

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
CÂMPUS APUCARANA/LONDRINA

MARÍLIA MOREIRA DE EIRAS

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DO POTENCIAL HÍDRICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO TIBAGI COMO INSUMO NA PRODUÇÃO
DE ÁGUA POTÁVEL**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2019

MARÍLIA MOREIRA DE EIRAS

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DO POTENCIAL HÍDRICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO TIBAGI COMO INSUMO NA PRODUÇÃO
DE ÁGUA POTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana e Londrina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental. Área de Concentração: Engenharias I.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto
Martins

Coorientador: Prof. Dr. Marcos J. G.
Rambalducci

LONDRINA

2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

E35v Eiras, Marília Moreira

Valoração econômica do potencial hídrico da bacia hidrográfica do rio Tibagi com o insumo na produção de água potável / Marília Moreira de Eiras. Londrina : [s.n], 2019.

85 f. : il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Martins

Coorientador: Prof. Dr. Marcos J. G. Rambalducci

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina, 2019.

Bibliografia: f. 78-82

1. Recursos Hídricos. 2. Tibagi, Rio, Bacia (PR). 3. Água Potável. I. Martins, Jorge Alberto, orient. II. Rambalducci, Marcos J. G., coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. V. Título.

CDD: 628



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Campus Apucarana e Londrina



TERMO DE APROVAÇÃO

VALORAÇÃO ECONÔMICA DO POTENCIAL HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBAGI COMO INSUMO NA PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

por

MARÍLIA MOREIRA DE EIRAS

Dissertação de mestrado apresentada no dia 22 de março de 2019, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Campus Apucarana e Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A mestranda foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após avaliação da Dissertação, a Banca Examinadora considerou a Dissertação APROVADA.

Prof(a). Dr (a)- Jorge Alberto Martins - Orientador
(UTFPR – Campus Londrina)

Prof(a). Dr(a)- João Carlos Carvalho – Membro Titular
(Agência Nacional das Águas- Brasília)

Prof(a). Dr(a)- Leila Droprinchinski Martins – Membro Titular
(UTFPR – Campus Londrina)

Profa. Dra. Alessandra Furtado da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Portaria nº 0345, de 15 de março de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que acompanha e guia meus caminhos, sustenta-me nos momentos difíceis e mantém meu coração sempre no caminho do bem.

Agradeço imensamente ao meu professor orientador, Jorge Martins, por ter aberto as portas da pesquisa a mim, confiando no meu potencial e acreditado em mim em um momento que até eu mesma havia perdido a fé. Serei eternamente grata, a você Jorge.

Ainda o faço ao meu outro orientador professor Marcos Rambalducci, um profissional e pessoa incrível que tive o prazer de conviver por estes dois anos, guiou-me desde o início, de mesma maneira acreditando no meu potencial. Saiba que possuo uma imensa admiração pelo seu caráter e perseverança, você é exemplo, sempre me espelharei em você.

À toda minha família, em especial a minha mãe, Maria Elaine Moreira, minha parceira, minha força, exemplo de coragem, sem o seu auxílio, mãe, nada disso seria possível, eu a amo de todo meu coração. E a minha irmã e melhor amiga, Mariana Fabbro, sempre um ombro amigo, uma confidente, sempre me auxiliou em tudo na vida, eu a amo imensamente. Vocês duas são a minha base.

Ao meu parceiro da vida, Alexandre Nakahodo, que está sempre ao meu lado, amparando-me nos momentos difíceis e compartilhando os momentos de alegria, sempre apoiando minhas decisões, agradeço por todo auxílio na redação da pesquisa, seus conselhos foram fundamentais. Eu te amo muito de hoje até a eternidade.

Ao meu cunhado Gilberto Fabbro, que com sua alegria contagiante, sempre me faz feliz, um super companheiro, e, às minhas cunhadas Kelly Nakahodo, Jeniffer Nakahodo e Nathalia Nakahodo que estão sempre ao meu lado, dando-me apoio e conforto. Eu os amo e quero vocês sempre ao meu lado.

À minha amiga e parceira de pesquisa, Thais Fujita, uma amiga para todas as horas, amizade para a vida. Sempre disposta a me auxiliar, compartilhamos muito, aprendemos mais ainda.

Aos meus sempre amigos Anderson Rudke, Daniela Sanches, Rafaela Alves e Eduardo Duarte, agradeço pelos bons momentos compartilhados, sinto-me extremamente feliz em tê-los conhecido. Também o faço ao professor Alessandro Bovo, companheiro de laboratório e de boas risadas.

Aos demais amigos integrantes do laboratório de eventos atmosféricos extremos - EAE, abrigada pela hospitalidade. Aos integrantes do laboratório Análises em Poluição do Ar -

LAPAR, em especial a professora Leila Martins, que é um exemplo de mulher na pesquisa, conciliando a vida pessoal e profissional extremamente bem, agradeço demasiadamente.

De mesma maneira o faço aos integrantes do laboratório NuPEA, gerido pelo meu querido professor Marcos Rambalducci, em especial a Barbara Feltrin.

À ANA/ Capes, pelo incentivo a minha pesquisa por meio do fomento de minha bolsa estudantil, por intermédio do projeto denominado: “Detecção do papel de mudanças climáticas e das condições de uso e ocupação do solo sobre a hidrologia da bacia do rio Paraná”.

À UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao PPGEA - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, por fornecerem as bases estruturais necessárias para o desenvolvimento da referida pesquisa.

Peço desculpas aos que aqui não foram mencionados, mas todos tem meu profundo agradecimento, carinho e respeito.

Sinto-me completamente lisonjeada por ter pessoas tão especiais em minha vida, obrigada a todos.

“When the well is dry, we know the value of water.”

*Benjamin Franklin, Poor Richard’s Almanac,
1746.*

RESUMO

EIRAS, M. M. **Valoração econômica do potencial hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi como insumo na produção de água potável**. 2019. 79 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), Campus Apucarana/Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

Metodologias propostas pela economia do meio ambiente são amplamente empregadas a fim de se capturar o valor de recursos naturais e ambientais, quando estes não possuem atribuição de um valor monetário dado pelo mercado. É fato que a maior parte das pesquisas, envolvendo este campo, utilizam funções de demanda. Neste sentido, este trabalho subverte esta lógica, pelo emprego de métodos da função de produção, mais precisamente pelo método da produtividade marginal, estimando os benefícios gerados pelo uso direto dos recursos hídricos como insumo na produção de água potável proveniente da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (BHT), a qual foi analisada de maneira segmentada em duas regiões: o Alto Tibagi e o Baixo Tibagi. Por intermédio de análises de relatórios monetários e levantamento de dados, junto aos responsáveis pelo setor econômico da empresa utilizada como parâmetro, puderam ser obtidas sua função de produção e sua curva de oferta, permitindo o cálculo do excedente do produtor, traduzindo a expressão do valor econômico deste recurso na sua utilização como insumo. A partir do potencial de extração dos recursos hídricos da bacia em questão, sempre tendo em vista a manutenção de sua sustentabilidade, tornou-se possível, então, o cálculo do valor de uso direto da água para aquele fim. Os resultados desta valoração econômica alcançaram a cifra de 3,3 bilhões de reais, para a região do Alto Tibagi e 4,8 bilhões de reais para a região do Baixo Tibagi, totalizando 8,1 bilhões de reais. Assim, com estes resultados, a referida pesquisa se propõe a difundir um método pouco utilizado, eficiente na captura do valor de fatores ambientais utilizados como insumo na produção de outros bens, de fácil replicabilidade, e ainda, seus resultados tem potencial de imediato aproveitamento por parte de todos os agentes envolvidos direta ou indiretamente na gestão/utilização deste recurso.

Palavras-Chave: Valoração econômica de recursos hídricos; Valor de uso direto; Método da produtividade marginal.

ABSTRACT

EIRAS, M. M. **Water resources economic valuation of the Tibagi River Basin as an input production of potable water**. Dissertation (master's degree). Environmental Engineering Master Program (PPGEA), campus Apucarana/Londrina, Federal University of Technology - Paraná. Londrina, 2019.

Methodologies proposed by environmental economics are widely applied to capture the economic value of environmental and natural resources when these are not assigned market value. In this sense, this research subverts this logic by the employ of production function methods, characterized by the marginal productivity method, estimating the direct use benefits generated by using water as an input for the drinking water production from the Tibagi River Basin (TRB), which was analyzed segmented in two regions: Tibagi High and Tibagi Low. Through the monetary reports analysis and the data collection with responsible for the economic sector of the company used as parameter, it was possible to obtain the production function and the supply curve, allowing the calculation of the producer surplus that translates the resource economic value expression utilizing as an input. From the TRB water resources potential extraction, always with the intention of maintaining its sustainability, the direct value calculation of the basin water became possible. The economic value result in 3.3 billion reais for the Tibagi Superior region and 4.8 billion reais for the Tibagi Inferior region, totalizing 8.1 billion reais. Thus, with these results, this research proposes the dissemination of a lesser use method, efficient in capturing the environmental economic value utilizing as input in another production of goods, with easy replicability and its immediate result potential use by agents involved directly or indirectly in this management/use of water resources.

Key-words: Water resources economic valuation; Direct use value; Marginal function method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização Região Hidrográfica do Paraná.	19
Figura 2 – Mapa de localização Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.	20
Figura 3 – Mapas temáticos BHT- a) Alto e baixo Tibagi; b) Tipologia de solo; c) Tipologia de clima.	22
Figura 4 - Fluxo circular da economia.	25
Figura 5 - Gráfico da Oferta e Gráfico da Demanda.	27
Figura 6 - Interações dos sistemas.	28
Figura 7 - Relação entre meio ambiente e economia.	30
Figura 8 - Equilíbrio de mercado.	32
Figura 9 - Excedente do consumidor.	33
Figura 10 - Excedente do produtor.	33
Figura 11 - Valor Econômico dos Recursos Ambientais.	37
Figura 12 - Esquematização ETA convencional.	51
Figura 13 - Esquema generalizado de uma curva de função de produção.	58
Figura 14 - Esquema generalizado de uma curva de função de produção.	59
Figura 15 - Variação do coeficiente de correlação.	60
Figura 16 - Custos variáveis e fixos inerentes a uma empresa.	61
Figura 17 - Calcular custos fixos, custos variáveis e excedente do produtor pela área.	63
Figura 18 - Curva da Função de Produção.	67
Figura 19 - Curva da Função de Produção e Curva gerada pelo modelo de regressão não linear polinomial.	67
Figura 20 - a) Gráfico de probabilidade normal; b) Histograma dos resíduos.	68
Figura 21 - Curva de oferta da empresa.	69
Figura 22 - Curva de oferta e preço de mercado.	70
Figura 23 - Áreas resultantes da integral definida da curva de oferta e curva de preço de mercado.	70
Figura 24 - Área resultante do excedente do produtor.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Usos dos Recursos Hídricos na BHT.	23
Tabela 2- Maiores setores demandantes de recursos hídricos na BHT.	24
Tabela 3- Disponibilidade hídrica na BHT.....	24
Tabela 4- Tipos de valores captados pelos Métodos Econômicos de Valoração.	40
Tabela 5- Valores de uso e não uso dos recursos hídricos.	47
Tabela 6- Tipos de valores dos recursos hídricos captados pelos Métodos de Valoração Econômica.	48
Tabela 7- Passos metodológicos executados.	53
Tabela 8- Extrapolação das informações dos PRESS RELEASE.	56
Tabela 9- Relações entre custos fixos e variáveis.	61
Tabela 10- Coeficientes gerados pelo modelo polinomial.	68
Tabela 11- Estudos relacionados a valoração econômica.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BHT – Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi

Cap_{máxq} – Capacidade máxima de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

Cap_{máxq} – Capacidade máxima de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

Cap_{máxr} – Capacidade máxima de fornecimento do sistema de tratamento de água (relatórios)

Cap_{nq} – Capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

Cap_{nq} – Capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

Cap_{nr} – Capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (relatórios)

%Cap_{atq} – Porcentagem da capacidade atual de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

%Cap_{atq} – Porcentagem da capacidade atual de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

%Cap_{nq} – Porcentagem da capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

%Cap_{nq} – Porcentagem da capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (questionário)

%Cap_{nr} – Porcentagem da capacidade nominal de fornecimento do sistema de tratamento de água (relatórios)

CERH/PR – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Paraná

C_f – Custo fixo

C_{fa} – Clima temperado úmido com verão quente

C_{fb} – Clima temperado úmido com verão ameno

COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos

CR – Método dos custos de reposição

C_t – Custo total

C_v – Custo variável

DAA – Disposição a aceitar

DAP – Disposição a pagar

ETA – Estação de tratamento de água

FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná

MBS – Método de mercado de bens substitutos

MCV – Método do custo de viagem
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MPH – Método dos preços hedônicos
MPM – Método da produtividade marginal
MVC – Método de Valoração Contingente
 P_m – Preço de mercado
 R^2 – Coeficiente de correlação
RHRP – Região Hidrográfica do Rio Paraná
SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SRH – Secretaria de Recursos Hídricos
UHE – Usina hidrelétrica
VE – Valor de existência
VERA – Valor econômico dos recursos ambientais
VL – Valor de legado
VO – Valor de opção
 V_{th} – Valor do recurso ambiental
VUD – Valor de uso direto
VUI – Valor de uso indireto
WWAP – *United Nations World Water Assessment Programme*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
2 OBJETO DA PESQUISA	19
2.1 Região Hidrográfica do Rio Paraná.....	19
2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi	20
2.2.1 Os usos, demandas e disponibilidade hídrica	23
3 A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE.....	25
3.1 Fluxo Circular da Economia.....	25
3.2 Economia do meio ambiente	26
3.3 Economia ecológica.....	28
3.4 A opção pela lógica da Economia do Meio Ambiente	30
4 OS EXCEDENTES E O EQUILÍBRIO DE MERCADO.....	32
5 VALOR, PREÇO E OS RECURSOS AMBIENTAIS.....	35
5.1 Distinguindo valor e preço	35
5.2 Valor de um recurso ambiental.....	36
6 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL.....	39
6.1 Métodos de função de produção	41
6.1.1 Método da produtividade marginal.....	42
6.1.2 Métodos de mercado de bens substitutos	42
6.1.3 Método do custo de oportunidade	43
6.2 Métodos de função de demanda	44
6.2.1 Métodos de mercado para bens complementares	44
6.2.1.1 Método do custo de viagem	45
6.2.1.2 Método dos preços hedônicos.....	45
6.2.2 Método de valoração contingente.....	46
7 VALORAÇÃO ECONÔMICA DE RECURSOS HÍDRICOS	47
7.1 Atributos de valoração dos recursos hídricos	47
7.2 Definindo o método de valoração econômica	48

8 CARACTERIZANDO A CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA.....	50
9 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
9.1 Tipificação da pesquisa	52
9.2 A prática do método de função de produção	52
9.2.1 Etapa 1	53
9.2.2 Etapa 2	54
9.2.3 Etapa 3	64
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	65
10.1 Etapa 1	65
10.2 Etapa 2	65
10.3 Etapa 3	72
10.4 Discussão com outros estudos	73
11 CONCLUSÕES	76
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	78
ANEXO A	83
ANEXO B	84

1 INTRODUÇÃO

A existência de ecossistemas saudáveis é condição necessária para a manutenção da vida (KOUNDOURI et al., 2016). Este sistema em equilíbrio deve assegurar um fluxo de alimentos contínuo, a regulação climática, a manutenção dos níveis de poluição do ar, bem como a disponibilidade e qualidade de recursos hídricos (KRAMER, 2005).

Dentre estes elementos básicos para a manutenção da vida, inquestionavelmente, temos os recursos hídricos como parte integrante fundamental, insumo para a vida e o correto funcionamento do meio natural (GONZÁLEZ DÁVILA et al., 2017).

A água, além disso, desempenha papel fundamental na manutenção do sistema climático, estando envolvida em todos os seus componentes, como: atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Desta forma, em decorrência das mudanças climáticas, os recursos hídricos serão afetados diretamente, sendo muito vulneráveis a eventos atmosféricos críticos, ocasionando, por muitas vezes, eventos extremos de inundações ou secas (IPCC, 2013).

Logo, as externalidades negativas causadas pelas mudanças climáticas no ciclo da água, ocasionaram o seguinte cenário mundial: 3,6 milhões de pessoas aproximadamente estarem vivendo em potenciais locais escassos em água (WWAP, 2018). Conseqüentemente, tais circunstâncias necessitam ser consideradas nos sistemas de gestão dos recursos hídricos, com intensão de minimizar tais impactos (JEZNACH et al., 2017; KUNDZEWICZ et al., 2018; PETELET-GIRAUD et al., 2018).

Assim sendo, a demanda¹ exponencial pelos recursos hídricos, aumenta a uma taxa de cerca de 1% ao ano, com tendências de elevação contínua pelas próximas duas décadas (WWAP, 2018), somada a sua utilização de forma ineficiente e as alterações naturais e antrópicas ocorridas, revela a contínua necessidade de aprimoramento de sua gestão, a fim de garantir sua qualidade e disponibilidade futura.

Atentando-se ao fato de a manutenção da qualidade e disponibilidade hídrica, estarem estritamente relacionadas ao desenvolvimento socioeconômico de qualquer nação, há uma constante necessidade da atribuição de valor a estes recursos. Assim, expressando monetariamente os benefícios gerados por sua utilização, conseqüentemente, estas informações possuirão alta capacidade para se tornarem instrumento de gestão, uma vez levadas em consideração pelos agentes responsáveis pela governança da água.

¹ Atualmente a demanda global por recursos hídricos é configurada em cerca de 4.600 km³/ano, sendo que no ano de 2050 aquela terá um incremento variável de 20% a 30% (BUREK et al., 2016).

Exposta tal situação, a Região Hidrográfica do Rio Paraná (RHRP), por possuir elevado desenvolvimento econômico, configura-se como a região brasileira de maior demanda por recursos hídricos. Tal designação se deve em grande parte por englobar o território de São Paulo, maior cidade da América Latina, elencada como a mais rica do país, em termos monetários, configurando-a como a maior demandante hídrica, destinando-se majoritariamente aos serviços de abastecimento residencial e industrial, irrigação e fornecimento energético (MMA; SRH, 2006).

Apesar da urgência na melhoria dos aspectos envolvendo a gestão dos recursos hídricos frente ao seu superávit relacionado a demanda, especialmente na RHRP, é necessário que aquela se faça por unidades hidrográficas territoriais menores, com o propósito do aumento de sua eficiência. Desta forma, o presente trabalho tem por objeto de pesquisa a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (BHT), sub-bacia da RHRP.

A BHT ocupa uma das regiões mais relevantes do Estado do Paraná, possuindo extrema importância no âmbito econômico, hidrológico e físico do país (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; GOVERNO DO ESTADO; COBRAPE, 2017). Assim, para o alcance de uma gestão eficiente da BHT, é imprescindível a investigação dos aspectos econômicos envolvendo os usos da água, levando em consideração metodologias propostas pela economia do meio ambiente.

Para tanto, esta investigação procura responder ao seguinte questionamento: qual o valor econômico potencial dos serviços prestados pelos recursos hídricos da BHT sob a forma de insumo para a produção água potável?

Com esta finalidade, vale-se das premissas da economia do meio ambiente, suportadas pela teoria neoclássica, que utiliza os mecanismos de oferta e demanda de mercado para a compreensão da formação dos preços. Portanto, a partir da aplicação dos métodos de função de produção, utilizados para valorar bens e serviços que servem como fator produtivo para a produção de outros bens, tornou-se possível a valoração econômica dos benefícios gerados pelo uso dos recursos hídricos da BHT como insumo na produção de água potável.

1.1 Justificativa

O êxito do desenvolvimento financeiro de uma nação, em longo prazo, depende estritamente de quão sensato se dá o uso dos recursos naturais, sempre com o intuito de amenizar os impactos negativos gerados pelas atividades decorrentes do progresso econômico. Assim, as agências governamentais admitem a utilidade da inclusão, em suas políticas públicas,

dos custos e benefícios gerados por estes recursos, a fim de melhorar, proteger e garantir sua disponibilidade e qualidade (KRAMER, 2005).

Atualmente, há constante necessidade de serem desenvolvidas gestões integradas envolvendo os recursos hídricos com abordagens mais sustentáveis, com a finalidade de mantê-los em quantidade e qualidade, bem como garantir a existência de seus ecossistemas provedores. Tal necessidade se deve em grande parte ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico acelerado e a constante urbanização, os quais causam constante pressões sobre os recursos hídricos (MARTIN-ORTEGA; FERRIER; GORDON; KHAN, 2015).

Nesta perspectiva, os setores que mais geram pressões sobre os recursos hídricos são: a agricultura, a indústria, a geração hidrelétrica e a constante demanda populacional. A produção de bens ou serviços se dão de forma exacerbada, devido ao fato de se negligenciar o valor deste recurso nas políticas públicas de desenvolvimento.

Nota-se que a maior parte de estudos científicos voltados para exprimir o valor dos recursos naturais, com ênfase para valoração de recursos hídricos, lançam mão de métodos de função de demanda, recorrendo a valoração contingente, como verificado em: González Dávila et al. (2017), Lalika et al. (2017) e Macea et al. (2018). Entretanto, esta metodologia largamente utilizada é ineficaz na mensuração da água como insumo produtivo.

Com a exposição deste cenário, verifica-se a necessidade iminente de se principiar trabalhos voltados a uma maior compreensão da difusão do valor econômico dos recursos ambientais, cujo valor é negligenciado, como a água. Em específico para a BHT, onde há um reduzido número de pesquisas voltadas a apontar o valor econômico dos benefícios gerados pelo uso de seus recursos hídricos.

A demanda crescente por recursos hídricos, somada a este cenário de não explicitação de seu real valor, refletem em sua degradação, tanto em termos de qualidade, como em quantidade. Assim, a incorporação de seus valores em processos decisórios, de caráter público ou privado, ocasionará na redução destes ônus (BIROL; KAROUSAKIS; KOUNDOURI, 2006).

Dessa maneira, a presente pesquisa, pode-se tornar um instrumento de uso imediato pelos gestores de bacias hidrográficas. Ainda, seus procedimentos metodológicos poderão ser facilmente empregados a outras áreas, garantindo seu alto potencial de replicabilidade, como também traz o emprego de um método pouco utilizado.

Por fim, a atual pesquisa se propôs a olhar para os recursos hídricos da BHT sob a ótica dos produtores, com isto trouxe cálculos referentes aos excedentes obtidos por aqueles atores.

Portanto, futuros trabalhos os quais poderão se dedicar a capturar o valor destes recursos pela visão dos consumidores, tornará possível o cálculo do excedente total.

1.2 Objetivos

Este item terá por função expor os objetivos da pesquisa, sendo, primeiramente, exposto de forma ampla e generalizada o que se desejou ao final da pesquisa, por meio do objetivo geral. Consecutivamente, pontuaram-se os passos detalhados trilhados para se alcançar este desígnio maior, por meio dos objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é: calcular o valor econômico dos recursos hídricos da BHT utilizados como insumo na produção de água potável, valendo-se dos métodos de função de produção.

1.2.2 Objetivos específicos

Para que se alcance o objetivo geral do estudo, a presente pesquisa buscou realizar as seguintes etapas:

- a) definir as estratégias de valoração econômica que melhor se preste para o cálculo, considerando a disponibilidade de informações;
- b) precisar a disponibilidade dos recursos hídricos da BHT até o limite de sua utilização sustentável;
- c) identificar a atual extração dos recursos hídricos na BHT na forma de insumo para produção de água potável;
- d) levantar os dados para a construção da curva da função de produção da empresa usada como parâmetro;
- e) calcular a curva de oferta da companhia a partir da função de produção;
- f) estimar o excedente do produtor, a partir da curva de oferta.

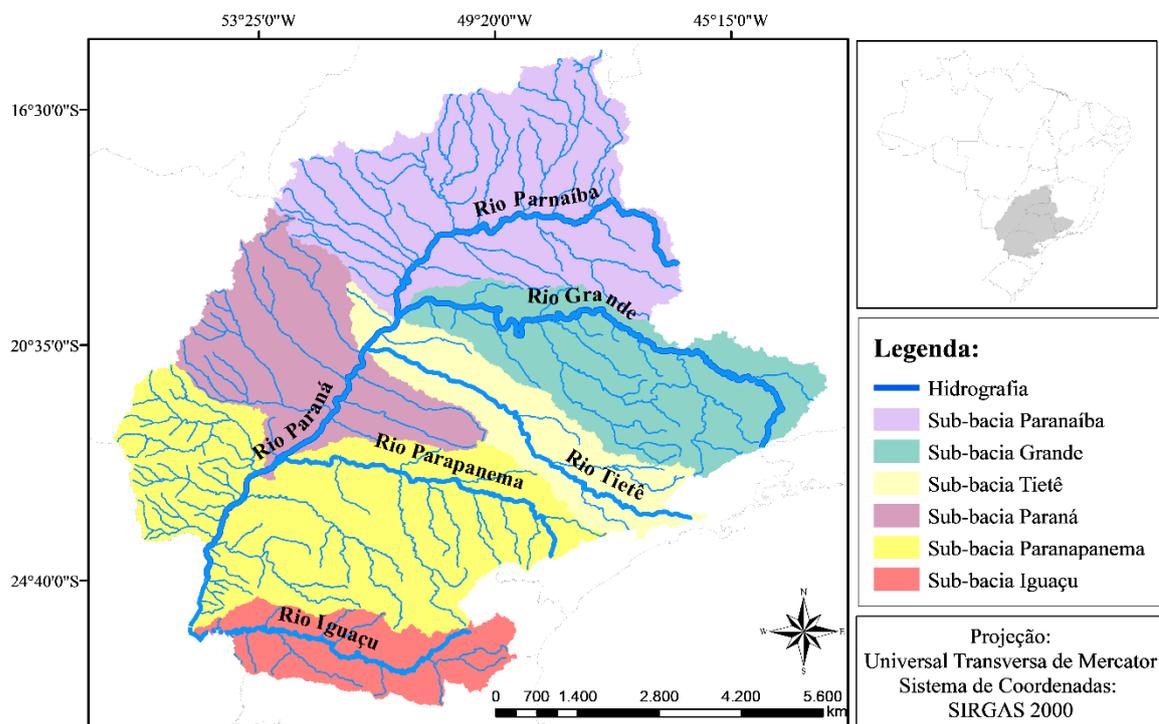
2 OBJETO DA PESQUISA

Este capítulo tem por função apresentar a região estudada, BHT, desde a sua localização em relação a RHRP, por meio do mapa de localização do território nacional, rede de drenagem e sub-bacias referentes aos principais tributários da RHRP. Quanto a BHT, apresentada nos tópicos abaixo, em que são pontuadas suas características físicas, econômicas e climáticas.

2.1 Região Hidrográfica do Rio Paraná

A RHRP, é uma das doze regiões hidrográficas do Brasil, ocupa cerca de 10% de seu território, englobando sete estados brasileiros (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Santa Catarina e Paraná). Subdivida em seis unidades hidrográficas menores ou sub-bacias, sendo estas: Parnaíba, Grande, Tietê, Paraná, Paranapanema, Iguaçu (Figura 1).

Figura 1– Mapa de localização Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: Adaptado ANA (2018).

A RHRP, possui área de drenagem de 879.873 km², caracterizada como uma das maiores e mais importantes regiões hidrográficas do país, abrigando em média 32% da população total, residindo, cerca de 90%, em zonas urbanas. Ainda, esta extensa unidade

hidrográfica se configura como a de maior demanda por recursos hídricos do Brasil, consequentemente, gerando constantes pressões aos mesmos (MMA; SRH, 2006).

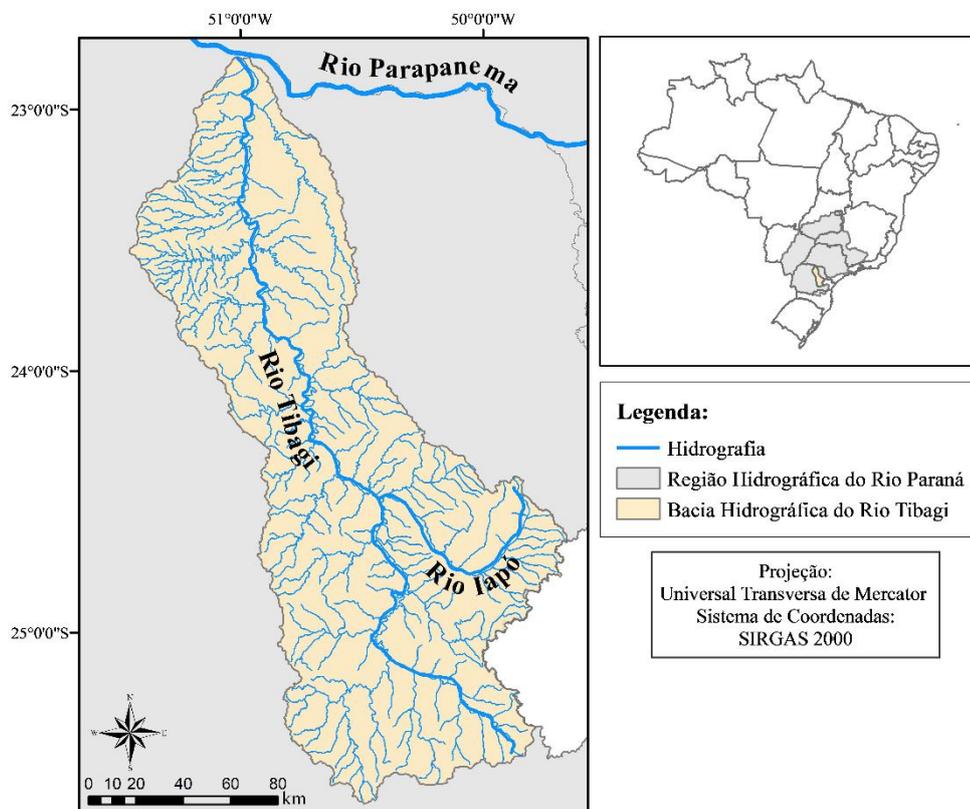
Além do título de maior demandante por recursos hídricos do país, a RHRP possui altíssima capacidade de geração hidrelétrica instalada, característica adquirida em grande parte pela existência da usina de Itaipu.

Entretanto, para que as gestões e estudos relativos a estas grandes áreas de drenagem se tornem possíveis, faz-se necessário a subdivisão destas amplas seções em unidades menores, a fim de se possibilitar resultados mais enfáticos e assertivos. Assim, a presente pesquisa principiou estudos em uma sub-bacia do Paranapanema, a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (BHT).

2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi

A BHT (Figura 2), denotou-se como objeto de estudo da referida pesquisa. A unidade hidrográfica em questão é situada espacialmente na RHRP, compreendida, mais especificamente, pela sub-bacia do Paranapanema.

Figura 2– Mapa de localização Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.



Fonte: Adaptado ITCG (2018).

Localizada essencialmente no estado do Paraná em sua porção centro-oeste, a BHT conta com 24.713 km² de área de drenagem, equivalendo a 13% da área total do estado. Dentre uma das maiores bacias hidrográficas do estado, compreende 53 municípios de forma não integral, estando 49 destes situados plenamente em sua extensão (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; GOVERNO DO ESTADO; COBRAPE, 2017).

A BHT é subdivida em duas regiões o Alto Tibagi e o Biáxo Tibagi (Figura 3a), estas duas porções componentes da BHT abrigam em torno de 1,9 milhões de habitantes, os quais ocupam prioritariamente zonas urbanas. Concentrando-se, esta população, em maior número nos municípios de Londrina e Ponta Grossa (PESUTTI; AUGUSTO; AFONSO, 2010).

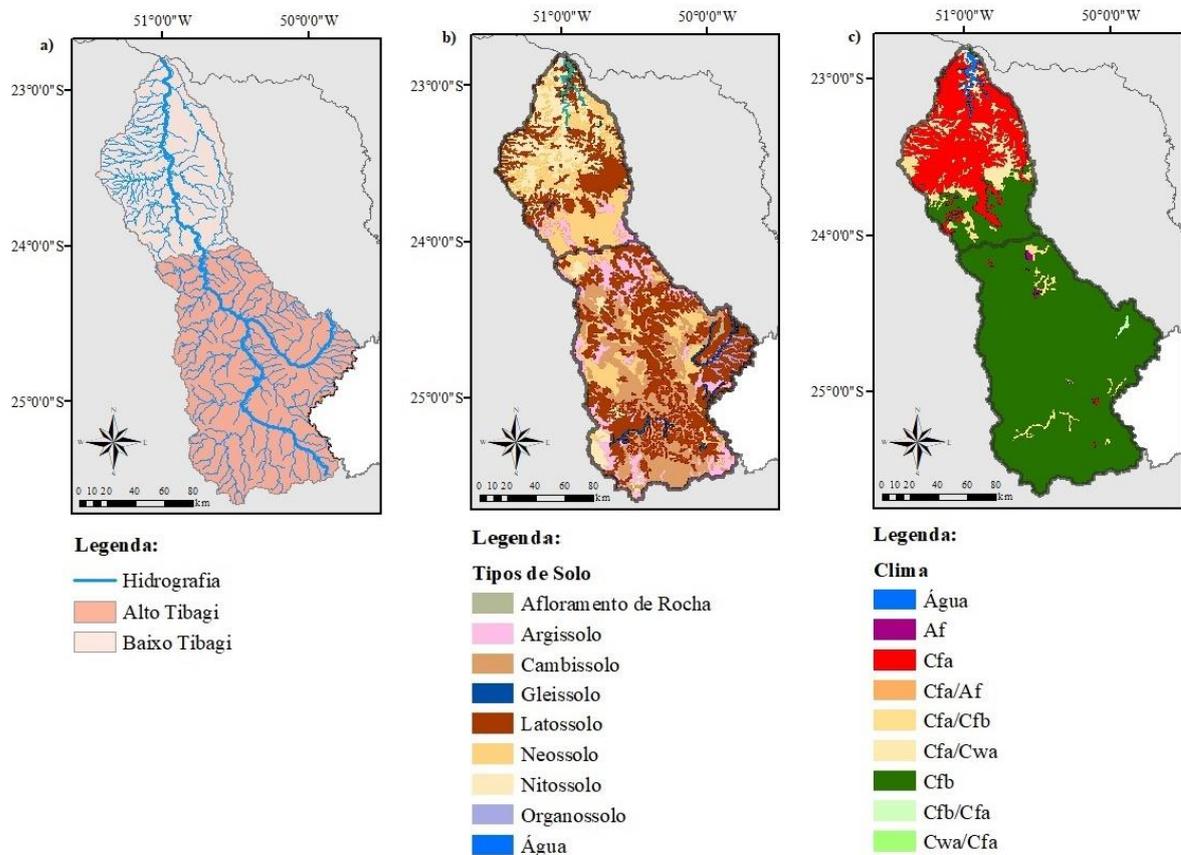
A área da bacia apresenta grande variedade de tipologias de solo (Figura 3b), porém, o Latossolo Roxo e a Terra Roxa estruturada, destacam-se por sua altíssima fertilidade natural (MEDRI et al., 2002). Com este cenário, as atividades relacionadas a agropecuária são favorecidas, sendo esta a principal atividade econômica da bacia (SEMA, 2010).

Em sua porção Norte, região do Baixo Tibagi, é caracterizado pela agricultura intensiva com plantio de soja, milho, trigo e café, onde apenas 14% de sua área é ocupada por pastagens. Já em sua porção Sul, região do Alto Tibagi, as áreas de pastagens e agriculturas dividem o espaço igualmente, sendo os tipos mais comuns de cultura: soja, milho e feijão, nesta porção, ainda, pode ser encontrado áreas com mata de reflorestamento (SEMA, 2010).

Com relação a industrialização na BHT, os polos que mais contribuem para esta atividade econômica estão situados em Londrina e Ponta Grossa, atividades correlacionadas, em maior escala, com o setor agropecuário. Por outro lado, na cidade de Telêmaco Borba, há a presença de umas das maiores indústrias de celulose do Brasil.

Considerando-se a questão climática (Figura 3c), o clima predominante em sua porção setentrional é o subtropical úmido com verões quentes, segundo a classificação de *Köppen* Cfa, em sua região meridional igualmente é caracterizado como subtropical úmido, porém com verão temperado, Cfb para *Köppen*. Assim, em sua parte média há a predominância de um clima misto, variando o ocorrido em sua porção norte e sul, entre o Cfa e Cfb (SEMA, 2010).

Figura 3– Mapas temáticos BHT- a) Alto e baixo Tibagi; b) Tipologia de solo; c) Tipologia de clima.



Fonte: Adaptado ITCG (2018).

Com relação aos recursos hídricos demandados na BHT, sua maior parcela é proveniente de mananciais superficiais, representando um índice de 86% de demanda, já os 14% restantes são originários de mananciais subterrâneos (SEMA, 2010). Sendo que cerca de 10% dos recursos hídricos superficiais do estado do Paraná são encontrados na BHT.

Tratando-se de águas subterrâneas, a BHT compreende distintas unidades hidrogeológicas. Dentre estas, destaca-se o aquífero Guarani que abrange partes do território da Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil (MMA; SRH, 2006), encontrado na porção norte da bacia, região do Alto Tibagi (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; GOVERNO DO ESTADO; COBRAPE, 2017).

Ainda, a BHT tem seu potencial hidroenergético, segundo o Monitoramento Hidrológico da Copel², explorado por quatro usinas hidrelétricas (UHE) e um reservatório, estas pontuadas a seguir:

² Disponível em: <https://www.copel.com/mhbweb/paginas/bacia-tibagi.jsf>

- UHE Apucarantina: instalada no Rio Apucarantina em sua margem direita, na cidade de Tamarana, foi inaugurada em 1949, com potência instalada de 10 MW;
- Reservatório FIU: situado a montante da UHE Apucarantina, com volume total de 15 milhões de m³;
- UHE Mauá (UHE Governador Jayme Canet Júnior): instalada no Rio Tibagi, provocando barramento total do seu curso, entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, inaugurada em 2012, com potência instalada de 361 MW;
- UHE Pitangui: instalada no Rio Pitangui em sua margem esquerda, fica a 12 km da cidade de Ponta Grossa, construída em 1911, o que a caracteriza como a UHE mais antiga em funcionamento no Paraná, tendo a potência instalada de 0,87 MW;
- UHE Alagados: instalada no Rio Pitangui em sua margem esquerda, localizada a 18 km da cidade de Ponta Grossa, inaugurada em 1945, com potência instalada de 2,3 MW.

2.2.1 Os usos, demandas e disponibilidade hídrica

Os recursos hídricos pertencentes a área da BHT, possuem diversas formas de utilização. Assim sendo, a Tabela 1 aponta todos os tipos de usos dos recursos hídricos para a bacia em questão:

Tabela 1- Usos dos Recursos Hídricos na BHT.

Usos dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Tibagi

Proteção das comunidades aquáticas
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Recreação de contato primário
Recreação de contato secundário
Abastecimento público
Dessedentação de animais
Irrigação
Aquicultura
Aproveitamento hidrelétrico
Captação industrial
Lançamento de efluentes
Harmonia paisagística

Fonte: INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; Governo do Estado; COBRAPE (2017).

Existem usos dos recursos hídricos, em meio a estes diversos explanados pela Tabela 1, os quais demandam uma maior quantidade deste bem. Desta forma, os setores de maior demanda hídrica estão expostos pela Tabela 2:

Tabela 2- Maiores setores demandantes de recursos hídricos na BHT.

	Setor demandante (m ³ /dia)							
	Abastecimento Público			Industrial	Agrícola	Pecuária	Mineração	Aquicultura
	Urbano	Rural	Comércio e Serviços					
Superficial	299.955,6	16.386,3	5.273,0	497.105,0	367.663,2	48.712,2	6.350,5	5.762,4
Subterrâneo	72.700,3	-	34.123,5	65.860,8	9.093,2	-	590,0	3,0

Fonte: INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; Governo do Estado; COBRAPE (2017).

Por este modo, o total de recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, demandados na BHT por dia é configurado por 1.429.579 m³/dia. Percebe-se ainda que a captação industrial, o abastecimento público e a agricultura são os setores de maior demanda dentro da BHT.

As disponibilidades hídricas na BHT são calculadas em decorrência de seus mananciais de origem, podendo ser estes superficiais ou subterrâneos. Logo, a Tabela 3 explana sobre as disponibilidades hídricas da BHT, segregando-as em consonância com suas porções:

Tabela 3- Disponibilidade hídrica na BHT.

	Porção da BHT	Disponibilidade hídrica ($\cdot 10^6$ m ³ /dia)
Superficial	Alto Tibagi	2.388,05
	Baixo Tibagi	3.503,49
Subterrânea	Alto Tibagi	495,37
	Baixo Tibagi	495,62
TOTAL		6.882,53

Fonte: Pesutti; Augusto; Afonso (2010).

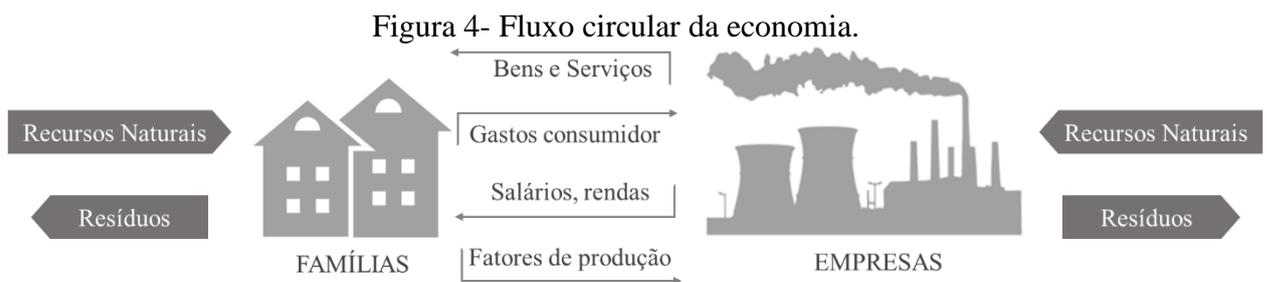
3 A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE

O presente tópic, apresenta as relações entre o meio ambiente, as famílias e o capital, caracterizando o contexto em que cada um destes agentes estão inseridos no fluxo circular da economia. Também, descreve, de forma sucinta, a maneira de se alocar os recursos, afim de se assegurar a sustentação dos sistemas e aborda as diferenças entre economia do meio ambiente e economia ecológica.

3.1 Fluxo Circular da Economia

Para o correto funcionamento da economia é necessário que haja um fluxo constante de matéria e energia, advindos do meio ambiente (VARDAKOULIAS, 2014). A Figura 4 propõe o fluxo circular entre produtos, insumos e dinheiro por meio da interação existente entre as famílias e empresas, fornecendo cada um destes, respectivamente, fatores de produção e bens e serviços (MAY, 2010).

Ainda, a partir da Figura 4, explana-se o fato de as empresas necessitarem dos fatores de produção, englobando os recursos humanos, bens de produção e recursos naturais, por meio disto, torna-se possível a produção de bens e serviços. Por conseguinte, as famílias fazem uso destes bens e serviços, adquirindo-os com seus salários, fornecendo capital as empresas.



Fonte: Adaptado Vardakoulias (2014).

As famílias e empresas, fazem uso dos recursos naturais e devolvem para o meio resíduos, desta forma, essa entrada e saída de matéria devem se manter em equilíbrio com intuito de sustentar, em quantidade e qualidade, as funções ambientais. A medida em que este fluxo se deprecia, as atividades sociais e econômicas sofrerão desregulações, podendo, até mesmo, impossibilitá-las (VARDAKOULIAS, 2014).

Logo, entende-se por economia circular, em seu sentido global, a forma de interação entre meio ambiente e a economia (Figura 4). Este meio ambiente, ora trabalha como fornecedor

de insumos, ora como receptor de resíduos, provenientes dos sistemas de consumo e produção (ANDERSEN, 2007; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; SU et al., 2013).

Segundo Geissdoerfer et al. (2017), este sistema interativo, permeado por entradas e saídas, pode se tornar mais eficiente quando estes insumos e resíduos forem utilizados de forma consciente. Ainda, segundo o mesmo autor, para se alcançar essa eficiência é necessário realizar a produção de produtos e serviços de caráter duradouro, de fácil manutenção, reutilização e reciclagem, garantindo a sustentação dos sistemas.

3.2 Economia do meio ambiente

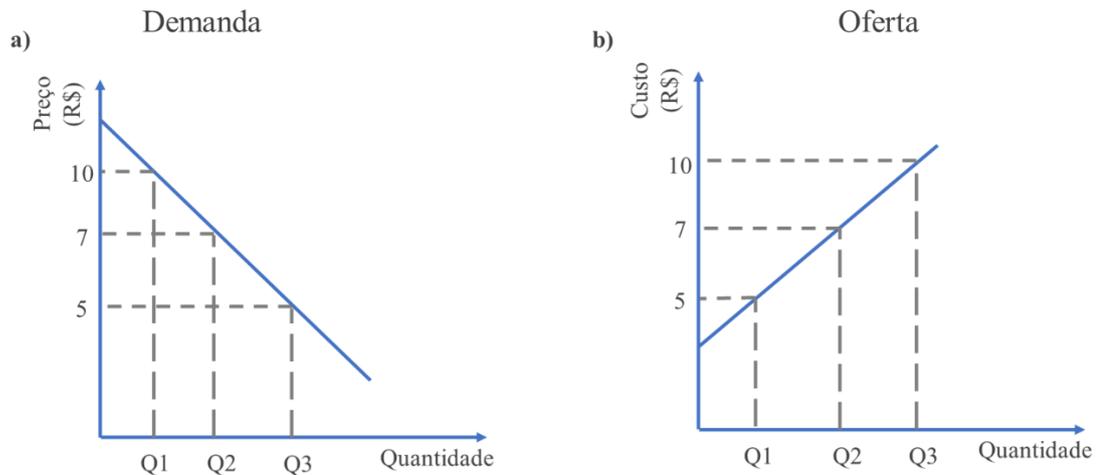
A economia do meio ambiente, ou economia ambiental, faz uso dos ideais neoclássicos da economia, dispondo dos conceitos microeconômicos para elucidar a forma de utilização, generalizadamente, dos recursos naturais (MAY, 2010). Porém, somente em meados do século XX, depois de Pigou (1920), aquela foi reconhecida como uma subdisciplina da economia (VENKATACHALAM, 2007).

A teoria econômica neoclássica, visa compreender a formação dos preços, a produção e a distribuição de renda, por intermédio dos sistemas de oferta e demanda. Consequentemente, esta teoria oferece uma base conceitual para a valoração dos recursos ambientais, procurando identificar as mudanças nos meios naturais proporcionados pelos custos e benefícios para a natureza e seres humanos (MOTA et al, 2010).

A análise de demanda de mercado representa o montante de bens e serviços, especificamente, os quais os consumidores têm o desejo de utilizar/adquirir, em função do seu preço de mercado (Figura 5a). Para isto, baseia-se na renda e gastos do consumidor, bem como nos preços de mercado de determinado período (VASCONCELLOS, 2006).

Por outro lado, tem-se a análise de oferta de mercado, caracterizada pela visão dos produtores (Figura 5b). Deste modo determinará a quantidade que um bem ou serviço será produzido ou ofertado, igualmente em um espaço de tempo, englobando os custos e quantidades de produção (VASCONCELLOS, 2006).

Figura 5- Gráfico da Oferta e Gráfico da Demanda.



Fonte: Adaptado Vasconcellos, 2006, p. 39 e p. 51.

Com isto, a economia do meio ambiente englobará, por um todo, as questões ambientais, tendo-as como parte integrante da economia. Fundada nos princípios neoclássicos do individualismo, racionalidade, marginalidade e alocação eficiente dos recursos a fim de realizar suas análises (VENKATACHALAM, 2007).

Para tanto, a economia do meio ambiente realiza a análise das externalidades, com o intuito de corrigir as falhas de mercado (VENKATACHALAM, 2007). Segundo Blandford; Braden; Shortle (2014) e Smith (2016) as externalidades são geradas por determinadas ações praticadas por dois ou mais agentes econômicos, causando efeitos na forma de produção e consumo a terceiros, de forma não intencional.

As reações advindas das externalidades responderão para ao meio de forma positiva, gerando benefícios ou de forma negativa, gerando custos. Citando-se como exemplo: a manutenção de áreas verdes para fins recreativos, caracterizando uma externalidade positiva e a causa de doenças pulmonares e/ou desconfortos respiratórios para moradores de áreas industriais que façam uso de queimadores, exemplificando uma externalidade negativa (BLANDFORD; BRADEN; SHORTLE, 2014).

Assim sendo, a economia do meio ambiente pregará o uso eficiente dos recursos naturais. Para tanto, as externalidades negativas deverão ser internalizadas aos custos, a fim de se atingir seu uso ótimo (MAY, 2010).

Desta forma, a economia do meio ambiente enxerga o meio ambiente como neutro e passivo, sendo seus meios voltados para mensuração das externalidades negativas, provenientes das atividades econômicas. Possuindo como objetivo principal o bem-estar dos indivíduos inseridos neste sistema ambiental.

A economia do meio ambiente assume que os fatores básicos para a função de produção (Y) são: o capital humano (K), o trabalho (L) e os recursos naturais (R), expressos na Equação 1 a seguir:

$$Y = f(K, L, R) \quad (1)$$

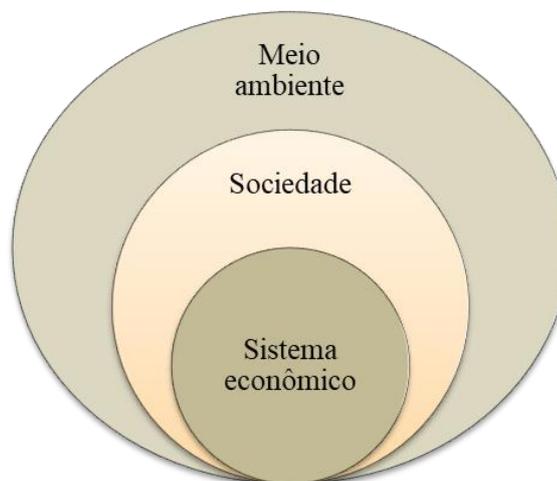
A variável R foi suprimida da Equação 1, em certo tempo, tendo amparo no fato de os recursos naturais serem fornecidos gratuitamente aos sistemas, caso contrário dos outros dois fatores – trabalho e capital humano. Somente em 1970 a economia do meio ambiente reconheceu a não nulidade de R, reinserindo-os em seus cálculos desde então (MAY, 2010).

3.3 Economia ecológica

A vertente denominada por economia ecológica, surge em meados do século XX, questionando, por sua vez, os ideais propostos pela visão neoclássica da economia (MARTINEZ-ALIER, 2015). Assim, esta ciência visa englobar as deficiências provenientes das análises da economia do meio ambiente, assumindo uma visão sistêmica sobre a relação do meio ambiente e as atividades econômicas.

Utilizando de uma análise multidisciplinar, a economia ecológica mostra que a economia é somente um subsistema de um todo ainda maior, o ecossistema (Figura 6). Assumindo o fato de a economia trocar matéria, energia e resíduos entre as esferas nas quais está envolvida (MARTINEZ-ALIER, 2015).

Figura 6- Interações dos sistemas.



Fonte: Adaptado Martinez-Alier, 2015.

Os economistas ecológicos, a fim de evitar uma abordagem simplificada com relação ao meio ambiente, tendem a inserir em seus modelos as questões ambientais como um todo, indo na contramão do pregado nos ideais neoclássicos (VENKATACHALAM, 2007). Firmada no pluralismo metodológico, partindo do pressuposto que a economia não pode existir sem as instituições sociais, bem como os serviços ecossistêmicos (MARTINEZ-ALIER, 2015).

Para explicitar com detalhes a relação economia – meio ambiente, a economia ecológica aborda conceitos termodinâmicos (FRITZ SOLLNER, 1997). Assumindo a economia como um sistema dissipativo aberto, configurado para realizar trocas de energia e matéria com o meio ambiente (MAY, 2010).

A termodinâmica, por meio dos postulados físicos, tenta esclarecer as formas com as quais os sistemas trocam calor e energia (MAY, 2010). Partindo-se de duas leis principais, pontuadas a seguir, de acordo com (ATKINS; JONES, 2014):

- 1ª lei da termodinâmica ou lei da conservação da energia: afirma que a energia não é criada e nem perdida, esta somente sofre transformações. Considerando o universo como um sistema isolado, onde energia e calor não são trocados com o meio, mantendo-se, esta primeira variável constante em todo processo;
- 2ª lei da termodinâmica ou lei da entropia: faz menção a entropia produzida pelos sistemas, denotada como a energia dissipada ou perdida com relação ao total desta entrada nos sistemas. Esta entropia, torna-se indisponível para a realização de trabalho, sendo assim, a qualidade da energia disponível em sistemas isolados como o universo tem tendência a se degradar.

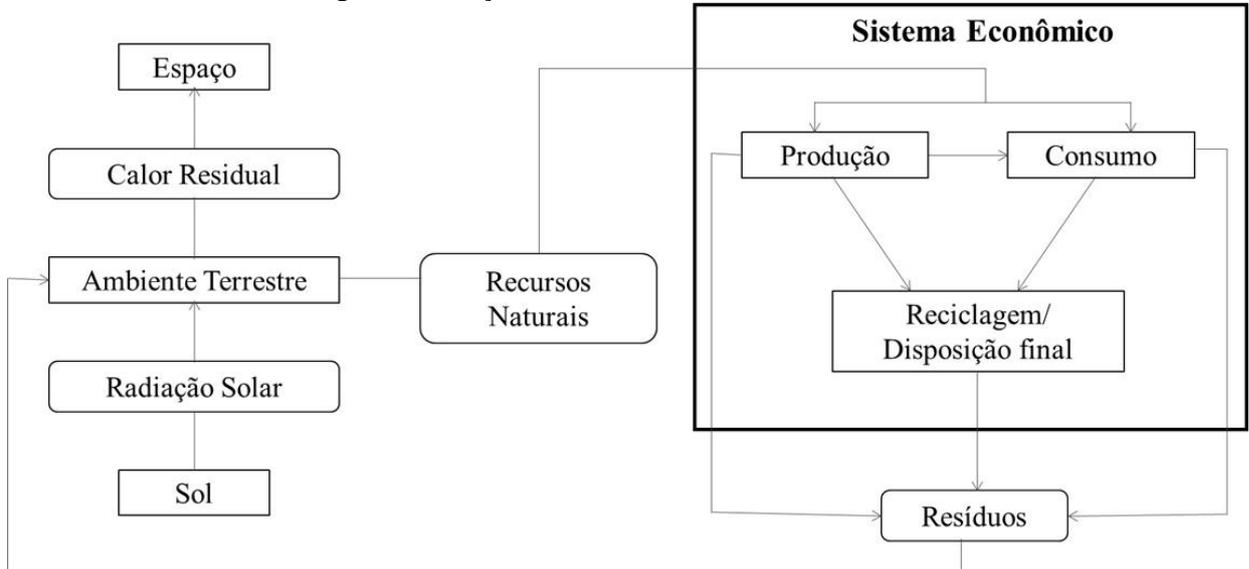
O meio ambiente fornece os insumos básicos para a produção de bens, estes são consumidos, resultando, em seu fim, em resíduos. Possuindo dois caminhos distintos a percorrer: a reciclagem ou a sua exportação para o meio na forma de destinação final em solo (Figura 7).

A destinação final ao uso destes recursos deve, preferencialmente, seguir a hierarquia proposta pelos três *R's* – redução, reutilização e reciclagem (BRIGHT; LOHMANN; MORRISON, 2002). Desta forma, as três diretrizes consistem em: redução ou eliminação da geração de resíduos; reutilização do bem de consumo até seu nível máximo e reciclagem dos resíduos para que retornem a cadeia produtiva.

Caso os produtos provenientes da produção e consumo retornem ao meio ambiente, como resíduos, parte de toda energia empregada nos sistemas produtivos se dissipará para o

meio, na forma de calor residual, não podendo ser mais utilizada para realização de trabalho (Figura 7).

Figura 7- Relação entre meio ambiente e economia.



Fonte: Adaptado Fritz Sollner (1997).

Para a economia ecológica, somente o fluxo monetário dos sistemas econômicos, são constituídas como um ciclo fechado (FRITZ SOLLNER, 1997). Neste fluxo, circulam os salários, rendas e gastos do consumidor (Figura 4).

Há uma relação diretamente proporcional entre a escala econômica e a produção de energia e resíduos, quanto maior esta primeira, maior será a segunda (MARTINEZ-ALIER, 2015). Conseqüentemente, os ciclos naturais não conseguirão absorver ou assimilar de forma sustentável toda esta energia e resíduos.

3.4 A opção pela lógica da Economia do Meio Ambiente

A economia ecológica, ainda não propõe um mecanismo que leve em consideração toda a cadeia de eventos de atividades econômicas as quais possam atingir os recursos ambientais, trabalhando, portanto, com escalas pontuais (CAVALCANTI, 2011). Este fato demonstra a necessidade de implementação de técnicas capazes de englobar todas estas questões, tal fato demonstra que o proposto pela economia ecológica não se difere do sugerido pela economia do meio ambiente, tornando mais coerente a opção pelo segundo ideal, uma vez esta possuindo bases metodológicas mais enraizadas.

A partir do exposto, a presente pesquisa optou por utilizar as premissas ditadas pela economia do meio ambiente, assim buscando o valor dos recursos hídricos os quais não

possuem atribuição monetária. Entende-se que, por meio de modelos de mercado, o referido resultado pode ser alcançado de forma mais assertiva.

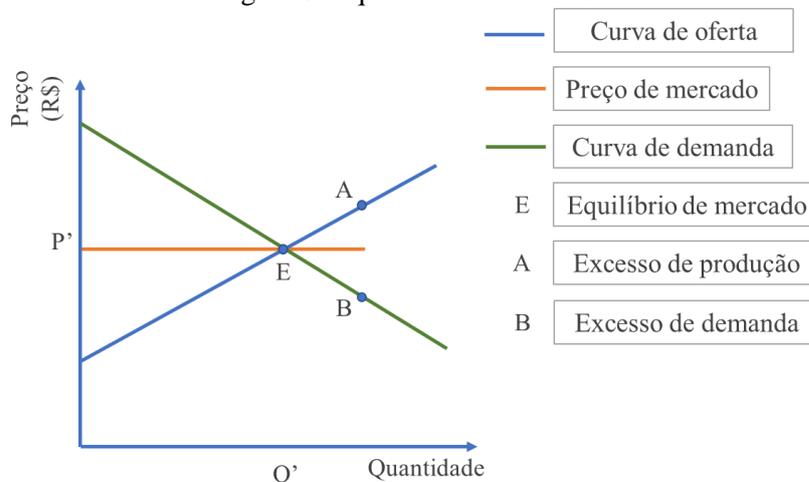
4 OS EXCEDENTES E O EQUILÍBRIO DE MERCADO

Neste capítulo, é apresentado uma síntese da definição entre os excedentes do consumidor e produtor, bem como o ponto em que estas duas funções entram em equilíbrio, em torno do preço de mercado. É por meio do excedente do produtor que será possível alcançar o valor econômico do insumo água para a unidade produtora em análise.

Mercado nada mais é que a delimitação espacial de onde ocorrem as interações entre ofertas e demanda. Em termos gerais, é o local onde os produtores vendem seus bens ou serviços e os consumidores os compram (VASCONCELLOS, 2006).

Porém, estas atividades interativas possuem um ponto de equilíbrio, entre oferta e demanda (Figura 8), caracterizada pela determinação do preço de mercado e, conseqüentemente, na delimitação das quantidades a serem produzidas. Possuindo este ponto suma importância, tendo em vista a alocação satisfatória de recursos escassos (BLANDFORD; BRADEN; SHORTLE, 2014).

Figura 8- Equilíbrio de mercado.



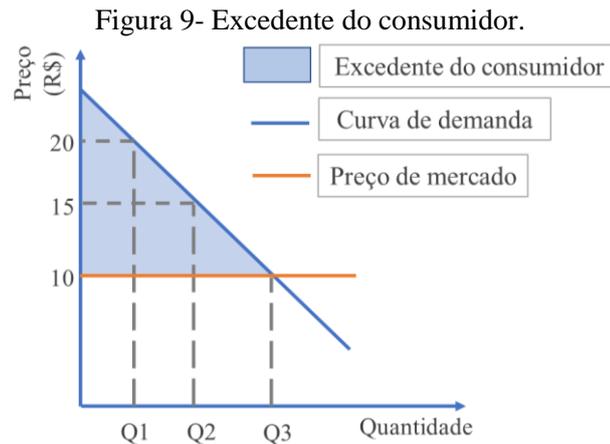
Fonte: Adaptado Vasconcellos, 2006, p. 54.

Assim, as curvas de oferta e demanda se cruzarão no preço o qual o mercado opera, definindo a quantidade ótima de bens ou serviços a serem produzidos, obtendo, com isto, o equilíbrio de mercado.

A alocação destes escassos recursos afeta diretamente o bem-estar econômico, portanto, mais uma vez, é importante frisar que o estudo deste equilíbrio de mercado se torna essencial na sustentação de economias saudáveis. Pode-se perceber o fato de os produtores e consumidores serem atores principais deste sistema, assim surgindo os conceitos de excedentes (VASCONCELLOS, 2006).

O excedente do consumidor denota o valor máximo que um indivíduo está disposto a pagar por determinado bem ou serviço. Diretamente relacionado com as preferências individuais dos usuários, o excedente do consumidor, será definido por meio dos valores atribuídos a bens ou serviços e seu real preço de mercado (VASCONCELLOS, 2006).

Para tanto, a Figura 9 exemplificará como será empregado o cálculo do excedente do consumidor:

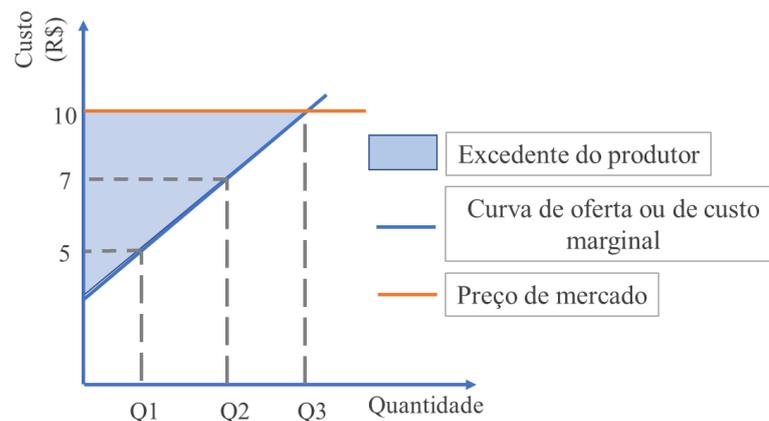


Fonte: Adaptado Vasconcellos, 2006, p. 46.

À vista disto, a curva esboçada pela máxima disponibilidade do consumidor a pagar por determinada quantidade de bens ou serviços será traduzida na demanda mercado. Logo, o excedente do consumidor é caracterizado pela área limitada superiormente pela curva da demanda e inferiormente pelo preço de mercado (VASCONCELLOS, 2006).

Sob outra perspectiva, com a relação entre custos de produção e as quantidades que os produtores estão dispostos a produzir, delinea-se o excedente do produtor. Por este lado, o excedente do produtor será delimitado pela curva da oferta, inferiormente, e pelo preço de mercado, superiormente (Figura 10).

Figura 10- Excedente do produtor.



Fonte: Adaptado Vasconcellos, 2006, p. 53.

De forma global, o excedente do produtor aferirá os benefícios gerados aos produtores ao participarem do mercado (VASCONCELLOS, 2006). Então, igualmente ao excedente do consumidor, o excedente do produtor poderá ser calculado pela área delimitada pelas fronteiras da curva de oferta e preço de mercado.

Ainda, com o auxílio da Figura 10, é permitido a verificação de que os produtores possuem um custo mínimo de produção, pois estes estão associados com seu custo fixo. Este por sua vez, é resultado dos custos dispendidos na instalação da planta produtiva e seus bens de capital (equipamentos e máquinas utilizados na produção), contemplando toda infraestrutura necessária na produção de bens ou serviços (VASCONCELLOS, 2006).

Então, a razão entre o excedente do produtor e a produção total permitirá obter o valor econômico proporcionado por cada unidade de insumo que nesta pesquisa se traduz pelo valor econômico do m^3 subtraído a BHT.

5 VALOR, PREÇO E OS RECURSOS AMBIENTAIS

Torna-se crucial no processo de valoração econômica a distinção entre valor e preço, portanto o item a seguir disponibilizará o entendimento entre estes dois componentes econômicos. Consecutivo a esta primeira distinção, serão evidenciados os valores assumidos pelos recursos ambientais frente aos seus valores de uso ou não uso.

5.1 Distinguindo valor e preço

Para Aristóteles um objeto teria dois valores, um atribuído pelas pessoas quando faziam uso do mesmo. Sendo um seu verdadeiro valor, e outro, considerado secundário, que seria aquele obtido em uma negociação (RIERA et al., 2013).

Empiristas britânicos como John Locke e David Hume, consideravam que o verdadeiro valor de um objeto estava associado ao seu custo de produção. Como o custo da produção advinha sobretudo do trabalho, “É o trabalho, portanto, que atribui a maior parte do valor [...] é a ele que devemos a maior parte de todos os produtos úteis [...].” (LOCKE, 1994, p. 108).

Adam Smith, por sua vez, desenvolvendo o raciocínio de que a riqueza de uma nação deriva da divisão social do trabalho, distinguirá, tal qual Aristóteles, dois significados para valor, às vezes designando a utilidade de um determinado objeto – valor de uso, e outras vezes o poder de compra que este objeto possui em relação a outras mercadorias – valor de troca. Usando como exemplo a água, Smith (1996, p. 85) escreve: “As coisas que tem o mais alto valor de uso frequentemente têm pouco ou nenhum valor de troca; vice-versa [...]”.

Foi o engenheiro Ítalo Frances Arsène Dupuit quem proporá um numerário ao valor de uso de um bem, quando, em um esforço por entender a importância de uma obra pública, propõe a teoria da utilidade, concluindo que a utilidade de dada mercadoria varia tanto de um indivíduo para outro quanto das circunstâncias de sua utilização. A utilidade de uma mercadoria, seu valor de uso, é quanto o indivíduo está disposto a pagar por ela diante de determinada circunstância.

Tendo por base esta interpretação, Dupuit (1849) desenvolve um modelo o qual a utilidade de uma mercadoria vai decrescendo para o indivíduo na medida em que se consome mais desta mercadoria: a satisfação obtida pelo consumo da unidade seguinte de uma mercadoria é menor em relação ao consumo da primeira unidade. Ou seja, para cada unidade a mais de um determinado bem, diminui sua disposição a pagar para obter esta unidade.

Daí resulta que, valor de troca é aquele definido pelo mercado, onde atuam forças de oferta e demanda, tendo por base os custos de produção de um bem, materializando-se na forma

do preço deste. Já o valor de uso será aquele que reflete a disposição máxima que o indivíduo estaria disposto a pagar para usufruir deste bem, independente de seu preço de mercado.

Para o propósito desta pesquisa este é o entendimento. Valor será a máxima disposição a pagar que o consumidor tem para usufruir de um dado bem, enquanto preço é o montante de dinheiro necessário para adquirir este bem no mercado.

5.2 Valor de um recurso ambiental

Os bens têm valor para os usuários na medida em que podem ser disfrutados (pelo uso ou pelo consumo). Conforme distintos autores (DIXON; SHERMAN, 1990; FAUCHEUX; NOËL, 1995; MOTTA, 1997; RIERA et al., 2005; DALY; FARLEY, 2004; VARDAKOULIAS, 2014), o uso ou consumo de um recurso ambiental pode ser decomposto na forma de sua utilização resultando em valor de uso direto, valor de uso indireto ou valor de opção (Figura 11).

À vista disto, assegura-se que aspectos relacionados aos bens e serviços provenientes da natureza, produzidos para a humanidade se apropriar ativamente de seus benefícios, possuem valor de uso. Por outro lado, existem valores dos benefícios provenientes do meio ambiente não tão tangíveis, não necessariamente possuindo valores mensuráveis em sua produção ou consumo, porém, afetam diretamente o bem-estar humano, denominados como valor de não uso.

Com isto, tem-se os valores de uso dos recursos ambientais, subdivididos em três visões, de acordo com sua forma de apropriação (MOTTA, 1997):

- **Valor de uso direto (VUD):** recursos ambientais terão VUD quando os serviços ecossistêmicos por estes prestados, forem apropriados pelos usuários atualmente, possuindo, na maior parte das vezes, preços de mercado. Tendo como exemplo: áreas de recreação/visitação, todas as formas de extração de insumos ou até mesmo seu consumo direto;
- **Valor de uso indireto (VUI):** neste caso os benefícios ecossistêmicos são derivados de suas próprias funções, como todos os tipos de manutenções de qualidade e disponibilidade de ar, água e solo ou o ecossistema como receptor de resíduos;
- **Valor de opção (VO):** é representado pelo valor da preservação do recurso ambiental para seu uso no futuro, podendo este ser de forma direta ou indireta. Podendo-se

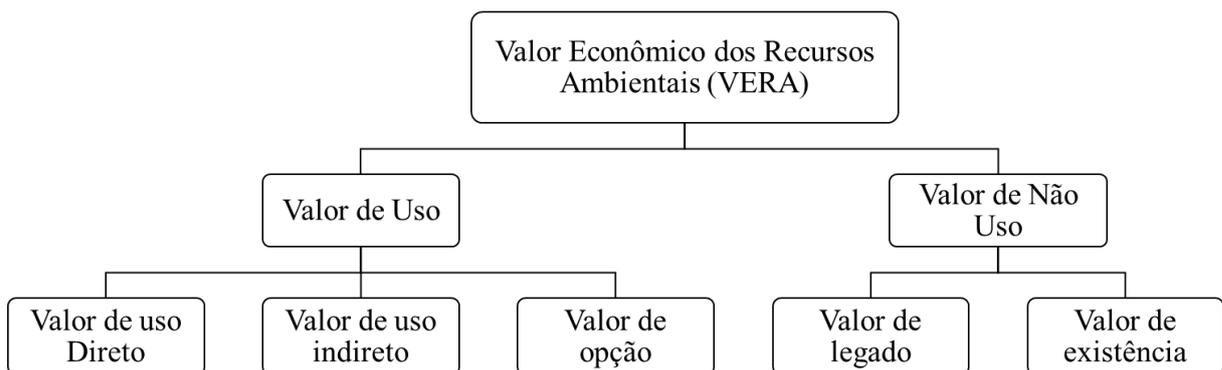
exemplificar pela preservação de rios em uma bacia hidrográfica para necessidades futuras de irrigação.

Por outro lado, recursos ambientais podem ter valores não associados com sua real apropriação, como é a situação daqueles que possuem valor de não uso ou valor passivo, sendo decompostos em (MOTTA, 1997):

- **Valor de legado (VL):** valor intrínseco aos recursos ambientais, atribuído somente a sua existência e/ou preservação, mesmo nunca havendo sua devida apropriação – usando-o ou visitando-o. Como é o caso de a sociedade auxiliar financeiramente agências mantedoras de espécies ameaçadas de extinção, mesmo sem receber benefícios desta atividade;
- **Valor de existência (VE):** para o valor de existência, os recursos ambientais, serão apenas mantidos para gerações futuras.

O valor econômico de um recurso ambiental será obtido pela agregação de seus valores de uso e valores de não uso, em consequência disto, é possível configurar, à determinado ecossistema, um Valor econômico dos recursos ambientais (VERA). A Figura 11, pontua os distintos valores de acordo com os usos dos recursos ambientais para a obtenção do valor total de um dado recurso ambiental.

Figura 11- Valor Econômico dos Recursos Ambientais.



Fonte: Adaptado Motta (1997); Vardakoulis (2014).

Assim, o VERA (Equação 2) será resultado da soma do valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU):

$$\text{VERA} = \text{VU} + \text{VNU} \quad (2)$$

Porém, nota-se que o VU é composto pelo VUD, VUI e VO e o VNU é formado pelo VL e VE. Desta forma é compatível a reescrita da Equação 2 em um novo formato (Equação 3):

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + (\text{VL} + \text{VE}) \quad (3)$$

Isto exposto, torna-se possível afirmar que os recursos, ambientais ou não, possuem diferentes valores relacionados aos seus diversos usos, tendo em vista o fato de cada indivíduo conferir valores distintos aos recursos, sempre em consonância com sua forma de utilização. Assim, seu valor possuirá variação diretamente proporcional a atribuição de importância por seu usuário.

6 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

Com o intuito da obtenção dos valores econômicos ambientais dos recursos naturais, torna-se necessário o emprego de metodologias disponíveis na literatura. Portanto, no atual capítulo são pontuados os principais métodos empregados na captura do valor destes recursos, distinguindo-os pela sua forma e tipo de obtenção dos dados.

Os métodos de valoração econômica ambiental fazem parte de uma estrutura da microeconomia do bem-estar. Sendo necessários na determinação dos custos e benefícios sociais quando as decisões de investimentos públicos comprometem o consumo da população e o seu nível de satisfação (MOTTA, 2006).

Não é trivial transformar dados ambientais em dados econômicos com a intensão de permitir o cálculo dos valores atribuídos a estes atribuídos (MOTTA, 2006). Dessa forma, há necessidade de ferramentas práticas, como relata Tafuri (2008) ,para a determinação do valor de áreas naturais, considerando que funções ambientais são determinadas pela capacidade do meio ambiente de fornecer bens e serviços capazes de satisfazerem as necessidades humanas.

Os métodos de valoração econômica ambiental, possuem distintas taxonomias em diferentes visões de diversos autores, com isto não há uma classificação totalmente aceita. As formas mais usuais encontradas nas publicações são formadas por uma classificação a qual considera a forma com que os dados são obtidos e os separa em métodos diretos e indiretos, pontuados a seguir (RIERA et al, 2005):

- **Métodos diretos:** ou de preferência declarada associado a obtenção da predileção dos agentes econômicos foco do estudo, por meio de consulta direta a eles;
- **Métodos indiretos:** ou de preferência revelada, com base referencial aos preços observáveis no mercado de bens.

Tendo em vista o tipo de obtenção dos dados, os métodos de valoração econômica ambiental dos recursos naturais poderão ser analisados sob a ótica da oferta e demanda. Sendo pontuados em quanto os usuários estariam dispostos a pagar pelos serviços ambientais prestados pelos recursos ambientais – ótica da demanda/ função de demanda; ou o custo destes recursos quando considerados como insumo de produção de outros bens ou serviços – ótica da oferta/ função de produção:

- **Métodos de função de produção:** baseados na forma de utilização dos recursos ambientais, mesurando os recursos ambientais pela sua contribuição como insumo na produção de outros bens ou serviços;
- **Métodos de função de demanda:** baseados na disposição do indivíduo a pagar ou aceitar, por meio de variações em sua disponibilidade e/ou qualidade do bem ambiental.

Os métodos de função de produção se subdividirão em: método da produtividade marginal e métodos de mercado de bens substitutos, este último captado pelos custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade.

Já os métodos de função de demanda são distinguidos em: método da valoração contingente e métodos de mercado de bens complementares, por meio de preços hedônicos e custo de viagem.

A escolha metodológica do método a ser utilizado, dependerá do valor econômico que o recurso ambiental receberá. Logo, é primordial se pontuar qual valor econômico estará agregado ao uso deste recurso.

Com intuito de se definir a metodologia mais indicada a ser utilizada por uso do recurso ambiental, a Tabela 4 é pontuada:

Tabela 4- Tipos de valores captados pelos Métodos Econômicos de Valoração.

MÉTODOS DE FUNÇÃO DE PRODUÇÃO		VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS				
		VU			VNU	
		VUD	VUI	VO	VE	VL
Método da produtividade marginal						
Métodos de mercado de bens substitutos	Custo reposição					
	Custo de evitados					
	Custo de controle					
Método do custo de oportunidade						
MÉTODOS DE FUNÇÃO DE DEMANDA		VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS				
		VU			VNU	
		VUD	VUI	VO	VE	VL
Métodos de mercado para bens complementares	Custos de viagem					
	Preços hedônicos					
Método da valoração contingente						

Fonte: Adaptado Maia, Romeiro, Reydon (2004)

Portanto, com o auxílio da Tabela 4, pode-se definir a metodologia de valoração econômica ambiental mais indicada a partir do tipo uso do recurso ambiental. Ainda é importante ressaltar o fato de não haver a eficiência comprovada da utilização de uma

metodologia específica em detrimento a outra, a escolha correta deve ainda levar em consideração: o objetivo da valoração e as informações disponíveis.

6.1 Métodos de função de produção

Os métodos de função de produção medem o valor dos recursos ambientais, a partir de sua contribuição como insumos produtivos ou fatores de produção para novos bens ou serviços.

Para tanto, os métodos de função de produção, pretendem medir o quanto as variações entre recursos ambientais e insumos privados podem afetar no nível de produção, conseqüentemente afetando no lucro dos produtores. Com este fim, pode ser pontuada a Equação 4:

$$q = f(X, R) \quad (4)$$

Onde:

X – Insumos privados;

R – Recursos ambientais;

q – Bens ou serviços produzidos.

Segundo Motta (2006), por meio da Equação 4, pode ser aferido o lucro ou receita líquida do produtor com base em alterações na disponibilidade de recursos ambientais e insumos privados. Mensurando qual impacto do uso dos recursos naturais em determinadas atividades econômicas (MOTTA, 1997).

Este lucro ou receita líquida será traduzida no chamado excedente do produtor (Figura 9). A partir disto, os métodos de função de produção se propõem a estimar o quanto uma variação no montante de recursos ambientais afetará na quantidade final produzida, o que pode ser traduzido nas perdas dos processos (MOTTA, 2006).

Os métodos de função de produção, ainda, partem do pressuposto de que os produtores irão ajustar o uso dos recursos ambientais na forma de insumo a fim de maximizar seus lucros. Assim, para se captar os valores dos recursos ambientais por este referido método, será necessário a escolha das seguintes metodologias: método da produtividade marginal e métodos de mercado de bens substitutos.

6.1.1 Método da produtividade marginal

O método de produtividade marginal tem por função averiguar as relações existentes entre os sistemas produtivos e as variações quanti-qualitativas na provisão de recursos naturais, a fim de definir seu valor. Para tanto, delimita as funções de dano dos recursos ambientais ou as funções dose-resposta (MOTTA, 1997).

As funções de dano ambiental ou funções dose-resposta, segundo Hufschmidt et al (1983), definirão como a alteração ambiental pode afetar os custos de produção, em consequência de mudanças produtivas. Estas relações podem ser mensuradas por meio da Equação 5 (MOTTA, 1997):

$$R = DR (x_1, x_2 \dots, Q) \quad (5)$$

Onde:

R – Recursos ambientais;

DR – Função dose-resposta;

x_i – Variáveis que afetam a disponibilidade do recurso ambiental;

Q – Nível do estoque ou qualidade do recurso ambiental.

Portanto:

$$DR = \frac{\partial R}{\partial Q} \quad (6)$$

A partir da análise da Equação 6, é revelado o fato do método dose-resposta, calcular o quanto a produção de um bem ou serviço é afetado dado uma variação dos recursos ambientais. Com isto, afetando diretamente seu lucro ou receita líquida.

6.1.2 Métodos de mercado de bens substitutos

A metodologia proposta pelos métodos de mercado de bens substitutos, proporá o encontro de substitutos aos recursos ambientais, estes potenciais causadores de redução nos lucros. Estes bens substitutos são caracterizados como substitutos perfeitos (MOTTA, 2006).

Bens substitutos perfeitos, são assim denominados por terem a capacidade de suprir as necessidades da produção sem acarretar no declínio do bem-estar socioeconômico (MOTTA, 2006).

Tomando por base os conceitos de bens substitutos perfeitos, a Equação 4 pode ser reestruturada da seguinte maneira (Equação 7):

$$q = f(X, R+S) \quad (7)$$

Deste jeito, S se configuraria como um bem substituto perfeito, tendo em vista uma redução na quantidade de R, compensando-se, de certa forma, as perdas nos processos produtivos. Conseqüentemente, o valor do recurso ambiental será computado por meio do substituto perfeito (S) encontrado no mercado.

Por via do método de mercado de bens substitutos, pode-se valorar recursos ambientais sem quaisquer preços de mercado ou curvas de função de produção que o definam. Deste método maior, derivam-se outros três, postulados em suas afirmações, assim descritos:

- Método de custo de reposição: o método de custos de reposição evidenciará o custo decorrente da depreciação do recurso ambiental, expondo os gastos relativos à sua reposição ou recuperação (MOTTA, 2006; MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004);
- Método de custo evitados: por sua vez, o método de custos evitados, representará os custos com supostas atividades que tornarão o recurso ambiental disponível, garantindo sua qualidade (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004);
- Método de custo de controle: por fim, o método dos custos controle, estimará os custos decorrentes de processos relativos a manutenção em quantidade e qualidade de um recurso ambiental, garantindo seus serviços a sociedade (MOTTA, 2006; MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

6.1.3 Método do custo de oportunidade

O método do custo de oportunidade, por outro lado, exprimi os valores de um recurso ambiental pela sua não utilização (MOTTA, 2006). Possuindo como métrica que a sua manutenção por meio do seu não aproveitamento acarretará em custos, tanto no âmbito social, quanto no econômico (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

Portanto, este método se baseia no fato de que toda preservação implicará numa perda monetária (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004). Sendo, o valor do recurso ambiental obtido no formato da supressão todas as potenciais atividades econômicas as quais poderiam ser desenvolvidas na área em questão (MOTTA, 2006).

6.2 Métodos de função de demanda

Os métodos de função de demanda partem dos pressupostos entre as relações de agentes econômicos frente a alterações incorridas aos recursos ambientais. Para tanto, buscam-se as disposições a pagar (DAP) ou disposições a aceitar (DAA) dos usuários perante a variações na disponibilidade daquele recurso (MOTTA, 1997).

Assim, os métodos de função de demanda, aferirão o nível de bem-estar dos usuários ao fazerem uso dos recursos ambientais, posto a uma variação em sua quantidade, ou seja, por meio da medida de seu excesso de satisfação (MOTTA, 1997). Este excesso de satisfação será traduzido no excedente do consumidor (Figura 8).

Desta forma, os métodos de função de demanda enxergam os valores dos recursos ambientais sob a ótica da demanda, ou seja, pela visão dos consumidores. Para tal, delineando-se a função de demanda estimada para o recurso.

Tendo em mente toda esta estruturação teórica proposta pelo método, derivam-se os métodos de mercado para bens complementares e o método da valoração contingente.

6.2.1 Métodos de mercado para bens complementares

Os métodos para bens complementares se baseiam na teoria de bens perfeitamente complementares, estes caracterizados como bens de consumo constante entre si (MOTTA, 1997). Em outros termos, são definidos como bens em que há necessidade de serem utilizados em concomitância, a fim de se garantir as necessidades dos usuários (MOTTA, 2006).

Por intermédio de uma função de utilidade (Equação 8), o valor dos recursos ambientais poderá ser estimado por:

$$U = f(R, Y) \quad (8)$$

Sendo, R os recursos ambientais isentos de valores de mercado e Y os bens complementares àqueles, descrito como um vetor de quantidades de bens privados. Portanto, R terá influência total na demanda de Y, logo, estimando-se o uso de Y será obtido o valor econômico de R (MOTTA, 2006).

Para que o valor dos recursos ambientais seja alcançado por métodos de mercado para bens complementares, pode-se recorrer aos artifícios do custo de viagem ou preços hedônicos.

6.2.1.1 Método do custo de viagem

Este método estimará o valor dos recursos ambientais por meio dos custos gerados pelo deslocamento que os usuários terão para a visita de um sítio natural (MOTTA, 2006). Em outras palavras, o método de custo de viagem representará os gastos gerados pela viagem propriamente em si, revelando o quanto cada usuário dispendeu para apreciar o local (MOTTA, 1997).

Isto exposto, a metodologia de coleta de dados considerará em uma pesquisa de campo, onde serão realizadas entrevistas aos visitantes do local, considerando uma amostragem aleatória. A pesquisa questionará a frequência e os gastos resultantes da visita, bem como a idade, zona residencial, renda, dentre outros aspectos econométricos dos respondentes de interesse (MOTTA, 2006).

A função de demanda construída por este método, será dada pelo número de visitas e pelos gastos com a viagem (MOTTA, 1997). Assim sendo, haverá uma tendência a usuários que residirem mais próximos aos sítios ambientais em questão o visitarem com mais frequência, por outro lado, os que possuírem moradias mais distantes tenderão a visitá-lo com menor frequência (MOTTA, 2006).

6.2.1.2 Método dos preços hedônicos

O método dos preços hedônicos estimará o valor dos recursos ambientais em detrimento a bens perfeitamente complementares, os quais possuam variações em seu preço por conta de atributos ambientais externos a estes relacionados (MOTTA, 2006). Trazendo um exemplo real, o valor dos recursos ambientais será estimado pela variação dos preços de propriedades privadas situadas frente ao mar, frente àquelas que não estão.

Então, a função hedônica será composta pelo preço da propriedade em conjunto com as seguintes variáveis (Equação 9):

$$P_i = f(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, R_i) \quad (9)$$

Com isto, a função hedônica (MOTTA, 2006), representada pela Equação 9, será composta pela variação de atributos da propriedade (a_i) em conjunto com o nível do bem ou serviço ambiental (R).

6.2.2 Método de valoração contingente

Por fim, o método da valoração contingente (MVC) terá por finalidade traduzir a medida do bem-estar dos usuários com relação a variações, em quantidade e/ou qualidade, de bens ambientais (MOTTA, 1997). Assim, por meio desta relação os valores dos recursos ambientais serão obtidos pelo MVC.

Para tanto, o MVC fará uso de dois artifícios para se coletar as relações entre indivíduos, seu bem-estar e os recursos ambientais. Aqueles caracterizados, por parte dos usuários, por sua: disposição a pagar (DAP) por determinado aumento na qualidade ambiental ou disposição a aceitar (DAA) como forma de ressarcimento na depreciação da qualidade ambiental (MOTTA, 2006).

O MVC por intermédio de pesquisas de campo, criará cenários ambientais próximo a realidade, indagando a DAA ou DAP dos usuários, para tanto, simula-se uma espécie de mercado para o bem ambiental (MOTTA, 2006). Logo, a função traçada pelo MVC é (Equação 10):

$$\text{DAP ou DAA} = f(Q_{ij}, Z_i, S_i, E_j) \quad (10)$$

Pela Equação 10, caracterizam-se: o número de visitas ao sítio ambiental (Q_{ij}), os parâmetros da qualidade ambiental (E_j), e as variáveis associados aos usuários: a renda (Z_i) e os fatores sociais (S_i).

Com o banco de dados resultante dos questionários, extraem-se as médias ou medianas dos valores referentes a DAA ou DAP. Então, os valores médios ou medianos, são multiplicados pelo total da população residente do local em análise, para finalmente se obter o valor econômico do recurso ambiental.

7 VALORAÇÃO ECONÔMICA DE RECURSOS HÍDRICOS

Com o propósito de explicitar a forma da valoração econômica ambiental de recursos hídricos, este capítulo descreve os principais tipos de usos destes, relacionando-os com os procedimentos mais coerentes para capturar o seu valor.

7.1 Atributos de valoração dos recursos hídricos

Assim como os demais recursos ambientais, os recursos hídricos possuem valores intrínsecos aos benefícios gerados por estes, os quais estão estritamente relacionados ao seu tipo de uso. Isto exposto, afirma-se a necessidade de se pontuar os principais usos aos recursos hídricos, separando-os em valores de uso e não uso (Tabela 5).

Tabela 5- Valores de uso e não uso dos recursos hídricos.

Valor de uso		
Valor de uso direto	Valor de uso indireto	Valor de opção
Irrigação para agricultura	Retenção de nutrientes	Potenciais usos futuros de forma direta ou indireta
Abastecimento doméstico e urbano	Sistema de autodepuração	Futuros valores de biodiversidade
Geração de energia	Receptor de efluentes	
Transporte e navegação	Controle e proteção a inundações	
Recreação	Suporte externo aos ecossistemas	
Amenização paisagística	Estabilização do microclima	
	Redução do aquecimento global	
	Controle da erosão de solos	
Valor de não uso		
Manutenção da biodiversidade		
Herança cultural		
Valores altruístas, de legado e existência		

Fonte: Adaptado Birol; Karousakis; Koundouri (2006); Koundouri et al. (2016)

7.2 Definindo o método de valoração econômica

A definição do valor de uso dos recursos hídricos é etapa crucial para a delimitação da metodologia apropriada para captação dos valores do mesmo. Para tanto a Tabela 6 será instrumento de base para esta correta definição:

Tabela 6- Tipos de valores dos recursos hídricos captados pelos Métodos de Valoração Econômica³.

Valor Econômico dos Recursos Ambientais	Método de Valoração Econômica³
Valor de uso direto	
Irrigação para agricultura	MPM, MCR, MBS
Abastecimento doméstico e industrial	MPM, MCR, MBS
Geração de energia	MBS
Transporte e navegação	MBS
Recreação	MPH, MCV, MVC
Amenização paisagística	MPH, MCV, MVC
Proteção contra incêndios florestais	MBS
Valor de uso indireto	
Retenção de nutrientes	MCR
Sistema de autodepuração	MCR
Receptor de efluentes	MCR
Controle e proteção a inundações	MCR, MBS
Suporte externo aos ecossistemas	MCR, MPM
Estabilização do microclima	MPM
Redução do aquecimento global	MCR
Controle da erosão de solos	MPM, MCR
Valor de opção	
Potenciais usos futuros de forma direta ou indireta	MVC
Futuros valores de biodiversidade	MVC
Valor de não uso	
Manutenção da biodiversidade	MVC
Herança cultural	MVC
Valores altruístas, de legado e existência	MVC

Fonte: Adaptado Birol; Karousakis; Koundouri (2006).

A partir do explanado, para se tornar possível a valoração econômica dos recursos hídricos, é necessário que se defina a qual uso ou não uso deste está se querendo valorar.

³ As siglas se referem aos seguintes métodos: MPM- Método da Produtividade Marginal, MBS- Método de Mercado de Bens Substitutos, MCV- Método do Custo de Viagem, MPH- Método de Preços Hedônicos, MVC- Método da Valoração Contingente e MCR- Método dos Custos de Reposição.

Somente com isto, poderão ser determinadas as metodologias de valoração econômica serão mais indicadas na captação de seus valores.

O objetivo desta pesquisa é o de obter o valor econômico dos recursos hídricos da BHT utilizados como insumo na produção de água portátil, o que se traduz pela captura do valor de uso direto deste recurso. O MBS não se mostra adequado no fornecimento dos dados necessários que permitam esta valoração, tendo em vista, a falta de um substituto que permita um cálculo comparativo.

Também o MCR é incapaz de capturar o valor econômico dos recursos hídricos utilizados como insumo, pois sua proposta é a de avaliar os gastos que seriam necessários para recompor a capacidade de utilização deste recurso, o que não é o propósito aqui.

Desta forma, o MPM é o único que trata o recurso hídrico como um fator de produção e capaz de mensurar o impacto no sistema produtivo dado uma variação marginal na provisão deste insumo, e a partir desta estimar o valor econômico de uso deste recurso.

8 CARACTERIZANDO A CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA

Os parâmetros de custo utilizados para o cálculo do excedente do produtor levaram em consideração os dados da companhia de saneamento que tem a outorga para a exploração dos recursos hídricos da BHT. A partir destes dados se tornou possível chegar a curva de função de produção e por consequência a curva de oferta da empresa e mais tarde utilizada para o cálculo do excedente do produtor. Esta seção é dedicada a situar o leitor acerca das características operacionais desta empresa.

O serviço de abastecimento público engloba o fornecimento de água potável para os sistemas urbanos, rurais e comércio e serviço. Para a BHT, a companhia de saneamento responsável por este setor opera em 40 de seus 49 municípios constituintes, desta forma o serviço de abastecimento de água aos 9 municípios restantes é resultado de um esforço de suas prefeituras (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; GOVERNO DO ESTADO; COBRAPE, 2017).

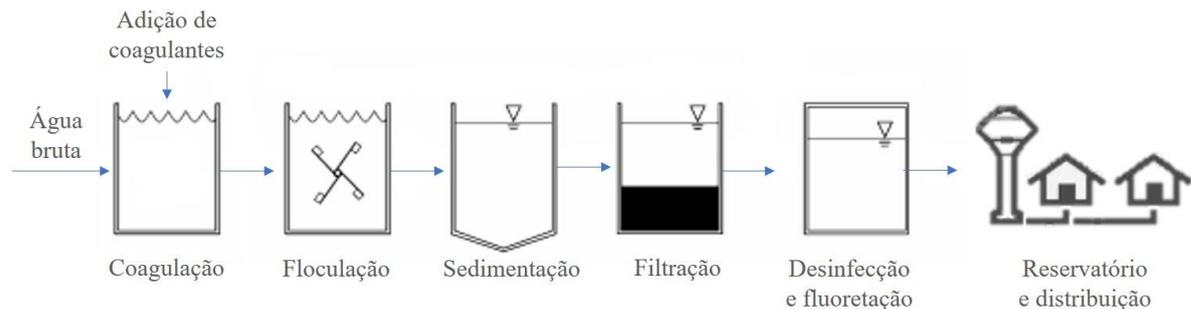
Para que se garanta a qualidade da água entregue aos setores demandantes, a companhia de saneamento conta com plantas produtivas equipadas com sistemas de tratamentos convencionas. Um sistema convencional de tratamento de água conta com as seguintes etapas (STACKELBERG et al., 2004):

- Captação: o processo de tratamento de água começa com a sua captação em mananciais de interesse;
- Coagulação: consecutivamente, a esta água são adicionados produtos químicos coagulantes para que as partículas em suspensão sejam retiradas;
- Floculação: a água então é transferida para outro tanque, então por meio de uma movimentação mecânica, as partículas sólidas ganham formato de flóculos;
- Decantação: após a floculação, a água é novamente transferida de tanque, onde permanecerá em repouso para que por meio da gravidade os flóculos decantem;
- Filtração: ainda, esta água passará por sistemas de filtragem, contando com o auxílio do carvão antracito na eliminação das partículas restantes;
- Desinfecção e fluoretação: a fim de se evitar a contaminação na distribuição, a água receberá cloro e flúor, ainda este último componente auxilia na saúde bucal dos consumidores;
- Reservatório: o montante, de água, resultante do processo de tratamento é estocada;
- Distribuição: dos reservatórios a água chega até a torneira dos consumidores.

De algumas etapas deste processo de tratamento ocorre a geração do lodo, o qual deve ser retirado e devidamente tratado antes de sua disposição final. As etapas geradoras de lodo neste segmento de tratamento são: a decantação e filtração.

A Figura 12 elucida como se dá a planta de uma unidade de tratamento de água de forma convencional, denominada estação de tratamento de água (ETA).

Figura 12- Esquematização ETA convencional.



Fonte: Adaptado Stackelberg, et al. (2004).

A norma NBR 12216 NB 592 trata sobre as especificações técnicas necessárias em um projeto de ETA, assim pontuando significados e definições particulares a ETA, onde:

- Capacidade nominal: trata-se dos resultados de vazão para que a ETA foi projetada, em condições normais de funcionamento;
- Capacidade máxima: trata-se da máxima vazão que a planta da ETA pode produzir, tendo em vista a manutenção dos padrões de potabilidade do efluente resultante.

9 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O atual capítulo explicitará os procedimentos metodológicos utilizados, tornando-se possível o andamento da referida pesquisa. Para tal, delimitou-se a tipificação da pesquisa, em seguida foram explorados e executados os procedimentos metodológicos com intuito da obtenção do valor dos recursos hídricos como insumo produtivo para o abastecimento público da BHT.

9.1 Tipificação da pesquisa

Esta seção está voltada a precisar a taxonomia desta investigação sob os aspectos de sua natureza, forma de abordagem do problema proposto, seus fins, seus meios e o método empregado.

Esta pesquisa quanto a sua natureza é de caráter aplicado, sendo assim, o pesquisador é movido pela necessidade de conhecer para a aplicação rápida dos resultados, contribuindo para fins práticos (BARROS; LEHFELD, 2007; VERGARA, 1991).

Quanto a forma de abordagem do problema, esta pesquisa se caracteriza por utilizar procedimentos quantitativos, pois se deseja traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, recorrendo a ferramentas estatísticas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; SANTOS, 2004).

Do ponto de vista de seus objetivos, como aborda Gil (2002), é uma pesquisa de cunho descritivo voltada a retratar determinado fenômeno e estabelecer relação entre variáveis.

Quanto aos meios de investigação, considerando que se trata de pesquisar uma bacia hidrográfica sob a ótica de seu valor econômico, valendo-se de informações coletadas junto a empresas que se utilizam da água como insumo produtivo, esta pesquisa se caracteriza como uma pesquisa de campo, como propõe Vergara (2004, p. 47), que a define como a “[...] investigação empírica, realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo.

9.2 A prática do método de função de produção

Para se tornar mensurável o valor econômico do potencial dos recursos hídricos na BHT, como insumos de produção, para o uso direto sob a forma de abastecimento público, abriu-se

mão do método de produtividade marginal. Este, por sua vez, englobado pelos métodos de função de produção.

É de fundamental importância ressaltar o fato de a presente pesquisa trazer à tona o VUD dos recursos hídricos da BHT, utilizados sob a forma de insumo na produção de água potável para o abastecimento público. Portanto, neste estudo é exposto exclusivamente um componente do VERA, sendo necessário o envolvimento de outras pesquisas para compor as demais variáveis deste cálculo.

Isto posto, foi necessário o estabelecimento de alguns passos metodológicos para que o resultado fosse alcançado, estes assim pontuados (Tabela 7):

Tabela 7 - Passos metodológicos executados.

Etapa 1	1- Definir o serviço ecossistêmico a ser valorado; 2- Definir seu valor de uso; 3- Delimitar a metodologia de valoração apropriada.
Etapa 2	1- Método da Produtividade Marginal: a. Delimitar a função de produção; b. Delimitar a curva de oferta; c. Calcular o excedente do produtor. 2- Buscar as disponibilidades hídricas na BHT.
Etapa 3	1- Calcular o valor econômico dos recursos hídricos na BHT sob a ótica de insumo na produção de água potável.

Logo, nos capítulos subsequentes serão descritas as etapas metodológicas, bem como cada um dos passos de forma detalhada, os quais foram empregados na formação dos resultados.

9.2.1 Etapa 1

A Etapa 1 consistiu, de forma geral, na busca pelo bem a ser valorado e nas delimitações das metodologias a serem empregadas, detalhadas a seguir:

1- Definir o serviço ecossistêmico a ser valorado:

O serviço ecossistêmico a ser valorado foi definido por meio da análise da Tabela 2, decidindo-se por um dos usos o qual demanda maiores quantidades de água na BHT;

2- Definir seu valor de uso:

Uma vez definido o tipo de serviço ecossistêmico a ser valorado, a Tabela 5 pode dar suporte na definição de qual valor de uso que o mesmo possui;

3- Delimitar a metodologia de valoração apropriada:

Por ter como base a busca por respostas do valor dos recursos hídricos na BHT como insumos produtivos, sob a ótica dos produtores, a pesquisa foi levada pelos caminhos ditados pelos métodos de função de produção. Sendo assim, a Tabela 6 serviu como parâmetro para a definição do melhor método para se captar tais valores.

9.2.2 Etapa 2

A Etapa 2 foi representada pela busca do conjunto de dados pertinentes a companhia de saneamento do setor em análise, em concomitância com a delimitação das curvas de sua função de produção, curva de oferta e cálculo do excedente do produtor.

Com esta finalidade, foram executados os seguintes passos:

1- Método da Produtividade Marginal:

Com o intuito de se obter o valor dos serviços ecossistêmicos prestados pelos recursos hídricos como insumo na produção de água potável na BHT, fez-se necessária a busca de dados junto ao setor responsável por sua exploração. Para tanto, utilizaram-se duas linhas de investigação, determinadas por:

- Métodos diretos de coleta: foi aplicado um questionário aos responsáveis pelo setor econômico da ETA, alimentadora das cidades de Londrina e Cambé, com perguntas referentes as capacidades de produção da planta. Para que os dados provenientes do método de coleta indireto pudessem ser complementados (ANEXO A).
- Métodos indiretos de coleta: fez-se utilização de relatórios, fornecidos pela companhia de saneamento, com seus resultados monetários e operacionais para toda a extensão do estado do Paraná, denominados *PRESS REALEASE*⁴, de caráter virtual, disponíveis a consulta pública, contendo dados compilados por períodos anuais, agrupados de forma trimestral (ANEXO B);

Os dados acima mencionados, obtidos pelos *PRESS REALEASE*, tiveram de ser extrapolados, para se tornar possível a delimitação das posteriores funções e curvas. Assim, com o auxílio das respostas relativas ao questionário, os valores dos relatórios puderam ser expandidos.

⁴ Relatórios disponíveis em: <http://ri.sanepar.com.br/divulgacao-e-resultados/central-de-resultados#2018>

As respostas associadas ao questionário (ANEXO A), concentraram-se em indagar sobre as capacidades de fornecimento da planta produtiva de água potável. Sendo assim, buscou-se os valores referentes a: capacidade nominal de fornecimento do sistema (Cap_{nq}), capacidade máxima de fornecimento do sistema ($Cap_{máxq}$) e capacidade atual de fornecimento do sistema (Cap_{atq}).

Assim, com os dados das capacidades, foi possível encontrar a porcentagem referente a capacidade de utilização nominal da planta produtiva ($\%Cap_{nq}$), alimentadora de Londrina e Cambé. Para tanto, a partir das respostas ao entorno da $Cap_{máxq}$ (100% de utilização) e Cap_{nq} , definiu-se a $\%Cap_{nq}$ (Equação 11).

$$\%Cap_{nq} = \frac{Cap_{nq} \cdot 100\%}{Cap_{máxq}} \quad (11)$$

A partir do conhecimento acerca desta variável, parte-se para a coleta indireta, originária dos relatórios, onde foram extraídos dados de interesse, no período dos nove primeiros meses dos anos de 2017 e 2018. Sendo uma exceção o valor da produção média mensal, a qual foi obtida pelo valor médio dos nove primeiros meses de 2016, 2017 e 2018.

O motivo de não ter se utilizado o período de doze meses foi devido ao fato de a companhia de saneamento ainda não ter divulgado os dados pertinentes ao terceiro trimestre do ano de 2018.

Portanto, dos relatórios se extraíram as seguintes informações:

- Produção mensal média (em milhões de m³ de água): este número reflete a quantidade de água captada a cada mês em análise, os dados analisados são relativos aos volumes de água tratada produzidos e não a quantidade faturada, pois os dados associados a produção representam, de forma mais fiel, o montante real de água captado. Esta variável é traduzida na capacidade de fornecimento nominal do sistema (Cap_{nr});
- Formação dos custos (milhões de reais): os custos, para uma unidade de produtiva de água potável, são formados pelos seguintes fatores produtivos: pessoal (mão de obra), materiais, energia elétrica, serviço de terceiros e outros;
- Custos totais mensais (em milhões de reais): esta variável reflete o custo do tratamento da água como um todo;
- Receita operacional bruta mensal média (em milhões de reais): média dos valores da receita operacional bruta do período em análise, também traduzido no faturamento mensal.

Pontuados as informações acima, primeiramente se definiu o valor da porcentagem da capacidade de fornecimento nominal das plantas produtivas do Paraná (%Cap_{nr}), por via da extrapolação da %Cap_{nq}. Então, a %Cap_{nr}, é relacionada com o valor da produção mensal média ou Cap_{nr}.

Com suporte desta %Cap_{nr}, possibilitou-se a delimitação da capacidade máxima de utilização (Cap_{maxr} – 100%) das plantas produtivas do estado do Paraná (Equação 12):

$$\text{Cap}_{\text{maxr}} = \frac{\text{Cap}_{\text{nr}} \cdot 100\%}{\% \text{Cap}_{\text{nr}}} \quad (12)$$

Assim, com a utilização das Equações 11 e 12, foi possível a limitação dos resultados relativos %Cap_{nr} e Cap_{maxr}, que se tornaram base para a extrapolação dos demais dados contidos no ANEXO B.

Consecutivo a isto, com base nos dados originários dos relatórios, obteve-se:

- Custo médio (em reais por m³): esta variável é resultado da divisão dos custos totais mensais pela produção mensal média;
- Produtividade marginal (em reais): refletirá o quanto em reais é gasto na produção de 1 unidade a mais de produto, no caso, quanto em reais se gasta para produzir 1 m³ a mais de água;
- Receita operacional bruta por m³ de água produzido (em reais): será o resultado da divisão entre a receita operacional bruta mensal média pela produção mensal média. Este valor será utilizado como preço do m³ pago pelo consumidor;
- Lucro bruto por m³ de água produzido (em reais): lucro sobre cada m³ de água produzida e não sobre a faturada.

As informações acima apresentadas constituíram a linha da produção atual apresentada pelo ANEXO B, configurando-se como os dados originais dos *PRESS REALEASE*, ou melhor dizendo, não simulados. Assim, a partir dos resultados da produção atual, os demais dados puderam ser extrapolados, assim pontuados:

Tabela 8– Extrapolação das informações dos PRESS REALEASE.

Variável	Forma de extrapolação	Significado siglas
Produção mensal média	A partir do Cap _{nr} para o Paraná, variou-se em 2,5 até se completar os dados com uma variação de 0 a 97,5.	Cap _{nr} : capacidade nominal de fornecimento de água potável.

Porcentagem de utilização da planta	$\%Cap_x = \frac{Cap_x}{Cap_{m\acute{a}x}}$	$\%Cap_x$: porcentagem da capacidade x de fornecimento de água; Cap_x : capacidade x de fornecimento de água.
Formação dos custos de produção	Os fatores de produção fazem frente a formação dos custos nas seguintes porcentagens (C_n): 1) Pessoal: 50% 2) Materiais: 5,5% 3) Energia elétrica: 12% 4) Terceiros: 19,5% 5) Outros: 13%	C_n : custos dos fatores de produção.
Custos totais mensais	$C = \sum C_n$	C : somatório dos custos dos fatores de produção.
Custos operacionais médio por m^3	$C_m = \frac{C}{Cap_x}$	C_m : Custo médio por m^3 de água; Cap_x : capacidade x de produção.
Produtividade marginal	$P_{mx} = \frac{C_x - C_{x-1}}{Cap_x - Cap_{x-1}}$	P_{mx} : produtividade marginal de x ; C_x : custos totais da produtividade x ; C_{x-1} : custos totais da produtividade $x-1$; Cap_x : capacidade x de fornecimento de água; Cap_{x-1} : capacidade $x-1$ de fornecimento de água.
Receita operacional bruta mensal	$R_b = Cap_x \cdot P_{mx} \cdot 10^6$	R_b : receita operacional bruta mensal; Cap_x : capacidade x de fornecimento de água; P_{mx} : produtividade marginal de x ;
Lucro bruto por m^3	$L_b = P_{mx} - C_m$	L_b : lucro bruto por m^3 ; P_{mx} : produtividade marginal de x ; C_m : Custo médio por m^3 de água.

A partir da delimitação destas variáveis, tornou-se possível a extrapolação dos dados, a fim de se obter um conjunto de pontos para as delimitações das curvas e funções descritas nos próximos passos.

a. Delimitar a função de produção:

A função de produção de uma empresa demonstra, a quantidade de insumos ou *inputs* necessários na produção de determinadas quantidades de produtos ou *outputs* (VANCONCELLOS, 2006).

Em outros termos, a função de produção de uma empresa exporá a quantidade máxima de produtos que esta é capaz de produzir, baseada em quantidades determinadas de fatores produtivos (insumos) e tecnologias disponíveis. Definida por um equacionamento matemático, o qual pode ser exposta em formato gráfico (VANCONCELLOS, 2006).

A Equação 13, demonstra a equação a ser obtida para a formação da função de produção da empresa de saneamento em análise:

$$q(y) = f(N, M, E, T, K) \quad (13)$$

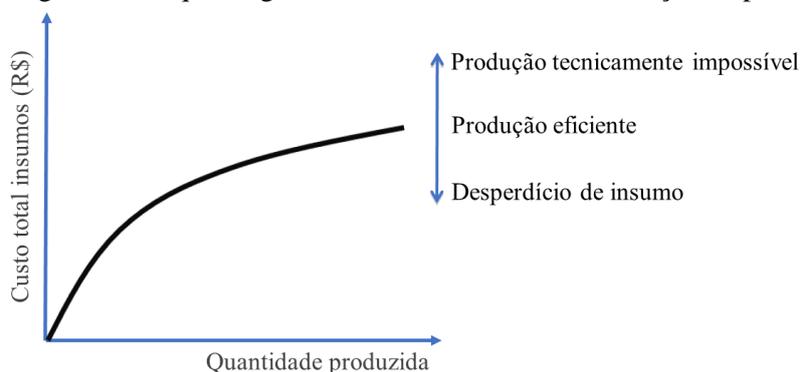
Onde, temos a quantidade produzida (q) em função da mão de obra (N), materiais (M), energia elétrica (E), serviço de terceiros (T), outros (O), denominados fatores variáveis, e os bens de capital⁵ (K).

Porém, a Equação 13 pode ser reestruturada, tendo em vista que a variável K se torna constante no processo (Equação 14):

$$q(y) = f(N, M, E, T) \quad (14)$$

A partir da Equação 14, pode-se construir o gráfico da função de produção da empresa, para tal, foi realizada uma somatória dos custos totais em milhões de reais (englobando as variáveis N, M, E, T, O) e a quantidade produzida em milhões de m^3 . A Figura 12 esquematiza, de forma geral, como se comporta a curva resultante da função de produção:

Figura 13- Esquema generalizado de uma curva de função de produção.



Fonte: Adaptado Kent; Trikalinos (2009).

A partir da função de produção de uma empresa (Figura 13), torna-se visualizável as quantidades ideais de produção, sempre se atentando a realidade de fatores de produção da instituição econômica. Sendo assim, qualquer produção acima da curva se tornará tecnicamente

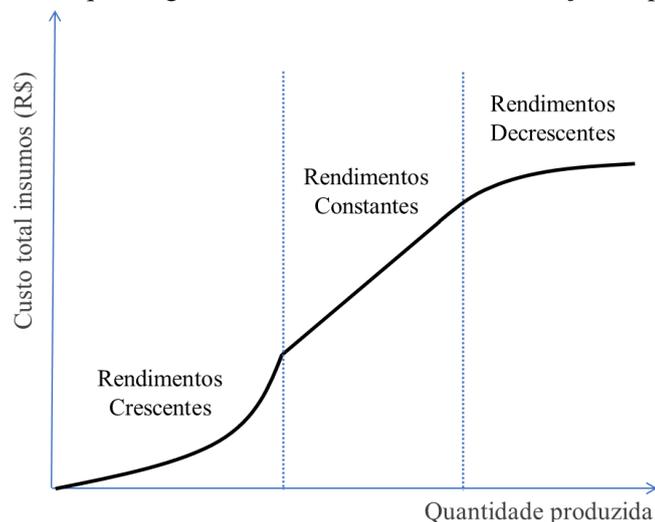
⁵ Bens de capital são caracterizados por equipamentos e máquinas utilizados em um sistema produtivo.

impossível, não havendo tecnologias e infraestrutura disponíveis para tal e níveis abaixo indicarão uma subutilização de insumos.

Ainda, a função de produção demonstrará as capacidades de produção mínima, marcada pelo ponto o qual a empresa começa a ter lucro sobre a produção e produção máxima, estipulada pelo declínio do seu lucro. Estas situações expostas, podem ser explicadas pela Lei dos Rendimentos Decrescentes.

Para a Lei dos Rendimentos Decrescentes ao se aumentar a quantidade de um fator variável, sendo mantidas as demais constantes (*Ceteris paribus*), a resposta da produção será crescente até certo nível e, após isto, apresentará caráter decrescente (SHEPHARD; FÄRE, 1974). A Figura 14 elucida sobre a faixa ideal de produção tomando por base a referida lei:

Figura 14- Esquema generalizado de uma curva de função de produção.



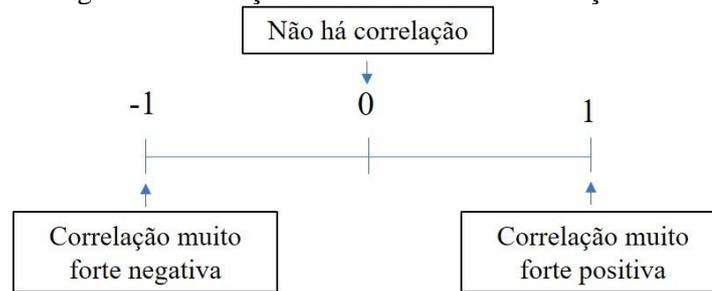
Fonte: Adaptado Kent; Trikalinos (2009).

Possuindo estes pontos em mente, partiu-se para a delimitação da equação a qual descreve a curva da função de produção da companhia de saneamento do setor em análise, para tanto houve a necessidade da utilização do *Software* estatístico *Origin 8.0*. Este por sua vez, utilizando técnicas de programação permite a idealização do melhor modelo representativo a função.

Porém, antes de ser proposto um modelo para descrever os dados, há a necessidade de se verificar a existência de evidências de que as variáveis em questão possuem alguma associação entre si. Esta verificação é feita por meio do coeficiente de correlação (R^2).

Para tanto, R^2 deve estar dentro de um intervalo específico, para que haja evidências da relação entre as variáveis em análise. Assim, este grau de relação pode variar entre (Figura 15):

Figura 15- Variação do coeficiente de correlação.



Fonte: Adaptado Rasoolimanesh, Ali, Jaafar (2018).

Caso a correlação existente seja dada por forte ou muito forte, tanto negativa quanto positiva, o modelo poderá ser estimado por meio de uma equação, uma vez este pressuposto assumido como verdadeiro (RASOOLIMANESH; ALI; JAAFAR, 2018).

No caso da presente pesquisa, o modelo de regressão polinomial mostrou maior adequabilidade a representação da função de produção. Estes modelos têm sido largamente utilizados em estudos de cunho econométrico, demonstrando alto grau de assertividade em pontuar relações entre funções de custo e produção (KEIEL; BENDER, 2018).

Os modelos de regressão polinomial assumem a seguinte forma generalizada (Equação 15):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 \dots + \beta_n X_n^n + \varepsilon_i, i= 1, \dots, n \quad (15)$$

Onde, y_i é a variável resposta, β_n é a representação dos coeficientes e ε_i é a representação dos erros aleatórios.

Para que os resultados, originários da análise de regressão, sejam confiáveis as suposições do modelo estimados devem ser validados. Com essa finalidade, é realizada a análise dos resíduos, por um conjunto de técnicas que avaliarão a adequabilidade do modelo.

Desta forma, a análise de resíduos deve garantir a distribuição normal dos resíduos, bem como a minimização de pontos influentes (VANEGAS; PAULA, 2015).

b. Delimitar a curva de oferta:

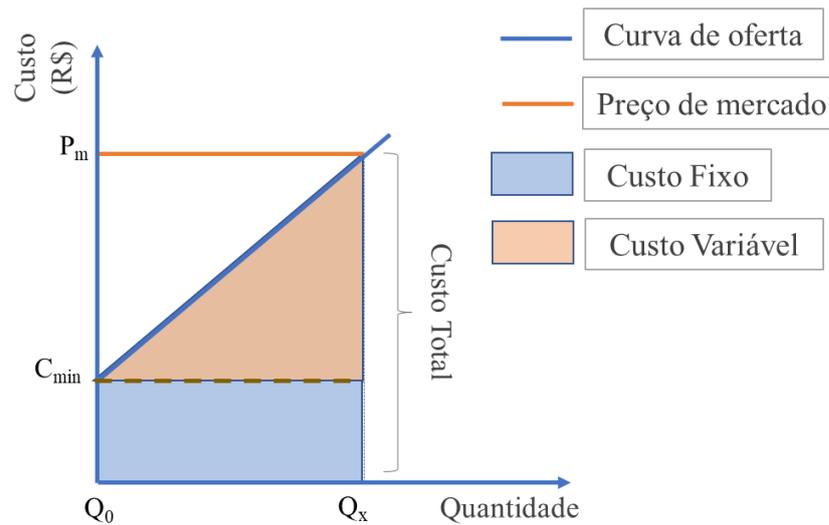
A curva da oferta de uma empresa é definida pela derivada primeira de sua função de produção. A fim de se tornar possível a obtenção desta curva de oferta (S_i), foi necessário a derivação da equação da função de produção, feita por meio do *Software Origin 8.0*, descrita pela Equação 16:

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = f(N, M, E, T, O) \quad (16)$$

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = Si$$

Logo, a Figura 16 traz uma esquematização do comportamento da curva de oferta da empresa obtida por via da derivada primeira de sua função de produção:

Figura 16- Custos variáveis e fixos inerentes a uma empresa.



Fonte: Adaptado Vasconcellos (2006).

Pode-se perceber, a partir da Figura 16, que a curva da oferta tem um valor mínimo para início (C_{\min}), isto porque qualquer empresa possui um custo inicial, chamado custo fixo. Assim os custos variáveis e os custos fixos variarão entre o nível de produção zero (Q_0) até o nível de produção (Q_x) a qual deverá ser vendida ao preço de mercado (P_m).

Com isto, os custos totais devem contemplar os custos fixos e os custos variáveis, como mostra a Tabela 9:

Tabela 9– Relações entre custos fixos e variáveis.

Tipo de custos	Descrição	Representação
Custos Fixos	Permaneceram constantes mesmo com a variação de produção	C_f
Custos Variáveis	Sufrerão variações em conjunto com a produção	C_v
Custos Totais	Somatório de todos os custos da empresa	$C_t = C_f + C_v$

Fonte: Adaptado Vasconcellos (2006).

Portanto, o custo variável e o custo fixo poderão ser calculados pelas integrais definidas, da seguinte forma (Equação 17):

$$\begin{aligned} C_v &= \int_{Q_0}^{Q_x} f(C_v) dC_v \\ C_f &= \int_{Q_0}^{Q_x} f(C_f) dC_f \end{aligned} \quad (17)$$

Com as equações dos custos variáveis e custos fixos expostas, pode-se afirmar que o custo total será (Equação 18):

$$C_t = \int_{C_{\min}}^{P_m} f(C_v) dC_v + \int_{Q_0}^{Q_x} f(C_f) dC_f \quad (18)$$

Ainda, fez-se necessário o cálculo da área (A_t) resultante da curva do P_m delimitada por produção Q_0 e Q_x , a fim de se obter o valor total da área ocupada pela curva de oferta e custo fixo (Equação 19):

$$A_t = \int_{Q_0}^{Q_x} f(P_m) dP_m \quad (19)$$

O cálculo referente a A_t somente teve de ser realizado pelo fato de a integral definida calcular a área referente a parte inferior a curva. Sendo que, para a definição do excedente do produtor, há necessidade do cálculo da área acima da curva de oferta e abaixo do P_m .

Por fim, em resumo, esta etapa consistiu em: delimitar a curva da oferta por via da derivada primeira dos dados originários da função de produção. Em função da curva de oferta traçada, foi permitido o cálculo dos custos, variáveis e fixos, da produção, com estes, tornou-se possível o prosseguimento dos próximos passos metodológicos.

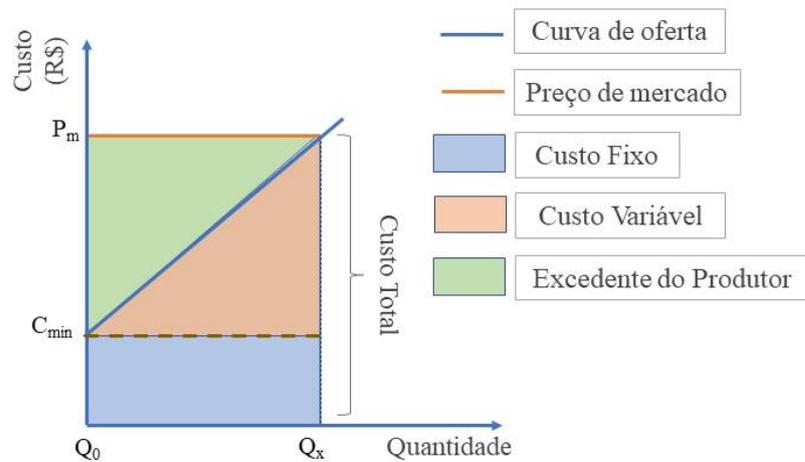
c. Calcular do excedente do produtor:

Com os dados referentes ao C_t da empresa de saneamento e a A_t , calculou-se o excedente do produtor (S_t). Consistindo em (Equação 20):

$$S_t = A_t - C_t \quad (20)$$

A Figura 17 exemplifica a área do excedente do produtor a qual foi objeto de busca:

Figura 17- Calcular custos fixos, custos variáveis e excedente do produtor pela área.



Logo, de posse do valor do excedente do produtor, a primeira parte da Etapa 2 pode ser concluída.

2- Buscar a disponibilidade hídrica da BHT

Utilizou-se a Tabela 3 para os dados referentes as disponibilidades hídricas superficiais da BHT. Dados estes disponíveis em documentos propostos pelo (INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; Governo do Estado; COBRAPE (2017).

Segundo o INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; Governo do Estado; COBRAPE (2017), as informações referentes a disponibilidade hídrica na BHT foram obtidas por meio de uma metodologia hidrológica, conhecida por Q_{95} . O Q_{95} é caracterizado pelas vazões de permanência da porcentagem de excedência para 95% do tempo da série histórica.

Assim para determinação do Q_{95} , coletam-se dados referentes a séries históricas de vazão, em um período de 29 anos, com intuito de se estabelecer qual a vazão presente em um rio, em no mínimo, 95% tempo.

O valor referente a disponibilidade hídrica, divulgado pelo INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; Governo do Estado; COBRAPE (2017), considera em seus cálculos o valor de 50% sobre o Q_{95} . Este percentual está conformidade com o Decreto nº 4.646/2001, em parágrafo único do art. 20, o qual estabelece critérios de outorga dos recursos hídricos do Paraná, sendo que para águas superficiais o valor máximo outorgável é de 50% de permanência do Q_{95} .

Em virtude disto, o valor referente a disponibilidade hídrica na BHT, contido na Tabela 3, trata-se do montante total de recursos hídricos superficiais da bacia passíveis de uso, sendo considerado como o limite de extração de água de forma sustentável da bacia.

9.2.3 Etapa 3

A Etapa 3 consistiu na definição do valor do potencial dos recursos hídricos da BHT utilizados como insumos na produção de água para o abastecimento público. Para tanto, houve a necessidade de se realizar mais alguns cálculos, para então se obter a econômica do bem natural.

Primeiramente, foi realizada a divisão da área do excedente do produtor ($m^2 \cdot S_t$), pelo montante total de captada por mês pela empresa de saneamento em questão (milhões de $m^3 \cdot A$), obtendo o valor real do excedente (S) (Equação 21):

$$S = \frac{S_t}{A} \quad (21)$$

Assim, o valor do real excedente (S) foi multiplicado pela disponibilidade hídrica máxima outorgável (d_h) na BHT por porção, Alto e Baixo Tibagi (Equação 22):

$$V_{rh} = S \cdot d_h \quad (22)$$

Finalmente, permitindo a alusão do valor do potencial dos recursos hídricos da BHT utilizados como insumos na produção de água para o abastecimento público (V_{rh}).

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas apresentadas neste capítulo estarão alinhadas com o proposto pela Tabela 7, a qual apresenta as etapas necessárias para a construção dos resultados da pesquisa. Assim, para cada etapa metodológica serão apontados os desfechos obtidos, dispostos nos capítulos subsequentes.

10.1 Etapa 1

Assim na Etapa 1, definiu-se que o serviço ecossistêmico a ser valorado seria os recursos hídricos sob a forma de abastecimento público. Englobando o fornecimento de água potável para o meio urbano e rural, bem como para o setor de comércio e serviços.

Os recursos hídricos quando são utilizados para o abastecimento público possuem VUD. Sendo assim, a melhor metodologia a ser empregada foi pontuado pelo método produtividade marginal, por se querer captar o valor dos recursos hídricos sob a forma de insumos produtivos.

10.2 Etapa 2

A Etapa 2 se iniciou com a análise das respostas vinculas ao questionário, estas pontuadas por:

- $Cap_{nq} = 179.412 \text{ m}^3/\text{dia};$
- $Cap_{máxq} = 215.380 \text{ m}^3/\text{dia}.$

Com os dados da capacidade de produção, obtida pela aplicação do questionário, tornou-se possível o encontro de $\%Cap_{nq}$ (Equação 23):

$$\%Cap_{nq} = \frac{179.412 \cdot 100\%}{215.380} \quad (23)$$

$$\%Cap_{nq} = 83,3\%$$

Delimitado $\%Cap_{nq}$, o próximo passo foi buscar os dados monetários referentes a companhia de saneamento do setor em análise, dos *PRESS RELEASE*. De onde foram retiradas as informações:

- Captação mensal da empresa (produção mensal média- Cap_{nr}): R\$ 62,5 milhões de m^3 por mês;
- Custo mensal do tratamento (custos totais e despesas operacionais): R\$ 126,9 mil (R\$ 2,03 por m^3);
- Faturamento mensal (receita operacional bruta): R\$ 215,2 milhões (R\$ 3,44 por m^3);
- Lucro mensal (resultado da subtração entre custo mensal e faturamento mensal): R\$ 88,3 milhões (R\$ 1,41 por m^3);

De posse destes dados e tendo em mente que o valor da $\%Cap_{nq}$ seria extrapolado para a $\%Cap_{nr}$, calculou-se a Cap_{maxr} (Equação 24):

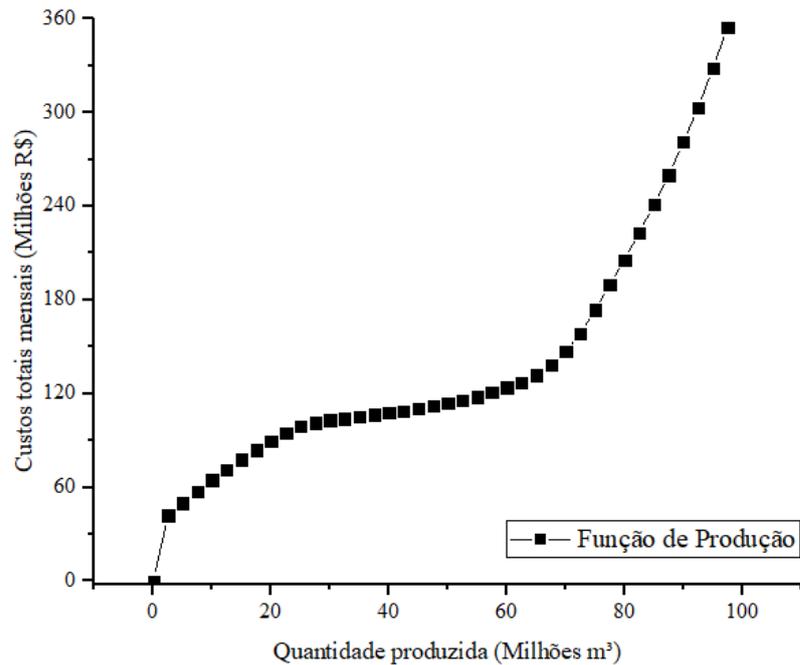
$$Cap_{maxr} = \frac{62,5 \cdot 10^6 \cdot 100\%}{83,3\%} \quad (24)$$

$$Cap_{maxr} = 75 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Assim, com os dados referentes a Cap_{maxr} e $\%Cap_{nr}$ calculados com base nas respostas do questionário, somados as informações reais obtidas pelos relatórios (variáveis pontuadas pela primeira coluna da Tabela 8), os demais dados puderam ser extrapolados, nos demais níveis produtivos, usando como referencial as fórmulas expostas pela Tabela 8.

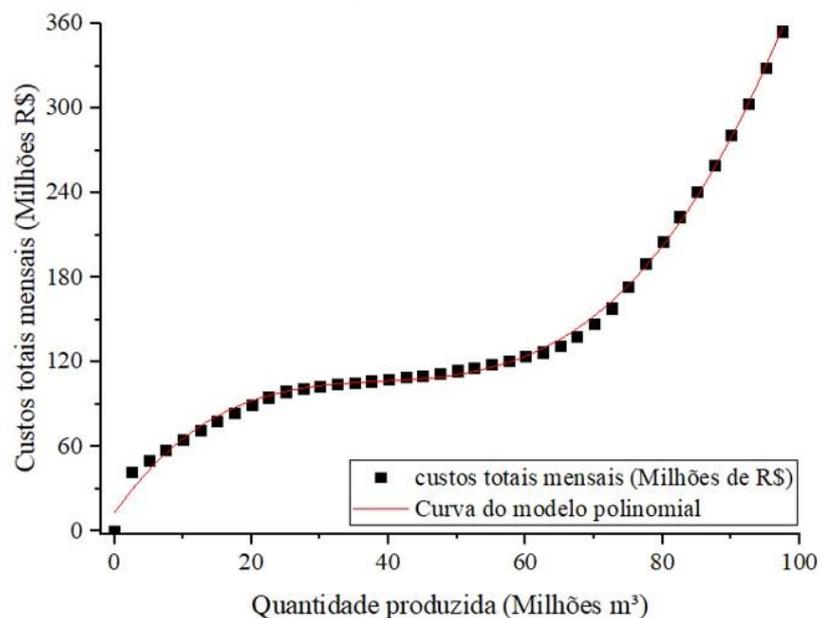
Uma vez que estes dados foram pontuados, estes contidos no ANEXO B, traçou-se a função de produção (Figura 18) da companhia de saneamento responsável pela entrega de água potável para o abastecimento público, com as colunas da quantidade produzida em milhões de m^3 e a coluna dos custos totais mensais em milhões de reais:

Figura 18- Curva da Função de Produção.



Com a delimitação da curva da função de produção da empresa do setor em análise, pode-se testar uma infinidade de modelos de regressão não lineares para a descrever, como por exemplo: modelos exponenciais, modelos logarítmicos modelos hiperbólicos. Porém, o modelo que apresentou ajustes mais satisfatórios foi o de regressão não linear polinomial (Figura 19):

Figura 19- Curva da Função de Produção e Curva gerada pelo modelo de regressão não linear polinomial.



Então, o modelo polinomial traçado gerou os coeficientes (Tabela 10):

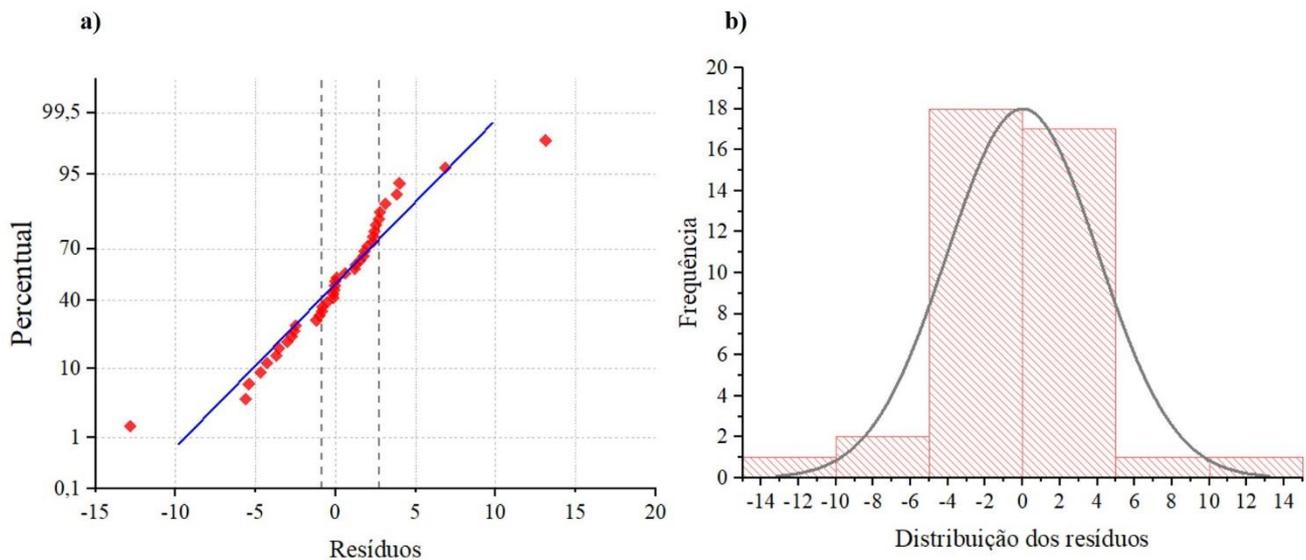
Modelo polinomial	$y = A_0 + A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + A_4x^4$
Coeficientes	Valor
A_0	$12,837 \pm 2,931$
A_1	$6,901 \pm 0,428$
A_2	$-0,181 \pm 0,018$
A_3	$0,002 \pm 2,818 \cdot 10^{-4}$
A_4	$-2,960 \pm 1,433$
R^2	0,997

A partir da Figura 18 e Tabela 10, tem-se a seguinte equação, para a função de produção (Equação 25):

$$q(y) = 12,837 + 6,901x - 0,180x^2 + 0,002x^3 - 2,960 \cdot 10^{-6}x^4 \quad (25)$$

As evidências de que o modelo de regressão não linear polinomial descreve de forma aceitável a curva da função de produção pode ser comprovada pelo valor do coeficiente $R^2 = 0,997$, mostrando uma relação muito forte entre as variáveis. E, também, pela análise do gráfico dos resíduos (Figura 20), exposta abaixo:

Figura 20- a) Gráfico de probabilidade normal; b) Histograma dos resíduos.



A partir da análise da Figura 20a, nota-se, de forma generalizada, uma distribuição linear dos dados, indicando fortemente uma tendência a normalidade dos resíduos. Já o histograma de distribuição dos resíduos, Figura 20b, atesta o fato de existir alguns pontos que tornam as barras

um pouco desiguais, porém esta desigualdade assumiu proporções muito sutis, logo, é coerente confirmar acerca da normalidade dos resíduos gerados pelo modelo.

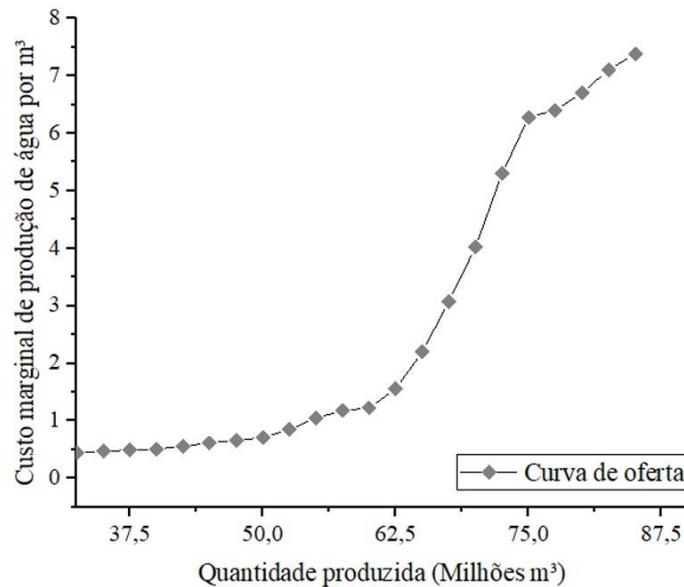
Ainda pela Figura 20a, observa-se a presença de dois pontos distante a linha (*outliers*), porém estes não farão frente ao resultado da equação proposta pelo modelo, tendo em vista a teoria dos rendimentos decrescente. Esta teoria garante que a empresa irá trabalhar somente em um intervalo entre a produção mínima e máxima, variação englobada pelas linhas tracejadas acinzentadas.

Perante o exposto, pode-se dizer que a equação da função de produção obtida pelo modelo de regressão polinomial é representativa ao conjunto de dados. Isto garantido, foi possível o avanço para o próximo passo, configurado como a obtenção da derivada da função de produção (Equação 26):

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = Si = 6,901 + 0,36x + 2,3 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,184 \cdot 10^{-5}x^3 \quad (26)$$

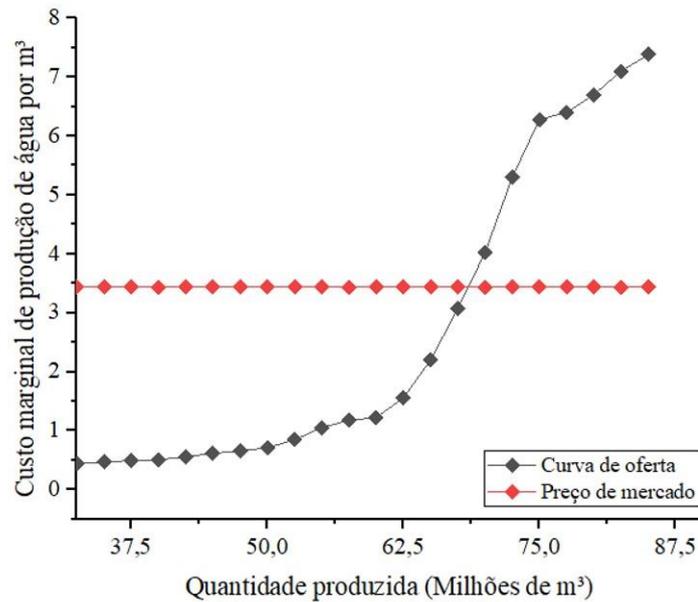
Por via da Equação 23, foi possível se delimitar a curva da oferta da empresa (Figura 21):

Figura 21- Curva de oferta da empresa.



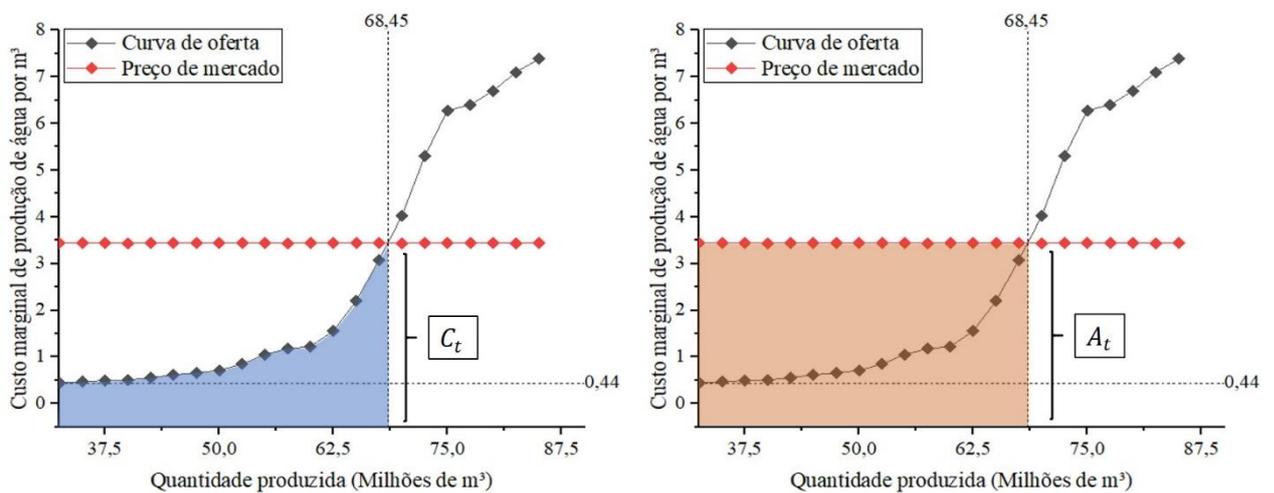
Dessa maneira, com o gráfico da curva de oferta traçado, chegou a hora da definição do excedente do produtor. Para tanto, compilou-se a curva de oferta e o preço de mercado em um mesmo gráfico (Figura 22):

Figura 22- Curva de oferta e preço de mercado.



Uma vez delimitada a curva de oferta da empresa e a curva de preço de mercado, houve a necessidade da delimitação das integrais das mesmas. Então com o *Software Origin 8.0*, pode-se obter o valor das respectivas áreas traçadas pelas integrais definidas das curvas da função da oferta e preço de mercado (Figura 23):

Figura 23- Áreas resultantes da integral definida da curva de oferta e curva de preço de mercado.



Com o auxílio da Figura 22, puderam ser calculadas as áreas referentes a curva de oferta e o preço de mercado, por meio da integralização de suas equações, expostas pela Equação 27:

$$C_t = \int_{32,50}^{68,45} (6,901 + 0,36x + 2,3 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,184 \cdot 10^{-5}x^3) dC_t$$

$$A_t = \int_{32,5}^{68,45} (3,44) dP_m$$
(27)

Atingindo como resultado das integralizações (Equação 28):

$$\begin{aligned} C_t &= 6,901x + 0,18x^2 + 7,67 \cdot 10^{-4}x^3 - 2,96 \cdot 10^{-6}x^4 \\ A_t &= 3,44x \end{aligned} \quad (28)$$

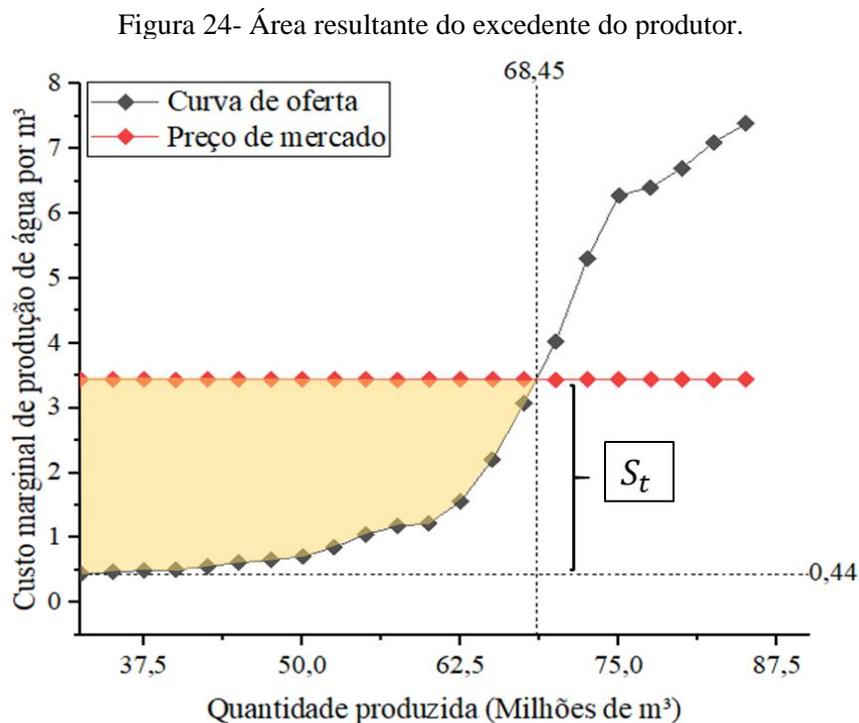
Após substituir os resultados das integrais pelos seus limites superiores e inferiores, obtêm-se as seguintes áreas (Equação 29):

$$\begin{aligned} C_t &= 37,75 \cdot 10^6 m^2 \\ A_t &= 123,67 \cdot 10^6 m^2 \end{aligned} \quad (29)$$

Obtendo-se dois valores de áreas em m^2 que tiveram de ser subtraídos um do outro, para se alcançar o valor da área ocupada pelo excedente do produtor, assim sendo (Equação 30):

$$S_t = 123,67 \cdot 10^6 - 37,75 \cdot 10^6 = 85,92 \cdot 10^6 m^2 \quad (30)$$

Desta forma, a Figura 24 elucida a área calculada pelo S_t :



Aqui a Etapa 2 foi concluída, restringindo-se a calcular a área do excedente do produtor, portanto é necessário que se prossiga para a Etapa 3, para dar continuidade aos cálculos.

10.3 Etapa 3

A Etapa 3 se inicia com o cálculo do valor real do excedente do produtor, para tal necessita realizar a divisão do valor da área do excedente do produtor pelo montante total de água captada ($62,53 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) pela empresa em análise (Equação 31):

$$S = \frac{85,92 \cdot 10^6}{62,53 \cdot 10^6} \quad (31)$$

$$S = 1,37$$

Este valor de S_i significa que o produtor possui um lucro de R\$ 1,37 reais a cada m^3 de água produzido.

O resultado do valor real do excedente do produtor será multiplicado pela disponibilidade hídrica na BHT. Foram calculados os valores dos recursos hídricos como insumo para o abastecimento para as porções do Alto ($2.388,05 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$) e Baixo ($3.503,49 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$) Tibagi (Equação 32):

Alto Tibagi	$Vrha = 1,37 \cdot 2.388,05 \cdot 10^6 = 3.271,63 \cdot 10^6$ reais	
Baixo Tibagi	$Vrhb = 1,37 \cdot 3.503,49 \cdot 10^6 = 4.799,78 \cdot 10^6$ reais	(32)
Valor total	$Vrha + Vrhb = 8.071,41 \cdot 10^6$ reais	

Assim, o valor econômico dos serviços prestados pelos recursos hídricos sob a forma de insumo produtivo na BHT é o de:

- Porção do Alto Tibagi: aproximadamente 3,3 bilhões de reais por ano;
- Porção do Baixo Tibagi: aproximadamente 4,8 bilhões de reais por ano;
- Valor total de: aproximadamente 8,1 bilhões de reais por ano.

Com os valores aproximados dos recursos hídricos como insumo produtivo no abastecimento de água potável é possível a conclusão das etapas previstas pela metodologia da atual pesquisa. Consecutivo a isto, estes valores monetários foram transformados em dólares, a fim de se tornar possível posteriores discussões.

Foi considerado o valor médio do dólar do ano de 2018 cotado para venda⁶. Obtendo-se a média anual da cotação do dólar comercial para venda em real de R\$ 3,65.

Para tanto, pode-se definir o valor dos recursos hídricos utilizados como insumo na produção de água potável na BHT em dólares (Equação 33):

$$\begin{array}{l} \text{Alto Tibagi} \quad \frac{Vrha}{R\$ 3,65} = \frac{R\$ 3.272 \cdot 10^6}{R\$ 3,65} = \$ 896,44 \cdot 10^6 / \text{ano} \\ \text{Baixo Tibagi} \quad \frac{Vrhb}{R\$ 3,65} = \frac{R\$ 4.800 \cdot 10^6}{R\$ 3,65} = \$ 1.315,07 \cdot 10^6 / \text{ano} \end{array} \quad (33)$$

Então, a partir da Equação 33, pode-se chegar ao valor total dos recursos hídricos utilizados como insumos produtivos no abastecimento público para a BHT, em dólares, de aproximadamente 2,2 bilhões de dólares. E de forma segmentada em torno de: 897 milhões de dólares para o Alto Tibagi e 1,3 bilhões de dólares para o Baixo Tibagi.

As distinções entre os valores econômicos obtidos para os recursos hídricos como insumo produtivo para o Alto e Baixo Tibagi, podem ser explicadas pelo fato de a região onde se encontra a foz do rio (Baixo Tibagi) possuir um maior volume de vazão acumulado em comparação a sua nascente (Alto Tibagi).

Portanto, o propósito desta pesquisa foi o de calcular o valor econômico dos recursos hídricos utilizados como insumos na produção de água potável para a BHT, por meio do cálculo do excedente da companhia de saneamento responsável pelo abastecimento público na bacia. Para se tornar possível o encontro do excedente do produtor, antes tiveram de ser traçadas a função de produção e curva de oferta da empresa em questão.

Em suma, obtiveram-se os seguintes resultados: 3,3 bilhões de reais para a região do Alto Tibagi e 4,8 bilhões de reais para a região do Baixo Tibagi, totalizando 8,1 bilhões de reais como valor dos recursos hídricos utilizados como insumo na produção de água potável para a BHT.

10.4 Discussão com outros estudos

A seguir, serão expostos alguns trabalhos voltados a captação dos valores econômicos dos recursos hídricos pela utilização de métodos de função de demanda. Sendo assim, tais

⁶ Dados disponíveis em: http://economia.acspservicos.com.br/indicadores_iegv/iegv_dolar.html

pesquisas concentram seus esforços na obtenção dos benefícios gerados pelo uso dos recursos pela visão dos usuários, configurados como consumidores destes bens.

Para tanto, a Tabela 11 foi pontuada:

Tabela 11- Estudos relacionados a valoração econômica.

Referência	País de estudo	Serviço ecossistêmico do recurso hídrico	Método de valoração ambiental	Milhões \$ (média população/ ano)
Bateman et al. (2006)	Inglaterra	Melhoria na qualidade ecológica de um rio	MVC	\$ 21,64: melhoria de ruim para bom; \$ 32,50: melhoria de ruim para muito bom.
Loomis et al. (2000)	Estados Unidos	Restauração ecossistêmica dos serviços de uma bacia hidrográfica	MVC	\$ 71.148
Referência	País de estudo	Serviço ecossistêmico do recurso hídrico	Método de valoração ambiental	\$ milhões/ ano
Este estudo	Brasil	Recursos hídricos como insumo na produção de água potável	MPM	\$ 896,44: região do Alto Tibagi; \$1.315,07: região do Baixo Tibagi.

Bateman et al. (2006), declara as DAP dos usuários por uma melhoria na qualidade do Rio Tame, em Birmingham, Inglaterra. Por ser um rio urbano, sofre constantes pressões, gerando uma depreciação da qualidade de suas águas, classificado como extremamente pobre em biodiversidade pela Agência Ambiental do Reino Unido.

Ainda, como relata Bateman et al. (2006), até mesmo as atividades de navegação no Rio Tame são comprometidas em virtude de sua degradação ambiental. O autor ainda afirma que caso haja mobilização de esforços para a recuperação da qualidade das águas deste rio, atividades de abastecimento público, atividades pesqueiras, bem como várias outras seriam propiciadas.

Já Loomis et al. (2000), busca por respostas ao entorno da melhoria de funções ecossistêmicas da Bacia Hidrográfica de Platte, Estados Unidos. Para tanto, procura a DAP dos usuários locais para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos para que os serviços de: recreação, manutenção da vida selvagem, habitat natural de peixes, controle de erosão, autodepuração de poluentes e diluição de águas residuais sejam mantidos e garantidos.

Os trabalhos expostos pela Tabela 11 trazem a MVC como parte metodológica, sendo assim, este referido método é capaz de captar as preferências voltados aos usuários dos recursos

naturais. Porém, o MVC torna-se ineficiente na captação do valor de recursos utilizados como insumos na produção de novos bens.

E, ainda que, as duas pesquisas apresentadas pela Tabela 11, não possam ser propriamente comparadas com a pesquisa aqui explicitada, por não fazerem uso dos mesmos procedimentos metodológicos, confirma-se o fato de que quando se compraram os valores obtidos pela DAP dos usuários e pela MPM, esta primeira só se torna maior a segunda quando se valoram mais de um serviço ecossistêmico, como é o caso do apresentado por Loomis et al. (2000).

É importante ressaltar que o MVC, por lançar mão da aplicação de questionários a população beneficiária dos recursos o qual se deseja valorar, envolve muitos vieses relacionados as respostas acerca da DAP ou DAA, não detectados estatisticamente. Em consequência disto, cabe ao entrevistador os detectar e desconsiderar questionários problemáticos, caso este passo não seja adequadamente realizado se construirão resultados desconexos com a realidade.

Ainda, é importante frisar o fato de cada um dos métodos de valoração econômica do meio ambiente captarem um valor de uso específico do recurso ambiental em questão, calculando-se uma componente do VERA. Assim, com a finalidade de se obter o valor total do recurso, deve-se levantar todos os seus usos possíveis, aplicar a metodologia adequada para capturar seus VU ou VNU.

11 CONCLUSÕES

A pesquisa acerca do valor econômico dos recursos hídricos utilizados como insumo na produção de água potável na BHT, revela a eficiência na utilização do método da produtividade marginal. Este método se mostrou muito perspicaz na mensuração da água como fator de produção, e ainda, afirma-se que os dados base para o resultado podem ser alcançados pela utilização de informações monetários da empresa do setor em análise, por via da construção de sua função de produção e posterior curva de oferta.

Ainda, é verdadeiro afirmar o fato de ser extremamente importante enxergar os recursos ambientais como fatores de produção, pois a maior parte das pesquisas já realizadas são voltadas para as visões dos consumidores, sendo seu valor como insumo negligenciado.

A partir dos recursos hídricos, derivam-se diversos tipos de usos, desta forma, frequentemente existem usos que se tornam competitivos, o que significa a indisponibilidade a uso por destes se fazerem outros. Além destes usos conflituosos, sempre haverá concorrências relacionadas a destinação de financiamentos públicos, logo, análises de valoração econômica possuem grande potencial a se tornarem uma ferramenta útil para guiar a tomada decisória de gestores frente a interesses concorrentes.

Por fim, a valoração ambiental de recursos hídricos, por métodos de produtividade marginal, revela os valores de serviços ecossistêmicos prestados pela água que, por muitas vezes, estão fora do âmbito de transações de mercado, como é o caso desta pesquisa que expos o valor de 8,1 bilhões de reais, ou 2,2 bilhões de dólares, para os recursos hídricos utilizados diretamente como insumo na produção de água potável para a BHT. Assim, reconhecendo-os como ativos fornecedores de serviços, de características finitas, podendo não estar tão prontamente disponíveis em um futuro próximo.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que seja finalizada as indagações acerca da referida pesquisa, faz-se necessário a colocação de algumas considerações finais, com a finalidade de se apresentar possíveis estudos futuros e prováveis melhorias no banco de dados.

Desta forma, como a companhia de saneamento analisada opera em todo estado do Paraná, a função de produção, curva de oferta e cálculo do excedente do produtor, representam toda extensão estadual, com isto, torna-se possível a realização da estimativa do valor econômico dos recursos hídricos para todas bacias hidrográficas pertencentes ao estado. Uma vez possuindo as Q_{95} das demais bacias estaduais, a fim de se obter suas disponibilidades hídricas.

O estado do Paraná é segmentado em 16 regiões hidrográficas, assim com os resultados das valorações econômicas dos recursos hídricos utilizados como insumo no abastecimento de água potável destas bacias, pode-se criar um mapa de vulnerabilidade. Neste mapa, será estabelecido uma escala gradiente, variando entre: áreas com recursos hídricos destinadas a produção de água potável mais vulneráveis e menos vulneráveis, com maiores valores monetários e com menores valores monetários, respectivamente.

Outro possível trabalho futuro que poderá se derivar desta pesquisa, referente a BHT, terá a missão de buscar o valor econômico dos recursos hídricos para os serviços de irrigação e geração de energia, devido ao amplo uso da terra para a agricultura intensiva e pela bacia já contar com 4 UHEs, sujeita a instalação de novos empreendimentos deste ramo.

Finalizada a determinação de futuras trabalhos e voltando ao cenário da atual pesquisa, atenta-se ao fato de que esta teve de se valer de métodos indiretos de coleta, pelos relatórios monetários da companhia em questão, devido a impossibilidade do fornecimento de informações relativas aos custos operacionais na realização da coleta direta, por via do questionário. Assim, caso fosse possível o levantamento destes custos junto ao setor econômico da empresa da esfera em análise, seriam produzidas respostas mais assertivas.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional da Águas – ANA. **Divisão de bacias**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/divisao-hidrografica>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustainability Science**, v. 2, n. 1, p. 133–140, 2007.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química Atkins - Princípios de Química**, 2014.

BARROS, A. J. DA S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BATEMAN, I. J. et al. Comparing contingent valuation and contingent ranking : A case study considering the benefits of urban river water quality improvements. v. 79, p. 221–231, 2006.
BIROL, E.; KAROUSAKIS, K.; KOUNDOURI, P. Using economic valuation techniques to inform water resources management : A survey and critical appraisal of available techniques and an application. v. 365, p. 105–122, 2006.

BLANDFORD, D.; BRADEN, J. B.; SHORTLE, J. S. Economics of Natural Resources and Environment in Agriculture. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, v. 3, p. 18–34, 2014.

BUREK, P. et al. **Water Futures and Solution**. Laxenburg, Austria. p. 11, 2016.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 53–67, 2011.

DALY, H.; FARLEY, J. **Economia ecológica: princípios e aplicações**. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

DIXON, J. A.; SHERMAN, P. B. **Economics of protected areas: a new look at benefits and costs**. Washington: Island Press, 1990.

FAUCHEUX, S.; NOËL, J. F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Ed. Piaget, 1995.

FRITZ SOLLNER. A reexamination of the role of thermodynamics for environmental

economics. **Ecological Economics**, v. 22, p. 175 – 201, 1997.

GEISSDOERFER, M. et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016.

GIL, A. C. **Como Elaborar uma tese**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

GONZÁLEZ DÁVILA, O. et al. Do agents' characteristics affect their valuation of 'common pool' resources? A full-preference ranking analysis for the value of sustainable river basin management. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 1462–1469, 2017.

INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ; GOVERNO DO ESTADO; COBRAPE. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tabogi**. 2017.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2013 - The Physical Science Basis: Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions** Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf>. p. 222, 2013.

JEZNACH, L. C. et al. Proactive modeling of water quality impacts of extreme precipitation events in a drinking water reservoir. **Journal of Environmental Management**, v. 201, p. 241–251, 2017.

KEIEL, G.; BENDER, F. A. Modelagem de séries temporais financeiras: uma abordagem estatística para a identificação de modelos de média condicional. **Scientia cum Industria**, v. 6, n. 1, p. 22–28, 2018.

KENT, D. M.; TRIKALINOS, T. A. Therapeutic innovations, diminishing returns, and control rate preservation. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 302, n. 20, p. 2254–2256, 2009.

KOUNDOURI, P. et al. Development of an integrated methodology for the sustainable environmental and socio-economic management of river ecosystems. **Science of the Total Environment**, v. 540, p. 90–100, 2016.

KRAMER, R. A. Economic Tools for Valuing Freshwater and Estuarine Ecosystem Services. **Water Management**, n. June, 2005.

KUNDZEWICZ, Z. W. et al. Uncertainty in climate change impacts on water resources. **Environmental Science and Policy**, v. 79, n. October 2017, p. 1–8, 2018.

LALIKA, M. C. S. et al. Willingness to pay for watershed conservation: are we applying the right paradigm? **Ecohydrology and Hydrobiology**, v. 17, n. 1, p. 33–45, 2017.

LOCKE, J. **Segundo tratado sobre o governo e outros escritos**. p. 184, 1994.

LOOMIS, J. et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin : results from a contingent valuation survey. v. 33, p. 103–117, 2000.

MACEA, L. F. et al. Evaluating economic impacts of water deprivation in humanitarian relief distribution using stated choice experiments. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 28, p. 427–438, 2018.

MAIA, ALEXANDRE GORI; ROMEIRO, ADEMAR RIBEIRO; REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações, 2004.

MARTIN-ORTEGA, J.; FERRIER, R. C.; GORDON, I. J.; KHAN, S. **Water Ecosystem Services**. TJ International Ltd. Padstow Cornwall, 2015.

MARTINEZ-ALIER, J. **Ecological Economics**. v. 6. 2 ed. Elsevier, 2015.

MAY, P. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Editora Ltda, 2010.

MEDRI, M. E. et al. **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina- Paraná: Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil, 2002.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); SRH (Secretaria de Recursos Hídricos). **Paraná caderno da região hidrográfica**. 2006.

MOTTA, R. S. DA. Manual Para Valoração. **IPEA/MMA/PNUD/CNPq**, p. 242, 1997.

MOTTA, R. S. **Economia Ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

PESUTTI, O.; AUGUSTO, J.; AFONSO, C. **PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ** **Resumo Executivo Governo do Estado do Paraná**. p. 138, 2010.

PETELET-GIRAUD, E. et al. Multi-layered water resources, management, and uses under the impacts of global changes in a southern coastal metropolis: When will it be already too late? Crossed analysis in Recife, NE Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 618, p. 645–657, 2018.

RASOOLIMANESH, S. M.; ALI, F.; JAAFAR, M. Journal of Destination Marketing & Management Modeling residents' perceptions of tourism development: Linear versus non-linear models. **Journal of Destination Marketing & Management**, v. 10, p. 1–9, 2018.

RIERA, P. et al. **Manual de economía ambiental y de los recursos naturale**. Espanha: Ediciones Paraninfo, S.A, 2005.

RIERA, P. et al. **Manual de economía ambiental y de los recursos naturales**. 3. ed. Espanha: Paraninfo, 2013.

SANTOS, A. R. DOS. **Metologia científica: a construção do conhecimento**. 6. ed. Rio Janeiro: DP&A, 2004.

SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Bacias Hidrográficas do Paraná**. p. 138, 2010.

SMITH, A. **Os Economistas**. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda., 1996.

SMITH, V. K. **Environmental economics**. v. 7. 2 ed. Elsevier, 2016.

STACKELBERG, P. E. et al. Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water- treatment plant. v. 329, p. 99–113, 2004.

SU, B. et al. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 215–227, 2013.

TAFURI, A. C. **Valoração Ambiental do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto - MG.** p. 159, 2008.

VANEGAS, L. H.; PAULA, G. A. An extension of log-symmetric regression models : R codes and applications. v. 9655, 2015.

VARDAKOULIAS, O. Valuing the environment in economic terms. n. 1055254, p. 2–4, 2014.

VASCONCELLOS, M. A. S. DE. **Economia - Micro e Macro.** São Paulo: Atlas, 2006.

VENKATACHALAM, L. Environmental economics and ecological economics: Where they can converge? **Ecological Economics**, v. 61, n. 2–3, p. 550–558, 2007.

VERGARA, S. C. **projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** São Paulo: Atlas, 1991.

WWAP (UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME). **NATURE-BASED SOLUTIONS FOR WATER** World Water Assessment Programme United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Sustainable Development Goals water and sanitation ter ent e Sustainable Development Goals water and sanitation. Disponível em: <www.unesco.org/open-access/>. p. 138, 2018.

ANEXO A- Questionário aplicado ao setor econômico ETA alimentadora de Londrina e Cambé.

INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

ENTREVISTA

Estamos realizando uma pesquisa com vistas a calcular o Valor Econômico da Bacia do Rio Tibagi sob o aspecto de insumo para a produção. A ideia é projetar o excedente do produtor da água como insumo para a produção e distribuição de água tratada; como insumo na produção agrícola e como insumo na produção de energia elétrica.

Para atingir tal objetivo é fundamental conseguirmos a colaboração dos agentes envolvidos no processo produtivo destes setores, e desta forma, solicitamos seu apoio para o levantamento de dados necessários, lembrando que informações de cunho estratégico para a empresa não serão solicitados e se algum dado for sensível à empresa, mas factíveis de serem disponibilizados, nos comprometemos a manter o devido sigilo.

QUESTÕES

1. Vocês possuem, e em caso positivo, poderiam ceder, a curva de produção da planta produtiva?

Não possuímos tal curva.

Não havendo tal possibilidade, gostaríamos de coletar alguns dados que nos permitisse construir uma função de produção.

A função de produção indica qual a quantidade máxima de produto que pode ser produzida dada uma quantidade de fatores produtivos (insumos e mão-de-obra para este caso, uma vez que consideraremos somente a capacidade de produção desta planta).

Esta curva está associada a lei dos custos crescentes e rendimentos decrescentes, ou seja, quanto mais utilizamos de um insumo, o resultado da produção cresce em proporções cada vez menores.

A ideia aqui é obter dados que permitam traçar alguns pontos que relacionem os custos dos fatores de produção (insumos e trabalho) com a respectiva produção, a fim de construir a função produção desta planta.

2. Qual a capacidade nominal de fornecimento da planta produtiva?

Média de 179.412 m³/dia para Londrina e Cambé (janeiro a novembro de 2018).

3. Qual a capacidade máxima (o único fator fixo é o investimento na planta) de fornecimento da planta X?

215.380 m³/dia para Londrina e Cambé.

4. A que capacidade está trabalhando a planta produtiva atualmente?

Média de 182.146 m³/dia (novembro de 2018).

5. Custos de captação, tratamento e distribuição da água tratada totalizam os custos de operação da planta?

Sim.

6. Quais itens de custo são mais relevantes em cada etapa de produção?

Mão-de-obra, Energia Elétrica e Produtos Químicos em todas as etapas de Produção.

7. Quais são os custos, separados por etapa, para atender a atual produção?

Não possuímos custos separados por etapa de produção.

ANEXO B- Planilha de custos e produções referentes a empresa do setor em análise.

Obs.	% de utilização da planta	Produção mensal média (milhões de m³)	FORMAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO					Custos totais mensais (milhões de R\$)	Custo médio por m³	PM	Receita operacional mensal bruta (R\$)	Receita bruta por m³ (R\$)	Lucro bruto por m³ (R\$)
			Pessoal	Materiais	Energia Elétrica	Terceiros	Outros						
	0,0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	R\$0,00		0	R\$0,00	R\$0,00
	3,3%	2,5	37,0	0,3	2,3	2,1	0,40	42,1	R\$16,84	16,84	8.606.391	R\$3,44	-R\$13,40
	6,7%	5,0	42,0	0,5	3,6	3,2	0,60	49,9	R\$9,98	3,12	17.212.781	R\$3,44	-R\$6,54
	10,0%	7,5	46,0	1,1	5,0	4,6	0,80	57,5	R\$7,67	3,04	25.819.172	R\$3,44	-R\$4,22
	13,3%	10,0	49,0	1,7	6,8	6,2	1,00	64,7	R\$6,47	2,87	34.425.562	R\$3,44	-R\$3,03
	16,7%	12,5	51,0	2,0	6,5	10,0	2,00	71,5	R\$5,72	2,74	43.031.953	R\$3,44	-R\$2,28
	20,0%	15,0	54,0	2,4	7,1	11,5	2,90	77,9	R\$5,19	2,53	51.638.343	R\$3,44	-R\$1,75
	23,3%	17,5	55,0	3,0	8,0	14,0	4,00	84,0	R\$4,80	2,46	60.244.734	R\$3,44	-R\$1,36
	26,7%	20,0	56,0	3,3	8,7	16,2	5,60	89,8	R\$4,49	2,32	68.851.125	R\$3,44	-R\$1,05
	30,0%	22,5	57,0	3,5	9,0	17,9	7,60	95,0	R\$4,22	2,08	77.457.515	R\$3,44	-R\$0,78
	33,3%	25,0	58,0	4,0	10,8	18,5	7,80	99,1	R\$3,96	1,64	86.063.906	R\$3,44	-R\$0,52
	36,7%	27,5	59,0	4,2	11,0	19,0	8,20	101,4	R\$3,69	0,92	94.670.296	R\$3,44	-R\$0,24
Nível mínimo de produção	40,0%	30,0	60,0	4,3	11,2	19,2	8,35	103,1	R\$3,44	0,66	103.276.687	R\$3,44	R\$0,01
	43,3%	32,5	60,2	4,5	11,4	19,4	8,65	104,1	R\$3,20	0,44	111.883.077	R\$3,44	R\$0,24
	46,7%	35,0	60,2	4,6	11,5	19,6	9,37	105,3	R\$3,01	0,45	120.489.468	R\$3,44	R\$0,43
	50,0%	37,5	60,3	4,7	11,6	20,0	9,90	106,5	R\$2,84	0,49	129.095.858	R\$3,44	R\$0,60
	53,3%	40,0	60,5	4,8	11,8	20,4	10,30	107,8	R\$2,69	0,50	137.702.249	R\$3,44	R\$0,75
	56,7%	42,5	60,6	5,1	12,0	20,6	10,80	109,1	R\$2,57	0,52	146.308.640	R\$3,44	R\$0,88
	60,0%	45,0	60,7	5,4	12,2	21,0	11,30	110,6	R\$2,46	0,60	154.915.030	R\$3,44	R\$0,99
	63,3%	47,5	60,8	5,8	12,4	21,3	11,80	112,1	R\$2,36	0,64	163.521.421	R\$3,44	R\$1,08

Obs.	% de utilização da planta	Produção mensal média (milhões de m³)	FORMAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO					Custos totais mensais (milhões de R\$)	Custo médio por m³	PM	Receita operacional mensal bruta (R\$)	Receita bruta por m³ (R\$)	Lucro bruto por m³ (R\$)
			Pessoal	Materiais	Energia Elétrica	Terceiros	Outros						
	66,7%	50,0	60,9	6,1	13,0	21,8	12,00	113,8	R\$2,28	0,68	172.127.811	R\$3,44	R\$1,17
	70,0%	52,5	60,9	6,4	13,4	22,6	12,40	115,7	R\$2,20	0,74	180.734.202	R\$3,44	R\$1,24
	76,7%	57,5	62,0	7,1	14,3	23,8	13,80	121,0	R\$2,10	1,15	197.946.983	R\$3,44	R\$1,34
	73,3%	55,0	61,0	6,8	13,9	23,0	13,40	118,1	R\$2,15	0,96	189.340.592	R\$3,44	R\$1,30
	76,7%	57,5	62,0	7,1	14,3	23,8	13,80	121,0	R\$2,10	1,15	197.946.983	R\$3,44	R\$1,34
	80,0%	60,0	62,0	7,2	14,5	23,9	16,40	124,0	R\$2,07	1,21	206.553.374	R\$3,44	R\$1,38
Produção atual	83,3%	62,5	63,00	7,00	15,00	24,80	17,29	127,1	R\$2,03	1,24	215,2	R\$3,44	R\$1,41
	86,7%	65,0	64,0	7,4	15,8	26,2	18,40	131,8	R\$2,03	1,88	223.766.155	R\$3,44	R\$1,41
	90,0%	67,5	66,0	8,1	17,0	28,0	19,00	138,1	R\$2,05	2,52	232.372.545	R\$3,44	R\$1,40
	93,3%	70,0	69,0	9,2	18,5	29,5	21,00	147,2	R\$2,10	3,64	240.978.936	R\$3,44	R\$1,34
	96,7%	72,5	72,0	11,3	21,5	31,5	21,90	158,2	R\$2,18	4,40	249.585.326	R\$3,44	R\$1,26
Capacidade máxima	100,0%	75,0	75,0	16,5	24,2	33,0	25,00	173,7	R\$2,32	6,20	258.191.717	R\$3,44	R\$1,13
	103,3%	77,5	78,5	18,0	28,7	34,9	29,50	189,6	R\$2,45	6,36	266.798.108	R\$3,44	R\$1,00
	106,7%	80,0	82,0	20,5	32,0	39,0	32,20	205,7	R\$2,57	6,44	275.404.498	R\$3,44	R\$0,87
	110,0%	82,5	85,0	21,3	38,2	43,0	35,60	223,1	R\$2,70	6,96	284.010.889	R\$3,44	R\$0,74
	113,3%	85,0	90,5	26,7	43,3	43,2	37,50	241,2	R\$2,84	7,24	292.617.279	R\$3,44	R\$0,60
	116,7%	87,5	96,0	31,4	46,5	46,2	39,90	260,0	R\$2,97	7,52	301.223.670	R\$3,44	R\$0,47
Nível de produção máximo	120,0%	90,0	101,0	34,9	52,1	49,8	43,20	281,0	R\$3,12	8,40	309.830.060	R\$3,44	R\$0,32
	123,3%	92,5	106,0	39,3	57,1	54,2	46,30	302,9	R\$3,27	8,76	318.436.451	R\$3,44	R\$0,17
	126,7%	95,0	112,0	47,0	61,2	59,9	48,40	328,5	R\$3,46	10,24	327.042.841	R\$3,44	-R\$0,02
	130,0%	97,5	119,0	50,1	67,8	64,5	53,2	354,6	R\$3,64	10,44	335.649.232	R\$3,44	-R\$0,19