídrico inclui o de regulação do fluxo hidrológico, fornecimento de água para fauna e flora, abastecimento e outros.

Já o estudo de valoração econômica ambiental mais emblemático dos autores Costanza e outros (1997) valoraram tal serviço em US\$ 8/ha/ano (cerca de US\$12,79/ha/ano considerando a inflação acumulada no período de 61,56%). Tal estudo foi revisado em 2014 com valores estimados para 2011 de US\$27/ha/ano (COSTANZA et al., 2014), o que corresponde em janeiro de 2020 cerca de US\$31,17/ha/ano considerando a inflação acumulada no período de 15,33%.

Os valores encontrados nesse e nos demais estudos citados encontram-se dentro de uma faixa próxima de valores ainda que utilizando metodologias diversas. Tal resultado indica que há uma convergência dos valores do serviço de regulação do fluxo hidrológico para áreas florestais tropicais e ao longo do tempo.

O método de Valoração Contingente (MVC), apresenta algumas limitações indicadas na literatura, no entanto, mostrou-se uma ferramenta eficaz na determinação do valor econômico do serviço de regulação do fluxo hidrológico das Unidades de Conservação da Bacia do Alto do Sapucaí. À vista disso, verificou-se que a metodologia quando aplicada com rigor pode ser uma ferramenta útil para auxiliar em políticas públicas.

Finalizando, devem-se ressaltar as principais dificuldades encontradas com a aplicação do método; como o grande número de respostas de DAP de mesmo valor e o grande número de justificativas de protesto relacionadas à descrença em ações públicas.

Com base nesse trabalho, sugere-se que novos estudos de Indicadores de Percepção Ambiental para a valoração econômica ambiental sejam realizados com o objetivo de diminuir o número de variáveis de percepção ambiental necessárias para prever a DAP da população. Para tanto, sugere-se que o questionário de percepção ambiental seja embasado nos fatores de maior intensidade de percepção do serviço a ser valorado. Aconselha-se ainda, que novos estudos de valoração do serviço de regulação do fluxo hidrológico sejam feitos para a área de estudo utilizando outros métodos, afim de confirmar ou contradizer os valores obtidos nesse estudo.

## 5. CONCLUSÕES FINAIS

O Método de Valoração Contingente (MVC), embora possua limitações, apresentou resultados significativos ao estimar o valor econômico do serviço de regulação do fluxo hidrológico das UC do Alto do Sapucaí. Dessa forma, observou-se que essa técnica quando aplicada com rigor metodológico aliado a mensuração precisa do serviço pode auxiliar na formulação de políticas pública através da geração de informações.

Com a avaliação estatística das variáveis quantitativas, identificou-se quais elementos da percepção ambiental e fatores socioeconômicos determinantes das disposições a pagar da população inserida na bacia do Alto do Sapucaí. Cada ser humano possui um sistema de códigos e símbolos que o permitem perceber e reagir ao ambiente, constatou-se que por tal motivo a percepção de elementos como precipitação, escoamento e enchentes são relevantes no processo de valoração do serviço de regulação do fluxo hidrológico, bem como as crenças geradas do processo de percepção ambiental.

As disposições a pagar são influenciadas por elementos da percepção ambiental (precipitação, escoamento, enchente e crenças), bem como pela renda, escolaridade e gênero. Dessa forma, as variáveis citadas influenciaram na DAP do indivíduo. Conforme o objetivo proposto obteve-se uma DAPv (mensal) de R\$ 6,89 e um valor econômico para as UC do Alto do Sapucaí mostrou-se expressivo na ordem dos R\$ 13 milhões anuais (R\$ 13 milhões  $\pm$ 1,5 milhão), o que traduz de forma monetária a importância atribuída pela população. A aplicação do *bootstrapping* propiciou maior confiabilidade econométrica às estimativas, em virtude da criação de um intervalo de confiança para a DAPv

Já a valoração econômica ambiental do serviço indica que a importância do mesmo não se restringe a aspectos físicos, mas também é reconhecido pela população amostrada, sendo de conhecimento da mesma que melhorias ou danos as UC do Alto do Sapucaí podem refletir em acréscimos ou decréscimo em sua qualidade de vida.

## REFERENCIAS

ALBERINI, A.; BOYLE, K.; WELSH, M. Analysis of contingent valuation data with multiple bids and response options allowing respondents to express uncertainty. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 45, n. 1, p. 40–62, jan. 2003.

BARDIN, L. **Content analysis**. Pesona Edições 70. v. 1. p 118.

BERGMANN, A.; HANLEY, N.; WRIGHT, R. Valuing the attributes of renewable energy investments. **Energy Policy**, v. 34, n. 9, p. 1004–1014, jun. 2006.

BOYLE, K. et al. Valuing public goods: discrete versus continuous contingent-

BROBERG, T. Income treatment effects in contingent valuation: The case of the Swedish Predator Policy. **Environmental and Resource Economics**, v. 46, n. 1, p. 1–17, 2010.

CHI-OK OH; ROBERT B. DITION. Using Recreation Specialization to Understand Conservation Support. **Journal of Leisure Research**, v. 40, n. 4, p. 556–573, 2008.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, maio 2014.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 15 maio 1997.

CRIGHTON, E. J. et al. The Aral Sea disaster and self-rated health. **Health & place**, v. 9, n. 2, p. 73–82, jun. 2003.

DIEESE. **Salário mínimo nominal e necessário - Agosto/2019**. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Perfil econômico de Minas Gerais, 2009**. Disponível em:<[www.fiemg.com.br](http://www.fiemg.com.br)>. Acesso em 02 Jul. 2018.

FISCHHOFF, B. Environmental Cognition, Perceptions, and Attitudes. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, p. 4596–4602, jan. 2001.

GUO, X. et al. Willingness to pay for renewable electricity: A contingent valuation study in Beijing, China. **Energy Policy**, v. 68, p. 340–347, 2014.

HANEMANN, W. M. Valuing the Environment Through Contingent Valuation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n. 4, p. 19–43, 1994.

HOLAHAN, C. J.; MOOS, R. H. Community Environmental Psychology. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, p. 2351–2355, 1 jan. 2001.

IBGE. **Censo Demográfico de 2010**. Brasília: 2010. Disponível em: <<http://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

IGAM, I. M. DE G. DAS Á.; CBH, C. DA B. H. DO R. G. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Mortes**. Belo Horizonte: 2011. Disponível em: <[www.vidameioambiente.com.br](http://www.vidameioambiente.com.br)>. Acesso em: 24 jan. 2020.

INIYAN, S.; SUGANTHI, L.; SAMUEL, A. A. A survey of social acceptance in using renewable energy sources for the new millennium. **Renewable Energy**, v. 24, n. 3–4, p. 657–661, nov. 2001.

KIBRIA, A. S. M. G. et al. The value of ecosystem services obtained from the protected forest of Cambodia: The case of Veun Sai-Siem Pang National Park. **Ecosystem**

KUPELI, N. et al. A confirmatory factor analysis and validation of the forms of self-criticism/reassurance scale. **British Journal of Clinical Psychology**, v. 52, n. 1, p. 12–25, mar. 2013.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MANCA, S.; FORNARA, F. Confirmatory factor analysis for indicators of perceived environmental quality of the stadium (IPEQS). **Cognitive processing**, v. 16 Suppl 1, p. 305–8, set. 2015.

PARAVANTIS, J. A. et al. Social acceptance of renewable energy projects: A contingent valuation investigation in Western Greece. **Renewable Energy**, v. 123, p. 639–651, 1 ago. 2018.

PASCOAL, I. Economia e trabalho no sul de Minas no século XIX. **Economia e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 259–287, 2007.

PEARCE, D. W. (DAVID W.); TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. I ed. [s.l.] Johns Hopkins University Press, 1990.

PETROSILLO, I. et al. The use of subjective indicators to assess how natural and social capital support residents' quality of life in a small volcanic island. **Ecological Indicators**, v. 24, p. 609–620, jan. 2013.

PINHEIRO, J. Q.; GUNTER, H. **Métodos de Pesquisa Estudos Pessoa-Ambiente**. 1. ed. Itatiba: Casa Psi Livraria, 2008.

PINILLOS, S. D. S. **Study of the Environmental Perceptions in three different communities along the River Taff, South Wales, United Kingdom**. [s.l.] University of South Wales, 2016.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

RAHMAN HAKIM, A.; SUBANTI, S.; TAMBUNAN, M. Economic Valuation of Nature-Based Tourism Object in Rawapening, Indonesia: An Application of Travel Cost and

Contingent Valuation Method. [www.ccsenet.org/jsd](http://www.ccsenet.org/jsd) **Journal of Sustainable Development**, v. 4, n. 2, 2011.

RAYKOV, T.; MARCOULIDES, G. A. **An Introduction to Applied Multivariate Analysis**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.taylorandfrancis.com>>. Acesso em: 3 jan. 2020.

ROSS, S. R. et al. Confirmatory factor analysis of the Behavioral Inhibition and Activation Scales. **Personality and Individual Differences**, v. 33, n. 6, p. 861–865, 19 out. 2002.  
**Services**, v. 26, p. 27–36, 2017.

STEVENS, J. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences. **Journal of Educational Statistics**, v. 47, n. 2, p. 593–619, 2002.

STUMBORG, B. E.; BAERENKLAU, K. A.; BISHOP, R. C. Nonpoint Source Pollution and Present Values: A Contingent Valuation Study of Lake Mendota. **Review of Agricultural Economics**, v. 23, n. 1, p. 120–132, jan. 2001.

SZWARCWALD, C. L.; DAMACENA, G. N. Amostras complexas em inquéritos populacionais: planejamento e implicações na análise estatística dos dados. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, n. suppl 1, p. 38–45, maio 2008.

TAO, Z.; YAN, H.; ZHAN, J. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modelling Economic Valuation of Forest Ecosystem Services in Heshui Watershed using Contingent Valuation Method. **Procedia Environmental Sciences**, v. 13, p. 2471–2476, 2012.

THOMPSON, B. **Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications**. I ed. Houston: American Educational Research Association, 2004.

TROY, A.; WILSON, M. A. Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. **Ecological Economics**, v. 60, n. 2, p. 435–449, 1 dez. 2006.  
valuation responses. **Land Economics**, v. 72, n. 3, p. 381–396, 1996.

VENKATACHALAM, L. The contingent valuation method: a review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, n. 1, p. 89–124, 1 jan. 2004.

WANG, X. J. et al. Air quality improvement estimation and assessment using contingent valuation method, a case study in Beijing. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 120, n. 1–3, p. 153–168, set. 2006.

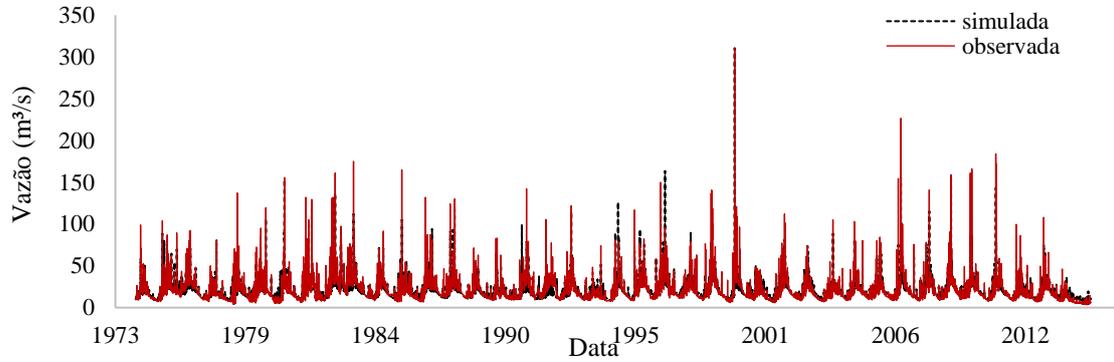
WISER, R. H. Using contingent valuation to explore willingness to pay for renewable energy: A comparison of collective and voluntary payment vehicles. **Ecological Economics**, v. 62, n. 3–4, p. 419–432, 15 maio 2007.

YARON, G. Forest, plantation crops or small-scale agriculture? An economic analysis of alternative land use options in the Mount Cameroon area. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 44, n. 1, p. 85–108, 2001.

**ZAIM, K. K. The Right Garbage Collection Service Charge Estimated Through Contingent Valuation Method: The Case of Istanbul. p 13. 1999.**

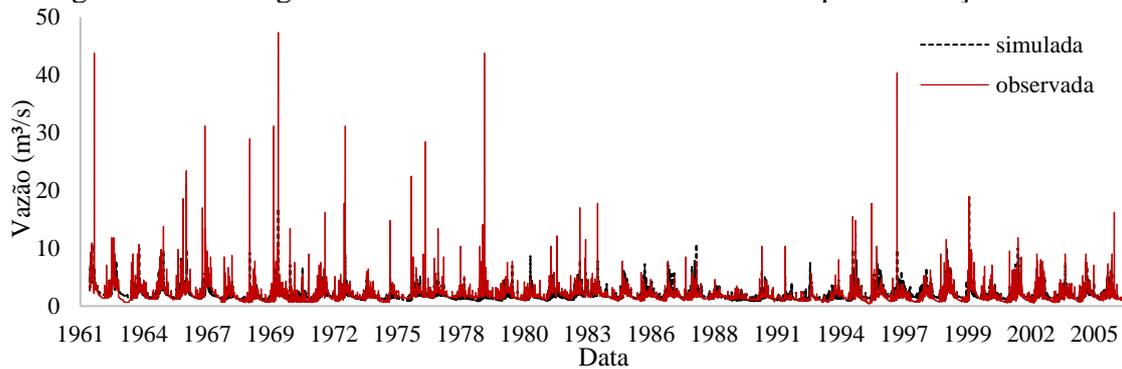
## ANEXO A

Figura 32 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61271000.



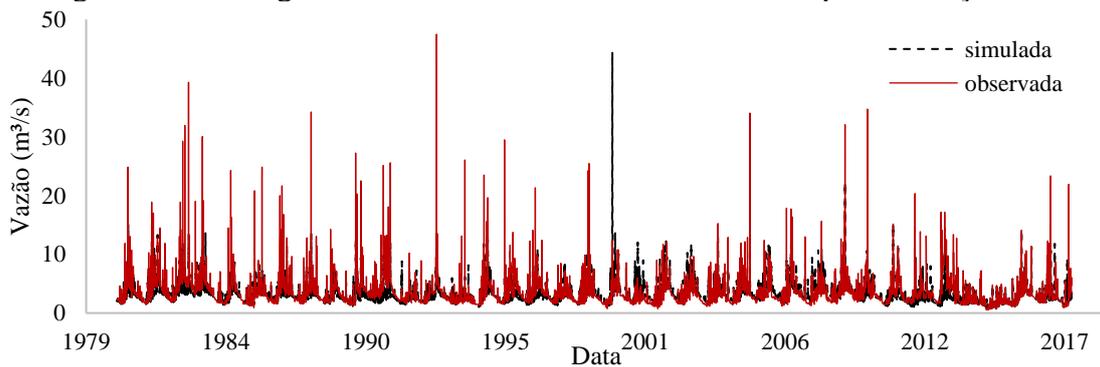
Fonte: Do autor.

Figura 33 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61267000.



Fonte: Do autor.

Figura 34 – Hidrograma das vazões simuladas e observadas para a estação 61250100.



Fonte: Do autor.

Figura 35 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61267000.

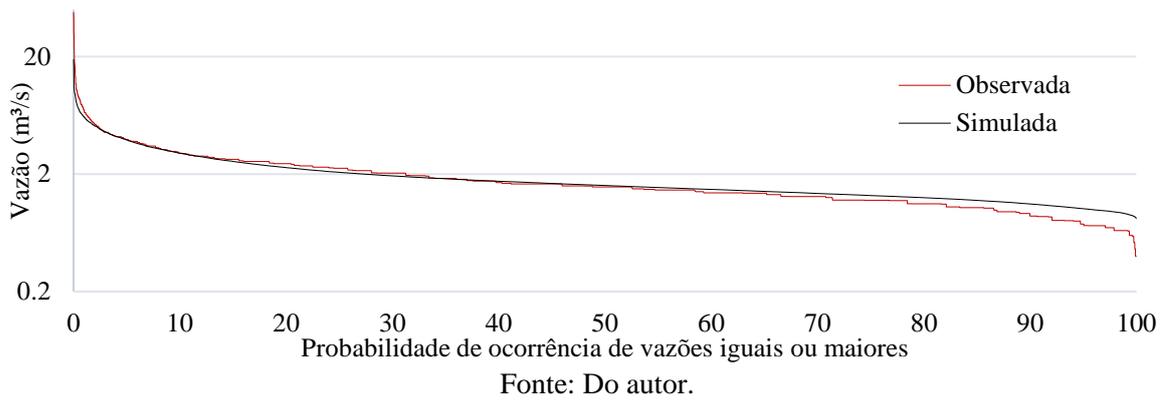


Figura 36 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61271000.

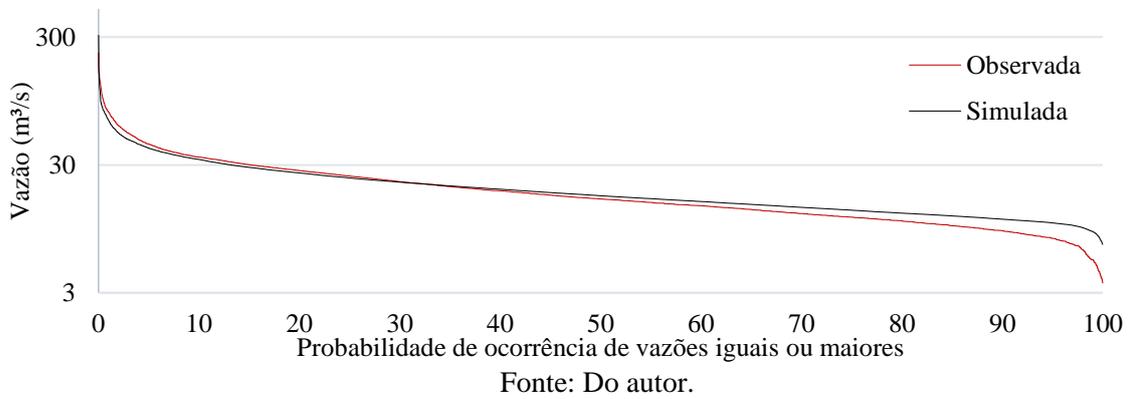


Figura 37 – Curva de Permanência das vazões simuladas e observadas para a estação 61250100.

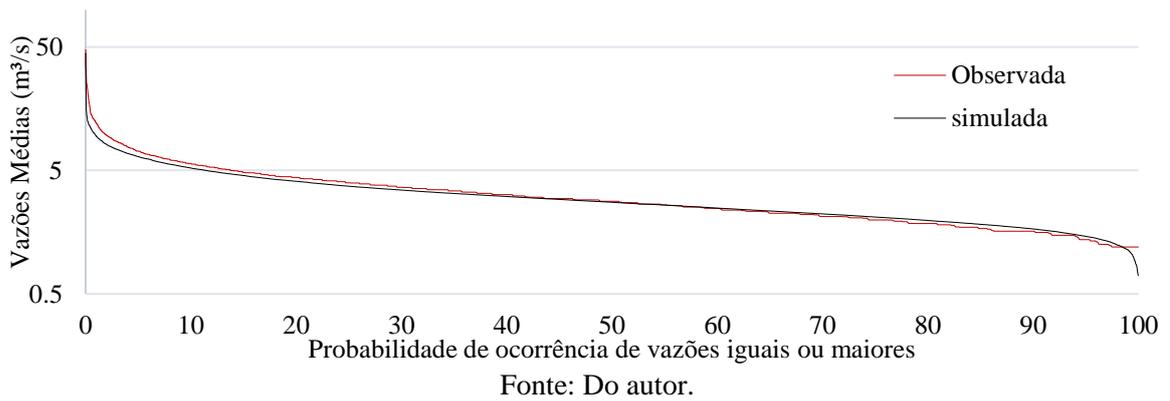


Figura 38 – Análise do comportamento da Q7,10 nos diferentes cenários.

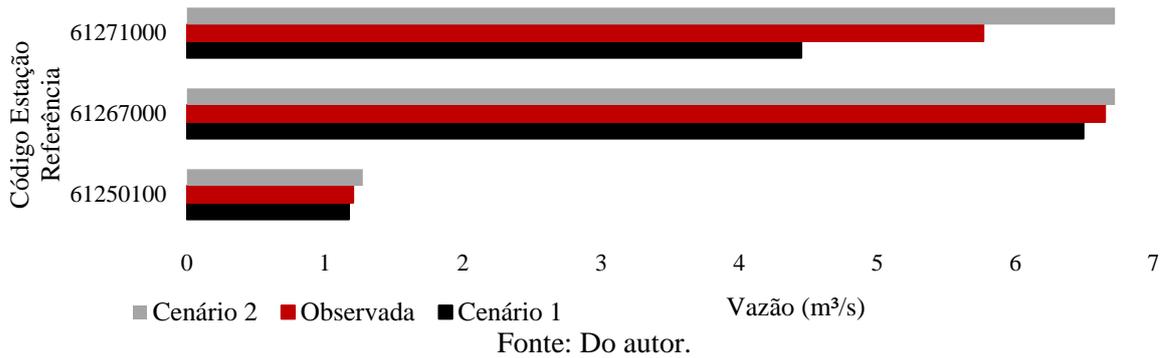


Tabela 37 – Indicadores de alterações hidrológicas, com base no cenário real, da duração e magnitude dos extremos anuais para as estações 61271000, 61267000 e 61250100. DP – Desvio Padrão.

Unidade	61267000						61250100						61271000					
	Ob	C	C	DP	DP	DP	Ob	C	C	DP	DP	DP	Obs	C 1	C	DP	DP	DP
– m³/s	s	1	2	Obs	C1	C2	s	1	2	Obs	C1	C2	Obs	C 1	2	Obs	C1	C2
Mín. 1 dia	0,8	0,4	0,6	0,25	0,2	0,3	1,4	1,3	1,4	0,43	0,4	0,4	8,1	7,1	7,3	2,15	1,8	1,8
Mín. 3 dias	0,9	0,5	0,7	0,29	0,2	0,2	1,5	1,3	1,5	0,42	0,4	0,4	8,4	7,3	7,5	2,26	2,0	1,9
Mín. 7 dias	0,9	0,4	0,7	0,27	0,1	0,2	1,5	1,4	1,5	0,43	0,4	0,4	8,7	7,7	7,9	2,31	2,0	1,9
Mín. 30 dias	1,0	0,5	0,8	0,27	0,2	0,2	1,7	1,6	1,7	0,48	0,4	0,4	9,8	8,7	8,9	2,48	2,3	2,1
Mín. 90 dias	1,1	0,6	0,9	0,33	0,1	0,1	1,9	1,8	1,9	0,44	0,4	0,4	11,	10,	10,	3,11	11,	2,5
	8	7	4		2	5	6	1	9		3	4	23	02	05		56	4
Máx. 1 dia	18,	26,	17,	17,0	25,	15,	20,	21,	21,	9,46	10,	10,	121	150	85,	49,4	58,	34,
Máx. 3 dias	60	12	68	0	16	02	77	11	98	05	08	08	,59	,17	85	0	14	24
Máx. 7 dias	9,9	14,	9,3	8,53	16,	7,8	13,	14,	14,	4,96	5,2	5,2	89,	111	63,	34,6	43,	24,
Máx. 30 dias	7	39	3		34	9	87	21	68	7	9	90	,56	55	0	15	63	
Máx. 90 dias	6,4	9,5	5,8	4,08	7,7	3,0	10,	10,	10,	3,20	3,4	3,4	65,	81,	46,	23,3	29,	16,
	5	9	1		8	2	18	50	76	1	4	55	81	92	8	95	45	
	3,9	5,9	3,3	1,59	2,6	1,3	6,7	6,9	7,0	1,82	2,0	5,4	42,	54,	31,	12,2	18,	8,4
	7	3	2		9	1	2	5	1	4	2	57	47	11	4	01	1	
	3,1	4,4	2,5	1,00	2,9	0,6	5,2	5,3	5,4	1,42	1,5	1,4	33,	41,	25,	8,04	11,	6,0
	4	5	8		9	0	3	1	2	2	7	59	75	30		56	7	

Fonte: Do autor.

Figura 39 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61271000.

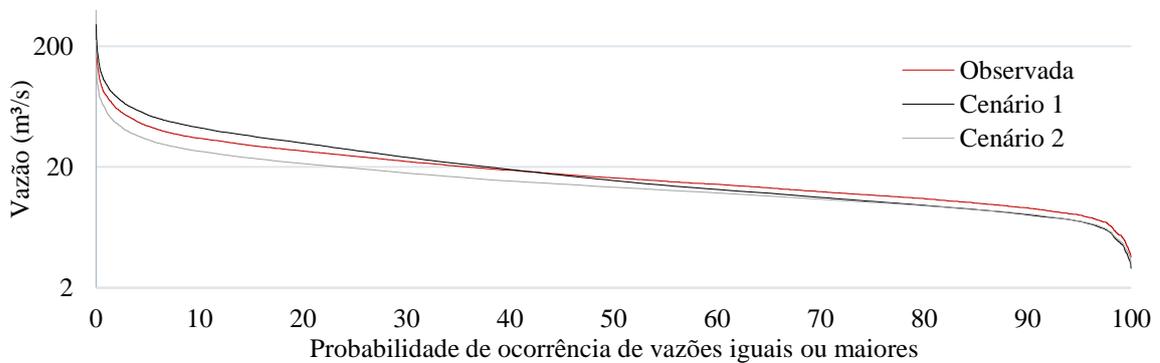
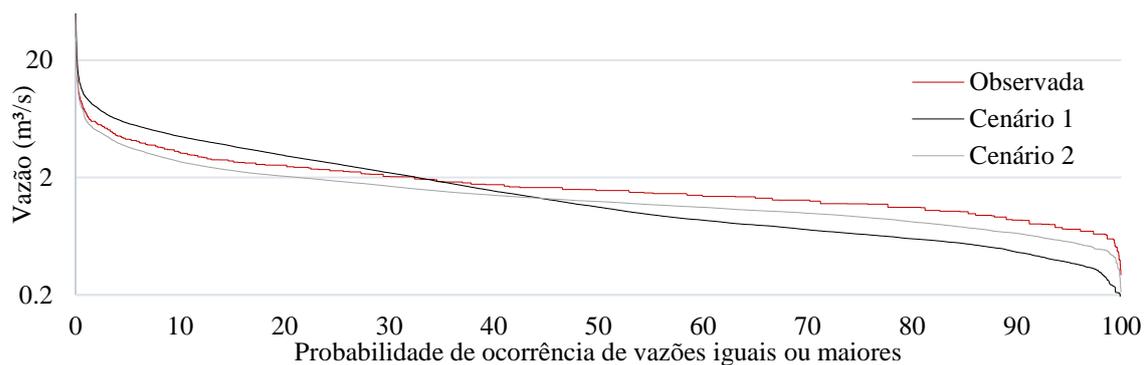
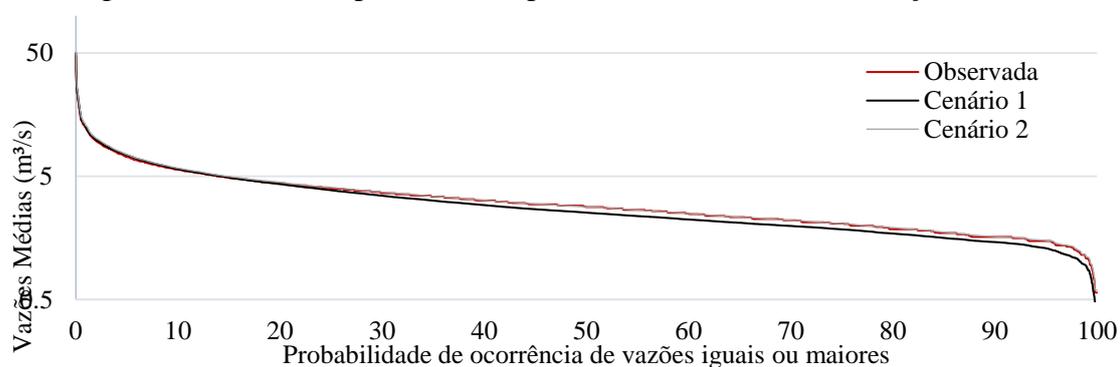


Figura 40 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61267000.



Fonte: Do autor.

Figura 41 – Curva de permanência para os Cenários 1 e 2 da estação 61250100.



Fonte: Do autor.

Tabela 38 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 5 da estação 61271000.

Média (m³/s)	Observada	Cenário 1	Cenário 2	DP Observada	DP Cenário 1	DP Cenário 2
Janeiro	33,07	40,62	24,58	13,77	19,80	9,92
Fevereiro	31,22	39,42	23,48	10,32	15,50	7,38
Março	28,15	34,35	21,97	8,51	12,39	6,42
Abril	22,57	24,99	18,23	7,02	9,37	5,42
Mai	18,23	17,64	15,17	5,04	5,82	4,14
Junho	16,26	15,31	13,81	6,41	8,30	5,16
Julho	13,61	12,31	11,95	4,26	4,64	3,63
Agosto	11,17	9,91	10,13	2,76	2,59	2,42
Setembro	11,77	10,75	10,69	5,03	5,33	4,25
Outubro	13,82	12,79	12,06	6,45	7,03	4,88
Novembro	16,85	16,42	13,92	6,76	8,42	5,04
Dezembro	23,78	25,44	18,49	8,26	11,65	6,23

Fonte: Do autor.

Tabela 39 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 4 da estação 61267000.

Média (m³/s)	Observada	Cenário 1	Cenário 2	DP Observada	DP Cenário 1	DP Cenário 2
Janeiro	3,04	4,00	3,01	1,49	2,50	1,44
Fevereiro	2,79	3,81	2,75	1,10	1,97	1,04
Março	2,74	3,41	2,73	1,02	1,71	0,98
Abril	2,08	2,02	2,13	0,59	0,82	0,60

Maio	1,73	1,14	1,81	0,44	0,38	0,46
Junho	1,56	0,93	1,63	0,58	0,62	0,60
Julho	1,36	0,73	1,43	0,38	0,33	0,39
Agosto	1,22	0,63	1,28	0,41	0,28	0,42
Setembro	1,21	0,65	1,27	0,39	0,33	0,40
Outubro	1,47	0,85	1,53	0,57	0,61	0,57
Novembro	1,80	1,20	1,85	0,65	0,81	0,65
Dezembro	2,40	2,21	2,43	0,92	1,42	0,90

Fonte: Do autor.

Tabela 40 – Médias mensais e desvio padrão (DP) para cada cenário, dados referentes a figura 13 da estação 61250100.

Média (m <sup>3</sup> /s)	Observada	Cenário 1	Cenário 2	DP Observada	DP Cenário 1	DP Cenário 2
Janeiro	5,16	5,20	5,38	1,95	2,10	2,05
Fevereiro	4,94	5,06	5,08	1,62	1,98	1,70
Março	4,85	4,90	4,96	1,36	1,53	1,43
Abril	3,88	3,64	3,86	1,10	1,15	1,11
Maio	3,37	2,99	3,32	0,93	0,93	0,93
Junho	2,88	2,56	2,85	0,89	0,97	0,91
Julho	2,51	2,24	2,49	0,60	0,58	0,60
Agosto	2,09	1,91	2,10	0,45	0,43	0,44
Setembro	2,07	1,94	2,10	0,78	0,78	0,80
Outubro	2,33	2,19	2,39	0,77	0,77	0,79
Novembro	2,89	2,70	3,00	1,03	0,97	1,08
Dezembro	3,96	3,78	4,14	1,49	1,50	1,58

Fonte: Do autor.

Tabela 41 – Parâmetros de solo após a calibração.

Bacia 1								
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc	
Floresta Solo Profundo	557,02	0,17	5,65	42,36	0,50	0	0,10	
Urbano	130,98	0,49	4,19	5,43	0,50	0	0,10	
Agricultura Solo Profundo	264,11	0,31	6,57	36,84	0,50	0	0,10	
Área Úmida Solo Profundo	290,00	0,80	5,27	20,05	0,50	0	0,10	
Solo Profundo	189,87	1,00	5,63	15,45	0,50	0	0,10	
Água	0	0	0	0	0,50	0	0,10	
CS	10,87	CI	198,05	CB	1500			0,01
Bacia 2								
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc	
Floresta Solo Raso	400,00	0,70	8,32	100,01	0,5	0	0,10	
Floresta Solo Profundo	470,01	0,18	8,17	104,12	0,5	0	0,21	
Urbano	80,56	0,10	1,50	81,35	0,5	0	0,10	
Agricultura Solo Raso	330,25	0,70	9,73	55,20	0,5	0	0,10	
Agricultura Solo Profundo	400,15	0,25	10,08	25,06	0,5	0	0,21	
Área Úmida Solo Raso	277,10	0,10	0,75	81,04	0,5	0	0,10	
Área Úmida Solo Profundo	349,99	0,10	0,75	55,12	0,5	0	0,10	
Solo Raso	250,64	0,10	0,25	20,84	0,5	0	0,10	
Solo Profundo	400,32	0,08	0,50	10,25	0,5	0	0,10	

Água	0	0	0	0	0,5	0	0,10
CS	63,95	CI	711,07	CB	7952	QB m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	0,03
Bacia 3							
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc
Floresta Solo Raso	99,98	0,20	14,54	7,00	0,50	0	0,10
Floresta Solo Profundo	150,02	0,10	13,56	6,54	0,50	0	0,10
Urbano	35,86	0,20	14,67	12,45	0,50	0	0,10
Agricultura Solo Raso	75,62	0,10	11,87	12,66	0,50	0	0,10
Agricultura Solo Profundo	100,57	0,10	4,98	12,74	0,50	0	0,10
Área Úmida Solo Raso	50,34	0,20	16,65	12,96	0,50	0	0,10
Área Úmida Solo Profundo	75,31	0,20	10,50	4,51	0,50	0	0,10
Solo Raso	35,21	0,10	15,97	12,64	0,50	0	0,10
Solo Profundo	74,97	0,20	12,01	12,72	0,50	0	0,10
Água	0	0	0	0	0,50	0	0,10
CS	1	CI	49,87	CB	7845	QB m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	0,07
Bacia 4							
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc
Floresta Solo Raso	931,30	0,22	12,01	10,50	0,5	0	0,11
Urbano	100,52	0,90	2,50	5,21	0,5	0	0,10
Agricultura Solo Raso	738,50	0,20	10,91	13,54	0,5	0	0,11
Área Úmida Solo Raso	589,65	0,10	0,50	5,06	0,5	0	0,10
Solo Raso	600,45	0,25	3,00	5,01	0,5	0	0,10
Água	0	0	0	0	0,5	0	0,10
CS	90	CI	201	CB	3799	QB m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	0,01
Bacia 5							
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc
Floresta Solo Raso	1400,00	0,10	1,21	10,50	0,5	0	0,15
Floresta Solo Profundo	4200,00	0,10	1,32	10,65	0,5	0	0,10
Urbano	300,00	0,10	0,25	5,00	0,5	0	0,10
Agricultura Solo Raso	1000,00	0,10	1,00	15,31	0,5	0	0,15
Agricultura Solo Profundo	1200,25	0,04	2,12	5,30	0,5	0	0,10
Área Úmida Solo Raso	598,20	0,10	1,25	12,00	0,5	0	0,10
Área Úmida Solo Profundo	800,64	0,10	1,25	1,25	0,5	0	0,10
Solo Raso	500,60	0,08	2,00	5,45	0,5	0	0,10
Solo Profundo	700,10	0,30	0,25	4,98	0,5	0	0,10
Água	0	0	0	0	0,5	0	0,10
CS	50,12	CI	49,05	CB	2501	QB m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	0,01
Bacia 6							
Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc
Floresta Solo Raso	1000,03	0,13	8,01	19,87	0,5	0	0,10
Floresta Solo Profundo	3101,22	0,47	7,61	20,12	0,5	0	0,10
Urbano	190,65	0,40	6,05	14,50	0,5	0	0,10
Agricultura Solo Raso	798,65	0,20	13,65	25,13	0,5	0	0,10
Agricultura Solo Profundo	1000,55	0,27	5,55	15,87	0,5	0	0,10

Área Úmida Solo Raso	485,32	0,20	5,65	20,12	0,5	0	0,10
Área Úmida Solo Profundo	603,54	0,25	7,14	10,35	0,5	0	0,10
Solo Raso	502,69	0,20	5,32	15,36	0,5	0	0,10
Solo Profundo	645,88	0,30	3,25	14,89	0,5	0	0,10
Água	0	0	0	0	0,5	0	0,10
CS	60	CI	50	CB	1802	QB m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup>	0,015

Fonte: Do autor.

Tabela 42 – Parâmetros de vegetação.

Uso	Albedo	Índice de Área Foliar	Altura (m)	Resistência Superficial
Floresta Solo Raso	0,13	5,00	10,00	65,00
Floresta Solo Profundo	0,16	9,00	30,00	100,00
Urbano	0,30	1,00	2,00	10,00
Agricultura Solo Raso	0,20	1,00	0,50	90,00
Agricultura Solo Profundo	0,26	1,50	0,75	150,00
Área Úmida Solo Raso	0,10	2,00	0,50	10,00
Área Úmida Solo Profundo	0,10	2,00	2,00	20,00
Solo Raso	0,15	1,00	0,50	10,00
Solo Profundo	0,15	1,00	0,50	10,00
Água	0,08	0,00	0,10	0,00

Fonte: Do autor.

## ANEXO B

Imagens utilizadas nas questões Q23, Q24 e Q25.



Imagem utilizada na questão Q7.



Imagem utilizada na questão Q8



Figura 42 – Mapa das minibacias geradas.

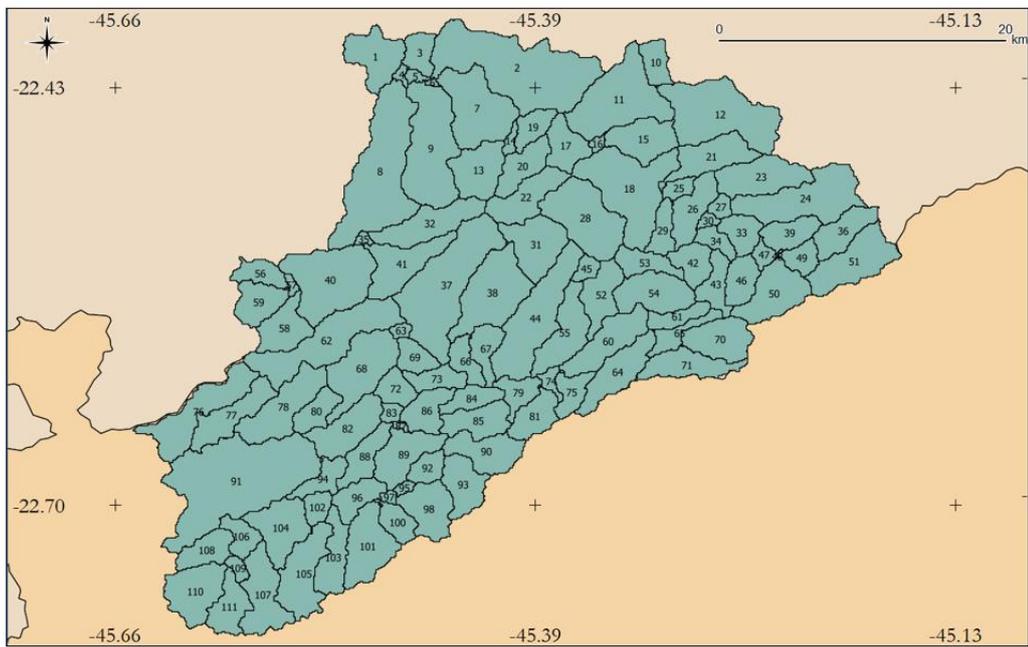
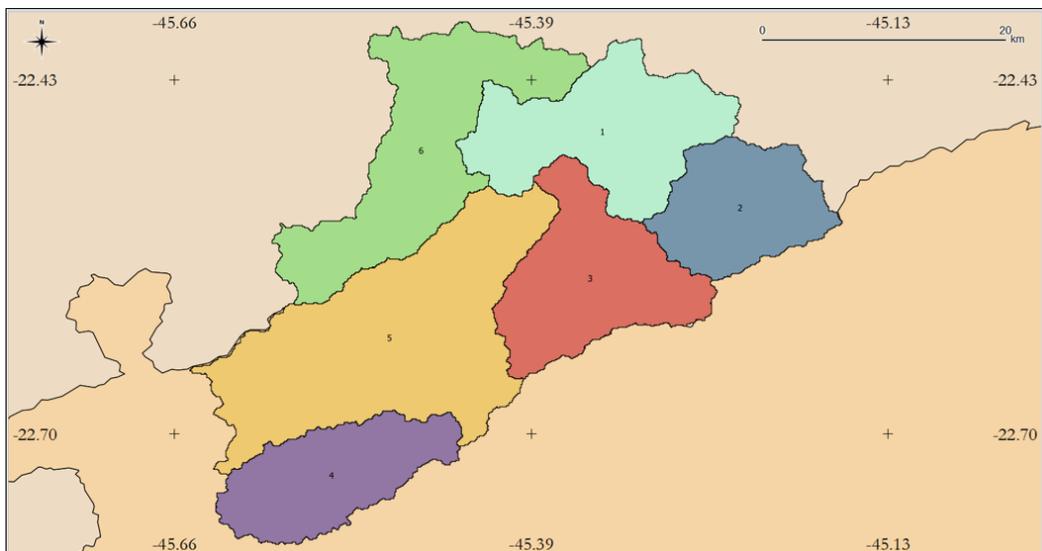


Figura 43 – Sub bacias de contribuição e calibração dos parâmetros do MGB.



## ANEXO C

Tabela 43 – Cargas fatoriais e comunalidade.

Variável	Fator										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
q1	0,5667	0,0096	0,1187	0,0737	0,4377	0,089	-0,239	0,0385	-0,0105	-0,1892	-0,1847
q2	0,3898	0,242	0,1613	-0,2927	0,2352	-0,1407	-0,2627	-0,2228	-0,2795	-0,1629	0,0306
q3	-0,0298	0,4159	0,3827	-0,3225	0,2478	0,2052	0,4067	-0,0492	-0,2103	0,0052	0,0811
q4	0,0563	0,3219	0,5191	0,3464	-0,0963	-0,2446	-0,0946	0,207	0,1688	0,3244	-0,1642
q5	0,5007	0,3474	0,1281	-0,1173	-0,0889	0,2648	0,2507	0,0629	0,3373	-0,1144	-0,1809
q6	0,2546	0,0804	0,4289	-0,1406	-0,5547	0,2287	-0,2142	-0,0603	0,2005	0,1688	0,0423
q7	0,4211	-0,1696	0,1917	0,3339	-0,0015	-0,1894	0,3788	0,1423	-0,3475	-0,1604	-0,1428
q8	0,3145	0,0294	-0,3741	0,6401	-0,1224	0,1376	-0,2114	-0,0193	0,1395	-0,107	0,0597
q9	0,1592	0,5283	0,2574	0,3533	-0,0617	0,1336	-0,032	-0,0129	0,1382	-0,2599	-0,0096
q10	0,3838	-0,0057	-0,3049	-0,1342	-0,1115	0,5772	-0,0788	-0,2237	-0,1573	0,1823	-0,0242
q11	0,2635	-0,1997	0,1435	-0,2133	0,1325	0,1978	-0,3448	0,5441	0,1826	-0,2836	0,0946
q12	0,3269	-0,1142	-0,2027	0,3954	0,2278	0,2246	0,513	-0,0994	0,005	0,0098	0,0805
q13	0,4682	0,1421	-0,3642	0,2479	0,0334	-0,1422	-0,2495	-0,128	-0,0295	-0,1811	0,2895
q14	0,4819	-0,0805	0,156	-0,2555	-0,006	-0,2395	0,0015	-0,2621	-0,0642	0,1709	0,3841
q15	0,6703	0,0786	0,0174	0,0094	0,1251	0,229	-0,1474	-0,1557	-0,2183	0,1388	-0,1012
q16	0,4965	-0,3671	-0,0041	-0,1148	-0,1769	-0,3213	-0,0533	0,2412	-0,1152	-0,2623	0,1019
q17	0,3984	-0,1874	0,1917	-0,1319	-0,1483	0,0977	0,4694	-0,0549	0,2576	-0,3576	0,2202
q18	0,2861	0,2633	-0,2485	-0,2247	0,3242	-0,1584	-0,0156	-0,2426	0,543	0,1268	0,0344
q19	0,5876	-0,2452	-0,0109	0,0552	0,21	-0,2866	0,0994	-0,0181	0,2808	0,0881	0,0438
q20	0,493	0,1722	-0,3174	-0,098	-0,4061	0,1675	0,0182	0,1659	-0,1765	0,011	-0,1882
q21	0,6563	-0,202	-0,0977	0,175	-0,0232	-0,1224	0,1257	0,0453	-0,0204	0,2744	-0,2797
q22	0,6168	0,0866	0,4554	0,1858	-0,18	0,0006	-0,1717	-0,2279	-0,1359	-0,0291	0,1953
q23	0,0655	-0,1204	0,0101	0,1188	0,0595	0,287	0,0942	0,4363	-0,0127	0,3736	0,5503
q24	0,0443	-0,6476	0,321	0,1539	0,1928	0,1555	-0,1298	-0,0379	-0,0713	0,164	0,0504
q25	0,3045	-0,5051	0,0484	-0,2122	0,3163	0,2131	-0,0963	0,0567	0,1381	0,1436	-0,237
q26	0,524	-0,1882	-0,0358	-0,2174	-0,3164	-0,3204	0,1338	-0,003	0,0364	0,2077	-0,1406
q27	0,383	0,5023	-0,0669	-0,2029	0,2451	-0,0397	0,024	0,391	-0,1579	0,0497	-0,0537
q28	0,1299	0,591	-0,1145	0,1547	0,1723	-0,1857	0,0023	0,1804	-0,0582	0,2845	0,1477
	0,2699	0,11	-0,4585	-0,3679	-0,2125	-0,0797	0,051	0,1668	-0,034	-0,0108	0,0865

Fonte: Do autor.