



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA HÍDRICA**



**AMANDA VOLTOLINI VASCONCELOS**

**MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL:  
CARACTERÍSTICAS, DIFICULDADES E POSSÍVEIS  
APLICAÇÕES PARA OS DESASTRES NATURAIS  
HIDROLÓGICOS DE JULHO DE 2020 NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO MAMPITUBA**

Porto Alegre

Novembro de 2021

**AMANDA VOLTOLINI VASCONCELOS**

**MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS,  
DIFICULDADES E POSSÍVEIS APLICAÇÕES PARA OS DESASTRES  
NATURAIS HIDROLÓGICOS DE JULHO DE 2020 NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO MAMPITUBA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Hídrica apresentado ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Hídrica.

**Orientador:** Maurício Andrades Paixão

Porto Alegre

Novembro de 2021

## CIP - Catalogação na Publicação

Vasconcelos, Amanda Voltolini  
MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS,  
DIFICULDADES E POSSÍVEIS APLICAÇÕES PARA OS DESASTRES  
NATURAIS HIDROLÓGICOS DE JULHO DE 2020 NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO MAMPITUBA / Amanda Voltolini  
Vasconcelos. -- 2021.  
61 f.  
Orientador: Maurício Andrades Paixão.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Pesquisas Hidráulicas, Curso de Engenharia Hídrica,  
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Métodos de valoração ambiental. 2. Desastres  
naturais hidrológicos. 3. Perdas. 4. Danos. 5.  
Prejuízos. I. Andrades Paixão, Maurício, orient. II.  
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

*Aos que foram meu alicerce e ponto de equilíbrio nesta longa jornada.*

## RESUMO

Os métodos de valoração ambiental existentes são pouco divulgados e, quando são, apresentam elevada complexidade na forma como são descritos. Além disso, na sua grande maioria, não apresentam características primordiais para que se haja o completo entendimento visando a sua utilização. Devido a isto, o presente trabalho apresenta o estudo dos principais métodos de valoração ambiental com suas respectivas descrições, vantagens, desvantagens, recomendações de utilização, áreas de aplicação e níveis de dificuldade, com o objetivo de facilitar a futura aplicação dos utilizadores a partir do resultado expresso em uma matriz. Os métodos inseridos na matriz foram os principais encontrados em referenciais teóricos com base na sua popularidade e frequência de utilização, sendo eles: Método da Valoração Contingente (MVC); Método dos Preços Hedônicos (MPH); Método do Custo de Viagem (MCV); Método da Produtividade Marginal (MPM); Método do Custo de Reposição (MCR); Método do Custo Evitado (MCE); Método do Custo de Oportunidade (MCO); e Método do Custo de Controle (MCC). O Método Dose-Resposta (MDR) não foi inserido na matriz. Os níveis de dificuldade relacionados a cada um deles, com base na complexidade de entendimento e aplicação, foram: MÉDIA a ALTA; MÉDIA; ALTA; MÉDIA a BAIXA; BAIXA; MÉDIA a BAIXA; MÉDIA a BAIXA; e BAIXA, respectivamente. Ademais, um estudo de caso foi realizado com base nos desastres naturais hidrológicos ocorridos em julho de 2020 na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba. Aos setores onde foram registrados, por meio do Portal S2iD, danos e prejuízos em diferentes municípios, foram relacionados métodos de valoração ambiental. Estes setores eram compreendidos por: População; Unidades Habitacionais; Instalações Públicas; Assistência Médica, Saúde Pública e Atendimentos de Emergência; Abastecimento de Água Potável; Limpeza Urbana, Recolhimento e Destinação de Resíduos Sólidos; Geração e Distribuição de Energia Elétrica; Agricultura; Pecuária; Indústria; Comércio; e Serviços. Assim, foram relacionados os métodos: MCE; MPH e MCR; MCR; MCE e MCR; MCR e MCE; MCC e MCE; MCR e MPM; MPM e MCR; MPM e MCR; MPM e MCR; MPM e MCR; MCV, respectivamente. Os objetivos foram apresentar diferentes maneiras de se valorar economicamente as perdas decorrentes dos desastres; incentivar os futuros usuários a se familiarizar com

as metodologias; inserir os custos dos bens e serviços ambientais nestas, sempre que possível.

**Palavras-chave:** *métodos de valoração ambiental; desastres naturais hidrológicos; perdas; danos; prejuízos.*

## ABSTRACT

The existing environmental valuation methods are not well known. In addition, they present high complexity in their description. Most of them do not present characteristics essential to a complete understanding of their use. Due to this, the present study presents a matrix of the main environmental valuation methods with their respective descriptions, advantages, disadvantages, recommendations for use, areas of application, and levels of difficulty, facilitating future applications by users. The methods inserted in the matrix were the main ones found in theoretical references, based on their popularity and frequency of use: MVC; MPH; MCV; MPM; MCR; MCE; MCO; and MCC. The MDR was not inserted in the matrix. The difficulty levels related to each of them, based on the complexity of understanding and application, were: MEDIUM to HIGH; MEDIUM; HIGH; MEDIUM to LOW; LOW; MEDIUM to LOW; and LOW, respectively. Furthermore, a case study was conducted based on the hydrological natural disasters that occurred in July 2020 in the Mampituba River Watershed. In addition, to the sectors where damages and losses were registered, through the S2iD Portal, in different municipalities, environmental valuation methods were related. These sectors were comprised of: Population; Housing Units; Public Facilities; Medical Care, Public Health and Emergency Care; Drinking Water Supply; Urban Cleaning, Collection and Disposal of Solid Waste; Electricity Generation and Distribution; Agriculture; Livestock; Industry; Commerce; and Services. Thus, the methods: MCE; MPH and MCR; MCR; MCE and MCR; MCR and MCE; MCC and MCE; MCR and MPM; MPM and MCR; MPM and MCR; MPM and MCR; MPM and MCR; MCV, respectively, were related. The objectives was: to present different ways of economically valuing disaster losses; to encourage future users to become familiar with the methodologies; to insert the costs of environmental goods and services into them, whenever possible.

**Keywords:** *environmental valuation methods; hydrological natural disasters; losses; damages.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação conceitual dos tipos de desastres naturais hidrológicos. .....	21
Figura 2: Métodos de valoração ambiental. ....	24
Figura 3: Grupos de elementos afetados por desastres naturais hidrológicos. ....	34
Figura 4: Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba. ....	38
Figura 5: Fluxograma da metodologia do presente estudo. ....	42



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atual classificação dos desastres naturais.....	17
Quadro 2: Distribuição de desastres por região brasileira.....	18
Quadro 3: Diferença entre as classificações brasileira e internacional dos desastres naturais hidrológicos.....	19
Quadro 4: Matriz dos principais métodos de valoração ambiental. ....	44
Quadro 5: Métodos de valoração ambiental relacionados à cada setor e os prováveis serviços ecossistêmicos afetados com a ocorrência dos desastres naturais hidrológicos. ....	52

## LISTA DE SIGLAS

CBH: Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica  
COBRADE: Classificação e Codificação Brasileira  
COVID-19: *Corona Virus Disease – 2019*  
CPRM: Serviço Geológico do Brasil  
DAA: Disposição a aceitar  
DAP: Disposição a pagar  
DIPLA: Divisão de Planejamento e Gestão  
DRHS: Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento  
EM-DAT: *Emergency Disaster Data Base*  
GPDEN: Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais  
MCC: Método do Custo de Controle  
MCE: Método do Custo Evitado  
MCO: Método do Custo de Oportunidade  
MCR: Método do Custo de Reposição  
MCV: Método do Custo de Viagem  
MDR: Método Dose-Resposta  
MPH: Método dos Preços Hedônicos  
MPM: Método da Produtividade Marginal  
MVC: Método da Valoração Contingente  
OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
PBH: Plano de Bacia Hidrográfica  
PIB: Produto Interno Bruto  
PNAS: Parque Nacional de Aparados da Serra  
PPP: Princípio do Poluidor-Pagador  
S2iD: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres  
SDE: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina  
SEDEC: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil  
SEMA-RS: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul  
SINGREH: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
UNSD: *United Nations Statistics Division*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVO</b> .....	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
3.1 DESASTRES NATURAIS .....	17
3.2 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS.....	19
3.3 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS EM AMBIENTES MONTANHOSOS.....	21
3.4 VALORAÇÃO AMBIENTAL .....	22
<b>3.4.1 Métodos da Função de Demanda ou Métodos Diretos</b> .....	24
3.4.1.1 MVC.....	24
3.4.1.2 Métodos de Mercados de Bens Complementares .....	25
3.4.1.2.1 MPH .....	25
3.4.1.2.2 MCV .....	26
<b>3.4.2 Métodos da Função de Produção ou Métodos Indiretos</b> .....	27
3.4.2.1 MDR .....	27
3.4.2.2 MPM .....	28
3.4.2.3 Métodos de Mercados de Bens Substitutos .....	28
3.4.2.3.1 MCR.....	28
3.4.2.3.2 MCE .....	29
3.4.2.3.3 MCO.....	30
3.4.2.3.4 MCC.....	30
3.5 VALORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	31
3.6 VALORAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS.....	32
<b>3.6.1 Custo Total dos Desastres</b> .....	33
3.6.1.1 Bens Tangíveis.....	34

3.6.1.2 Bens Intangíveis .....	35
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	37
4.2 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS OCORRIDOS .....	39
4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS .....	40
4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE .....	40
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>43</b>
5.1 MATRIZ DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL .....	43
5.2 ESTUDO DE CASO .....	49
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>54</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>8. ANEXO I .....</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desastres são definidos como resultados de fenômenos adversos sobre um ecossistema, podendo ser provocados pelo homem ou ocorrer de forma natural, causando danos humanos, ambientais, materiais e, como efeito, consequências socioeconômicas (KOBİYAMA et al., 2006). Ainda segundo Kobiyama et al. (2006), a partir da década de 50 notou-se um considerável aumento no número de registros de desastres naturais, intensificando, assim, os prejuízos causados por tais fenômenos. Estes desastres influenciam diretamente as atividades humanas e podem ser justificados devido ao mau gerenciamento das bacias hidrográficas.

Alcántara-Ayala (2002) cita que a ocorrência de desastres naturais está ligada, também, ao sistema econômico-social-político-cultural. Ou seja, países subdesenvolvidos, que não possuem boa infraestrutura, sofrem mais com os impactos decorrentes de tais eventos. Dentre os países do continente americano, o Brasil é o que possui maior número de pessoas afetadas pela ocorrência de desastres naturais sendo, na sua grande maioria, hidrológicos (BBC NEWS BRASIL, 2003). E, além disso, normalmente estes eventos ocorrem associados a fenômenos atmosféricos extremos, sendo o clima e o tempo grandes influenciadores destes eventos.

Os desastres naturais hidrológicos são causados pela presença e dinâmica da água e, conforme ISDR (2005), são uma subclasse dos desastres naturais, compreendendo os alagamentos, as inundações e as enxurradas (TASCA et al., 2017). Os alagamentos ocorrem em locais com sistemas de drenagem deficientes e se caracterizam pelo acúmulo de água em áreas urbanas causado pela ultrapassagem do nível máximo de escoamento pluvial destes sistemas. As inundações, ou inundações graduais, se dão através da elevação do nível dos rios, transbordando sobre áreas próximas. Já as enxurradas, ou inundações bruscas, são provocadas por chuvas de intensidade alta e em curtos intervalos de tempo. Elas ocorrem pelo ríspido aumento do nível de água dos corpos hídricos, provocando escoamento rápido e intenso, fato que acarreta danos mais severos quando comparados às inundações.

De acordo com a OPAS (2014), os eventos de origem hidrológica correspondem a 33% dos desastres naturais ocorridos no Brasil. Os prejuízos econômicos acarretados por esses eventos aumentaram de forma dramática a partir da década de 70 em todo o mundo (ALCÁNTARA-AYALA, 2002). Porém, a avaliação econômica destes eventos na sua totalidade ainda segue com grandes limitações (DA MOTTA, 1997). São diversas as barreiras metodológicas quando se trata da escolha de métodos que visam obter uma estimativa de valor de perda de bens tangíveis e intangíveis a partir da ocorrência de um desastre natural, visto que a valoração ambiental, geralmente, é uma difícil tarefa.

Dessa forma, percebe-se a necessidade da valoração ambiental na gestão do meio ambiente e na gestão dos recursos hídricos, uma vez que permite atribuir valor aos bens e serviços ambientais. Assim, todo e qualquer dano ao bem-estar da sociedade pode ser, de alguma forma, identificado. Apesar da grande maioria dos recursos ambientais ainda não possuir preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida em que seu uso altera o nível de produção e consumo da comunidade (DA MOTTA, 1997). Logo, conclui-se que a ocorrência de um desastre natural altera o nível de produção e consumo de bens e serviços. Portanto, é possível obter uma estimativa das perdas econômicas decorrentes destes eventos adversos.

Múltiplos desastres foram registrados com a passagem de dois ciclones, um denominado ciclone-bomba e outro extratropical, em um intervalo de tempo de uma semana na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba, em julho de 2020, em meio à pandemia de COVID-19. Foram afetados, conforme registros no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), seis municípios, sendo eles: Araranguá – SC, Dom Pedro de Alcântara – RS, Ermo – SC, Jacinto Machado – SC, Praia Grande – SC e Santa Rosa do Sul – SC. O ciclone-bomba, ocorrido no dia 1º de julho, gerou fortes tempestades de vento, danificando telhados e derrubando árvores. Segundo Paixão *et al.* (2021), o ciclone extratropical ocorreu nos dias 7 e 8 de julho, sendo caracterizado por chuvas intensas que desencadearam fluxos de detritos, fluxos de detritos lenhosos, inundações e inundações de detritos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba situa-se entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Por ser uma região de cânions, com encostas íngremes e elevadas amplitudes altimétricas, o local registra significativas

atividades associadas ao setor turístico (Mazzali *et al.*, 2021). No entanto, o ambiente montanhoso é propício à ocorrência de desastres naturais hidrológicos.

Com base nisso, este trabalho visa analisar as metodologias existentes de valoração ambiental, elencar seus níveis de dificuldade de aplicação e propor as mais indicadas para a estimação das perdas de cada setor decorrentes dos múltiplos desastres ocorridos em julho de 2020 na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba.

## 2. OBJETIVO

Analisar as principais metodologias existentes de valoração ambiental, classificá-las conforme o nível de dificuldade e propor as mais adequadas para a estimativa das perdas econômicas provenientes dos múltiplos desastres ocorridos em julho de 2020 na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e sintetizar vantagens, desvantagens, recomendações de uso, exemplos de aplicação e níveis de dificuldade dos principais métodos de valoração ambiental;
- Avaliar a aplicabilidade dos diferentes métodos à ocorrência de desastres hidrológicos;
- Avaliar se os dados reportados de danos humanos e materiais são passíveis de uso pelos métodos considerados;
- Propor os métodos de valoração ambiental adequados para a estimação das perdas resultantes dos desastres em foco.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DESASTRES NATURAIS

Segundo a *United Nations Statistics Division* (UNSD), os desastres naturais podem ser definidos como eventos gerados por fenômenos naturais que sobrecarregam a capacidade local, necessitando de assistência externa à nível nacional ou internacional. Tais eventos geram grandes danos, destruição e sofrimento humano. Tominaga *et al.* (2009) cita que os desastres naturais são resultados de fenômenos naturais que podem ser agravados ou não pela ação humana. Estes fenômenos extremos fazem parte da geodinâmica terrestre, sendo originados pela dinâmica interna ou externa da Terra, e são classificados conforme Quadro 1. Quando ocorrem em regiões onde há um sistema social vulnerável, acarretam graves danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada em conviver com o impacto (MARCELINO, 2008).

Quadro 1: Atual classificação dos desastres naturais.

<b>Classificação Antiga (até 2007)</b>	<b>Classificação Atual (2009)</b>	<b>Principais Tipos</b>
Geológico	Geofísico	Terremotos, Vulcões, Movimentos de Massa (Secos)
Hidrometeorológico	Meteorológico	Tempestades
	Hidrológico	Inundações, Movimentos de Massa (Úmidos)
	Climatológico	Temperaturas Extremas, Secas, Incêndios
Biológico	Biológico	Epidemias, Pragas e Infestações

Fonte: EM-DAT, adaptado de Kobiyama *et al.* (2009).

Em escala global, nas últimas décadas, notou-se um aumento das ocorrências de desastres naturais e dos prejuízos decorrentes. De acordo com UNDRR (2020), o número de desastres registrados pela *Emergency Disaster Data Base* (EM-DAT) entre os anos de 1980 e 1999 foi de 4.212, acarretando a perda econômica de US\$ 1,63 trilhões de dólares. Já entre os anos de 2000 e 2019, o número registrado foi de 7.348 desastres, com prejuízos estimados em

US\$ 2,97 trilhões. Em ambos os intervalos analisados, o número de mortes ultrapassou a marca de um milhão.

Este aumento na ocorrência de desastres naturais nas últimas décadas é tido principalmente como consequência do acentuado processo de urbanização, o qual desencadeou o crescimento desequilibrado das cidades em áreas impróprias à ocupação (KOBİYAMA et al., 2006; TOMINAGA et al., 2009). Tal fato justifica as populações de baixa renda serem mais atingidas por estes fenômenos. Quando há um adensamento de áreas mais suscetíveis a esses perigos por moradias precárias, os desastres assumem proporções catastróficas, gerando grandes perdas socioeconômicas (FERNANDES *et al.*, 2001; CARVALHO e GALVÃO, 2006; LOPES, 2006; TOMINAGA, 2007; TOMINAGA *et al.* 2009).

De acordo com Kobiyama *et al.* (2006), no Brasil, os principais fenômenos extremos que ocasionam os desastres naturais são originados da dinâmica externa da Terra. No Quadro 2 são apresentados os tipos de desastres naturais predominantes em cada região do Brasil.

Quadro 2: Distribuição de desastres por região brasileira.

<b>Região</b>	<b>Tipos de Desastres</b>
Norte	Incêndios Florestais, Inundações
Nordeste	Secas, Inundações
Centro-Oeste	Incêndios Florestais
Sudeste	Deslizamentos, Inundações
Sul	Inundações, Vendavais, Granizo

Fonte: Adaptado de Parizzi (2014).

Segundo Goerl *et al.* (2013), o aumento de registros de ocorrências de desastres naturais no mundo se deu, principalmente, após a Segunda Guerra Mundial. Sendo mais expressivo a partir da década de 1970. Ainda segundo o autor, dentre as classes de desastres naturais, houve uma predominância de ocorrência de desastres naturais hidrológicos a nível global nas últimas décadas, representando 42% de todos os desastres registrados desde 1900.

### 3.2 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS

Os desastres naturais hidrológicos, causados pela dinâmica da água, são originados da ação de processos naturais sobre um sistema vulnerável. Kobiyama *et al.* (2019) cita que os desastres naturais hidrológicos são aqueles que ocorrem com chuvas intensas e/ou elevados acúmulos de chuva. Segundo Kobiyama *et al.* (2018), eles são classificados de maneira distinta pela Classificação e Codificação Brasileira (COBRADE) quando comparados à classificação da EM-DAT, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3: Diferença entre as classificações brasileira e internacional dos desastres naturais hidrológicos.

<b>Desastres Naturais Hidrológicos</b>	
Classificação Brasileira	Inundações, Enxurradas, Alagamentos
Classificação Internacional	Inundações, Movimentos de Massa (Úmidos)

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2018).

Conforme Kobiyama *et al.* (2011), dentre todos os tipos de desastres naturais, as inundações possuem o maior número de registros e são as principais responsáveis por danos humanos, socioambientais e econômicos. As inundações são definidas pelo aumento do nível dos rios. Este aumento ocasiona o transbordamento das suas águas sobre as áreas próximas, conhecidas como planícies de inundação. De acordo com o EM-DAT, as inundações são consideradas os desastres naturais hidrológicos causadores dos maiores prejuízos no mundo. E estes prejuízos são dependentes do tipo de inundação, podendo ser definida como gradual ou brusca, dependendo da velocidade de processo.

As inundações graduais ocorrem quando o nível dos rios se eleva de maneira lenta e previsível, mantendo-se em situação de cheia por tempo determinado e, posteriormente, escoam gradualmente. Segundo FEMA (1981 apud GOERL *et al.*, 2005), a inundação advém de quando um fluxo de água é maior do que a capacidade normal de escoamento do canal, ou seja, quando há um excessivo escoamento superficial no curso d'água.

As inundações bruscas, também conhecidas como enxurradas, possuem características diferentes das inundações graduais. Segundo Goerl *et al.* (2005), elas ocorrem de maneira repentina, em um tempo próximo ao momento de ocorrência do evento que as causam. Estes eventos, na sua grande maioria, são chuvas intensas e concentradas que acontecem especialmente em regiões de relevo acidentado. Além disso, as inundações bruscas possuem pouco tempo de alarme, impossibilitando que moradores das áreas suscetíveis à ocorrência destes fenômenos consigam realizar os devidos procedimentos de proteção.

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), os alagamentos são definidos como o acúmulo de água ocasionado por chuvas intensas em áreas total ou parcialmente impermeabilizadas, e também em locais onde a rede de drenagem pluvial não consegue escoar uma vazão superior àquela que foi projetada. Ou seja, os alagamentos ocorrem onde há acumulação de águas pluviais devido à baixa taxa de infiltração do solo e onde há falhas no sistema de drenagem urbano.

Os movimentos de massa úmidos englobam os escorregamentos, fluxos de detritos e os fluxos hiperconcentrados. Os escorregamentos, ou deslizamentos, são definidos pelo movimento coletivo de massa e/ou material sólido encosta abaixo, ocorrendo, no Brasil, principalmente devido a altos índices pluviométricos (KOBAYAMA *et al.*, 2018; COBRADE). Os fluxos de detritos e os fluxos hiperconcentrados, de acordo com Takahashi (2014), podem ser originados de três formas: escorregamentos que, ao convergirem para o canal, se transformam em fluxos; remobilização de sedimentos do leito por inundações bruscas, aumentando a concentração de sedimentos no fluxo de modo que estes se convertem em fluxo de detritos; e rompimento de barragens. Cabe salientar que, dentre eles, o primeiro é o mais ocorrente.

Ao acontecer uma chuva intensa, múltiplos desastres naturais hidrológicos podem ocorrer simultaneamente, fato que dificulta a identificação do seu tipo por possuírem caráter transitório (KOBAYAMA *et al.*, 2019). A classificação conceitual dos tipos de desastres naturais hidrológicos conforme a velocidade do processo e a concentração de sedimentos é apresentada na Figura 1.

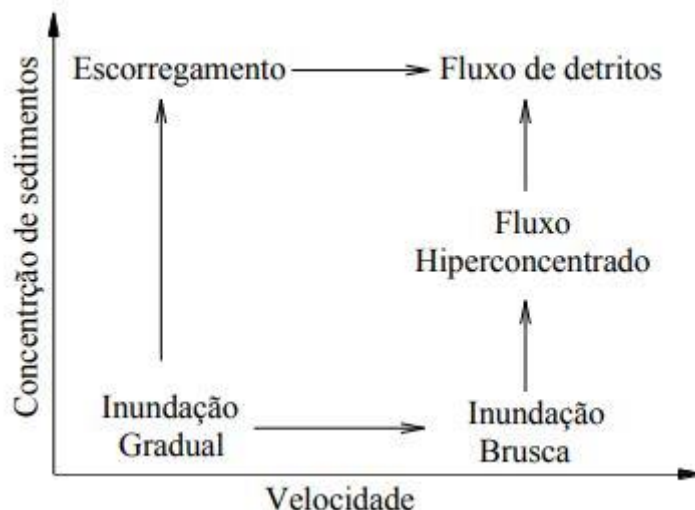


Figura 1: Classificação conceitual dos tipos de desastres naturais hidrológicos.

Fonte: Kobiyama *et al.* (2018).

Os desastres naturais hidrológicos merecem destaque pois, em geral, causam os maiores danos humanos no Brasil, além de afetarem diretamente a dinâmica econômica e social da população atingida (MINERVINO, 2015). Estes desastres são resultados da combinação entre o evento adverso, elementos de risco e de vulnerabilidade (PEDUZZI *et al.*, 2005 apud MINERVINO, 2015).

### 3.3 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS EM AMBIENTES MONTANHOSOS

De acordo com a classificação de Aziz Ab'Saber, o território brasileiro é dividido em dez compartimentos, que são: Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense; Planalto Meridional; Serras e Planaltos do Leste e Sudeste; Planalto Central; Planalto do Maranhão-Piauí; Planalto Nordestino; Planalto das Guianas; Planície do Pantanal; Planícies e Terras Baixas Costeiras; Planícies e Terras Baixas Amazônicas. Nota-se que estes compartimentos são constituídos, na sua grande maioria, por planaltos. Conforme Sartori *et al.* (2004), em todas as unidades desta classe de relevo há a presença de montanhas, com porções significativas principalmente em locais próximos ao litoral das regiões Sul e Sudeste do país. Deste modo, é possível afirmar que, nessas áreas, ocorrem bacias montanhosas.

Bacias montanhosas são caracterizadas pelos seus pequenos tamanhos, comprimentos e declividades de encostas elevados, processos hidrológicos acelerados, correntes de rios mais violentas e heterogeneidades espaciais dos recursos hídricos (KOBAYAMA *et al.* 2018). Tais condições justificam o tempo de concentração destas bacias ser reduzido. Assim, ainda de acordo com o autor, pode-se dizer que as inundações ocorrentes nestes locais geralmente são bruscas, podendo vir acompanhadas de fluxos de detritos e fluxos hiperconcentrados.

Em função do aumento populacional, o uso e ocupação do solo em ambientes montanhosos tem se intensificado. Essa atividade vem acompanhada da falta de planejamento urbano, aumentando, assim, a vulnerabilidade das comunidades ali presentes. A ocupação inadequada destes locais, associada à intensificação do regime pluviométrico devido às mudanças climáticas, propicia uma maior ocorrência de eventos hidrológicos de média ou alta magnitude, acarretando perdas humanas, materiais, ambientais e culturais.

### 3.4 VALORAÇÃO AMBIENTAL

Segundo Da Motta (1997), valorar monetariamente bens e serviços ambientais compreende definir o quão melhor ou pior estará o bem-estar da sociedade devido às suas mudanças quantitativas ou qualitativas, seja na apropriação por uso ou não. O processo de se associar valor econômico a esses recursos é uma das questões mais debatidas hoje em dia quando se trata das relações entre sistemas econômicos e ecológicos (MARQUES, 2004). Isso porque a valoração monetária não engloba de forma totalitária toda a complexidade ambiental, propiciando a perda de informações (BROMLEY, 1995 apud MAIA, 2002).

De acordo com Marques *et al.* (1997), a importância de se definir um valor econômico ao meio ambiente e a necessidade de se desenvolver metodologias para a estimativa deste valor parte do princípio de que, em sua generalidade, os bens ou serviços ambientais não são transacionados pelo mercado. O propósito das metodologias de valoração ambiental é simular um mercado hipotético para estes bens, de modo que haja uma utilização responsável e sustentável do recurso. Quando há uma degradação ecológica e a tarifa não é paga pelo seu

gerador, por exemplo, o custo torna-se uma externalidade para o sistema econômico, além de propiciar a ocorrência do desgaste total daquele recurso (DA MOTTA, 1997).

Existem diferentes métodos para se estimar o preço de um recurso ambiental, contudo, não há como se precisar o real valor econômico destes bens ou serviços. Da Motta (1997) classifica os métodos em dois grandes grupos: i) função de demanda; e ii) função de produção.

De acordo com Barcellos (2013),

Os métodos de função de demanda [...] utilizam a disposição a pagar ou receber compensação de agentes econômicos devido a alterações em um recurso ambiental [...]. Os métodos de função de produção [...] buscam estimar o preço de um recurso ambiental a partir do preço de mercado de serviços e bens que podem ser substituídos por esse recurso (bens) ou que utilizam o recurso como insumo (serviços).

Além disso, segundo Maia (2002), esses métodos podem ser classificados quanto a forma de obtenção do valor do recurso, seja ela direta ou indireta:

Alguns procuram obter o valor do recurso diretamente sobre as preferências das pessoas, utilizando-se de mercados hipotéticos ou de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos, e podem ser classificados como métodos diretos. Por sua vez, os denominados métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado.

Cabe salientar que as classificações propostas se relacionam, conforme demonstrado na Figura 2. Os métodos de função de demanda são os métodos diretos de valoração ambiental, enquanto os métodos de função de produção são os métodos indiretos.

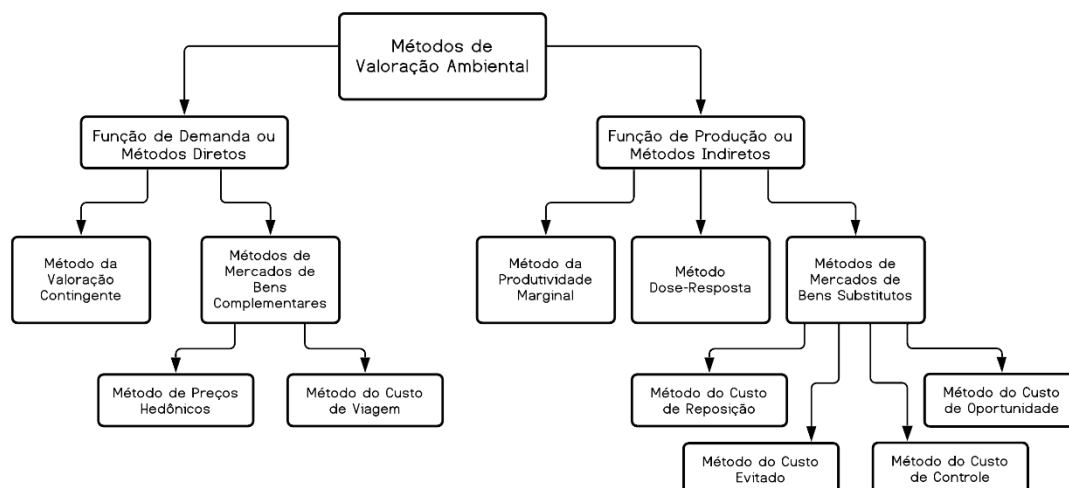


Figura 2: Métodos de valoração ambiental.

Fonte: Própria da autora.

Dito isso, ainda não se chegou a um consenso quanto a eficiência das metodologias disponíveis quando comparadas entre si, visto que todas possuem suas limitações (MAIA, 2002). A seguir, são apresentadas as principais metodologias disponíveis para a valoração ambiental.

### 3.4.1 Métodos da Função de Demanda ou Métodos Diretos

Os métodos da função de demanda, ou métodos diretos, compreendem os métodos de mercados de bens complementares (MPH e do custo de viagem) e o MVC. Os primeiros procuram obter, de maneira indireta, a disposição a pagar dos indivíduos por meio de um mercado de bens complementares. O segundo simula um mercado hipotético de forma que consiga captar, de maneira direta, a disposição a pagar dos indivíduos para o bem ou serviço ambiental (MAIA, 2002). Os três métodos citados são descritos a seguir.

#### 3.4.1.1 MVC

O MVC (MVC), foi originado na década de 1960 com o objetivo de relacionar economia e recreação. Nas décadas subsequentes, a técnica se desenvolveu a nível teórico e empírico, fato que propiciou sua ampla utilização



(NOGUEIRA et al., 2000). A metodologia é baseada nas preferências do consumidor em função da sua utilidade individual. Ou seja, baseia-se na ideia de que as pessoas possuem diferentes disposições a pagar (DAP) por determinados produtos e serviços e diferentes disposições a aceitar (DAA) em compensação para suportar uma perda de bem-estar (DA MOTTA, 1997). Expressando suas preferências e gostos a níveis diferentes.

Através da aplicação de questionários, este método simula um mercado hipotético, visando representar a realidade da maneira mais aproximada possível. Segundo Da Motta (1997), esses questionários objetivam apresentar informações que reflitam nas decisões que seriam de fato tomadas pelos agentes caso existisse um mercado para o bem ambiental descrito no cenário hipotético.

Maia (2002) cita que o MVC é o método mais adequado para se avaliar economicamente os impactos do ambiente interno inadequado. Isto é, o quanto de desconforto é gerado no bem-estar da sociedade a partir da utilização e/ou degradação daquele recurso ambiental. De acordo com Da Motta (1997), essa metodologia possui como vantagem sua aplicação em um amplo espectro de bens ambientais. Ademais, o MVC atualmente é o único capaz de realizar alguma estimativa de valores relacionados à própria existência do recurso ambiental (Maia, 2002). Todavia, ele apresenta alguns vieses quando os indivíduos da amostragem não relatam de maneira real as suas DAP (Barcellos, 2013).

#### 3.4.1.2 Métodos de Mercados de Bens Complementares

Os dois métodos de mercados de bens complementares (MPH e MCV) são descritos a seguir.

##### 3.4.1.2.1 MPH

O MPH (MPH) é um dos métodos de valoração econômica mais antigos e mais utilizados (NOGUEIRA et al., 2000). De acordo com Freeman III (1993 apud MAIA, 2002), o primeiro estudo referente a esse método surgiu em 1967, quando Ronald Ridker utilizou valores de propriedades imobiliárias para

mensurar o impacto das alterações de características ambientais nos benefícios dos moradores. Segundo Nogueira *et al.* (2000), a teoria do preço hedônico baseou a vasta gama de estudos teóricos e empíricos sobre valoração monetária de características ambientais ou locacionais nas décadas de 1970 e 1980.

Da Motta (1997) cita que o fundamento do MPH é a identificação de atributos ou características de um bem cujos atributos sejam complementares a bens e serviços ambientais. Conforme Maia (2002), a metodologia pode ser aplicada a qualquer tipo de mercadoria, mas é frequentemente utilizada em preços de propriedades, visto que relaciona seus atributos com o preço de mercado. Ou seja, a metodologia supõe que as características ambientais da região interferem nos benefícios dos moradores, afetando o preço de mercado dos imóveis.

Ainda segundo Maia (2002), o MPH utiliza uma regressão de mínimos quadrados ordinários para ajustar o valor monetário da residência às características que interferem no seu preço. Dentre essas características, estão as ambientais, locacionais e socioeconômicas da região. Uma das limitações desta metodologia é a subestimação do preço da propriedade por questões fiscais (DA MOTTA, 2006). De acordo com Barcellos (2013), esse viés pode ser contornado com a utilização de preços de aluguel no lugar de valores de transferência de propriedade.

#### 3.4.1.2.2 MCV

De acordo com Nogueira *et al.* (2000), a introdução formal do MCV (MCV) na literatura se deu pelos economistas Wood e Trice (1958) e Clawson e Knetsch (1966). Ele se baseia na ideia de que os gastos relacionados à locomoção de uma família para algum lugar de lazer podem ser utilizados como uma aproximação dos benefícios proporcionados por esse lazer (PEARCE, 1993 apud NOGUEIRA *et al.* 2000).

Através da aplicação de questionários, o método atribui valor ao recurso ambiental por meio de uma função relacionando os gastos dos visitantes para chegar ao local, como tempo de viagem, custos de transporte e bilhetes de entrada. Segundo Nogueira *et al.* (2000), é realizada uma regressão múltipla para estimar a curva de demanda por visitas a partir da função gerada, a qual

descreve a quantidade de visitas de um indivíduo a um determinado local. Barcellos (2013) cita que o MCV é muito utilizado para avaliação de investimentos em parques naturais.

Segundo Da Motta (2006), uma das limitações encontradas neste método está relacionada ao próprio custo de viagem, pois existem diferentes custos e diferentes tempos de deslocamento. Os deslocamentos mais demorados geralmente possuem preços menores, fato que diminui o tempo de visita ao local. Assim, a dificuldade está em atribuir um valor monetário à relação do tempo de visita com a distância percorrida e o transporte utilizado.

### **3.4.2 Métodos da Função de Produção ou Métodos Indiretos**

Os métodos da função de produção, ou métodos indiretos, compreendem os métodos de mercados dos bens substitutos (MCR, MCE, MCO e MCC), o MDR e o MPM.

De acordo com Maia (2002), esses métodos obtêm uma estimativa do valor monetário do recurso natural baseada no preço de mercado de produtos afetados pelas alterações ambientais. Quando não há mercado para o produto afetado, tal estimativa baseia-se no mercado de bens substitutos. Os seis métodos citados são descritos a seguir.

#### **3.4.2.1 MDR**

De acordo com Barcellos (2013), o MDR (MDR) tem como objetivo estimar a variação de um recurso ambiental a partir de diferentes doses de um agente degradador. Assim, consegue-se obter a resposta do recurso perante àquela degradação, através da técnica de regressão múltipla. Hanley e Spash (1993 apud NOGUEIRA et al. 2000) afirmam que essa metodologia visa relacionar variáveis que retratam a qualidade ambiental e o nível do produto de mercado, seja em termos de quantidade e/ou qualidade.

As aplicações do MDR são comumente realizadas em avaliações de disponibilidade hídrica e qualidade do ar na lucratividade de atividades agrícolas (NOGUEIRA et al., 2000; BARCELLOS, 2013). Contudo, Da Motta (2006)

salienta a incerteza deste método, visto a dificuldade de avaliar precisamente a relação dose-resposta (ou causa e efeito).

#### 3.4.2.2 MPM

Segundo Barcellos (2013), o MPM (MPM) se assemelha ao MDR, porém de maneira mais simplificada. De acordo com Maia (2002), a metodologia atribui um preço à utilização da biodiversidade de maneira que relacione a qualidade e a quantidade do recurso com a produção de uma mercadoria que já tenha valor monetário. Visto que a mercadoria utiliza, como insumo para sua produção, este recurso ambiental. De maneira geral, o efeito no sistema produtivo devido à variação no fornecimento do recurso ambiental será mensurado e permitirá atribuição de valor econômico ao bem ou serviço ambiental utilizado.

De acordo com Tavares *et al.* (1998), sempre se deve considerar os custos e benefícios na análise comparativa entre a condição ambiental original e a condição ambiental alterada. Todavia, Maia (2002) cita que é de grande dificuldade precisar as relações causais ambientais, pois inúmeros benefícios tendem a ser afetados pela variação da qualidade ambiental, e não somente aqueles do processo produtivo. Assim, no MPM apenas uma parcela dos benefícios ambientais é estimada, possuindo, então, valores subestimados.

#### 3.4.2.3 Métodos de Mercados de Bens Substitutos

Os quatro métodos de mercados de bens substitutos (MCR, MCE, MCO e MCC) são descritos a seguir.

##### 3.4.2.3.1 MCR

O MCR (MCR) traz a ideia intuitiva de prejuízo devido a reparação por um dano provocado. Assim, o MCR entende o custo de reposição como uma medida do seu benefício. Pearce (1993 apud NOGUEIRA *et al.*, 2000) afirma que essa metodologia é comumente utilizada como uma medida reparativa ao dano provocado. Para Barcellos (2013), o MCR “[...] considera que os custos

implicados na reconstrução seriam uma medida mínima dos benefícios, baseado na ideia de que a sociedade está sinalizando que os benefícios excedem os custos”. Maia (2002) cita que as estimativas desta metodologia se baseiam em preços de mercado e partem do pressuposto que o recurso ambiental pode ser adequadamente substituído.

De acordo com Nogueira *et al.* (2000), a aplicação do MCR é realizada através da junção dos gastos obtidos com as reparações das degradações oriundas de algum dano qualitativo provocado ao recurso ambiental utilizado em uma função de produção. O autor ainda aponta a correspondência entre o MCR e o MDR. O primeiro considera os gastos com a reparação do dano causado. O segundo, a relação entre a aplicação de uma dose de degradação com a resposta na redução de uma função de produção.

Segundo Maia (2002), uma desvantagem do MCR é que, por maior que seja o gasto obtido com a reparação de um dano, “nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso”. Além disso, o método não capta o verdadeiro valor da DAP e da DAA (ARAÚJO, 2003 apud NOGUEIRA *et al.*, 2000).

#### 3.4.2.3.2 MCE

De acordo com Maia (2002), o MCE (MCE) “[...] estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares [...]”. Pearce (1993 apud NOGUEIRA *et al.*, 2000) cita que essas atividades podem ser empregues como aproximações de mensuração monetária da “percepção dos indivíduos” das mudanças nessa característica ambiental. O fundamento desta metodologia é que o incentivo para os gastos é a necessidade de substituição por outros insumos, ou a melhora dos já existentes, por conta da mudança na qualidade do recurso anteriormente utilizado na função de produção (Hanley e Spash, 1993 apud NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Maia (2002) cita que o MCE é amplamente utilizado em estudos de mortalidade e morbidade. Em muitas estimativas, o valor da vida humana é obtido a partir dos ganhos previstos ao longo da sua existência, considerando sua produtividade e expectativa de vida. Ainda segundo o autor, a utilização

deste método tende a subestimar as estimativas, pois desconsideram fatores como a inconveniência de se valorar a vida ou a saúde humana, e a falta de informação sobre os reais benefícios dos bens ou serviços ambientais.

#### 3.4.2.3.3 MCO

Segundo Da Motta (2006), o MCO (MCO) baseia-se na ideia de valorar um recurso ambiental através do seu custo de preservação pela inoperação de uma atividade econômica concorrente. Pois, conforme Maia (2002), “toda conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas na área de proteção”. Assim, o custo de oportunidade é definido como as perdas econômicas da comunidade devido às restrições de uso dos recursos naturais.

Da Motta (2006) cita que o MCO permite uma comparação entre os custos de oportunidade e os benefícios ambientais por meio de uma análise de custo-benefício. Além disso, ainda segundo o autor, essa metodologia não valora de maneira direta o recurso ambiental, mas sim o custo de oportunidade de mantê-lo.

#### 3.4.2.3.4 MCC

Segundo Da Motta (1997), “danos ambientais poderiam ser também valorados pelos custos de controle que seriam incorridos pelos usuários para evitar a variação [...]” do bem ambiental e manter a qualidade dos benefícios gerados à comunidade. De acordo com Maia (2002), o controle da degradação auxilia na manutenção do nível sustentável de exploração de um recurso natural, possibilitando o aproveitamento futuro dos recursos ambientais pela população.

O MCC (MCC) é utilizado em contas ambientais associadas às contas nacionais, visando representar investimentos necessários para a compensação do consumo de capital nacional (DA MOTTA, 1997). Maia (2002) cita que o grande obstáculo deste método é a “[...] estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação”. Pois não há um consenso sobre o nível adequado de sustentabilidade.

### 3.5 VALORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, de acordo com o seu Artigo 1º, baseia-se nos seguintes fundamentos:

I – a água é um bem de domínio público;

II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Dito isso, Zago (2007) cita que a água está entre os bens que têm sofrido maior impacto na transformação econômica da natureza em recurso ambiental. Visto as suas diversas finalidades, o estabelecimento de valor monetário sobre os recursos hídricos tenderia a ser de diferentes formas, incidindo a cobrança sobre o usuário ou sobre os produtos. Porém, segundo Tavares *et al.* (1998), a melhor maneira de se garantir que o valor do recurso seja considerado durante todos os processos que faça parte, é estabelecendo um preço de maneira que a cobrança seja feita sobre o usuário.

Segundo Zago (2007),

As pressões sobre os recursos hídricos estão diretamente relacionadas ao modelo de desenvolvimento econômico que se expressa pelo nível de consumo da sociedade e pela predominância regional de atividades econômicas distintas.

Assim, à proporção que a água se transforma em um recurso hídrico, tornando-se um bem econômico, o conflito em torno da sua apropriação e uso aumenta, visto o crescimento da demanda de atividades antrópicas (BORBA E MARCANTE, 2001 apud ZAGO, 2007).

Sabendo que a utilização excessiva de recursos naturais como insumo tende à degradação ambiental, na década de 70, o Princípio do Poluidor-

Pagador (PPP) foi firmado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (CORDEIRO NETTO, 1999 apud BROCH, 2001). Este princípio tem por objetivo imputar ao poluidor o dever de arcar com os custos da poluição, de forma que ele suporte as medidas preventivas de neutralização ou mitigação da atividade. Contudo, apesar da ampla utilização deste princípio por países membros da OCDE, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos tem sido o instrumento de gestão de regulamentação mais conturbado da legislação brasileira (ZAGO, 2007). Pois muitos argumentam como a categorização de mais um imposto.

Conforme a legislação brasileira, a cobrança difere do tributo. Segundo a Lei n. 9.433/97, o valor arrecadado com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos deve, prioritariamente, ser aplicado na bacia hidrográfica em que foram gerados, sendo utilizados: no financiamento de estudos, programas, projetos e obras que estejam inseridos nos Planos de Recursos Hídricos; no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Segundo De Matos (2014), antigamente somente os preços referentes aos serviços de captação e esgotamento sanitário eram cobrados dos usuários. Porém, considerando a finitude da água, hoje em dia o preço cobrado inclui, também, a captação e o consumo, bem como o despejo de esgotos em corpos hídricos. É importante ressaltar que o objeto desta cobrança são os consumidores que utilizam os recursos hídricos para suas atividades econômicas por meio de captação direta, esgotando-os ou não nos corpos de água posteriormente (VETORATTO, 2004).

### 3.6 VALORAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS

A magnitude de um desastre está diretamente relacionada com a intensidade do perigo, com a exposição e com a vulnerabilidade do sistema socioecológico (CRICHTON, 1999 apud BALBI *et al.*, 2013). Assim, há inúmeras maneiras de se avaliar um desastre, considerando o número de mortes, os estragos causados na infraestrutura da cidade, os custos relacionados à interrupção das atividades econômicas da região, entre outros.



De maneira ideal, todos os danos deveriam ser contabilizados na avaliação de custo total de um desastre. Mas essa não é a realidade, visto a diferença entre se avaliar bens de fácil mensuração e bens de difícil identificação e valoração. Um simples exemplo de custos que podem ser facilmente mensuráveis são as perdas econômicas decorrentes de danos causados a uma edificação. É de fácil estimativa os custos provenientes da perda de bens materiais que estavam no seu interior. Já atribuir um valor monetário aos traumas causados aos moradores daquela edificação pela perda de suas moradias é de alta complexidade e de difícil mensuração.

O aumento de perdas econômicas impulsiona estudos de melhoria da qualidade e confiabilidade das metodologias de avaliação de custo de um desastre natural. Cabe salientar que essa avaliação é importante para que políticas de gestão de risco sejam implantadas na sociedade. Normalmente, a avaliação econômica é a abordagem preferida, visto que argumentos baseados em valor monetário causam um maior impacto (ECONOMIST, 2006 apud BALBI *et al.*, 2013).

No âmbito dos desastres naturais hidrológicos, a avaliação econômica é de grande relevância para políticas públicas, auxiliando a determinar as vantagens das diferentes medidas preventivas, mitigadoras e preparatórias com possibilidade de implementação. Conforme Balbi *et al.* (2013), pode-se argumentar que geralmente uma estimativa detalhada de bens tangíveis, principalmente os diretos, é suficiente para justificar a escolha de medidas alternativas de redução de risco.

### **3.6.1 Custo Total dos Desastres**

A definição de custo total de um desastre visa representar todo o impacto gerado por este fenômeno sobre um meio socioecológico. Incluindo elementos difíceis de se identificar e quantificar (DOWNTON *et al.*, 2005; BALBI *et al.*, 2013), pois compreende todos os bens tangíveis e intangíveis, sendo eles diretos ou indiretos (Figura 3).

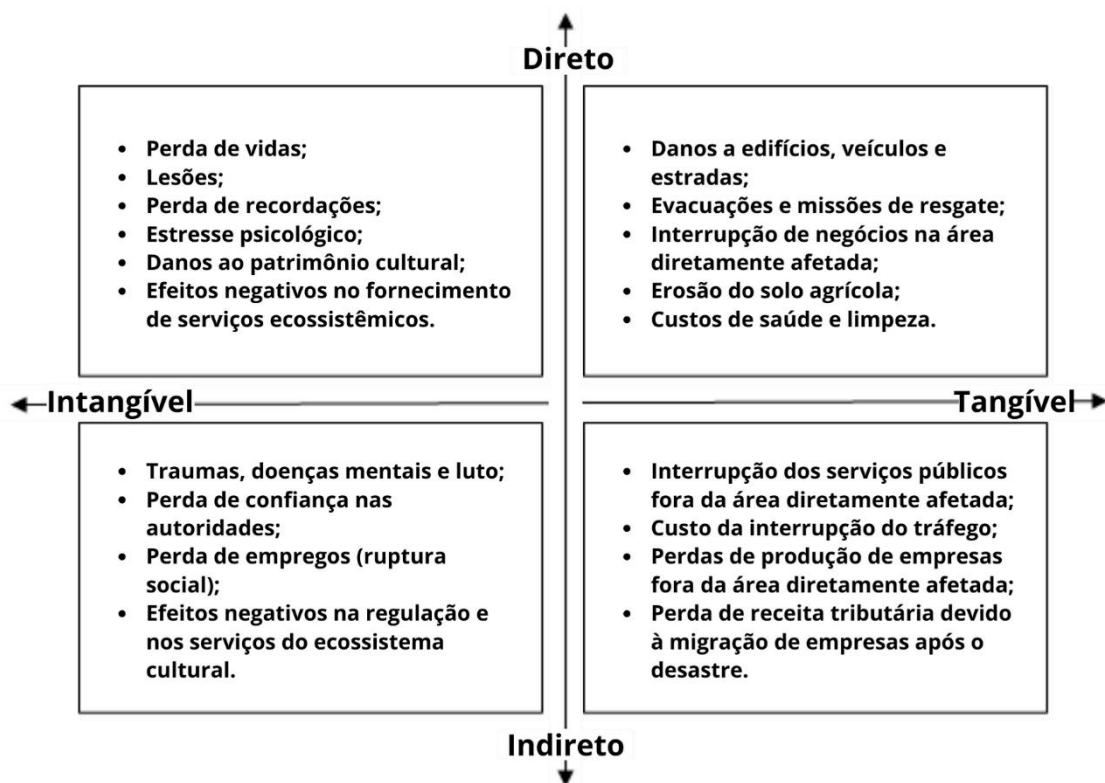


Figura 3: Grupos de elementos afetados por desastres naturais hidrológicos.

Fonte: Adaptado de Balbi *et al.* (2013).

### 3.6.1.1 Bens Tangíveis

Segundo ECLAC (2003, apud BALBI *et al.*, 2013), os custos de bens tangíveis podem ser avaliados como as perdas diretas de ativos econômicos ou estoques, e como os consequentes efeitos indiretos sobre os fluxos econômicos, como o Produto Interno Bruto (PIB) ou consumo. Assim, é possível perceber que perdas econômicas em estoques são classificadas como bens tangíveis diretos, representando a perda de elementos ocorrida durante o evento. Enquanto as perdas em fluxos, que representam itens de produções futuras, são classificadas como bens tangíveis indiretos.

Porém, há uma certa dificuldade na separação dos componentes de maneira individual, propiciando a contagem dupla dos elementos, fato que acontece frequentemente na prática (COCHRANE, 2004 apud BALBI *et al.*, 2013). Um exemplo disso é a perda do estoque de uma revendedora de ovos, onde o custo será contabilizado de maneira integral. Será realizada uma contagem dupla a partir do momento que a perda do fluxo de uma padaria que

utiliza os ovos para a sua produção for contabilizada, visto a interrupção dos seus serviços devido à falta destes ovos.

Além disso, é possível classificar as perdas econômicas de bens tangíveis quanto a sua ordem. Consequências de primeira ordem estão localizadas na área de ocorrência do desastre, sendo diretamente afetadas pelo evento. Consequências de segunda ordem são originadas em áreas próximas ao local de ocorrência. E as de terceira ordem estão relacionadas ao que acontece após o desastre, durante a fase de recuperação (GREEN *et al.*, 2011 apud BALBI *et al.*, 2013). Cabe salientar que os custos tangíveis diretos derivam das consequências de primeira ordem, enquanto os indiretos derivam de ordens seguintes.

### 3.6.1.2 Bens Intangíveis

De acordo com Balbi *et al.* (2013), os custos de bens intangíveis são mais difíceis de se estimar, visto a complexidade de identificá-los e a inconveniência de monetizá-los. Eles abrangem os danos ao patrimônio imaterial, que é o conjunto de bens de natureza impalpável, abstrata, mas de extremo valor para a sociedade. Na classe dos bens intangíveis estão inseridas as perdas de vidas humanas, o ecossistema afetado, problemas psicológicos desencadeados pelo evento, perda de patrimônio cultural, entre outros.

Um simples exemplo que permite visualizar a complexidade de se estimar bens intangíveis é o dano causado a um hospital. É fácil se estimar os danos ocasionados na infraestrutura, a perda de materiais e medicamentos provenientes da ocorrência do desastre, classificados como bens tangíveis. Mas é de difícil identificação e valoração todos os tratamentos que deverão ser interrompidos, ou pessoas que não serão atendidas e deverão se deslocar a outros locais, correndo o risco de acarretar a superlotação de outros hospitais ou, até mesmo, as mortes provenientes da falta de atendimento e recursos.

Dito isso, percebe-se que a valoração de bens intangíveis não é uma tarefa simples e usual nos dias de hoje. Além de exigir grande esforço para identificação e levantamento de dados, demandando grande quantidade de recursos e tempo, essa estimativa apresenta incertezas. Isso se deve por conta

da aplicação de metodologias que utilizam cenários hipotéticos, prejudicando a precisão e a confiabilidade dos resultados.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba (Figura 4) está localizada entre dois estados, com cerca de 40% da sua área no Rio Grande do Sul e 60% em Santa Catarina. Possui área de drenagem de, aproximadamente, 1.860 km<sup>2</sup> e abrange, total ou parcialmente, 18 municípios, sendo oito deles gaúchos e dez catarinenses (SEMA, 2002). Os municípios inseridos na bacia no Estado de Santa Catarina são: Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Ermo, Jacinto Machado, Passo de Torres, Praia Grande, Santa Rosa do Sul, São João do Sul e Sombrio. No Rio Grande do Sul, os municípios são: Cambará do Sul, Dom Pedro de Alcântara, Mampituba, Morrinhos do Sul, São Francisco de Paula, Torres, Três Cachoeiras e Três Forquilhas.

Por ser uma bacia interestadual, seu Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) está sendo elaborado pela Divisão de Planejamento e Gestão (DIPLA), do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS), pertencente à Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA-RS), juntamente com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDE). Além disso, a bacia possui um Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica (CBH) ativo desde 2012 e participativo na elaboração do PBH.

Segundo Bohn (2008), a Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba é definida como uma região de transição fisiográfica, devido às características de solo, relevo e vegetação. Seu relevo é sistematizado em três domínios, sendo eles o Planalto Basáltico, das Encostas e das Planícies. Em termos litológicos, a bacia está situada na Província Litoestrutural Mantiqueira, que abrange as formações do Rio do Rastro, Botucatu, Serra Geral, Chuí e Itapoã, e os depósitos aluvionares, marinhos e coluviões (PORTO *et al.*, 2019).

Conforme Paixão *et al.* (2021), a região se caracteriza pela presença de escarpas da Formação Serra Geral, principalmente derrames basálticos. As cabeceiras se localizam em região de planalto, seguido por escarpas. As encostas da área são extremamente íngremes, com grandes vales embutidos e cânions que se abrem para a planície de inundação, assim formando depósitos de leques aluviais (Paixão *et al.* 2021). Tais características geomórficas

propiciam a ocorrência de movimentos de massa úmidos e inundações, os quais ocasionam eventos catastróficos.

De acordo com Bohn (2008), os solos presentes na bacia são: chernossolo háplico órtico, cambissolo húmico-alumínico, gleissolo melânico eutrófico, chernossolo argilúvico férrico com neossolo litólico eutrófico, argissolo vermelho distrófico arênico e neossolo quartzarênico hidromórfico típico. A vegetação na área é predominantemente florestal, com florestas atlânticas, de restinga, paludosas, submontanas e montanas. Também, são observadas vegetações hemicriptófilas nas áreas mais secas, higrófilas em áreas úmidas e vegetações rasteiras no topo dos planaltos.

O clima regional da Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba é subtropical úmido e possui precipitação média anual de 1.500 mm (D'AQUINO *et al.*, 2011). Além disso, seus principais afluentes são os rios Canoas, Pavão, Malacara, Três Irmãos, Cachoeira, Leão e os arroios Josafaz, Faxinalzinho e São Gorgonho (MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE, 2021).

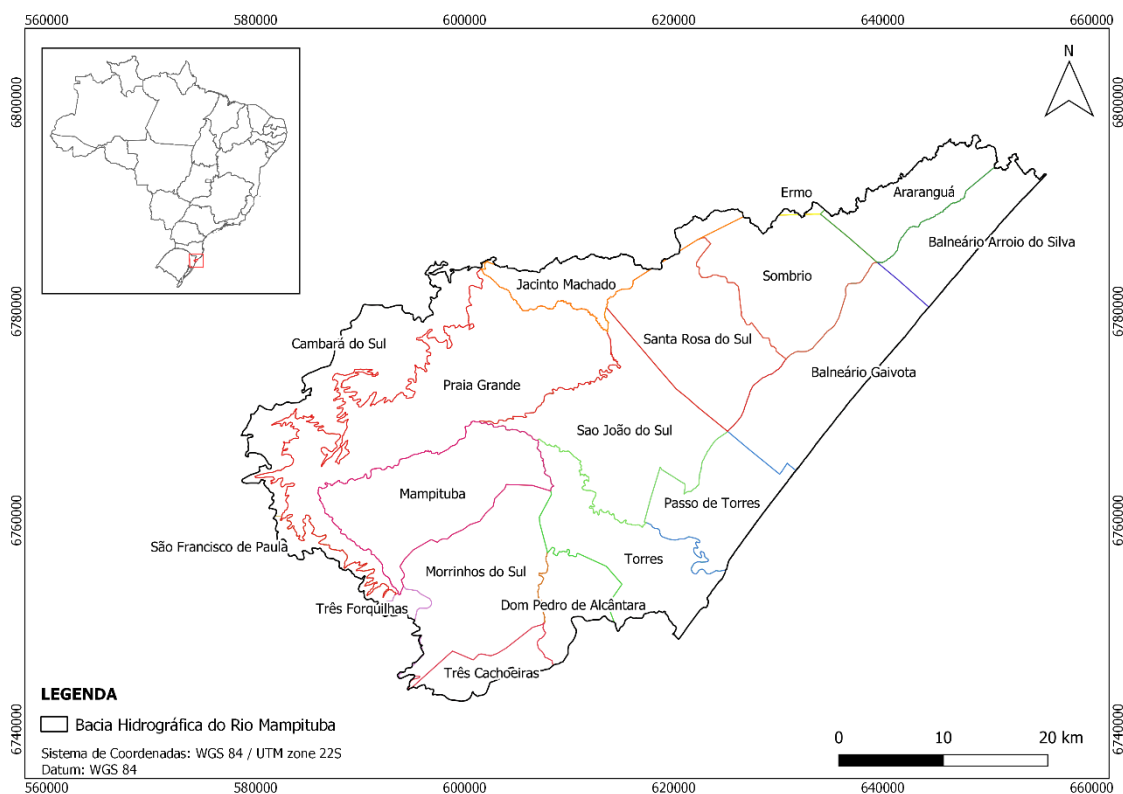


Figura 4: Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba.

Fonte: Própria da autora.

## 4.2 DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS OCORRIDOS

De acordo com Paixão *et al.* (2021), no dia 1 de julho de 2020 houve a passagem de um ciclone-bomba pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Tal fenômeno é considerado raro pois, normalmente, sua ocorrência se dá no Oceano Atlântico, e não no continente. O ciclone foi originado devido à rápida formação de uma tempestade, onde a pressão atmosférica diminuiu de 1020 hPa para 996 hPa em apenas 24 horas. O evento ocasionou um alto índice pluviométrico e fortes tempestades de vento, com velocidade máxima de 122 km/h às 16:30, conforme registro da Estação Meteorológica do Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS), operada pelo Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN).

No dia 7 de julho de 2020, após uma semana da ocorrência do ciclone-bomba, houve a passagem de um ciclone extratropical na bacia. Este também foi ocasionado pela redução da pressão atmosférica, porém mais lentamente. Conforme Paixão *et al.* (2021), a passagem deste ciclone trouxe tempestades de vento de menor intensidade, mas com velocidade máxima registrada análoga à do ciclone-bomba. Além disso, ainda segundo o autor, gerou precipitações extremas, as quais desencadearam fluxo de detritos, fluxo de detritos lenhosos, inundações e inundações de detritos.

Segundo Paixão *et al.* (2021), a pluviosidade média da Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba para o mês de julho é de 114 milímetros. No ano de 2020, a precipitação foi mais do que três vezes do valor esperado, acumulando cerca de 355 milímetros. Anteriormente a isso, foi registrada uma estiagem prolongada na bacia, a maior desde o ano de 2012, com precipitações mensais abaixo da média. Cabe salientar que este fenômeno casou danos à agricultura e afetou o abastecimento de água da região.

Conforme a análise dos dados obtidos no Portal S2iD, os municípios afetados, sendo eles reconhecidos ou apenas registrados, foram: Araranguá, Dom Pedro de Alcântara, Ermo, Jacinto Machado, Praia Grande e Santa Rosa do Sul. Com destaque, principalmente, aos dois últimos. Nota-se que, dentre os dois estados aos quais a bacia pertence, Santa Catarina foi o mais atingido. Foram registrados pelas prefeituras municipais, de acordo com a classificação da COBRADE, fenômenos de tempestades, vendavais e enxurradas,

ocasionando danos humanos, materiais, prejuízos econômicos públicos e privados.

#### 4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Conforme já citado, os dados referentes aos danos e prejuízos causados pela ocorrência dos desastres naturais hidrológicos foram obtidos por meio do Portal S2iD no dia 29 de setembro de 2021. Este portal integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), visando qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil por meio da disponibilização de informações. Os documentos abrangem dados referentes aos danos ambientais, humanos, materiais, prejuízos econômicos de natureza pública ou privada.

Os dados para análise foram obtidos segundo registros de danos e prejuízos causados nos municípios inseridos na bacia, na faixa temporal em estudo, compreendida pelas primeiras duas semanas de julho de 2021.. Para os seis municípios afetados, citados anteriormente, houveram registros de: danos humanos, referindo-se à população ferida, desabrigada, desalojada e afetada; danos materiais, englobando as unidades habitacionais, instalações públicas de saúde, ensino, prestadoras de serviços, uso comunitário e obras de infraestrutura pública; prejuízos econômicos públicos, abrangendo gastos com assistência médica, saúde pública, atendimentos de emergência, abastecimento de água potável, limpeza urbana, e geração e distribuição de energia elétrica; e prejuízos econômicos privados, compreendendo os setores de agricultura, pecuária, indústria, comércio e serviços.

Cabe salientar que, para os seis municípios, não houveram registros de danos ambientais. Informação que causa desconfiância por se tratar de desastres naturais hidrológicos.

#### 4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE

A primeira etapa do trabalho é definida pelo levantamento e análise das principais metodologias de valoração ambiental existentes, conforme já realizado



e descrito no Capítulo 3. Para tal, foram estudados nove métodos indicados, os quais são: MVC; MPH; MCV; MDR; MPM; MCR; MCE; MCO; e MCC.

Este estudo possui o objetivo de elaborar uma matriz que apresente, de forma resumida e didática, os métodos mais utilizados para se valorar economicamente bens e serviços ambientais. A matriz apresenta as definições, vantagens, desvantagens, recomendações de utilização, exemplos e áreas empregadas e, ao final, a dificuldade de aplicação de cada uma das metodologias, visando facilitar a escolha dos usuários. Os níveis de dificuldade de utilização eram compreendidos pelas classes: i) baixa; ii) média a baixa; iii) média; iv) média a alta; e v) alta. Estes foram definidos segundo a complexidade de entendimento, conforme descrito no referencial teórico e com base nas demais bibliografias estudadas, e segundo a dificuldade de aplicação dos métodos estudados, envolvendo idas à campo, dependência de resposta dos indivíduos, identificação de atributos interferentes e complexo tratamento econométrico.

A segunda etapa do trabalho consiste em um estudo de caso envolvendo os desastres naturais hidrológicos ocorridos em julho de 2020 na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba. Os dados obtidos no Portal S2iD foram analisados e, para cada setor, foram relacionados métodos de valoração ambiental. O estudo de caso possui o objetivo de indicar novas maneiras de se estimar as perdas econômicas provenientes de desastres naturais, visando a inserção, quando possível, dos custos dos recursos ambientais. Visto que, comumente, eles não são contabilizados.

A Figura 6 exemplifica a metodologia do presente estudo.

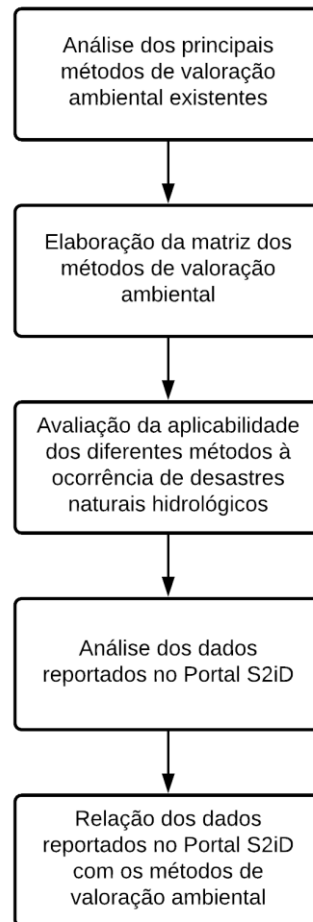


Figura 5: Fluxograma da metodologia do presente estudo.

Fonte: Própria da autora.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 MATRIZ DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL

A matriz dos métodos de valoração ambiental possui o objetivo de apresentar, de maneira acessível, as principais metodologias existentes para se valorar bens e serviços ambientais, dada a sua importância. Conforme já citado, nove métodos foram analisados, sendo eles: MVC, MPH, MCV, MDR, MPM, MCR, MCE, MCO e MCC. Estes foram selecionados para estudo de acordo com a popularidade entre os apreciadores e a frequência de utilização, ambos verificados por meio de revisão bibliográfica. Entretanto, pelo fato de o MDR ser apenas uma variação do MPM, com diversas bibliografias denominando-os da mesma forma, somente o segundo foi inserido na matriz. Isto se deu pois o MPM apresenta menos incertezas e é mais simplificado, pois relaciona o nível de variação do recurso ambiental ao nível de produção de bens privados, enquanto o MDR relaciona esta variação às respostas biológicas dos seres vivos.

Através do levantamento de dados realizado mediante referencial teórico, foi possível analisar e descrever o fundamento, as vantagens e desvantagens, as recomendações de uso, e as possíveis áreas de aplicação de cada uma das metodologias selecionadas. Por fim, com base nos itens descritos, foram elencados seus níveis de dificuldade de utilização. Cabe frisar que estes níveis foram definidos segundo a complexidade de entendimento, conforme descrito no referencial teórico e com base nas demais bibliografias estudadas, e segundo a dificuldade de aplicação dos métodos estudados, envolvendo idas à campo, dependência de resposta dos indivíduos, identificação de atributos interferentes e complexo tratamento econométrico.

A matriz dos métodos de valoração ambiental elaborada é apresentada no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Matriz dos principais métodos de valoração ambiental.

MÉTODO	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	RECOMENDAÇÕES	EXEMPLOS	DIFICULDADE
MVC	Estima os valores de DAA e DAP frente às alterações na disponibilidade do recurso ambiental, através da aplicação de questionários que simulam cenários com características próximas à realidade. A agregação das preferências individuais reveladas na forma monetária nos questionários por meio da DAA e DAP podem então ser utilizadas para estimar a DAA ou DAP total da população alvo.	Aplicação em um espectro de bens ambientais mais amplo; Capta valores de uso direto, indireto e de opção, e também valores de não-uso (existência), enquanto outros métodos, apenas valores de uso. Assim, oferece uma alternativa de mensuração de benefícios intangíveis; Pode-se transferir uma pesquisa realizada para outra região, caso o benefício a ser medido seja idêntico; Único método capaz de estimar o valor econômico total de um recurso natural.	Sua principal limitação é basear-se em pesquisas dependentes dos indivíduos; Requer esforço de pesquisas de campo; Algumas aplicações possuem custos elevados; Apresenta deficiência quando se precisa captar valores ambientais que os indivíduos não entendem ou desconhecem; Necessita tratamento econométrico, com amostras probabilísticas; Simula situações hipotéticas, e não reais.	Na montagem do questionário, utilizar a Escolha Dicotômica para realizar os questionamentos de determinação da forma de valoração; Sempre que possível, utilizar a condição de DAP, ao invés de DAA; Devem sempre ser realizadas pesquisas-piloto visando testar o entendimento e a aplicação da pesquisa final; Entrevistas devem ser realizadas, preferencialmente, pessoalmente, sempre administrando o tempo de pesquisa, lembrando os entrevistados sobre as suas restrições orçamentárias e selecionando um veículo de pagamento realista; Informar adequadamente o entrevistado, utilizando fotografias para ilustração, variáveis explicativas relacionadas ao uso do recurso, identificando possíveis recursos ambientais que permaneceriam inalterados; Evitar que os indivíduos concedam respostas nulas; Ter cuidado no processo de agregação para considerar uma amostra relevante; Os resultados devem ser apresentados, sempre que possível, por completo, com desenhos, dados, questionários e métodos estimativos.	Utilizada para valorar, dentre todos os métodos, a mais ampla variedade de bens e serviços ambientais, como: uma área pré e pós exploração de recursos minerais, visando obter a medida econômica de bem-estar da população local perante ao impacto; a restauração de um córrego urbano, cuja aparência e qualidade são gravemente afetadas pelo despejo de efluentes; a conservação de um parque, a qual é valorada por meio da disposição a pagar dos moradores locais para se obter qualidade de vida; a preservação de espécies ameaçadas de extinção, para que se mantenha a vida e o equilíbrio do ecossistema.	MÉDIA a ALTA
MPH	Identifica atributos ou características de um bem privado que sejam complementares a bens ou serviços ambientais. O reconhecimento da complementaridade possibilita a concessão de valor econômico no recurso ambiental através do preço de mercado do bem privado. Ou seja, o método permite estimar o valor do bem ou serviço ambiental a partir da DAP em bens, geralmente propriedades, onde há variação na disponibilidade ou na qualidade de um dado recurso natural.	Consiste em uma metodologia bem detalhada, na qual diferentes variáveis são analisadas; Capta valores de uso direto, indireto e de opção; Fornece uma relevante estimativa caso o recurso ambiental estudado seja quantificável e facilmente observável pelos indivíduos. Assim, estes podem expressar indiretamente suas DAPs pelo recurso no preço das residências.	Requer levantamento de uma significativa quantidade de dados, como indicadores ambientais, características das propriedades, facilidades de serviço, qualidade do local, informações socioeconômicas dos proprietários; Em alguns casos, há dificuldade em se isolar o recurso ambiental do todo; Não capta valores de não-uso (existência); Valora apenas a DAP de variações marginais do recurso em um ponto observável; Não se pode aplicar as estimativas de uma pesquisa já realizada em outros locais; Os estudos são aplicados, quase em sua totalidade, apenas na avaliação de imóveis; Necessita tratamento econométrico.	Em todas as análises, devem-se adotar condições realistas; Aconselha-se sempre avaliar se todos os atributos que influenciam o preço de mercado podem ser captados; Utilizar somente em casos onde exista alta correlação entre a variável ambiental e o preço da propriedade; Empregar valores de aluguel ao invés de preços de transferência de propriedade, visto que este último pode subestimar o valor devido às questões fiscais.	Utilizado em análises de preços de propriedades, cujos fatores que os afetam são: suscetibilidade à ocorrência de alagamentos, disponibilidade e qualidade da água, presença de sistemas de esgotamento sanitário, área paisagística revitalizada, entre outros.	MÉDIA
MCV	Define que o custo total da viagem ao local representará o valor atribuído ao recurso ambiental visitado. Realiza a análise por meio da aplicação de questionários em uma amostra de visitantes e, assim, estima-se a taxa de visitação ao local que pode ser correlacionada estatisticamente com os dados amostrais do custo médio de viagem da zona e outras variáveis socioeconômicas. Assim, atribui-se valor econômico ao recurso visitado. É importante ressaltar que neste método é considerado que se o número de visitas é zero, então a demanda pelo bem ou serviço ambiental também será.	Método teoricamente consistente; Instrumento valioso para definir e justificar ações de investimentos em sítios naturais; Não necessita a criação de mercados hipotéticos; Comportamento diretamente observado por meio de entrevistas.	Capta somente os valores de uso diretos e indiretos associados à visita; Necessita de uma amostra significativa para aplicação; Assume que todos os indivíduos de uma mesma zona residencial possuem a mesma função de renda e utilidade; Dificuldade em mensurar o custo, visto que diferentes tipos de transporte possuem diferentes valores e tempos investidos, além de se conseguir identificar e separar gastos de viagens com múltiplos propósitos; Necessita tratamento econométrico; Não se pode transferir as estimativas de uma pesquisa de um local para outro.	É importante que os recursos ambientais analisados no local sejam bem especificados e possam refletir um específico serviço ambiental; Realizar um levantamento de dados bem abrangente; Dispor de um instrumental econométrico sofisticado; Utilizar somente para estimação de valores de uso de sítios naturais; Antes da aplicação, avaliar se as informações disponíveis permitem captar todos os fatores que estão influenciando as visitas ao local.	Utilizado para valorar: sítios naturais, englobando parques, balneários, zonas ecológicas.	ALTA

MÉTODO	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	RECOMENDAÇÕES	EXEMPLOS	DIFICULDADE
MPM	Analisa o impacto do uso do bem ou serviço ambiental em uma atividade econômica e, assim, atribui valor a ele. Isto é, estima o valor do bem ou serviço ambiental com base na variação de produção de um bem privado por conta da variação de disponibilidade ou qualidade do recurso ambiental em questão. Cabe salientar que a principal característica da metodologia consiste na aceitação da impossibilidade de substituição perfeita de capital natural e capital produtivo.	Dentre os métodos de função de produção, apenas este tem o pressuposto de sustentabilidade forte*; A abordagem é menos controversa quando comparada à outras metodologias, visto que pode ser facilmente explicada e justificada; Se a informação dose-resposta está previamente disponível, o processo é executado com rapidez e baixo custo.	Apresenta dificuldade no estabelecimento da relação dose-resposta em determinadas situações, requerendo, muitas vezes, informações científicas com estudos de campo sofisticados e consideração de um número maior de variáveis; Capta apenas valores de uso direto e indireto, subestimando o valor do recurso ambiental; Necessita de trabalho interdisciplinar; Determinará valores incorretos do recurso ambiental caso outras variáveis que afetam o preço final do produto sofram alterações significativas.	Indicado para valorações de recursos ambientais cuja disponibilidade, por serem importantes insumos na produção, afete o nível do produto na economia; Evitar utilizar em um local as funções já estimadas para outro local, visto que as condições qualitativas ou de oferta dos recursos ambientais são, na grande maioria das vezes, distintas.	Utilizado para avaliar: melhorias na qualidade das águas, pois, assim, aumenta a oferta de peixes para a atividade econômica da região; redução na disponibilidade de água de um reservatório devido ao assoreamento, fato que afeta a irrigação na agricultura; redução de nutrientes nos solos causada pela erosão, prejudicando a atividade agrícola.	MÉDIA a BAIXA
MCR	A ideia central do método consiste na reparação por um dano provocado. Este relaciona o valor do bem ou serviço ambiental com o custo do bem substituto utilizado para garantir o nível de produção desejado de um bem privado ou o nível de oferta do recurso ambiental. Ou seja, o decréscimo do recurso ambiental, quali ou quantitativamente, será compensado por outro recurso, denominado como seu substituto perfeito. Assim, a variação do recurso ambiental será valorada pelo preço observável no mercado do seu substituto.	Baseia-se em bases de dados físicos e, portanto, mais precisos; Não necessita grande tratamento econométrico, tornando o cálculo acessível; Por já existirem valores definidos dos bens substitutos perfeitos, a aplicação torna-se mais fácil e menos onerosa.	Requer significativa quantidade de dados referentes à geodinâmica do recurso; Capta somente valores de uso direto e indireto e, por isso, tende a subestimar o real valor econômico do recurso; Não utiliza preços de mercado do recurso ambiental em questão e, também, não reflete o verdadeiro valor da DAP dos indivíduos pela melhoria, visto que é um método indireto de valoração; Assume que para toda degradação, exista uma forma de reparação.	Para uma correta aplicação, exige-se o entendimento da real relação causa-efeito; A magnitude do dano deve ser mensurável, assim, é importante atentar-se à identificação de todos os fatores afetados; A sua aplicação é dita como viável se o custo da reposição for inferior ao valor do bem produzido.	Utilizado na análise de: custos com reflorestamento em áreas desmatadas, visando garantir o nível desejado de produção madeireira; custos de reposição de fertilizantes em solos degradados, para se garantir a constante produtividade agrícola; custos de construção de piscinas públicas, para que se mantenha recreação balneária enquanto as praias estiverem poluídas.	BAIXA
MCE	Associa o valor do recurso ambiental com o preço do bem substituto utilizado para que se mantenha constante a produção de um bem privado (normalmente, o bem-estar humano) que depende do recurso como insumo, cuja disponibilidade ou qualidade foi alterada. Dessa forma, o custo do substituto perfeito, denominado como "gastos preventivos" ou "gastos defensivos", representa o valor econômico do bem ou serviço ambiental em questão.	Não envolve pesquisas de campo, tornando a aplicação menos custosa; Seu cálculo pode ser considerado razoavelmente fácil, dado que os custos são baseados em preços observáveis de mercado; Fornece uma significativa informação para análise da relação custo-benefício, possibilitando comparar os benefícios gerados por meio da realização de uma atividade.	Capta somente valores de uso direto e indireto; Tende a subestimar o real valor econômico do recurso, visto que não capta valores de opção e de existência, além de não incorporar informações sobre as reais consequências do dano ambiental; Traz a percepção de que, em todas as situações, o custo para se prevenir o dano é menor do que aquele para recompô-lo.	Recomenda-se comparar esta metodologia com a do Custo de Reposição: se os custos com medidas preventivas forem menores que os custos com reparação, adota-se prevenção.	Utilizado na avaliação de: gastos com tratamento de água contaminada, objetivando o não adoecimento da população; gastos com medicamentos após a ocorrência de um desastre industrial, onde o ar e os corpos hídricos sofreram contaminações; gastos com desassoreamento de rios, com acúmulo de sedimentos devido à erosão, visando a prevenção contra inundações que causam mortes e destruições.	MÉDIA a BAIXA

MÉTODO	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	RECOMENDAÇÕES	EXEMPLOS	DIFICULDADE
MCO	Nesta metodologia são mensuradas as perdas de renda devido às restrições na produção ou consumo de bens privados visando a conservação do recurso ambiental. Isto é, atribui valor econômico ao bem ou serviço ambiental por meio do custo de mantê-lo inalterado. Pois toda preservação implica em um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam ser desenvolvidas no local.	Possui pensamento sustentável, visto a escolha de se evitar a prática degradante; Sua aplicação é considerada acessível, pois representa valores observáveis de mercado; Permite uma relevante análise da relação custo-benefício, porém de maneira distinta ao MCE, visto que possibilita a comparação das perdas provenientes da não realização de uma atividade econômica com os benefícios ambientais decorrentes a isto; Atribui valor monetário ao bem ou serviço ambiental à frente da sua degradação, assim como o MCC.	Capta somente valores de uso direto e indireto, não medindo valores de não-uso que, muitas vezes, são elementos importantes do valor econômico de alguns recursos ambientais; Subestima o valor monetário do bem ou serviço ambiental analisado, principalmente quando se trata de espécies com tendência à extinção.	Atentar-se para realizar a correta definição da área a ser valorada e das possíveis atividades que ali poderiam estar sendo implantadas; Esta metodologia é fortemente indicada na valoração de áreas de preservação ambiental e parques ecológicos.	Utilizado em análises de: preservação de uma área de pastagem, a qual poderia ser utilizada para a criação de gados, visando a conservação do solo; criação de uma reserva biológica em uma área que poderia ser utilizada para uso agrícola, com o intuito de preservar a fauna e a flora local; proibição da inundação de uma área de floresta devido à criação de uma hidrelétrica, com o objetivo de proteger o ecossistema regional; não licenciamento da conversão de um banhado para uso agrícola, visando a preservação ambiental.	MÉDIA a BAIXA
MCC	O método assume que os custos dos indivíduos com ações de controle ou mitigação de danos refletem uma estimativa do valor monetário atribuído ao recurso ambiental. Ou seja, os custos são considerados como os investimentos necessários para se evitar a redução de disponibilidade ou qualidade do recurso.	Como, geralmente, os danos e as soluções são facilmente observáveis, a mensuração dos custos é de baixa complexidade. Assim, a aplicação da metodologia é considerada simples e acessível; Fornece uma significativa informação sobre o quanto dispostos a pagar os indivíduos estão para se evitar a degradação do recurso ambiental e o impacto gerado por ela, mesmo não sendo uma metodologia de função de demanda; Tal como o MCO, possui pensamento sustentável, dada a execução de alternativas que melhorem a qualidade ou disponibilidade do recurso; Permite avaliar a situação de bem-estar dos indivíduos anteriormente à degradação do recurso ambiental.	Capta apenas valores de uso direto e indireto, subestimando o real valor econômico do recurso ambiental; Devido ao fato de os investimentos de controle ambiental gerarem benefícios múltiplos, por vezes faz-se necessário um estudo aprofundado para a identificação de todos eles; Muitas vezes, encontra-se dificuldade na determinação do nível ótimo de provisão do recurso, por ainda não haver um consenso sobre os graus adequados de sustentabilidade.	Esta metodologia é normalmente empregada em contas ambientais relacionadas às contas nacionais, a fim de se representar os investimentos necessários para compensar o consumo de recursos naturais.	Utilizado para avaliar: gastos com tratamento de efluentes, visando a não contaminação dos corpos hídricos no seus despejos; gastos com a reciclagem de resíduos sólidos, para não contaminar o meio ambiente como um todo; gastos com sistemas de controle de emissão de poluentes de indústrias, com o objetivo de evitar a contaminação do ar.	BAIXA

Fonte: Própria da autora.

Ao MVC foi atribuída a classe de dificuldade “média a alta”. Apesar da estimação do valor econômico do bem ou serviço ambiental não possuir elevada complexidade, pois é obtida por meio da média das DAPs ou DAAs dos indivíduos, a elaboração dos questionários e suas aplicações envolvem pesquisas de campo. As quais necessitam recursos humanos, financeiros e temporais. Além disso, conforme citado nas recomendações de utilização, diversos cuidados devem ser tomados na aplicação dos questionários, pois estimativas inadequadas podem ser comumente realizadas.

Para o MPH, foi concedida a classe de dificuldade “média”. Embora seja facilmente observável a diferença de valor monetário entre propriedades com diferentes disponibilidades de um dado recurso ambiental, muitas vezes há dificuldade em se isolar este recurso do todo. Também, por ser um método de função de demanda, faz-se necessária a avaliação das DAPs dos indivíduos, de forma indireta, pelos recursos em questão. Cabe salientar que a análise e aplicação desta metodologia pode apresentar complexidade pois diversas outras características tendem a influenciar os preços das propriedades, como a localidade, facilidade de serviços próximos e características socioeconômicas dos proprietários.

Dentre todos, o MCV foi o único a receber classe “alta” de dificuldade. Este exige, assim como o MVC, a aplicação direta de questionários no local estudado, com uma amostra significativa de indivíduos participantes. Além disso, como principal justificativa, necessita de uma análise minuciosa, por meio de técnicos qualificados, dos resultados obtidos nos questionários. Pois sempre há diversos fatores interferentes no custo de viagem ao local, como informações socioeconômicas, disponibilidade de tempo e múltiplos propósitos dos visitantes. Na sua grande maioria, isolar estes fatores para analisar apenas o custo da viagem ao local em estudo é de extrema dificuldade.

Relacionar a alteração na produção de um bem privado, com preço já observável de mercado, à variação do recurso ambiental utilizado como insumo não é uma difícil tarefa. Porém, muitas vezes a identificação da relação dose-resposta é complexa, ainda mais tratando-se de diferentes níveis de degradação. O entendimento desta relação, muitas vezes, necessita conhecimentos técnico-científicos, visitas ao local e recursos humanos

qualificados. Devido a isto, ao MPM foi atribuída a classe de dificuldade “média a baixa”.

Dentre todas as metodologias analisadas, considera-se o MCR como um dos que possui maior facilidade de aplicação, assim sendo atribuída a classe de dificuldade “baixa”. Isso se deve pois a análise fundamenta-se na prévia ocorrência da degradação ambiental, com o custo do bem substituto já incorrido. Assim, sua análise torna-se incompleta, visto que este já possui valor definido no mercado.

Ao MCE foi concedida a classe de dificuldade “média a baixa”. A justificativa da escolha se dá pois a análise se baseia em gastos preventivos ou defensivos, normalmente aplicados ao aumento de bem-estar dos indivíduos, que já possuem preços determinados de mercado, facilitando seu entendimento e aplicação. Todavia, apesar da simples identificação dos gastos já incorridos, posteriormente relacionados ao valor monetário do recurso ambiental, a identificação da relação causa-efeito, conforme já citado, muitas vezes não é de fácil compreensão.

Para o MCO, também foi atribuída a classe de dificuldade “média a baixa”. O fato é justificado pois, assim como os demais métodos de função de produção, os preços já são observáveis no mercado. Neste caso, com as possíveis rendas das atividades previamente definidas. Porém, a depender da situação, a análise torna-se um tanto complicada. Pois há áreas onde múltiplas funções poderiam estar sendo exercidas e a identificação nem sempre é clara.

O MCC recebeu classe “baixa” de dificuldade, sendo considerado um dos mais acessíveis. Isso justifica-se pois os gastos já foram incorridos pelos indivíduos. Porém, neste caso, evitando-se a degradação do recurso ambiental. Além disso, a metodologia é bastante clara e visual, visto que fica evidente a sua lógica. Onde os custos ocorridos possuem o objetivo de não alterar a disponibilidade ou qualidade do recurso em questão.

Aqui, cabe salientar que o MCC e o MCE possuem relações muito próximas, muitas vezes permitindo confundir-se quanto ao seu fundamento e aplicabilidade. Mas, vale ressaltar que, enquanto o MCE relaciona o valor monetário do bem ou serviço ambiental com os gastos incorridos para se conservar o bem-estar dos indivíduos diante a uma degradação, o MCC faz a



relação com os gastos para não se degradar o recurso ambiental. Ou seja, um é utilizado anterior à degradação, e outro, posterior à degradação.

## 5.2 ESTUDO DE CASO

A segunda etapa do trabalho foi compreendida, inicialmente, pela análise dos dados obtidos no Portal S2iD. Estes eram referentes aos danos e prejuízos econômicos gerados nos municípios afetados pela ocorrência dos desastres naturais hidrológicos em estudo. Após a análise, foram elencados os possíveis métodos de valoração ambiental para cada setor, visando indicar, conforme já mencionado, novas maneiras de se valorar as perdas decorrentes. E incentivar os usuários a, sempre que possível, inserir os custos dos recursos ambientais nestas, dada sua importância.

Conforme apresentado no Item 4.2, os municípios afetados, sendo eles reconhecidos ou apenas registrados, foram: Araranguá, Dom Pedro de Alcântara, Ermo, Jacinto Machado, Praia Grande e Santa Rosa do Sul. Aqui, cabe salientar que os registros são feitos pelas prefeituras municipais, enquanto os reconhecimentos, pela Defesa Civil. Uma ressalva é que, mesmo havendo o registro no Portal S2iD da ocorrência de tempestades e vendavais no município de Araranguá, não houve a inserção de valores referentes à danos e prejuízos. Fato que leva a concluir que a identificação e a reportagem destes foi falha. Da mesma forma ocorreu no município de Jacinto Machado, onde não houveram registros de perdas devido às enxurradas, apenas devido às tempestades e vendavais.

Além disso, conforme referido no Item 4.3, diversos setores pertencentes às classes de danos humanos, danos materiais, prejuízos econômicos públicos e prejuízos econômicos privados obtiveram registros de perdas. Um ponto importante a ser observado é a falta de dados referentes aos danos ambientais. Ademais, vale ressaltar que, para relacionar os métodos de valoração ambiental aos diferentes setores, os valores referentes aos danos e prejuízos dos municípios atingidos foram somados, objetivando analisar as perdas de maneira geral.

Analisando as datas de registros dos dados (Anexo I), foi possível notar que as passagens dos ciclones originaram, primeiramente, as tempestades e

vendáveis. E, somente após alguns dias, as enxurradas. O município de Praia Grande exemplifica de forma clara tal fato, onde quatro dias após o reconhecimento das tempestades, houveram registros de enxurradas.

Com base no Anexo I, observando os dados referentes aos danos humanos, é possível notar que, aproximadamente, 18% da população de todos os municípios em conjunto foi atingida. Com foco nos municípios de Dom Pedro de Alcântara e Santa Rosa do Sul, onde, no primeiro, 73% da população sofreu algum dano, enquanto no segundo, 99,4%. Além disso, vale ressaltar que, totalizando os indivíduos feridos, desabrigados, desalojados e afetados, tem-se 16.895 pessoas, número de extrema significância.

Com relação aos danos materiais, observa-se que, para as unidades habitacionais, o número é significativamente elevado quando se deseja valorar perdas. Entre imóveis danificados e destruídos, tem-se um total de 2.302 registrados em todos os municípios, com exceção de Araranguá. Com isso, estimou-se uma perda econômica de R\$3.711.288,00, valor equivalente à 0,15% do PIB (2018) dos municípios em conjunto.

As instalações públicas destruídas e danificadas, pertencentes também à classe de danos materiais, abrangem infraestruturas de saúde, ensino, uso comunitário, obras e serviços em geral. Para o setor da saúde, cinco instalações foram danificadas, sendo grande parte delas no município de Jacinto Machado, com perdas totalizando em R\$19.136,21. Na área de ensino, houve 15 estruturas danificadas, com metade pertencente à cidade de Praia Grande e com custo estimado de R\$130.820,00. No setor de serviços, houve cinco infraestruturas danificadas e uma destruída, grande parte em Praia Grande, totalizando em uma perda de R\$371.450,00. Sobre as instalações de uso comunitário, foi registrado um custo de R\$53.695,00 provenientes de cinco unidades danificadas em Jacinto Machado, Praia Grande e Santa Rosa do Sul. E uma obra de infraestrutura pública que estava sendo realizada no município de Praia Grande foi totalmente destruída, acarretando perdas de R\$250.000,00. Nota-se que, neste setor, Praia Grande foi a cidade mais atingida. Além disso, cabe salientar que todas as perdas provenientes dos danos acarretados nas instalações públicas equivalem a 0,034% do PIB (2018) dos municípios em conjunto.

Na classe de prejuízos econômicos públicos, os gastos com assistência médica, saúde pública e atendimentos de emergência pós desastres totalizaram

em R\$16.000,00, exclusivamente na cidade de Praia Grande. Os custos obtidos com o abastecimento de água potável dos municípios de Santa Rosa do Sul e Praia Grande, causados pela interrupção dos serviços normais, foram estimados em R\$308.900,00. Com o sistema de limpeza urbana, recolhimento e destinação de resíduos sólidos, também em Praia Grande e Santa Rosa do Sul, R\$360.982,00. E com a geração e distribuição de energia elétrica na cidade de Ermo, devido à interrupção dos serviços durante e após os desastres, aproximadamente R\$10.000,00. Assim, resultando em perdas econômicas equivalentes à 0,00066%, 0,013%, 0,015% e 0,00041% do PIB (2018) dos municípios em conjunto, respectivamente.

Por último, com relação aos prejuízos econômicos privados, provenientes das perdas nas atividades econômicas da região, a estimativa de custos foi de extrema relevância. Na agricultura, área de maior significância, houveram registros de perdas em todos os municípios, com exceção de Araranguá, totalizando em R\$76.737.112,00. Na pecuária, houveram custos de R\$248.750,00 em Jacinto Machado, Praia Grande e Santa Rosa do Sul. No setor da indústria, apenas Praia Grande registrou perdas, estimadas em R\$1.000.000,00. Assim como no comércio, onde foram registrados custos de R\$900.000,00. Já no setor de serviços, os municípios de Jacinto Machado e Praia Grande registraram perdas totalizadas em R\$550.000,00. Cabe salientar que, neste último setor, provavelmente estejam inseridas as atividades econômicas relacionadas ao ecoturismo, o qual possui extrema relevância na região. Assim, para tais setores, as perdas resultaram em 3,16%, 0,010%, 0,041%, 0,037% e 0,022% do PIB (2018) dos municípios em conjunto.

Somando todas as perdas provenientes da ocorrência dos desastres naturais hidrológicos em estudo, tem-se um valor estimado de R\$84.668.133,21, equivalente à, aproximadamente, 3,5% do PIB (2018) dos municípios em conjunto. Aqui, vale ressaltar que os danos humanos causados não foram inseridos nas estimativas devido à complexidade de se atribuir valores monetários às lesões corporais e às eventuais perdas humanas. Ademais, nota-se que as perdas estimadas foram onerosas. E, caso fossem inseridos os danos ambientais e humanos com seus respectivos custos a esta conta, o valor seria ainda mais elevado.

Após esta análise, os possíveis métodos de valoração ambiental para cada setor, assim como suas áreas de aplicação, foram relacionados e seguem no Quadro 5 a seguir. Cabe lembrar que as relações visam indicar novas maneiras de se valorar as perdas decorrentes e incentivar os usuários a, sempre que possível, inserir os custos dos recursos ambientais nestas. Também No Quadro 5, seguem os prováveis serviços ecossistêmicos afetados com a ocorrência dos desastres naturais hidrológicos em cada um destes setores.

Quadro 5: Métodos de valoração ambiental relacionados à cada setor e os prováveis serviços ecossistêmicos afetados com a ocorrência dos desastres naturais hidrológicos.

SETOR	MÉTODO	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS AFETADOS
<b>População</b>	<b>MCE:</b> para se estimar gastos com medicamentos preventivos, tratamentos psicológicos, entre outros, visando a melhoria de bem-estar da população pós trauma. Ou também, gastos com o tratamento de água e a limpeza urbana, visando o não adoecimento de uma população já vulnerável devido à ocorrência do desastre.	Bem-estar social.
<b>Unidades Habitacionais</b>	<b>MPH:</b> para se estimar e comparar os preços das propriedades antes e após a ocorrência dos desastres. Por exemplo, uma determinada área próxima à um corpo hídrico, sofreu com fortes enxurradas e foi destruída ou danificada. Certamente, seu valor posteriormente ao desastre foi diminuído, visto à suscetibilidade ao perigo.	Bem-estar social, harmonia paisagística.
	<b>MCR:</b> para se obter os gastos com a reparação ou construção dos imóveis, visando a continuação da vida dos moradores locais.	
<b>Instalações Públicas</b>	<b>MCR:</b> para se obter os custos com reparações e reconstruções de toda infraestrutura atingida.	Bem-estar social, harmonia paisagística.
<b>Assistência Médica, Saúde Pública e Atendimentos de Emergência</b>	<b>MCE:</b> para se estimar os gastos com consultas, exames e medicamentos preventivos, visando o não adoecimento e não agravamento de possíveis doenças da população.	Bem-estar social.
	<b>MCR:</b> para se obter os valores gastos com medicamentos utilizados para curar doenças já causadas nos indivíduos.	
<b>Abastecimento de Água Potável</b>	<b>MCR:</b> para se estimar os custos com a reposição do sistema de abastecimento de água da cidade, dada a sua interrupção.	Bem-estar social, harmonia paisagística, biodiversidade local, disponibilidade quantitativa e, principalmente, qualitativa dos recursos hídricos.
	<b>MCE:</b> para se estimar os custos com abastecimento e distribuição de água potável, visando o bem-estar e não adoecimento da população ao ingerir água contaminada ou de baixa qualidade.	
	<b>MPM:</b> para se estimar as perdas econômicas decorrentes da interrupção dos serviços de abastecimento de água para a produção local.	
<b>Limpeza Urbana, Recolhimento e Destinação de Resíduos Sólidos</b>	<b>MCC:</b> para se estimar os gastos com limpeza evitando a degradação e contaminação do meio ambiente nas áreas urbanas e rurais da cidade.	Bem-estar social, harmonia paisagística, biodiversidade local, disponibilidade qualitativa dos recursos hídricos, regulação de inundações, fertilidade do solo.

SETOR	MÉTODO	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS AFETADOS
<b>Limpeza Urbana, Recolhimento e Destinação de Resíduos Sólidos</b>	<b>MCE:</b> para se obter custos com a limpeza visando a não circulação de possíveis doenças originadas da poluição, provocando o adoecimento da população.	Bem-estar social, harmonia paisagística, biodiversidade local, disponibilidade qualitativa dos recursos hídricos, regulação de inundações, fertilidade do solo.
<b>Geração e Distribuição de Energia Elétrica</b>	<b>MCR:</b> para se estimar os gastos com reposição/religamento da rede de energia elétrica, visando dar continuidade às atividades econômicas da região.	Bem-estar social.
	<b>MPM:</b> para se estimar as perdas provenientes da interrupção do serviço de abastecimento de energia elétrica nas atividades econômicas dos municípios durante e pós desastre.	
<b>Agricultura</b>	<b>MPM:</b> para se estimar o quanto foi perdido na atividade agrícola por conta dos desastres que destruíram áreas rurais.	Bem-estar social, biodiversidade local, estabilidade e fertilidade do solo, disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, regulação de inundações e de movimentos de massas úmidas.
	<b>MCR:</b> para se estimar os custos com reposição de solos e nutrientes perdidos por conta dos desastres naturais hidrológicos.	
<b>Pecuária</b>	<b>MPM:</b> para se estimar as perdas na pecuária provenientes dos desastres.	Bem-estar social, biodiversidade local.
	<b>MCR:</b> para se estimar os custos com reposição de animais para a continuação da atividade pecuária.	
<b>Indústria</b>	<b>MPM:</b> para se estimar as perdas na atividade industrial devido à interrupção dos serviços de produção.	Bem-estar social.
	<b>MCR:</b> para se estimar os custos com a reposição de estoques de insumos ou bens finais perdidos nas indústrias, objetivando continuar a atividade industrial.	
<b>Comércio</b>	<b>MPM:</b> para se estimar as perdas na atividade comercial dos municípios devido à interrupção dos serviços em consequência da ocorrência dos desastres naturais hidrológicos.	Bem-estar social.
	<b>MCR:</b> para se estimar os custos com a reposição de estoques perdidos de lojas comerciais, visando continuar a atividade comercial.	
<b>Serviços</b>	<b>MCV:</b> para se estimar as perdas provenientes da interrupção do ecoturismo, significativa atividade econômica da região.	Bem-estar social.

Fonte: Própria da autora.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após muito estudo do referencial teórico, observou-se elevada complexidade na descrição e no entendimento dos diferentes métodos de valoração ambiental analisados. Notou-se também a inexistência de uma considerável quantidade de bibliografias onde constavam as limitações, vieses estimativos e benefícios de utilização de cada um deles, fato que dificultava a comparação dos métodos e dos resultados obtidos. Além disso, principalmente no grupo de mercados de bens substitutos, as vantagens e desvantagens eram apresentadas de forma conjunta, tornando a análise mais complexa e de difícil separação. Ademais, é importante ressaltar que na grande maioria do material disponível, tais itens não eram apresentados, dificultando a análise e a elaboração da matriz dos métodos de valoração ambiental.

Aqui, cabe salientar que tais métodos podem ser aplicados a um vasto espectro de setores, como foi realizado no Item 5.2. Pois, antes de tudo, estes são métodos de valoração econômica. Além disso, é importante ressaltar que regularmente bens e serviços ambientais não são contabilizados nas perdas provenientes da ocorrência de desastres naturais hidrológicos, visto que não possuem preços observáveis de mercado e sua mensuração, conforme visto, muitas vezes é de alta complexidade. Assim, é de extrema relevância a divulgação dos métodos de valoração ambiental existentes. Assim como a demonstração dos seus prós e contras, níveis de dificuldade relacionados e diferentes áreas de aplicação. Tudo isso visando incentivar e facilitar futuras utilizações, dada a importância de se estimar perdas e degradações dos recursos naturais que são finitos.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação dos métodos de valoração ambiental para se estimar as perdas provenientes da ocorrência de desastres naturais hidrológicos. Assim, será possível se obter os valores referentes aos danos ambientais, os quais comumente não são contabilizados e registrados no Portal S2iD, e somá-los aos prejuízos decorrentes. Fato que tornará as estimativas mais precisas e próximas à realidade. Também, para um melhor uso dos dados disponibilizados, indica-se a capacitação técnica dos profissionais responsáveis por inserir os danos e prejuízos no Portal S2iD, visto que, muitas vezes, há ambiguidade nestes.

Ademais, recomenda-se a ampliação de estudos que estimem com veracidade os custos de bens tangíveis indiretos, e, se possível, bens intangíveis diretos e indiretos provenientes da ocorrência de desastres naturais hidrológicos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.

BALBI, S.; GIUPPONI, C.; OLSCHESKI, R.; MOJTAHED, V. The economics of hydro-meteorological disasters: approaching the estimation of the total costs. 2013.

BARCELLOS, D. F. Proposição de métodos de valoração para avaliação de impactos socioambientais de desastres naturais: o caso das inundações na região serrana do estado do Rio de Janeiro em 2011. 2013.

BBC NEWS BRASIL, 2003. Brasil é o país das Américas mais afetado por desastres. Disponível em: <[https://www.bbc.com/portuguese/noticias/story/2003/07/030717\\_cruzvermla](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/story/2003/07/030717_cruzvermla)>. Acesso em: 23/02/2021.

BOHN, L. Expressões de conhecimento de grupos sociais locais para a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Mampituba. 2008.

BROCH, S. A. O. Desenvolvimento sustentável de Mato Grosso do Sul: O desafio da gestão integrada dos recursos hídricos. **Universidade de Brasília-Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília-DF**, 2001.

CAMPAGNOLO, Karla et al. Aplicação da NBR 15505-2: 2019 na Análise dos Trechos da Trilha do Rio do Boi, no Parque Nacional de Aparados da Serra, Sul do Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, v. 11, n. 4, p. 134-147, 2021.

CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. 2006. Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários. In: BRASIL. CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. (orgs.). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance**, 2006, p. 10-17.

DA MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. 8ª Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006, 228p.



DA MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

D'AQUINO, C. A.; NETO, J. S. A.; BARRETO, G. A. M.; SCHETTINI, C. A. F. Caracterização oceanográfica e do transporte de sedimentos em suspensão no estuário do Rio Mampituba, SC. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 29, n. 2, p. 217-230, 2011.

DE MATOS, V. V. L. Valoração de recursos ambientais: possibilidades para o Arroio Dilúvio em Porto Alegre/RS. 2014.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. 2001. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista brasileira de Geomorfologia**, UGB, 2001. Vol. 2, Nº 1. p 51-71.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2005.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos Natural disaster reduction: the challenge of geographers. **Ambiência**, v. 9, n. 1, p. 145-172, 2013.

ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). **Disaster risk reduction 1994-2004**. Geneva: United Nations, 2005. CD-ROM.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R. F.; FAN, F. M.; CORSEUIL, C. W.; MICHEL, G. P.; DULAC, V. F. Abordagem integrada para gerenciamento de desastre em região montanhosa com ênfase no fluxo de detritos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, p. 31-65, 2018.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KOBIYAMA, M.; MONTEIRO, L. R.; MICHEL, G. P. Aprender hidrologia para prevenção de desastres naturais. **Florianópolis: UFSC/CTC/ENS/LabHidro, 2006b. 12p.(apostila)**, 2009.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; GRISON, F.; GIGLIO, J. N. Landslide influence on turbidity and total solids in Cubatão do Norte River, Santa Catarina, Brazil. **Natural Hazards**, v.59, n.2, p.1077-1086, 2011.

KOBIYAMA, M.; VANELLI, F. M.; MOREIRA, L. L.; MENEZES, D.; GODOY, J. V. Z. Aplicação de Hidrologia na Gestão de Riscos e de Desastres Hidrológicos. In: CASTRO, D. (org.). **Ciclo das Águas na bacia hidrográfica do rio Tramandaí**. Porto Alegre, RS: Sapiens, 2019. 135 – 140.

LOPES, E. S. S. 2006. Modelagem espacial dinâmica em Sistema de Informação Geográfica – uma aplicação ao estudo de movimentos de massa em uma região da Serra do Mar paulista. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP (IGCE/UNESP), **Rio Claro**, 2006. 314p.

MAIA, A. G. Valoração de recursos ambientais. 2002.

MARCELINO, E. V. Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos. **Caderno didático**, v. 1, p. 34, 2008.

MARQUES, J. F. Valoração ambiental. **EMBRAPA meio ambiente. Jaquariúna**, 2004.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1997.

MINERVINO, A. C. Distribuição de eventos, danos humanos e materiais relacionados com desastres hidrológicos no Brasil, 2010-2014. 2015.

MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE. Disponível em: <<https://www.praia grande.sc.gov.br/>>. Acesso em: 21/04/2021.

NOGUEIRA, J. M.; DE MEDEIROS, M. A. A.; DE ARRUDA, F. S. T. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 2, p. 81-115, 2000.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil**. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2014. 49 p. il. (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, 2).

PAIXÃO, M. A.; CORSEUIL, C. W.; KOBIYAMA, M.; GONZALEZ AVILA, I.; VANELLI, F. M.; OLIVEIRA, H. U.; VASCONCELLOS, S. M.; CAMPAGNOLO, K.; FAGUNDES, M. R. Occurrence of multi-disasters in the Mampituba River basin, Southern Brazil, during the COVID-19 pandemic. **International Journal of Erosion Control Engineering**, v. 13, n. 4, p. 84-91, 2021.

PARIZZI, M. G. Desastres naturais e induzidos e o risco urbano. **Geonomos**, 2014.

PORTO, D. T.; BASSO, L. A.; STROHAECKER, T. M. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Mampituba, região sul do Brasil, utilizando a matriz FPEIR. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 28-50, 2019.

SARTORI, P. L. P.; SARTORI, M. G. B. Um Brasil de montanhas. **Ciência e Natura**, v. 26, n. 2, p. 61-74, 2004.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. 2002. **Relatório Anual sobre a situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul**. Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas. Porto Alegre, RS. 344 p.

TAKAHASHI, T.; DAS, D. K. **Debris flow: mechanics, prediction and countermeasures**. CRC press, 2014.

TASCA, F. A.; FINOTTI, A. R.; POMPÊO, C. A.; GOERL, R. F. O papel da drenagem urbana na prevenção de desastres naturais hidrológicos na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu. **Revista brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, 2017.

TAVARES, V. E.; RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. A valoração ambiental e os instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos. **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**. Gramado: **SINGRH**, v. 81, p. 59-81, 1998.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP**. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado 220 p + Mapas.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; DO AMARAL, R. (Ed.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Instituto Geológico, 2009.

UNDRR, CRED. **Human cost of disasters: an overview for the last 20 years 2000-2019**.2020.

VETORATTO, G.; 23ª PROCURADORIA DE JUSTIÇA CRIMINAL DE GOIÁS. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumento estadual de política macroeconômica. **23ª Procuradoria de Justiça Criminal de Goiás**, 2004.

ZAGO, V. C. P. A valoração econômica da água – uma reflexão obre a legislação de gestão dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2007.

## 8. ANEXO I

UF	Município	Registro	COBRADA	Status	População	DH_Feridos	DH_Desabrigados	DH_Desalojados	DH_Outros Afetados	DM_Unidades Habitacionais Danificadas	DM_Unidades Habitacionais Destruídas	DM_Unidades Habitacionais Valor	DM_Instalações públicas de saúde Danificadas	DM_Instalações públicas de saúde Valor	DM_Instalações públicas de ensino Danificadas	DM_Instalações públicas de ensino Valor	DM_Instalações públicas prestadoras de outros serviços Danificadas	DM_Instalações públicas prestadoras de outros serviços Destruídas	DM_Instalações públicas prestadoras de outros serviços Valor	DM_Instalações públicas de uso comunitário Danificadas	DM_Instalações públicas de uso comunitário Valor	DM_Obras de infraestrutura pública Destruídas	DM_Obras de infraestrutura pública Valor	PEPL_Assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas (R\$)	PEPL_Abastecimento de água potável (R\$)	PEPL_Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do lixo (R\$)	PEPL_Geração e distribuição de energia elétrica (R\$)	PEPL_Ensinos (R\$)	PEPR_Agricultura (R\$)	PEPR_Pecuária (R\$)	PEPR_Indústria (R\$)	PEPR_Comércio (R\$)	PEPR_Serviços (R\$)		
SC	Araranguá	06/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Registro	61339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	Dom Pedro de Alcântara	07/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Reconhecido	2550	0	0	1862	10	0	32500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25267332	0	0	0	0	0	0	
SC	Ermo	06/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Registro	2050	0	0	0	5	0	10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000	0	1126280	0	0	0	0	0	0	
SC	Jacinto Machado	08/07/2020	12200 - Enxurradas	Registro	10608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	Jacinto Machado	03/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Reconhecido	10608	0	1950	0	650	0	143788	4	3136.21	4	4500	1	0	2000	2	11720	0	0	0	0	0	0	0	41178000	23750	0	0	0	0	250000	
SC	Praia Grande	14/07/2020	12200 - Enxurradas	Registro	7270	0	70	0	50	0	100000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	250000	0	300000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	Praia Grande	10/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Reconhecido	7270	3	13	105	4838	600	1800000	1	16000	7	44320	3	1	349450	2	33430	0	0	16000	5000	349450	0	44320	5544000	200000	1000000	900000	300000	0	0	
SC	Santa Rosa do Sul	02/07/2020	13215 - Tempestade Local/Convectiva - Vendaval	Reconhecido	8054	1	5	38	8010	983	1624500	0	0	4	82000	1	0	20000	1	8545	0	0	0	3900	11532	0	82000	3621500	25000	0	0	0	0	0	