UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

ALEXANDER MATOS LEITÃO

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UMA ABORDAGEM PARA SERVIÇOS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS

DOURADOS – MS
2021

ALEXANDER MATOS LEITÃO

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UMA ABORDAGEM PARA SERVIÇOS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, para obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Luciana Ferreira da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Milton Parron Padovan.

DOURADOS – MS
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L533p Leitao, Alexander Matos
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: Uma abordagem para Serviços de Produção de Água em Sistemas Agroflorestais Biodiversos [recurso eletrônico] / Alexander Matos Leitao. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Luciana Ferreira da Silva.
Coorientador: Milton Parron Padovan .
Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Agronegócio. 2. Bioeconomia. 3. Serviços ecossistêmicos. 4. Pagamento por serviços ambientais. 5. Sistemas agroflorestais. I. Silva, Luciana Ferreira Da. II. Padovan, Milton Parron. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR **ALEXANDER MATOS LEITÃO**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "EM AGRONEGÓCIOS E SUSTENTABILIDADE".

Aos vinte e cinco dias do mês de junho de dois mil e vinte e um, às 14h, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada **"PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: Uma abordagem para serviços de produção de água em Sistemas Agroflorestais Biodiversos"** apresentada pela mestrando **Alexander Matos Leitão**, do Programa de Pós-Graduação em AGRONEGÓCIOS, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof.ª Dr.ª Luciana Ferreira da Silva/UFGD (presidente/orientadora), Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges/UFGD (membro titular) e Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior/CEFET-MG (membro externo). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado **APROVADO**, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM AGRONEGÓCIOS**. **A presidente da banca abaixo-assinada atesta que os membros** João Augusto Rossi Borges e Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior **participaram de forma remota desta defesa de dissertação, conforme o** § 3º do Art. 1º da Portaria RTR/UFGD n. 200, de 16/03/2020 e a Instrução Normativa PROPP/UFGD Nº 1, de 17/03/2020, **considerando o candidato APROVADO, conforme declaração anexa**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados, 25 de junho de 2021.

Prof.ª Dr.ª Luciana Ferreira da Silva

Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges (participação remota)

Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior (participação remota)

ATA HOMOLOGADA EM:___/___/_____, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA / UFGD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
Assinatura e Carimbo

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM: AGRONEGÓCIOS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRONEGÓCIOS E SUSTENTABILIDADE

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA DE MESTRADO/ UFGD

Às 14h do dia 25 de junho de 2021, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da banca de Defesa de Dissertação do candidato **Alexander Matos Leitão**, do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo candidato, formalizo para fins de registro, por meio deste, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: **APROVADO**

Atenciosamente,

João Augusto Rossi Borges

Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges

Universidade Federal da Grande Dourados / UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM: AGRONEGÓCIOS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRONEGÓCIOS E SUSTENTABILIDADE

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA DE MESTRADO/ UFGD

Às 14h do dia 25 de junho de 2021, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da banca de Defesa de Dissertação do candidato **Alexander Matos Leitão**, do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo candidato, formalizo para fins de registro, por meio deste, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: **APROVADO.**

Atenciosamente,

Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais / CEFET-MG

DECLARAÇÃO

DECLARAMOS para fins de homologação da Ata de defesa, que ALEXANDER MATOS LEITÃO, foi aprovado (a) na defesa pública de Dissertação, realizada em 25/06/2021, e cumpriu todas as exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados – MS, 25 de junho de 2021.

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva
Coordenador em exercício do
Programa de Pós-graduação em Agronegócios
FACE/UFGD

ALEXANDER MATOS LEITÃO

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: UMA ABORDAGEM PARA SERVIÇOS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, para obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Data de aprovação: 25 de junho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. ª Dr.ª Luciana Ferreira da Silva – Orientadora e Presidente da banca

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

_____

Prof. Dr. Milton Parron Padovan – Coorientador e Membro titular

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

_____

Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges – Membro titular

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

_____

Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior – Membro titular externo

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)

_____

Prof.ª Dr.ª Madalena Maria Schlindwein – Membro suplente

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

“(...) e o Espírito de Deus se movia sobre
a face das águas” (Gn, 1, 2).

DEDICATÓRIA

Dedico a Senhora Eunice Michelini e ao Senhor Aquiles Paulus, aqui representando todos os produtores rurais que acreditam em um agronegócio sustentável, com filosofias e práticas viabilizadoras de uma produção de alimentos que se associa, entre outros, à produção de serviços ambientais.

Aos meus avós de sangue e de coração, Edmundo, Moises, Narcizo, Antônio, Abigail, Maria, Cladir e Marcionília, a meus pais Lúdio e Valdete, e meus irmãos Lúdio e Maicon, exemplos de que trabalho e dedicação, produzem frutos que alimentam o corpo e o espírito.

Também dedico essa obra a uma pessoa presente em todas as etapas dessa pesquisa e que divide comigo lágrimas, sorrisos, esperanças e sonhos, minha esposa Mariana Danyelle.

AGRADECIMENTOS

Como católico que sou, agradeço a meu bom Deus, e a meu intercessor São José, que nas dificuldades me deram força, parcimônia e inspiração.

Obrigado aos meus pais, irmãos e esposa, alicerces de minha vida, junto a meus familiares e amigos. Grato pela confiança e apoio incondicional em todos os momentos.

Aos amigos do Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados (HU-UFGD/Ebserh), minha gratidão. Em especial ao Sr. Luiz Eduardo que sempre me incentivou e apoiou durante todo o mestrado.

Agradeço a todos os amigos da turma PPG Agronegócios 2019, exemplos de parceria e união, e aos egressos do programa Me Alberto de Souza, Me. Airson Batista, Me. Anderson Barbosa, Me. Anderson Sampaio, Me. Jaine Soares, Me. Ronã Borges e Me. Wesley Akahoshi, sempre prontos a ajudar e compartilhar experiências.

Aos professores do programa Dr.ª Carla Carducci, Dr.ª Erlaine Binotto, Dr. Marcelo Corrêa, Dr. Rafael Noriller, doutores inteiramente dedicados ao ensino de excelência. Agradeço por me concederem a possibilidade de aprender e compartilhar conhecimentos.

Aos excelentíssimos membros das bancas de seminário, qualificação e defesa final, Dr. Arnaldo de Oliveira, Dr. João Borges, Dr.ª Madalena Schlindwein e Dr. Régio Gimenes, que me deram a oportunidade de ser submetido ao crivo e, com isso evoluir como acadêmico e como pessoa. Meu muito obrigado!

Agradeço também ao meu coorientador Dr. Milton Parron Padovan, que em 2018 aceitou receber um possível candidato ao mestrado e desde então sempre foi presente, um homem inspirador e de uma humildade encantadora.

Registro aqui eterna gratidão a minha professora e amiga Dr.ª Luciana Ferreira da Silva, que ao me autorizar a indica-la como orientadora, acabou por adotar não apenas essa dissertação, mas um aluno que a têm como um exemplo de força e determinação. Obrigado pela paciência, pela fé em meu trabalho e pela sinergia do dia-a-dia!

RESUMO

O agronegócio brasileiro é mais do que produção de alimentos e *commodities*, é uma potência na prestação de Serviços Ambientais, se realizado de acordo com alguns critérios. Contudo, essa prestação deve ser ampliada atendendo as demandas econômicas, sociais e ambientais, como as elencadas na Agenda 2030. Dentre essas demandas, há necessidade de estabelecer uma melhor *proxy* de valor para o PSA Produção de Água (PSA – Água). O objetivo dessa pesquisa é estimar o valor monetário do Serviço Ambiental de Produção de Água em um contexto de suporte às políticas públicas. Foi desenvolvido um estudo de caso aplicado a um Sistema Agroflorestal Biodiverso (SAF), de uma propriedade rural do município de Dourados – MS. Especificamente, pretendeu-se: a) caracterizar a propriedade e a percepção dos produtores no decorrer da implantação dos SAFs Biodiversos; b) mensurar monetariamente o Serviço Ambiental de Produção de Água após essa implantação; c) desenvolver um modelo pautado pelos Métodos de Custo de Reposição (MCR) e de Custo de Oportunidade (MCO) para valorar quantitativamente o Serviço Ambiental Produção de Água da propriedade estudada. No estudo de caso foi utilizado o protocolo Análise Expedito e aplicadas as seguintes estratégias metodológicas: visita *in loco,* questionário semiestruturado e entrevista. Para alcançar os objetivos propostos, foram usados o Método de Custo de Oportunidade (MCO), com a aplicação de cinco equações que oportunizaram a valoração econômica, uma vez que possibilitaram melhores comparações quanti e qualitativas de cinco opções de retorno financeiro: Retorno Pecuária, Retorno Produção de Soja (safra verão), Retorno Produção de Milho (safra inverno), Retorno Produção de Grãos (safras milho e soja somadas), e Retorno Arrendamento (remuneração percentual sob safra soja); e o Método do Custo de Reposição (MCR), também com cinco equações que propiciaram instrumentos adequados à valoração monetária através dos cálculos: Custo Total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, áreas de reserva legal e implantação do SAF (CTRAPP), Custo de Reposição do Solo (CRS), Custo de Terraceamento do Solo (CTS), Custo de Manutenção (CM), e Custo Total de Reposição da Área (CTRA). A partir de dados contábeis, obtidos com o questionário, foram estimadas as receitas do SAF estudado, que viabilizaram a proposta da Valoração da Produção de Água (VPA) e, assim, obter a *proxy* de valor estimado para Produção de Água. Na sequência, para se aproximar da realidade do produtor, foi calculado o Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA). Os resultados demonstraram os custos na implantação e manutenção do SAF estudado, que revelaram um VPA de R$ 1.444,67 por hectare ao ano, já o IVPA demonstrou que apenas a opção RPG como financeiramente mais atrativo que o VPA. Ficou constatado que o SAF promoveu o aumento dos Serviços Ecossistêmicos oferecidos pela propriedade. Pode-se concluir que apenas a receita oriunda do SAF não foi capaz de arcar com os custos de implantação e manutenção da área. Já o IVPA permitiu uma análise comparativa eficiente, tendo em vista que pode ser dimensionada para regiões e realidades distintas. Caso o IVPA seja positivo, o PSA será vantajoso ao produtor, do contrário, se o IVPA for negativo, o PSA será desvantajoso, acarretando a insolvência do produtor. Isso abre espaço para discussões sobre a necessidade de valores que reflitam as realidades locais. Essa nova perspectiva para a valoração monetária do PSA – Água visa possibilitar aos programas mais atratividade junto aos

produtores rurais, de forma a motivar novas iniciativas e projetos de PSA e, em perspectiva, ampliar a renda deles, por meio desses programas tão importantes para o meio ambiente, sociedade e economia.

Palavras-chave: agronegócio; bioeconomia; serviços ecossistêmicos; pagamento por serviços ambientais; sistemas agroflorestais.

ABSTRACT

Brazilian agribusiness is more than the production of food and commodities is a power in the provision of Environmental Services, as long as of carried out according to some criteria. However, this service should be expanded to meet the economic, social, and environmental demands, such as those listed in Agenda 2030. Among these demands, there is the need to establish a better value proxy for the PSA water production (PSA - Water). The objective of this research is to estimate the monetary value of the Environmental Service for Water Production in a context of support for public policies. It was developed a case study applied to a Biodiverse Agroforestry System (SAF) of a rural property in the municipality of Dourados – MS. Specifically, it was intended to: a) characterize the property and the perception of producers during the implementation of Biodiverse SAFs; b) monetarily measure the Environmental Service of Water Production after this implementation; c) develop a model based on the Replacement Cost Method (MCR) and the Opportunity Cost Method (MCO) to quantitatively value the Environmental Service of Water Production on the property studied. In the case study, the Expedite Analysis protocol was used and the following methodological strategies were applied: on-site visit, semi-structured questionnaire, and interview. To achieve the proposed objectives were used the Opportunity Cost Method (MCO), with the application of five equations, which allowed for economic valuation, since they enabled better quantitative and qualitative comparisons of five financial return options: Return on Cattle Raising, Return on Soy Production (summer crop), Return on Maize Production (winter crop), Return on Grain Production (combined maize and soy crops), and Return on Leasing (percentage remuneration on the soy crop); and the Replacement Cost Method (MCR), also with five equations, enabled adequate instruments for monetary valuation through the calculations: Total Cost of the Recovery of Permanent Preservation Areas, Legal Reserve Areas and implementation of the SAF (CTRAPP), Cost of Soil Replacement (CRS), Cost of Soil Terracing (CTS), Cost of Maintenance (CM), and Total Cost of Area Replacement (CTRA). From the accounting data, obtained with the questionnaire, the revenues of the studied SAF were estimated, which allowed the proposal for the Valuation of Water Production (VPA) viable and, thus, obtained a proxy for the estimated value for Water Production. Then, to get closer to the reality of the producer, a Water Production Valuation Index (IVPA) was calculated. The results showed the costs in the implementation and maintenance of the studied SAF, which revealed a VPA of R$ 1,444.67 per hectare per year, while the IVPA demonstrated that only the RPG option as financially more attractive than the VPA. It was found that the SAF promoted an increase in the Ecosystem Services provided by the property. It can be concluded that only the revenue from the SAF will not be able to bear the costs of implementing and maintaining the area. The IVPA, on the other hand, allowed an efficient comparative analysis, as it could be scaled for different regions and realities. If the IVPA is positive, the PSA will be advantageous for the producer, otherwise, if the IVPA is negative, the PSA will be disadvantageous, resulting in the insolvency of the producer. This opens discussions about the need for values that reflect local realities. This new perspective of monetary valuation of the PSA - Water, aims to make the programs more attractive to rural producers, motivating new initiatives and projects of the PSA, and in perspective, increase their income, through these programs so important for the environment, society and economy.

Keywords: agribusiness; bioeconomy; ecosystem services; payment for environmental services; agroforestry systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e suas instâncias de atuação.....39
Figura 2 – Funções dos Comitês de Bacias Hidrográficas com base na Lei n.º 9.433/1997 40
Figura 3 – Bacia Hidrográfica APA Guariroba (Campo Grande – MS).....54
Figura 4 – Bacia Hidrográfica APA Guariroba (Campo Grande – MS).....55
Figura 5 – Reservatório Córrego Guariroba (Campo Grande – MS).....56
Figura 6 – Fluxograma de funcionamento do Projeto Manancial Vivo (Campo Grande – MS).....57
Figura 7 – Bacia Hidrográfica Laranja Doce (Dourados – MS).....68
Figura 8 – Imagem de satélite do Sítio Laranja Doce (Dourados – MS) 69
Figura 9 – Frente da propriedade (antes da implantação da SAF).....88
Figura 10 – Antiga sede da propriedade (antes da implantação da SAF) 89
Figura 11 – Vista da nova sede da propriedade (depois da implantação da SAF)....90
Figura 12 – Barreiras eólicas (depois da implantação da SAF).....91
Figura 13 – Área destinada ao cultivo de pupunha dentro do SAF 92
Figura 14 – Uso de lona para eliminação de capim 93
Figura 15 – Nova área de SAF, área oeste.....94
Figura 16 – Nova área de SAF, área sul (1).....95
Figura 17 – Nova área de SAF, área sul (2).....96
Figura 18 – Área dos tanques de peixes.....97
Figura 19 – Área do pomar.....98
Figura 20 – Vista da antiga sede (depois da implantação da SAF).....99
Figura 21 – Viveiro de mudas.....100
Figura 22 – Programa Produtor de Água/VPA 119
Figura 23 – Modelo de Valoração do Serviço Ambiental Produção de Água (MVPA) 123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos Serviços Ecossistêmicos pela MEA (2005) 44
Quadro 2 – Serviços Ecossistêmicos Hídricos, classificação e atributos 50
Quadro 3 – Projetos do Programa Produtor de Água (em andamento no Brasil).....52
Quadro 4 – Tipos de valores captados pelos métodos de valoração 60
Quadro 5 – Aplicação dos métodos de valoração 62
Quadro 6 – Estrutura da pesquisa do estudo de caso pela Análise Expedito 72
Quadro 7 – Diversidade vegetal na propriedade após a implantação do SAF Biodiverso 112
Quadro 8 – Retorno da fauna silvestre à propriedade após a implantação do SAF Biodiverso.....113
Quadro 9 – Diversificação na produção de alimentos da propriedade após a implantação do SAF Biodiverso 114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Notas da entrevista.....111
Tabela 2 – Opções de produção pelo Retorno Total Acumulado.....116
Tabela 3 – Custos de Reposição (MCR).....118
Tabela 4 – Valores obtidos pelo RTSAF e VPA.....120
Tabela 5 – Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA).....121

LISTAS DE ABREVIATURAS

%	Percentual
A	Área possível para essa produção na propriedade (hectare)
Ad	Área desenvolvida, em hectares
AHP	Processo de Hierarquia Analítica
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Proteção Permanente
ARCP Guariroba	Associação de Recuperação, Conservação e Preservação da Bacia do Guariroba
CA	Cálcio
Cat	Custo Total com a adubação
CBHs	Comitês de Bacia Hidrográfica
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
Cet	Custo Total de Locação ou Aquisição de Equipamento
Cm	Custo com Mão de Obra
CM	Custo de Manutenção
CNA	Confederação Nacional de Agricultura
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CO	Custo de Oportunidade
CO_2	Dióxido de Carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CP	Custo unitário por espécime plantado
CR	Custo de Reposição
CRS	Custo de Recomposição do solo
CRS	Custo de Reposição do solo
Cti	Custo total com insumos para manutenção (R$)
Ctlae	Custo Total de Locação ou Aquisição de Equipamento no trato do solo (R$)
Ctm	Custo Total de Manutenção
CTRA	Custo Total de Reposição da Área
CTRAPP	Custo total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Reserva Legal e implantação do SAF
CTS	Custo com o terraceamento do solo

DAP	Disposição a Pagar
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F Imp	Fator de Importância da Nascente
F Prot	Fator de Proteção da Nascente
FAO	*Food and Agriculture Organization of the United Nations*
FMMA	Fundo Municipal de Meio Ambiente
GIRH	Gestão Integrada de Recursos Hídricos
GIS	Georreferenciada
ha	Hectares
ILP	Lavoura-Pecuária
ILPF	Lavoura-Pecuária-Floresta
IMASUL	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Organization for Standardization
IVA	Inventário Ambiental do Açude
IVM	Índice de Valoração de Mananciais
IVPA	Índice de Valoração da Produção de Água
K	Potássio
kt	Coeficiente de ajuste topográfico
LL	Lucro Líquida por Cultura
Lpa	Lucro Líquida (por animal/R$)
Lsc	Lucro líquido (saca/hectare/R$)
MCO	Método de Custo de Oportunidade
MCR	Método do Custo de Reposição
MEA	*Millennium Ecosystem Assessment*
Mg	Magnésio
MSI	Matriz de Sistematização Institucional
MS	Mato Grosso do Sul
MVC	Método da Valoração Contingente
N	Nitrogênio
n	Período
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONGs	Organizações não governamentais

ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo
Pe	Período de recria e engorda
Pep	Proporção de Espécimes Plantados (hectare)
Pf	Preço dos fertilizantes
PH	Pegada Hídrica
PNRH	Políticas Nacionais de Recursos Hídricos
Ps	Período de ano/safra
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
Qt	Quantidade
RAS	Retorno Arrendamento Soja
Rb	Receita
RP	Retorno Pecuária
RPG	Retorno Produção de Grãos
RPM	Retorno Produção Milho
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RPS	Retorno Soja
RT	Bruta
RTSAF	Receita Total do SAF
SA	Serviço Ambiental
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SE	Serviços Ecossistêmicos
SEMADUR	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
SI	Sistemas Integrados
SISÁGUA	Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SNGRH	Sistema Nacional Gerenciamento de Recursos Hídricos
SPSS	*Statistical Package for the Social Sciences*
SRC	*Stockholm Resilience Centre*
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SSP	Silvipastoril
T	Período
TACs	Termo de Ajustamento de Conduta
TEEB	*The Economics of Ecosytems and Biodiversity*

TESE	Tendência em Serviços Ecossistêmicos
USLE	Equação Universal de Perda do Solo
V Ref	Valor de Referência
VE	Valor de Existência
VNU	Valor de Não Uso
VO	Valor de Opção
VPA	Valor da Produção de Água
VRTE	Valor de Referência do Tesouro Estadual
VSrh	Valor dos Serviços Ambientais de Conservação e Melhoria da Qualidade e da Disponibilidade Hídrica
VU	Valor de Uso
VUD	Valor de Uso Direto
VUI	Valor de Uso Indireto
WAC	*Watershed Agricultural Council*
WACC	*Weighted Average Cost of Capital*
Z	Coeficiente de potencial erosivo das coberturas de solo correlacionado ao estágio de desenvolvimento da floresta
Z1	Fator de risco de erosão após o uso
Z0	Fator de risco de erosão atual

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação I – PAE% = 100 (1- Z1/ Z0) 63
Equação II – V Ref x (F Prot + F Imp) x 0,2 63
Equação III – VSrh = 200 x VTRE x (1 - Z) x kt 64
Equação IV – Retorno Produção Pecuária. 76
Equação V – Retorno Produção Milho. 77
Equação VI – Retorno Produção Soja. 78
Equação VII – Retorno Produção de Grãos. 79
Equação VIII – Retorno Arrendamento Soja. 79
Equação IX – Custo total da Recuperação das APPs, ARLs e implantação do SAF. 82
Equação X – Custo de Recomposição da Fertilidade do Solo. 82
Equação XI – Custo de Terraceamento do Solo. 83
Equação XII – Custo de Manutenção. 84
Equação XIII – Custo Total de Reposição da Área. 84
Equação XIV – Receita Total do SAF. 85
Equação XV – Valoração da Produção de Água (VPA). 85
Equação XVI – Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA). 86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 28
2.1 O estado da arte da gestão dos recursos hídricos no mundo 28
2.2 Políticas de gestão de recursos hídricos na América Latina e no Brasil 36
2.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs) como prestador de serviço no sistema do Pagamento por Serviços Ambientais 41
2.4 Pagamento por Serviços Ambientais provenientes da água no Brasil . 48
2.5 Métodos de valoração ambiental 58
2.5.1 Método de Custo de Reposição (MCR) 64
2.5.2 Método de Custos de Oportunidade (MCO) 66
3 MATERIAL E MÉTODOS 68
3.1 Caracterização da área de estudo 68
3.2 Desenho de pesquisa 69
3.3 Coleta e análise dos dados 71
3.3.1 Análise Expedito na identificação, quantificação das ARLs, APPs, degradadas e recuperadas da propriedade, os olhos d´água e na mensuração do Serviço Ambiental Produção de Água 71
3.3.1.1 Elaboração do instrumento de pesquisa 73
3.3.2 Análise e identificação dos Custos de Oportunidade 75
3.3.3 Análise e identificação dos Custo de Reposição – ARLs, APPs, áreas degradadas e recuperadas 80
3.3.4 Análise da Receita potencial do SAF e da Produção de Água 84
3.3.5 Valoração da Produção de Água (VPA) 85
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 87
4.1 Percepção dos produtores no decorrer da implantação dos SAFs biodiversos 87
4.2 Valoração monetária do Serviço Ambiental de Produção de Água 115
5 CONCLUSÕES 125
REFERÊNCIAS 128
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO REFERENCIAL 149
APÊNDICE B – ENTREVISTA AO PRODUTOR 156

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a escassez de recursos naturais motivou a adaptação da humanidade, seja nas estratégias para o desenvolvimento agrícola ou na preservação ambiental (NDZABANDZABA; HUGHES, 2017; DESTA; LEMMA 2017; DEL VECCHIO; BARONE, 2018). A *Declaração Universal dos Direitos da Água*, instituída pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 22 de março de 1992, afirma em seu Art. 1º, “a água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos” (USP, 1992, p. 1). Essa responsabilidade está ligada a concepção de que esse patrimônio é limitado, uma vez que, de toda a água do planeta, apenas 0,775% está disponível em fontes subterrâneas e superficiais (ANA, 2020a).

Para a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), o Brasil possui a maior fonte renovável de água doce do mundo: cerca de 12% da disponibilidade total (MATSUOKA, 2019). No entanto, está distribuída de forma desigual. Do total desses recursos, o Nordeste, o Norte e o Centro Oeste possuem 4%, 72% e 16%, respectivamente. O Sul e o Sudeste juntos somam 8%. Há ainda situações de desperdícios de água, escassez, estresse e até risco hídrico (ANA, 2019a).

Entre os anos de 1998 e 2018, houve um aumento de 80% na demanda por água no Brasil. Fatores como a urbanização e pressões econômicas estão gerando situações de estresse hídrico, como o que ocorre na região Sudeste do país (ANA, 2019a). Apenas no ano de 2018, um milhão de pessoas foram atingidas por enxurradas, inundações e alagamentos. Por outro lado, cerca de 43 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens, sendo 90% delas estão na região Nordeste (ANA, 2019a).

Atualmente, o maior consumo de água no Brasil vem da irrigação, que respondeu por 49,8% da retirada total de água em 2018. O abastecimento humano e a indústria responderam por 24,4% e 9,6%, respectivamente. Já o atendimento a animais, termelétricas, suprimento rural e mineração abarcaram 16,2% (ANA, 2020b).

Para 2030 são estimados um aumento de 24% na retirada total de água e um crescimento de 26% no consumo brasileiro. Em 2035, cerca de 73,7 milhões de pessoas poderão estar em risco hídrico. Já a cadeia da agroindústria tem seu risco projetado em termos financeiros no valor de R$ 518,2 bilhões. Nessa perspectiva, é

possível inferir que para cada R$ 1,00 investido na segurança hídrica, cerca de R$ 14,50 são gerados em retorno à população (ANA, 2019a; ANA, 2020b).

Essas possibilidades geram debates, como os centrados no direito real de uso dos recursos hídricos (águas subterrâneas e superfícies disponíveis), assim como nos deveres coletivos e individuais de preservação da natureza (ANZALDI, 2014; KILKIŞ, 2018; ZIEGLER, 2019). Disso decorre o reconhecimento, mesmo que emergente, do direito à água dado pela ONU, que ocorreu na década de 1980, acentuados por discussões ligadas à privatização da água, haja vista o direito humano à água e ao saneamento (BAER, 2017).

No campo científico, há a defesa de uma extração sustentável dos recursos hídricos, que deve ser equiparada ao reabastecimento natural da fonte de captação, seja ela subterrânea ou não, demonstrando que as melhores soluções vêm da preservação e manutenção desses recursos (GARCIA; HIPEL; OBEIDI, 2017; CHIODI; MARQUES, 2018; SALEM *et al.*, 2017; KARANDISH; ŠIMŮNEK, 2018).

Quanto ao uso produtivo da água na agricultura, surgem outros debates relacionados ao equilíbrio entre produção e preservação ambiental. Esse uso gera um maior valor macroeconômico, logo, uma maior importância na cadeia, fato evidente em países produtores de *commodities*, onde a participação desse setor é significativa, como no Brasil (COMAR, 2017). Esses países produtores estão em um contexto de aumento na demanda por alimentos, de investimentos na difusão de novas tecnologias e de melhores índices de produtividade, o que traz sobremaneira uma crescente preocupação com a sustentabilidade socioeconômica e ambiental (RIBEIRO; JAIME; VENTURA, 2017). Concomitante a essas necessidades do agronegócio, sugestões vêm sendo difundidas com intuito de diversificar os sistemas de produção, integrando diversas atividades e práticas agropecuárias sustentáveis, como os Sistemas Integrados (SI) (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015).

Tais sistemas envolvem a produção de grãos, madeira, fibras, energia, carne ou leite em uma mesma área, em um sistema rotacional de consórcio com ou sem sucessão, com várias possibilidades de combinações entre agrícola, florestal e pecuária, como Silvipastoril (SSP), Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agroflorestais (SAFs) (EMBRAPA, 2017). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), as SAFs são soluções tecnológicas utilizadas na restauração de florestas, possibilitando a agricultura em base agroecológica (EMBRAPA, 2018).

Ao avançar na concepção de SI, se encontram os SAFs, que podem ser constituídos de sistemas simples, com poucas espécies, ou possuir diversos arranjos produtivos, chamados, assim, de biodiversos. Sendo uma forma de produção agroecológica, reunindo culturas agrícolas em associação com espécies florestais, melhorando solos desgastados pela ação antrópica com a incorporação de matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio, além do grande potencial para a produção de SAs (PADOVAN et al., 2017; OLIVEIRA, 2018).

Esses avanços vão além de sistemas produtivos, vale destacar que desde a década de 1970, a economia também se insere nessas novas perspectivas. Várias pesquisas científicas passaram a incorporar em suas análises econômicas o elemento ambiental. A ideia era buscar explicar a degradação ambiental no viés econômico, indo além da visão neoclássica comumente utilizada. Já nos anos de 1990, a ONU publicou os guias da *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), sedimentando os conceitos e caracterizações dos Serviços Ecossistêmicos (SE) (MEA, 2005).

Os SEs são as contribuições que a natureza oferta à sociedade, como os de provisão, suporte, regulação e culturais (BRASIL, 2020a). Esses serviços se apresentam como lacunas da economia neoclássica, que por não serem transacionados no mercado tradicional, necessitam ser mensurados a partir de métodos de valoração que permitam equilibrar as demandas do mercado com as ofertas desses serviços (LANKFORD *et al*., 2016; KATKO, 2017; PAN; MARSHALL; MALTBY, 2016; RAO *et al*., 2017; NATYZAK *et al*., 2017; MACDONALD; D'ODORICO; SEEKELL, 2016; PAIVA; COELHO, 2015).

Um dos mecanismos mais utilizados nessas lacunas é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que incentiva a conservação, preservação, restauração e a provisão dos Serviços Ambientais (SA) prestados por determinado agente protetor, no geral, produtores rurais. Dentre esses serviços oferecidos, cabe destacar aqueles associados à produção e manutenção, quantidade e qualidade da água, mediante as práticas agrícolas sustentáveis rurais e urbanas (LINO, 2009).

Esse serviço é chamado de Produção de Água e pode ser obtido pelo "uso da tecnologia e conceitos relacionados à agricultura sustentável, que aumentam a infiltração de água no solo, enriquecendo o lençol freático" (SANTANA; ALVARENGA, 2006, p. 5).

Os SA[1] prestados pela Produção de Água são de importantes para a manutenção dos recursos hídricos. Estudá-los significa considerar quatro aspectos que envolvem: a) os problemas hídricos decorrentes de sua má utilização; b) inovações tecnológicas, ambientais, operacionais e de economia dos serviços de água; c) desenvolvimento institucional; d) a governança e a importância social dos serviços de água, com projeção de cenários futuros (KATKO, 2017).

A mensuração e valoração dos Serviços Ecossistêmicos são extremamente complexos. Logo, não podem ser definidas como *commodities,* uma vez que estas são mercadorias de baixo valor agregado que podem ser mensuradas. Kill (2014) creditou a esses serviços o rótulo de "*commodities* imaginárias", ao analisar o mercado de créditos REDD. Contudo, essa perspectiva não leva em conta outros serviços, como a Produção de Água.

Todos esses aspectos demonstram que o debate acadêmico é relevante e fundamental, seja no subsídio de políticas públicas, ou na manutenção desses serviços que ainda são pouco explorados no contexto dos SAFs (MELO; GONZÁLEZ, 2017). Há ainda divergências na literatura, quanto aos fatores globais elencados na Agenda 2030[2] (ONU, 2018), com os fatores locais, a exemplo das metas estabelecidas pela Carta da Água em Mato Grosso do Sul (MS)[3] (UEMS, 2019).

Ademais, essas demandas estão associadas à necessidade de implantação de sistemas de incentivo à proteção ambiental, como forma de disseminar e ampliar práticas conservacionistas que, infelizmente, possuem barreiras. Por isso, o PSA vem se consolidando como opção. Todavia, seu cálculo evoca uma melhor *proxy* ao que tange valor justo, em específico esses pagamentos na Produção de Água e em SAFs (VILAR, 2009; PAIVA; COELHO, 2015). Seja no cenário mundial ou brasileiro, há de se considerar a necessidade já evidenciada em conectar as linhas de pesquisas, SAFs, PSA e Produção de Água (VILAR, 2009; PAIVA; COELHO, 2015; CAETANO; MELO; BRAGA, 2016; CHIODI; MARQUES, 2018).

Nesse contexto, esta pesquisa buscou responder à questão: Dentre os instrumentos ofertados pela Economia Ambiental, qual a alternativa mais adequada

[1] Alguns autores e instituições se referem aos Serviços Ecossistêmicos como sinônimos de Serviços Ambientais, porém há uma tendência em distingui-los de forma que os primeiros se referem à contribuição da natureza para as sociedades e os segundos como as ações humanas que melhoram os Serviços Ecossistêmicos (BRASIL, 2020a).

[2] Especificamente, o 16º objetivo: "assegurar a disponibilidade e gestão de água e saneamento para todos" (ONU, 2018).

[3] Dentre outros, elenca em suas prioridades o fortalecimento do PSA (UEMS, 2019).

para se valorar o Serviço Ambiental de Produção de Água em Sistemas Agroflorestais Biodiversos? Para isso, este trabalho se lastreia nas demandas relativas às linhas de pesquisa ligadas às SAFs em bases agroecológicas (SILVA, 2014; NASCIMENTO, 2016; PADOVAN, *et al*., 2017; VIGULO, 2019), além daquelas relacionadas à valoração de Serviços Ambientais e aos PSAs (VILAR, 2009; PAIVA; COELHO, 2015; CAETANO; MELO; BRAGA, 2016; CHIODI; MARQUES, 2018).

O objetivo dessa pesquisa é estimar o valor monetário do Serviço Ambiental de Produção de Água em um contexto de suporte às políticas públicas. Foi desenvolvido um estudo de caso aplicado a um Sistema Agroflorestal Biodiverso (SAF), de uma propriedade rural do município de Dourados – MS.

Especificamente, pretendeu-se: a) caracterizar a propriedade e a percepção dos produtores no decorrer da implantação dos SAFs Biodiversos; b) mensurar monetariamente o Serviço Ambiental de Produção de Água após essa implantação; c) desenvolver um modelo pautado pelos Métodos de Custo de Reposição (MCR) e de Custo de Oportunidade (MCO) para valorar quantitativamente o Serviço Ambiental Produção de Água da propriedade estudada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O estado da arte da gestão dos recursos hídricos no mundo

As pesquisas e discussões acadêmicas sobre a água são heterogêneas e globais, podem versar tanto sobre a gestão como a qualidade da água. Nesta seção realiza-se um recorte do estado da arte da gestão e da qualidade dos recursos hídricos no mundo, através da análise de conteúdo de alguns artigos científicos que discorrem sobre o tema.

É fato conhecido que a água pode possuir valor de uso direto, a exemplo da água distribuída para consumo, mas também possui valor de uso indireto, ao tratar-se da preservação de mananciais, lençóis freáticos etc. (PAIVA; COELHO, 2015). Para Yavuz (1997), a água deve ser tratada como uma *commodity*. Já Macklin e Mclarney (2014), ao analisarem aspectos da globalização e de tratados internacionais de comércio, consideram que a água deva ser tratada como um bem (MATSUOKA, 2019). Essas definições heterogêneas também se dão no direito ao uso e dever de preservação dos recursos naturais. No entanto, para compreender essa discussão é necessária uma visão geral das práticas e estudos recentes que envolvem a temática dos recursos hídricos (WORLD WATER COUNCIL, 2017; DI MAURO, 2018).

Começando pelo continente africano, vale citar pesquisas que abordam os problemas de escassez de recursos hídricos na Etiópia. Desta e Lemma (2017) analisaram a descarga e a evapotranspiração de rios, das sub-bacias do Katar e de Meki, e constataram que os fluxos de água na superfície decresceram entre 1988 e 2013, demonstrando uma tendência agravada pela irrigação desordenada e fatores que condenaram essas sub-bacias a uma perspectiva de sete décadas de vida.

Na égide da gestão desses recursos hídricos essas pesquisas se ampliam, No Marrocos, Del Vecchio e Barone (2018) identificaram que há uma evolução nas reivindicações sobre a gestão e preservação da água no país, o que demonstra uma preocupação crescente com os recursos hídricos subterrâneos. Em Suazilândia foram analisadas as incertezas associadas à quantificação da água disponível, pois ficou evidente que há necessidade de melhorar a gestão sustentável desse recurso (NDZABANDZABA; HUGHES, 2017). Já o comprometimento da comunidade foi estudado na Uganda, onde se constatou que as políticas de gestão das águas contaram com uma baixa adesão dos cidadãos locais (NICOL; ODINGA, 2016).

Já na Oceania, especificamente na Austrália, Doody *et al. (*2017) utilizaram um método para elaboração de uma ferramenta de mapeamento de águas subterrâneas, associada a uma plataforma *on-line*, com dados obtidos entre 2000 e 2010 via análise Georreferenciada (GIS), e aprofundaram o conhecimento sobre os aquíferos no país. Vieira *et al*. (2016) aplicaram uma avaliação multiparamétrica para medir indicadores de eficiência energética da água de aquecedores domésticos, a fim de minimizar as penalidades do uso da água como energia.

Dentre as pesquisas desenvolvidas na Europa, algumas são voltadas para o desenvolvimento de métodos e ferramentas aplicadas no auxílio à gestão, uso e medição dos recursos hídricos. Na Alemanha, Ziegler (2019) analisou as inovações em água provenientes da economia circular e demonstrou que a água não se limita a um bem de mercado. Também identificou que para um maior comprometimento dos *stakeholders* (atores envolvidos), é fundamental o apoio das redes civis (entidades e grupos) e de suas capacidades de coordenação.

Os espanhóis apresentaram uma nova solução para o equilíbrio entre oferta e demanda de água (em uma perspectiva holística, apostando em sistemas computacionais inteligentes), através de uma rede de infraestrutura de gerenciamento e consumo de água. O objetivo era criar uma plataforma de gerenciamento aberta e *on-line*, com o propósito de melhorar a coordenação entre atores, a mudança no comportamento dos usuários, reduzindo seu consumo e otimizando sua responsabilidade (ANZALDI, 2014).

No Reino Unido, Allouche (2016) identificou que a difusão global do padrão internacional de Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) não atende as expectativas atuais, principalmente no que tange ao nexo água, alimento e energia no contexto da economia verde.

Já na República Tcheca, Jia *et al*. (2019) utilizaram a Pegada de Disponibilidade de Água, baseada nos conceitos de Pegada Hídrica (PH). Instruída na norma internacional ISO 14046, é empregada para quantificar o uso da água. Contudo, sua proposta traz um indicador para determinar o uso e medir a qualidade da água.

Na Turquia, foram avaliados os índices de Desenvolvimento Sustentável de Sistemas de Energia, Água e Meio Ambiente de 18 cidades do Sudeste Europeu, em busca de dar aporte para o *benchmarking* das políticas e das práticas sustentáveis

nessas cidades, concluindo com um fluxo de quatro etapas para auxiliar os gestores e planejadores urbanos na utilização do índice analisado (KILKIŞ, 2018).

Na Sérvia, os pesquisadores Polomčić, Bajić e Zarić (2015) buscaram determinar o equilíbrio da água subterrânea, por meio de um estudo de caso sobre o município de Kikinda, localizado na parte nordeste da província de Vojvodina. Para isso aplicaram uma modelagem hidrodinâmica, identificando o balanço hídrico (razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica), para determinar a capacidade máxima de descarga e o raio de influência de algumas fontes subterrâneas. Já na Estônia, pesquisadores utilizaram a fotogrametria e reconstruíram a superfície da hidrologia norte de um pântano, com intuito de monitorar a sazonalidade dos níveis de água (KOHV; SEPP; VAMMUS, 2017).

Quanto a Ásia, alguns estudos retratam uma preocupação maior com a quantificação dos recursos hídricos e os impactos oriundos do uso da água. Em Bangladesh, foram avaliados os efeitos do aumento da temperatura nos níveis freáticos (atrelados às mudanças no custo da irrigação feitas com águas subterrâneas em uma região agrícola no noroeste do país). Foram empregados equipamentos de medição e modelagens (de variação de níveis e de captação de água subterrânea, da evapotranspiração, de fluxo de retorno de água de irrigação). Após determinar a relação dos custos de irrigação e nível de água subterrânea, concluíram que o nível de água caiu durante o período de irrigação, devido ao aumento da temperatura no período estudado e, consequentemente, aumentou os custos de irrigação por hectare na área pesquisada (SALEM *et al*., 2017).

Na Tailândia, um estudo de caso em uma bacia hidrográfica no nordeste do país avaliou as consequências do clima e as mudanças no uso da terra. Concluíram que a descarga do rio nas áreas de floresta é menor do que nas agrícolas, devido à evapotranspiração das plantas (CHACUTTRIKUL; KIGUCHI; OKI, 2018). Também foi analisado o escoamento de uma bacia hidrográfica sazonal no norte do país, nos anos de 1998 a 2008. Os resultados sugeriram um fluxo estável dessa bacia, em grande parte gerado pela infiltração de água no solo predominantemente rochoso (SHIRAKI *et al.*, 2017).

A quantificação dos recursos hídricos foi objeto de estudo no Nepal, onde foram utilizados alguns modelos hidrológicos[4] na análise do balanço hídrico das águas do

[4] Modelos SWAT, HBV; BTOPMC (THAPA *et al.*, 2017).

Vale de Kathmandu. A aplicação dessa abordagem multimodelo permitiu o melhor planejamento em longo prazo dos recursos e suas variações sazonais e temporais (THAPA *et al*., 2017). A gestão dos recursos hídricos também foi estudada no Nepal, onde se buscou analisar a variabilidade do fluxo de uma bacia hidrológica e, assim, demonstrar como o monitoramento participativo na gestão desses recursos pode ser alcançada. Dentre as propostas está a mudança a longo prazo, que abarca uma maior cooperação dos atores locais na distribuição equitativa da água, dado o fluxo sazonal e as demandas domésticas e agrícolas (UPRETY *et al*., 2019).

No que tange à avaliação de impacto do uso da água em culturas produtivas, os japoneses avaliaram os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos disponíveis para a agricultura em todo o Japão. Utilizando a abordagem por múltiplos cenários derivados de modelos climáticos globais (combinados à análise de incertezas para gerar mapas de avaliação das consequências das alterações climáticas no país). Encontraram regiões vulneráveis, onde é preciso construir políticas para a utilização desses recursos, levando em conta a produtividade das culturas de arroz (KUDO; YOSHIDA; MASUMOTO, 2017).

Acerca da capacidade suporte, que de acordo com Daly (1991), se refere a uma produção, que para ser considerada sustentável deve-se limitar sua escala a um patamar que esteja dentro do meio ambiente (SILVA, 2007). Essa capacidade foi pesquisada pelos chineses, que utilizaram o Método de Processo de Hierarquia Analítica (AHP), aplicado em um estudo de caso na avaliação da capacidade de suporte ambiental da água da cidade de Huai'na, nos anos de 2005 a 2014. Eles concluíram que essa capacidade sofreu um alto impacto com a mudança de fatores sociais, como a taxa de urbanização, aumento da população e uso da água na área urbana (LU *et al*., 2017).

Na China a PH também foi analisada, nesse caso foi calculada a PH da indústria de ferro e aço, através de um estudo de caso em uma indústria localizada no leste do país. Partindo da avaliação do ciclo de vida dessa fábrica, o resultado mostra que o consumo de água foi menor que a poluição gerada (consumo de 2,24 × 107 m^3 e a poluição gerada foi de 6,5 × 108 m^3), demonstrando o alto risco ao meio aquático (GU *et al*., 2015).

No Sri Lanka foram analisados dados oficiais acerca do uso de água para irrigação de 49 países distribuídos entre Ásia, África e América do Sul, a fim de se propor um pacto global. A aplicação da teoria da mudança, com foco na alteração

transformacional na irrigação de larga escala, indicaram que modelos de liderança baseados na parceria (de serviços de consultoria e regulamentação público-privados, entre cidades e vizinhos de bacia), acabam descentralizando a canalização de recursos financeiros (controlados por agências governamentais), para irrigação, associadas a promoção de recompensas, e pode resultar em maior conservação da água, da biodiversidade, dos Serviços Ecossistêmicos (LANKFORD *et al*., 2016).

Por seu turno, Lu *et al*. (2017) compararam sete métodos de avaliação da qualidade da água[5] em 17 locais entre as áreas rurais, suburbanas e urbanas do Rio Wen-Rui Tang, no leste da China. Os resultados mostraram que a variação na qualidade da água está intimamente ligada à precipitação e à diluição de poluentes, como a amônia. Essa variação está associada a fatores antropogênicos, direção dos fluxos de água. Por fim, os resultados forneceram dados para o controle da poluição, visto as deficiências da qualidade da água em áreas urbanas e industriais.

Já no Oriente Médio alguns estudos sobre a PH e a gestão se destacam, como no caso do Irã onde foi aplicado o modelo *HYDRUS* na avaliação de um cenário de PH, no gerenciamento de águas salinas na irrigação. Os pesquisadores concluíram que esse modelo é confiável e revelou que culturas expostas à baixa concentração de sal e *déficit* hídrico possuem potencial para redução da PH e carga de poluentes lançadas nos lençóis freáticos (KARANDISH; ŠIMŮNEK, 2018).

Também no Irã, Nabavi (2018) analisou o declínio progressivo nos níveis de água dos aquíferos e as medidas ineficazes adotadas pelo governo para lidar com essa crise. Ele constatou que para dirimir as fragilidades na gestão das águas subterrâneas é necessária a criação de um conhecimento tecnocrático, apartado de populismos, alicerçada em um contexto institucionalizado e transparente com a participação das comunidades locais na elaboração de diretrizes e na implementação de políticas sobre o uso da água.

No Iêmen, a gestão de recursos hídricos foi analisada a partir das experiências locais na governança da água nas comunidades das províncias de Hajjahe Al-Hodeidah. Os resultados mostraram que os membros dessas comunidades, tidas como marginalizadas e vulneráveis, possuem um alto nível de conscientização sobre os fatores hidrológicos e políticos que aceleram o esgotamento das águas

[5] Variáveis hidroquímicas, entre elas, a avaliação de fator único, o índice abrangente de poluição, a classificação da qualidade da água, a análise de componentes principais, a avaliação abrangente Fuzzy, o índice de poluição de Nemerow e o índice abrangente de identificação da qualidade da água (LU *et al.*, 2017).

subterrâneas, agindo com salvaguardas desses recursos (MORRIS-IVESON; ALDERWISH, 2018).

Quanto a América anglo-saxônica o cenário de conflitos de precificação, gestão e direito ao uso dos recursos hídricos são os mais debatidos. No Canadá foi avaliado o conflito na precificação da água na Colúmbia Britânica, após a província aprovar a Lei de Sustentabilidade da água (em vigor desde fevereiro de 2016, que regulamentou o uso de águas subterrâneas, criando taxas para a extração destas). Foi utilizado o modelo gráfico para resolução de conflitos entre Estado, usuários industriais e cidadãos. Os autores concluíram que há um equilíbrio político, visto que o Estado não aumentou os preços da extração, não atendendo, assim, a demanda dos protestos contra os baixos valores pagos pelas indústrias para captação de altos volumes de água, comparados aos valores pagos pelos cidadãos locais (GARCIA; HIPEL; OBEIDI, 2017).

Hurlbert e Andrews (2018) avaliaram práticas democráticas e deliberativas de governança das bacias hidrográficas baseadas em conselhos locais de água no Canadá. Eles identificaram pontos fortes e fracos, concluindo que, embora esses conselhos contribuíssem na governança, eles deveriam ser mais abertos à participação democrática e à tomada de decisões deliberativas para, assim, se fortalecerem, melhorando seus resultados sociais e ambientais.

Já Mcdonald e Swyngedouw (2019) analisaram dados dos últimos 30 anos, desde o início das privatizações dos serviços de geração de água ao redor do mundo, e constataram a crescente remunicipalização desses serviços. Apenas nos últimos 15 anos houve cerca de 270 casos de remunicipalização em 37 países diferentes, em um ritmo crescente em favor de uma gestão pública da água, dada a insatisfação com os resultados oriundos privatizações.

Os norte-americanos analisaram questões da gestão de águas subterrâneas e como ela é afetada por acordos intergovernamentais e internacionais. Para isso, estudaram o caso da bacia do Rio Grande e Rio Bravo, que cortam vários estados norte-americanos, chegando ao território mexicano. Essas bacias são cercadas por disputas judiciais pelo uso dos recursos hídricos. Os autores constataram o surgimento de políticas de governança entre Estado e comunidade local para a gestão de águas subterrâneas. Eles concluíram que é cada vez maior o papel do governo federal norte-americano que pressiona a gestão local em prol de uma visão macro dos recursos hídricos (DE STEFANO *et al*., 2018).

Na Califórnia, foi desenvolvido um projeto para o Rio Los Angeles, com enfoque em um uso sustentável desses recursos hídricos. O projeto abarca o controle de enchentes, abastecimento urbano, tratamento da água poluída, gerenciamento de águas pluviais, ou seja, propostas que visam fortalecer e expandir a gestão do Rio para toda a bacia hidrográfica, com iniciativas de captura, reciclagem e armazenamento de águas subterrâneas (MIKA *et al*., 2017).

Sarna-Wojcicki *et al.* (2019) analisaram iniciativas do Departamento de Recursos Naturais da Tribo Karuk, que buscam implantar uma governança deliberativa na bacia do Rio Klamath, que corta o território aborígine de Karuk, localizada entre os estados da Califórnia e de Óregon. Os autores afirmam que essa iniciativa vai além da ideia de gestão, pois ela insere um contexto de revitalização eco cultural: onde o conhecimento indígena e os valores culturais definem limites e asseguram a proteção dos recursos em um enfoque de descolonização, para garantir e apoiar o conhecimento tribal no processo de governança local colaborativa que auxilie na reparação do ecossistema local.

No Texas, por sua vez, foi avaliada a gestão de águas subterrâneas do aquífero Ogallala, onde os conflitos de interesse se dão entre o Estado e as comunidades agrícolas locais, que buscam proteger o uso privado dessas águas. Foi identificado o desgaste do arranjo político e o esgotamento hídrico local, retratando um histórico de governança conflituosa que, segundo os autores, qualquer iniciativa se mostra muito tardia para uma mudança cultural que garanta a boa gestão dos recursos hídricos (CLOSAS; MOLLE, 2018).

Em Idaho, foram examinados arranjos de governança adaptativa de águas subterrâneas, na região do aquífero Eastern Snake Plain, com foco nas políticas que buscam mitigar os desafios da gestão dessas águas, como o uso agrícola, a escassez hídrica e a implementação dessas políticas. Os pesquisadores notaram que esses novos arranjos criam um vácuo na autoridade de execução e no controle que desafiam esses modelos de gestão (DU BRAY *et al.*, 2018).

A sustentabilidade da água foi avaliada no Óregon, onde verificou-se o engajamento de uma comunidade e de alguns pesquisadores participantes de um projeto de modelagem de escassez de recursos hídricos na bacia do Rio Willamette, que durou cerca de cinco anos. Os autores utilizaram uma modelagem de estudo de impactos que aborda cinco critérios e, dentre eles, o envolvimento do pesquisador/*stakeholder* gerou mais impacto. A constatação foi de encontro à

hipótese dos estudiosos, que o desenvolvimento de ferramentas de decisão gerencial fosse o mais essencial, demonstrando a importância do engajamento na pesquisa como fator fundamental na geração de impacto social na comunidade analisada (FERGUSON *et al.*, 2018).

Mukherjee, Mika e Gold (2016) investigaram no estado da Califórnia a crise hídrica causada em parte pelo declínio do volume de neve, do baixo escoamento de água nos últimos oito anos, associada à alta demanda por esse recurso (puxada pelo uso doméstico, industrial, agrícola e aquático). No que tange o consumo urbano, dados mostram que grande parte desse consumo é gasto com paisagismo, fato que demonstra a necessidade de uma mudança cultural que extrapolam as normativas e a taxações mais severas. Nesse contexto, os autores sugerem que essas taxas sejam baseadas no tipo de fonte de água, incorporando custos de conservação e multas pelo consumo excessivo, na busca por uma precificação que atenda a demanda presente e futura.

Escriva-Bou *et al.* (2016) também analisaram a crise hídrica do estado e se depararam com a necessidade de modificações na contabilidade da água, garantindo mais confiabilidade, robustez, informações mais claras sobre a disponibilidade de água, direitos de alocação, bombeamento e uso em áreas urbanas e rurais. No contexto local, essas fragilidades da contabilidade hídrica dificultam até mesmo o trabalho do Conselho de Recursos Hídricos do estado. Para os pesquisadores, essa contabilidade deve ser autoritária, transparente e reguladora, contingenciando os recursos, caso necessário, auxiliando a gestão nos conflitos de uso, comércio e proteção da água.

Em Nova York, um estudo utilizou um gerador climático para simular cenários futuros aplicados a um modelo de sensibilidade do fluxo de água e de abastecimento para a cidade de Nova York. Por meio de uma comparação de cenários hidrológicos históricos foi possível simular eventos para os anos de 2041 a 2060. A conclusão apontou para um aumento de fluxo médio de água no futuro, puxados por mudanças climáticas que alteraram o pico de escoamento da primavera para as outras estações do ano com eventos hidrológicos extremos (MUKUNDAN *et al.*, 2019).

Por seu turno, Natyzak *et al.* (2017) calcularam a PH da Universidade da Virginia, tanto do uso direto de água como do uso da água virtual, de uso indireto, empregada na produção de alimentos, bens e serviços. Eles concluíram que a PH institucional deve ser associada a outras duas métricas, a pegada de carbono e a de

nitrogênio, a fim de apoiar decisões estratégicas mais eficientes acerca da utilização dos recursos ambientais, para no futuro subsidiar políticas de PSA.

Por fim, esse breve recorte de cinco anos de pesquisas, retrata os diferentes desafios enfrentados por cerca de 22 países diferentes, de praticamente todos os continentes, Apesar de versarem sobre a água, cada um traz peculiaridades e preocupações distintas, em comum essas pesquisas demonstram que o debate em torno dos recursos hídricos é muito amplo, com grande apelo social por permear interesses coletivos comuns, uma vez que a agua não respeita fronteiras. Isso permite entender as estratégias e fornece instrumentos metodológicos para resoluções de problemas já superados por outros países.

2.2 Políticas de gestão de recursos hídricos na América Latina e no Brasil

Assim como no item anterior à temática recursos hídricos, tanto a América Latina como o Brasil, são muito heterogêneas. Entretanto, a análise do conteúdo dos artigos pesquisados demonstra a vanguarda do Brasil em termos de pesquisa, legislação, e instrumentos legais voltadas ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Para se ter uma ideia, a América Latina tem focado nos debates sobre os recursos hídricos que permeiam temas ligados à gestão, ao conflito e à qualidade da água. Como no México, onde se analisou a gestão do serviço de água em 12 comunidades do altiplano mexicano, organizadas na comissão de água potável. Os estudiosos identificaram boas práticas na gestão dos recursos, elencando fatores como a autonomia das comunidades na administração da água, suas regras de comportamento com limites para o uso, demonstrando que uma boa gestão e o uso sustentável não dependem apenas de sua abundância, mas da capacidade de cada indivíduo e da comunidade gerar acordos e normas de comportamento que acabam criando um sistema de autogerenciamento sustentável dos recursos (RIVERA-MÁRQUEZ *et al.*, 2017).

Os conflitos pela água foram debatidos no Chile, na província de Petorca. Antes disso, cabe mencionar a trajetória do Movimento pela Defesa da Água, Terra e Meio Ambiente (MODATIMA), um movimento social da região que denuncia apropriações e usos irregulares dos recursos naturais. Panez-Pinto, Faúndez-Vergara e Mansilla-Quiñones (2017) demonstram que a politização do conflito no país, a relação com outras reivindicações sobre a água e sua vinculação às desapropriações da água na

região denotam o valor e o potencial da resistência local contra as intervenções políticas em Petorca.

Já Murray *et al.* (2015) analisaram a qualidade da água dos haitianos, em específico sua composição, certificação, qualidade e desempenho microbiológico de quatro produtos destinados ao tratamento químico da água doméstica, disponíveis no país. Os resultados mostraram que nenhum dos produtos cumpriu os requisitos, tão pouco possuíam certificação internacional. Os autores arguiram com os fabricantes que, por sua vez, apresentaram informações inverossímeis. O mesmo ocorreu com as agências reguladoras de água, revelando total descaso com a saúde da população.

Temas ligados à crise hídrica foram debatidos no Peru, partindo da discussão proposta por Bakker (2007), sobre a dicotomia da água como um bem comum ou uma *commodity*. Paerregaard e Andersen (2019) avaliaram o caso da crise hídrica peruana e suas complexidades. Eles concluíram que, no caso do Peru, essa dicotomia deve partir de uma análise multifacetada, por sua complexidade que envolve processos sócio-políticos, antropológicos e outras formas de engajamento. Assim, a construção de alternativas politicamente sustentáveis deve abrir espaço para os diferentes atores envolvidos.

Na Argentina, realizou-se uma análise de morfometria da bacia do Rio Água Negra, nos Andes, ao oeste do país, utilizando ferramentas de sistema de informação geográfica e de sensoriamento remoto. Isso revelou que a bacia é alongada, com alto relevo com grande suscetibilidade e picos de descarga, indicando alta probabilidade de inundações futuras (ESPER ANGILLIERI; FERNÁNDEZ, 2017).

As discussões sobre recursos hídricos encontradas no Brasil trazem propostas de inovações tecnológicas, avaliações do balanço hídrico energético, entre outros tópicos. No Rio Grande do Norte foi avaliada a possibilidade da utilização de usinas de energia solar fotovoltaica como viabilizadores do sistema de osmose inversa de água bruta[6], como alternativa para reduzir a vulnerabilidade hídrica e garantir a exploração sustentável da água (CAVALCANTE JÚNIOR *et al*., 2019).

Também foi discutida a importância da demanda de água para a produção de energia e a situação do setor de energia elétrica do Brasil, apontando para sua vulnerabilidade oriunda de sua dependência hidroelétrica. Assim, foram avaliadas

[6] Utilizada para dessalinização de águas subterrâneas impróprias para o consumo humano, em pequenas unidades produtoras de peixes em regiões do semiárido do estado do Rio Grande do Norte (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019).

potencialidades energéticas alternativas, com o objetivo de propor uma nova estrutura energética menos dependente da água em um cenário de mudanças climáticas (SEMERTZIDIS; SPATARU; BLEISCHWITZ, 2018).

De acordo com a ONU, a segurança hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, econômicas e à conservação, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias (ANA, 2019a).

Essa segurança foi objeto de um estudo de caso aplicado ao reservatório Castanhão, localizado na bacia do Jáguaribe, no estado do Ceará. Os autores constataram que apesar dos avanços oriundos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão, o monitoramento e a fiscalização desses recursos ainda é ineficiente. Dessa forma, os pesquisadores propõem o uso da metodologia da Matriz de Sistematização Institucional (MSI) associada à ferramenta de gestão de Inventário Ambiental do Açude (IVA), que monitora a qualidade da água visando a mitigação da poluição nos reservatórios. Ambas as ferramentas podem ser aplicadas e praticadas pelas agências reguladoras e órgãos ambientais (SOUZA *et al.*, 2017).

De acordo com Parron *et al.* (2015), os reservatórios hídricos compreendem a atmosfera, as diversas formas de acúmulo nas superfícies do planeta (oceanos, lagos, rios, áreas úmidas e geleiras), bem como em subsuperfície (aquíferos, aluviões e solos). Embora variáveis também sejam os volumes armazenados, os processos de transferência entre reservatórios constituem as variáveis hidrológicas: precipitação, interceptação vegetal, infiltração, percolação, evaporação, transpiração, evapotranspiração e escoamentos superficial, subsuperficial e subterrâneo.

Nessa perspectiva, há uma pesquisa que reflete bem a realidade das políticas de água no Brasil, abordando um paradoxo vivenciado na Amazônia, onde não há crise de disponibilidade de água doce, mas sim um acesso desigual à água potável, alertando para uma crise hídrica indicada por agências reguladoras desde 2008. A época, mais da metade da população amazônica tinha acesso a água de má qualidade para o consumo ou não tinha acesso a ela, em parte pelo isolamento de algumas comunidades. Porém, a falta de políticas governamentais expõe essas pessoas a diversos riscos sanitários e até de conflito pelo uso da água (BORDALO, 2016).

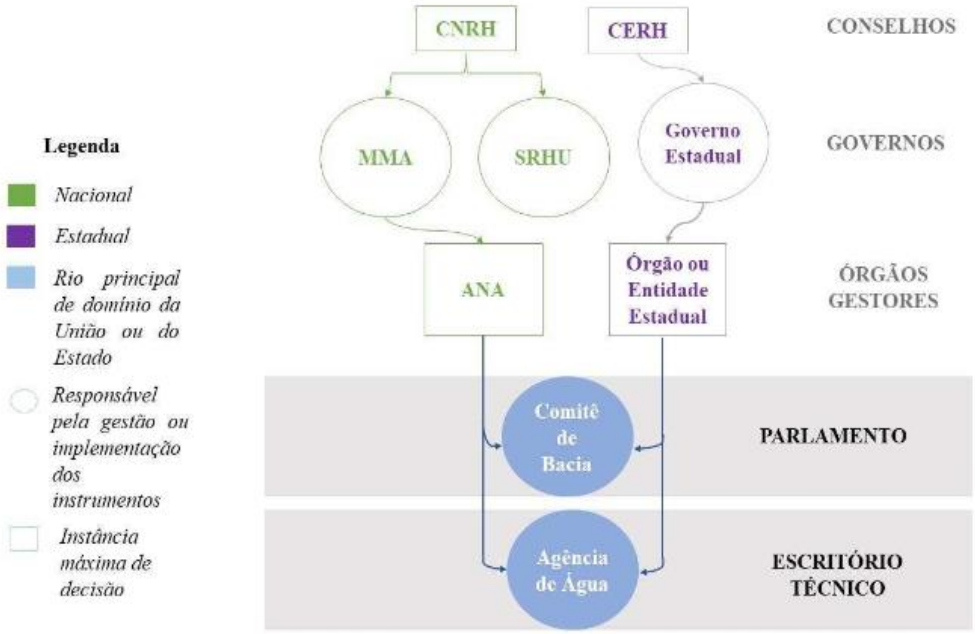
É válido frisar que, no Brasil, a Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política e o Sistema Nacional Gerenciamento de Recursos Hídricos

(SNGRH), traz base legal para a construção de desenvolvimento sustentável, com instrumentos como a cobrança pela utilização de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Contudo, em vários estados sua aplicação é ineficaz, por exemplo: a isenção de cobrança para o setor rural, outrora concedida no MS, que vai de encontro à Lei n.º 9.433/1997. No que tange o desenvolvimento sustentável, Constanza (1991) afirma que este deve ser inserido nas relações de sistema econômico e sistema ecológico, a fim de assegurar a continuidade da vida humana (SILVA, 2007).

Discorrendo mais sobre os aspectos legais e regulatórios dos recursos hídricos no Brasil, é importante elencar os agentes envolvidos na gestão desses recursos, em ordem de hierarquia, iniciando com o SNGRH: trata-se de uma instituição federal que tem como seu órgão máximo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Este último, por sua vez, conta ainda com o apoio executivo da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU). Já os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) são os órgãos gestores colegiados, com função consultiva e deliberativa, apoiadas pelas agências de Bacia Hidrográfica, como representado na Figura 1 (BRASIL, 1997).

Figura 1 – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e suas instâncias de atuação



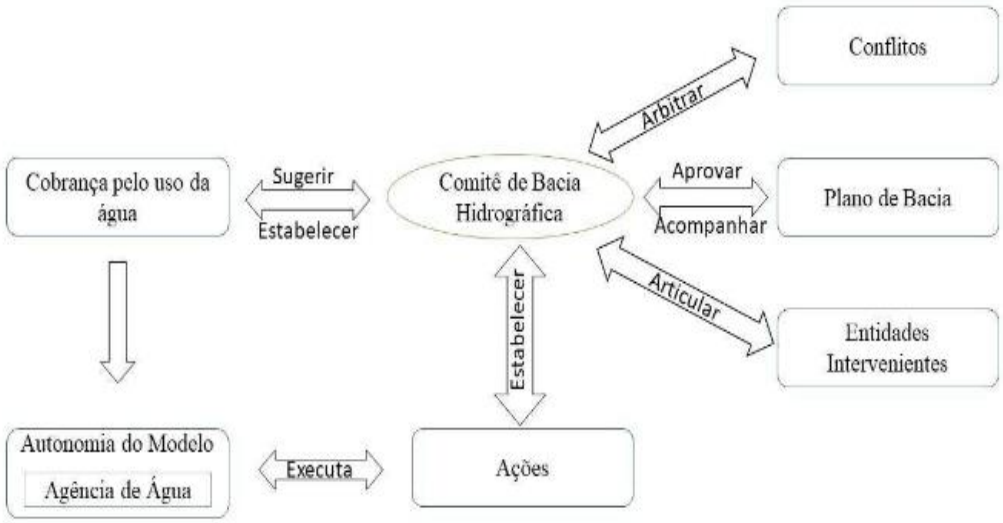
Fonte: Toledo (2019, p. 71).

Em 17 de julho de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), que organiza o SNGRH e implanta as Políticas Nacionais de Recursos Hídricos (PNRH) (MEIER, 2016). No âmbito dos estados, há os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, que levam questões de deliberação do CNRH e atuam também como instâncias recursais ao acordado pelos Comitês (TOLEDO, 2019).

Dentre os marcos conquistados por intermédio do SNGRH, há a Resolução ANA n.º 64, de 4 de setembro de 2018, que proibiu empreendimentos hidroelétricos na bacia do Rio Paraguai, na área do Pantanal (ANA, 2019a). Vale salientar que com intuito de permitir um melhor gerenciamento dos recursos hídricos em caráter regional, a ANA realizou estudos técnicos e dividiu o território nacional em 12 bacias hidrográficas com características próprias (MATSUOKA, 2019).

A Constituição Federal do Brasil (CF), promulgada em 5 de outubro de 1988, garante aos municípios autonomia no estabelecimento de diretrizes ambientais próprias. Porém, em relação às águas, essa autonomia não é permitida. Isso se deve, pois o PNRH traz os planos de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água, entre outros instrumentos, cabendo aos comitês de bacia a tomada de decisão (PIZELLA, 2015), conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Funções dos Comitês de Bacias Hidrográficas com base na Lei n.º 9.433/1997



Fonte: Toledo (2019, p. 70).

Os CBHs são fóruns de debate relativos à gestão dos recursos hídricos de determinada bacia hidrográfica. Em 1997, haviam 30 CBHs no Brasil e, em 2018, esse

número passou para 225, com a implementação de 155 planos de bacias. Estima-se que em 2018 foram arrecadados cerca de R$ 2,84 bilhões com a cobrança pelo uso da água, atendendo 83,9% da população. Contudo, apenas 38,8% do território nacional, demostrando a necessidade de ampliação desses comitês (ANA, 2019a).

A cobrança pelo uso da água tende a estimular o seu uso racional. Sua aceitação por parte da população brasileira foi objeto de estudo, ficando evidente uma aprovação de 78%, consolidado o reconhecimento do valor econômico dos recursos hídricos. Essa cobrança não se elenca como um imposto e sim como um preço público, dada sua caraterística. Visão essa pactuada entre usuários, organizações civis e o estado, via CBHs. Contudo, essa arrecadação, apesar de ser expressiva, ainda não faz frente aos problemas socioambientais existentes, o que mostra a importância da gestão racional no uso da água (WWF, 2006 *apud* ANA, 2014).

Dentre os seis países estudados nesse recorte, foi dado maior destaque ao Brasil, isso porque apesar de possuir 1/8 das fontes renováveis de água doce disponível no planeta, uma legislação estruturada e com instrumentalidade garantida por agencias e comitês, o país vive uma nova crise em seus recursos hídricos. Em números populacionais, apenas no ano de 2018, um milhão de pessoas foram afetadas por enxurradas, inundações e alagamentos, do outro lado, cerca de 43 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens, sendo que 90% dessas pessoas estão na região Nordeste (ANA, 2019a).

2.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs) como prestador de serviço no sistema do Pagamento por Serviços Ambientais

Este estudo também se lastreia nas linhas de pesquisa ligadas aos SAFs, aos Serviços Ambientais e Serviços Ecossistêmicos e ao PSA. Tendo como objetivo geral valorar o Serviço Ambiental Produção de Água, faz-se necessário elencar nesta seção aspectos conceituais e legais relativos a esses temas. Novamente, cabe salientar o papel de vanguarda do Brasil, com vasto aporte na literatura científica, além de estar evoluindo em termos de legislação, pontos esses que serão vistos a seguir.

O conceito de agronegócio adotado por esta pesquisa é o defendido pelo CEPEA, em que o agronegócio é definido como “a soma de quatro segmentos: insumos para a agropecuária, produção agropecuária básica, ou primária, agroindústria (processamento) e agrosserviços” (BARROS *et al.*, 2020).

Segundo dados da FAO (2018), o Brasil é o segundo maior exportador de alimentos e o terceiro na produção agrícola. De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019), o agronegócio brasileiro respondeu por 22% do PIB de 2018, sendo responsável por cerca de 1/3 dos empregos formais (BARROS *et al.*, 2020). Esse destaque do setor na economia propulsiona inovações e debates, dentre eles, a adesão de um sistema agrícola sustentável ambientalmente, com adoção de práticas de manejo conservacionista (SILVA, 2014).

A Política Nacional para o Sistemas Lavoura-Pecuária-Floresta estabelecida pela Lei n.º 12.805, de 29 de abril de 2013, traz em seu artigo 1º uma classificação para os SI, dividindo-os em quatro modalidades[7] (BRASIL, 2013). Já Camargo (2017) defende, em sua classificação estrutural, que esses sistemas podem ser consórcios Agrossilvicultural, que une floresta e lavoura; Silvipastoril que, por sua vez, combina árvores e pastagem de animais; e o Agrossilvipastoril, que une floresta, pastagem e lavoura. Há outros sistemas de cultivo agroflorestal como a agricultura sintrópica, que está no bojo da agroecologia, trazendo uma interpretação mais teleológica (filosófica), dos fenômenos que caracterizam os sistemas sucessionais (BALEEIRO; DE MARCO JUNIOR, 2018).

Para Primavesi (1980), a Agroecologia fornece pilares técnicos-científicos para se desenvolver uma agricultura sustentável, demonstrando ser possível conciliar a produção agrícola com o aumento da fertilidade dos solos (FREIRE, 2016). A adoção de técnicas de base agroecológica, como a diversificação de cultivos e criações de animais é uma estratégia para as pequenas propriedades rurais, estimulando até mesmo uma maior atenção aos aspectos ligados à sustentabilidade e à regulamentação ambiental (TORRALBA, 2016). O objetivo é aumentar a biodiversidade nos agroecossistemas, a partir da diversidade vegetal, animal, microbiana, polinizadores, entre outros grupos de organismos importantes para a biofuncionalidade (BUQUERA; FRANCO; CORREA, 2015).

[7] § 2º A estratégia da ILPF abrange 4 (quatro) modalidades de sistemas, assim caracterizados:
I - Integração Lavoura-Pecuária ou Agropastoril: sistema que integra os componentes agrícola e pecuário, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; II - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvopastoril: sistema que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área; III - Integração Pecuária-Floresta ou Silvopastoril: sistema que integra os componentes pecuário e florestal em consórcio; e IV - Integração Lavoura-Floresta ou Silvoagrícola: sistema que integra os componentes florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas, anuais ou perenes (BRASIL, 2013).

No tocante aos SAFs Biodiversos, esta pesquisa se vale da definição adotada pela EMBRAPA: SAFs são soluções tecnológicas utilizadas na restauração de florestas, possibilitando a agricultura em base agroecológica (EMBRAPA, 2018). Esses sistemas biodiversos podem auxiliar na diversificação das atividades produtivas em propriedades rurais com múltiplas finalidades, como a recuperação e a melhoria ambiental, além da geração de renda (PADOVAN *et al*., 2017).

Os SAFs Biodiversos são mais complexos do que os SAFs Simples. Este último é composto por uma espécie arbórea, nativa ou exótica, e uma cultura anual ou uma espécie de gramínea. Já os SAFs biodiversos envolvem o cultivo de espécies arbóreas, herbáceas, arvoredos e arbustivas, entre outras, formando ampliando a diversidade microambiental e vegetal (PADOVAN *et al.*, 2017). Tal diversificação favorece a ciclagem de nutrientes, o equilíbrio biológico, reduzindo a dependência por insumos externos, sejam agroquímicos ou orgânicos (PADOVAN *et al.*, 2016).

Os SAFs biodiversos possuem grande potencial para a produção de SAs, promovendo a recuperação de áreas degradadas e redução dos efeitos causados pelas mudanças climáticas (PADOVAN *et al.*, 2017). Além disso, produzem boa diversidade de alimentos ao longo de cada ano, possibilitam ao agricultor uma renda continuada e segurança alimentar para as famílias agricultoras, fortalecendo as comunidades locais e o desenvolvimento sustentável (PADOVAN *et al.*, 2017).

A implantação de SAFs é uma estratégia promissora para o desenvolvimento sustentável, tendo sido ressaltada que sua implementação também garante uma maior acumulação de carbono no solo e um aumento de sua fertilidade, favorecendo a produção de biomassa (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015).

Diversos SAFs vêm sendo implantados ao redor do mundo e essas experiências dão aporte a várias pesquisas e trazem o sistema como uma alternativa eficaz ao desenvolvimento agrícola sustentável. Na Europa, práticas agroflorestais como plantação de pomares para a produção de madeira e frutas são amplamente difundidas. Esses sistemas aumentam a biodiversidade e são impulsionados pelas políticas agrícolas comuns, nacionais e regionais de alguns países da União Europeia. Os SAFs integram deliberadamente vegetação lenhosa, produção animal e/ou agrícola com grande interação ecológica, melhorando a biodiversidade, propiciando mais serviços ambientais em relação à agricultura convencional (TORRALBA, 2016).

Woldie e Tadesse (2019) apontam que vários SAFs são praticados por diversas comunidades na Etiópia, sob influência de líderes tribais, viabilizados com acordos

informais e sem qualquer vinculação jurídica. No entanto, as práticas de produção de baixo impacto, a produção e colheita rotativa se mantêm eficientes e sustentáveis ao longo dos anos. Outro exemplo é dado pelas ilhas Salomão, com a produção de Teca em SAFs. Pesquisadores apresentaram que os SAFs do país foram efetivos em assegurarem tanto a proteção ambiental como a lucratividade para pequenas propriedades (VIGULU, 2019).

No Brasil, tem-se demonstrada a viabilidade econômica dos SAFs biodiversos, considerando a posse ou não da terra, aplicando métodos em um horizonte de 20 anos, evidenciando que as receitas líquidas de vendas foram superiores aos custos (MARTINELLI *et al.*, 2019). Em alguns casos, balizaram a eficácia dos SAFs biodiversos na restauração de áreas degradadas, inclusive áreas de reservas legais e em áreas de preservação permanente, com a incorporação da produção de alimentos e geração de renda (PADOVAN *et al.*, 2017).

Em relação à prestação de SE, é necessário entender a origem do termo, que advém da obra do ecologista Walter Emil Westman, de 1977, na qual propôs a necessidade de calcular os serviços da natureza gerados pelo ecossistema. Em 1981, o casal de pesquisadores Paul e Anne Ehrlich, da Universidade de Stanford, cunharam e popularizam “serviços ecossistêmicos” (MATSUOKA, 2019).

Os Serviços Ecossistêmicos surgem da necessidade de mostrar que ecossistemas preservados são altamente produtivos, essenciais para manutenção da vida e não barreiras para o desenvolvimento econômico (CAETANO; MELO; BRAGA, 2016). De acordo com os guias da MEA, os Serviços Ecossistêmicos são divididos em quatro categoriais, as quais estão expostas no Quadro 1 (MEA, 2005).

Quadro 1 – Classificação dos Serviços Ecossistêmicos pela MEA (2005)

Serviços de Provisão	**Serviços de Regulação**	**Serviços Culturais**	**Serviços de Suporte**
São referentes à capacidade do ambiente em prover SE: alimentos; matéria-prima; fibras; recursos químicos; recursos energéticos; água doce.	São aqueles oriundos das interações, ou seja, dos processos naturais: regulação do controle de pragas e doenças; manutenção do ciclo hidrológico; controle de enchentes.	São os valores culturais ou altruísticos: recreacionais, educacionais, espirituais e religiosos; paisagísticos, estéticos e lazer; patrimônio cultural inspiradores.	Ciclagem de nutrientes; formação do solo; produção primária.

Fonte: Adaptado de MEA (2005, p. 2).

O MEA (2005) apresentou que cerca de 60% dos Serviços Ecossistêmicos estão sendo degradados, dada a exploração dos recursos naturais, serviços como a manutenção dos ciclos pluviométricos, regulação do clima, formação dos solos, elementos cênicos, culturais etc. (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Os Serviços Ecossistêmicos são caracterizados pela não exclusividade, em que é praticamente impossível excluir alguém do consumo desses serviços, e pela não rivalidade, ou seja, há ausência de competição pelo consumo. Essas características apontam para uma falha de mercado induzindo o subconsumo e sub-oferta dos recursos naturais, denominada por Hardin (1969 apud GUEDES; SEEHUSEN, 2011) como “tragédia dos comuns”.

Esta pesquisa adotou o conceito de Serviços Ecossistêmicos distinto da concepção de Serviços Ambientais, uma vez que o primeiro se refere às contribuições que a natureza oferta à sociedade, como os já mencionados, enquanto o segundo se refere às ações humanas que subsidiam a melhora dos Serviços Ecossistêmicos (BRASIL, 2020a).

Para a economia encontrar um valor tanto para os Serviços Ecossistêmicos quanto para os Serviços Ambientais não vem sendo uma tarefa fácil, mesmo com as iniciativas da economia neoclássica. Segundo Vilar (2009), a Economia Ecológica, por ser mais crítica a questões ligadas à degradação ambiental oriundas da produção e consumo, propõe a construção de novas técnicas de valoração econômica, focadas em estimar o valor monetário dos bens e serviços ambientais, levando em conta as externalidades de sua exploração.

De acordo com Daly (1992), existem dois enfoques para a internalização das externalidades, advindas da teoria Econômica Neoclássica, o Coaseano, uma negociação tangível, desde que haja direito de propriedade, e o Pigouviano, que trabalha com instrumentos de comando e controle, como taxas (GUEDES; SEEHUSEN, 2011). Por sua vez, Motta (1998) defende que ambos os focos citados buscam “internalizar” os custos ou benefícios relacionados à externalidade, a fim de minimizar as falhas do mercado (LOMBARDI, 2013).

Para a teoria Coseana, os Serviços Ambientais são externalidades, uma falha de mercado que pode vir a ser solucionada desde que permitida a transação comercial. A finalidade é fazer os beneficiários dos Serviços Ambientais compensarem os agentes responsáveis pela geração dos serviços, visando o desenvolvimento sustentável (CAETANO; MELO; BRAGA, 2016).

De acordo com Margulis (1996), os instrumentos de comando e controle se valem de normas e regras para o cumprimento de metas ambientais, penalizando seu descumprimento, geralmente aplicadas pelo estado, o que exige monitoramento constante. Já os chamados instrumentos de mercado baseados no Princípio do Poluidor-Pagador, define que o poluidor arque com a externalidade, seja por meio de outorgas ou reembolsos. Essas ferramentas tendem a reduzir a demanda por monitoramento, contudo, sua falha advém da cobrança insuficiente para inibir comportamentos predatórios (MATSUOKA, 2019)

Por seu turno, na Economia Ecológica surgem os instrumentos de incentivo, como os mecanismos de PSA que fazem parte do rol das medidas de precaução de incertezas ambientais, por meio da qual há ou não transferências de recursos monetários entre agentes envolvidos, no caso, o demandante e o provedor, sendo este baseado no Princípio do Protetor-Recebedor (CAETANO; MELO; BRAGA, 2016). Para Young (2012), esse princípio é um contraponto ao Princípio do Poluidor-Pagador, pois cria incentivos para a conservação, melhorando a quantidade e a qualidade da água (MATSUOKA, 2019).

De acordo com Wunder (2005), os PSAs são transações voluntárias de Serviços Ambientais que asseguram a provisão deste, logo, reconhecem e promovem incentivos no modelo protetor-recebedor, que melhoram a qualidade de vida, além de apoiar a proteção e uso sustentável dos recursos naturais. Já para León *et al.* (2010), o PSA possui três fases, dentre elas estão o diagnóstico: caracterização, análise e a identificação de alternativas; o desenho: identifica atores, instrumentos e governança; e a implementação: execução e avaliação (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

O PSA é utilizado para incentivar a conservação, preservação e restauração na promoção dos SA, podendo ser aplicado em quatro áreas, como: o sequestro de carbono; proteção da biodiversidade; manutenção da quantidade e da qualidade da água; e beleza cênica mediante as práticas agrícolas sustentáveis ou até mesmo no meio urbano (LINO, 2009).

Para Kill (2014), existem quatro tipos de PSA: os criados para implementar políticas públicas que protejam a natureza; os baseados em doações do setor privado e programas governamentais não ligados às políticas públicas; os pagamentos voluntários por poluição ou destruição consideradas excessivas; e os criados como permissão para destruir ou poluir acima do limite legal.

Ao redor do mundo, o PSA vem sendo estudado e aplicado. Na China foi avaliado o uso de Serviços Ecossistêmicos de água de um rio na região de Shandong. Os pesquisadores realizaram entrevistas para identificar a Disposição a Pagar (DAP) da comunidade rural e urbana com foco na proteção desse recurso de uso comum. Os resultados indicaram que a comunidade rural priorizou mais os serviços da água. Assim, concluíram que as compensações variam de acordo com os diferentes setores da sociedade e de seu grau de utilização desses serviços (PAN *et al.*, 2016).

Já no Sri Lanka, buscou-se demonstrar que a recuperação e reutilização de nutrientes, água e energia de efluentes podem oferecer uma receita adicional na compensação dos custos da cadeia de serviços, como o de saneamento e de tratamento da água. Os autores propõem um modelo de negócio para uma cadeia de serviços de saneamento mais viável (RAO *et al.*, 2017).

A pesquisa de MacDonald, D'Odorico e Seekell (2016) realizou algumas simulações de gerenciamento de água em diferentes escalas, bacias, mercados e estratégias de manejo de águas para uso agrícola sustentável, dados os desafios globais de se fazer mais com menos. Eles concluíram que o mercado tem papel fundamental nessa integração, seja no comportamento do consumidor, no PSA, na importação ou exportação de recursos hídricos, desde que a busca pelo melhoramento na gestão da água e sua disponibilidade sejam postas como essenciais.

Em 2013, Martin-Ortega, Oja e Roux avaliaram 310 artigos publicados entre os anos de 2003 e 2011, com intuito de criar um modelo conceitual de PSA – Água na América Latina, concluindo que a participação de ONGs associada a um gerenciamento florestal eficaz tem grande peso nas iniciativas de PSA. A pesquisa identificou também falhas de conceituação de Serviços Ecossistêmicos dos projetos e insegurança jurídica nos contratos celebrados (MATSUOKA, 2019).

Indo além dos estudos, é importante mencionar que o primeiro e mais antigo projeto de PSA implantado no mundo foi o de Nova York, nos Estados Unidos, ocorrido nos anos de 1990, com o objetivo de evitar a poluição da água com um baixo custo de tratamento. O projeto abrange a região de Delaware e Catskills e é gerenciado pela *Watershed Agricultural Council* (WAC), que celebra contratos entre os produtores rurais (MATSUOKA, 2019).

No Brasil, o advento dessas mudanças produtivas não se restringe apenas aos SI, como os SAFs, os Serviços Ecossistêmicos e Serviços Ambientais são outro

exemplo de conquistas para o agronegócio, sendo opção de renda para produtores rurais, por meio de programas de PSA (PAIVA; COELHO, 2015).

De acordo com a Lei n.º 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, traz no inciso II do artigo 2º que os Serviços Ecossistêmicos são os “benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais” (BRASIL, 2021).

Nesse contexto, o inciso III do mesmo artigo conceitua os Serviços Ambientais como “atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos”. Já o inciso IV define o PSA como “transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração” (BRASIL, 2021).

2.4 Pagamento por Serviços Ambientais provenientes da água no Brasil

Ao restringir o tema PSA sob o prisma das experiências brasileiras, se torna evidente a grande quantidade de projetos encabeçados seja pela iniciativa privada como pela pública, reforçando a percepção de protagonismo mundial. É importante destacar que os PSA – Água geridos pela ANA fazem parte daqueles criados para implementar políticas públicas que protejam a natureza.

No Brasil, iniciativas como a do Projeto Conservador das Águas na Bacia do Ribeirão das Posses, na cidade de Extrema, em Minas Gerais, são exemplos de como o PSA pode ser indutor de boas práticas ambientais, além de promover o desenvolvimento sustentável de comunidades rurais (CHIODI; MARQUES, 2018). O projeto de Extrema – MG foi o primeiro de PSA implantado no país. Iniciado em 2007, tem por objetivo a conservação de recursos hídricos, beneficiando a bacia do Paraná. Atualmente, o projeto está sendo ampliado para ofertar mais Serviços Ecossistêmicos (MATSUOKA, 2019).

Em 2018, ele foi analisado com outros dois projetos públicos de PSA para conservação de recursos hídricos: o Projeto Piloto em São Paulo e o Projeto Produtores de Água no Espírito Santo, a fim de traçar suas origens, atores, interesses e resultados. Os autores concluíram que os atores vinculados a instituições de proteção ambiental e produtores rurais não participaram amplamente da concepção

desses projetos. Eles constataram também que cada projeto possuiu um viés, seja a visibilidade política, a viabilidade de um novo mercado ou a restauração ambiental. Em termos de ganho institucional, todos foram efetivos, contudo, em relação a impacto, o projeto conservador das águas de Extrema – MG foi o mais efetivo (CHIODI; MARQUES, 2018).

Em Rio Claro, no Rio de Janeiro, discutiu-se sobre o perfil socioeconômico e a percepção da sustentabilidade, consciência ambiental e dos Serviços Ecossistêmicos dos produtores que se voluntariaram como participantes do Programa Produtor de Água e Floresta de Rio Claro a fim de determinar sua adesão. Os resultados mostram que eles já adotavam práticas de conservação e sua motivação não foi financeira, visto que os valores pagos são muito baixos, não sendo fator de estímulo para novos entrantes (PAIVA; COELHO, 2015).

Na região Sul, o projeto da Bacia do Rio Camboriú, em Balneário Camboriú, em Santa Catarina (SC), é o primeiro projeto de PSA a angariar recursos via tarifa de água cobrada do consumidor, onde os pagamentos aos produtores são intermediados pela empresa concessionária da água e saneamento, com a participação ativa do comitê de bacias (MATSUOKA, 2019).

Para Lima (2006), a conservação de recursos hídricos vai além da quantidade e qualidade da água disponível, haja vista que o manejo dos ecossistemas influencia esses recursos como um todo, como o uso da terra através de processos antrópicos. Essa relação de uso e conservação denota a importância do manejo sustentável da água, baseado no monitoramento de indicadores hidrológicos (VILAR, 2009).

Indicadores como a vazão de água, ou deflúvio, ou escoamento superficial de água originaram os termos “Produção de Água” de uma determinada bacia hidrográfica em certo período. Esse indicador depende de características topográficas, climáticas, geológicas do solo e de seu uso (VILAR, 2009). No Quadro 2 são apresentados os Serviços Ecossistêmicos Hídricos, sua classificação e seus atributos, conforme Parron *et al.* (2015).

Quadro 2 – Serviços Ecossistêmicos Hídricos, classificação e atributos

Serviços de Provisão	Serviços de Regulação	Serviços Culturais	Serviços de Suporte
Suprimento de água doce; produção de alimentos; madeira e fibras; geração de energia; transporte.	Controle de vetores patogênicos; mitigação de danos hídricos; autopurificação das águas; estabilização climática;	Recreação; estética; intelectual; espiritual.	Formação de solos; fotossíntese; ciclagem de nutrientes; propagação de espécies; habitat; diversidade biológica aquática; recarga hídrica.

Fonte: Adaptado de Parron *et al.* (2015, p. 175-176).

De acordo com esses pesquisadores, os Serviços Ecossistêmicos relacionados à água podem ser melhor classificados em Serviços Ecossistêmicos Hídricos, partindo da classificação do MEA (2005), demonstrando a diversidade desses serviços ofertados, sem romper, com isso, com os conceitos já estabelecidos na literatura.

Os PSA para Produção de Água são uma tendência mundial. O Brasil segue na vanguarda desse instrumento, tendo como indutores o poder público através da implementação de alguns programas, tais como o Programa Produtor da ANA, além de algumas fundações, ONGs e empresas. Estas podem ou não ser assessoradas pelos CBHs como reguladores dos programas, tanto no pagamento como na arrecadação de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, ou da iniciativa privada (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Em 2001, a ANA idealizou o Programa Produtor de Água a fim de controlar a poluição das bacias hidrográficas, com foco no uso conservacionista do solo, que acarrete um melhor regime hidrológico. O programa é de adesão voluntária e oferece PSA a produtores rurais que sigam as práticas vegetativas, como o reflorestamento, e mecânicas, como o terraceamento, recomendadas pela ANA (MACHADO, 2011).

O PSA promovido pelas águas se valem dos custos de oportunidades locais de produção rural para calcular o valor pago aos SA. Contudo, existem programas que se valem da valoração contingente, entre outros. No geral, esses mecanismos de PSA podem remunerar pela manutenção e/ou aumento da qualidade e quantidade da água, reflorestamento em matas ciliares, manejo de bacias hidrográficas, servidões de conservação, áreas protegidas, créditos de salinidade, etc. Os valores anuais variavam entre R$ 10,00 a R$ 577,00 por hectare, segundo dados de 2010 (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Salienta-se que muitos projetos não divulgam de forma detalhada seus contratos, sendo que a atualização do valor médio das remunerações fica prejudicada.

No entanto, conforme o Quadro 3, pode ser identificado o valor mínimo pago por hectare/ano no valor de R$ 100,00, pagos pelo Programa Bacias Jaguariúna. O maior valor pago foi de R$ 1.680,00 hectare/ano, pago pelo Projeto Nascentes do São Francisco. Ambos os valores se referem ao ano de 2020 (ANA, 2020c).

Serviços promovidos pela água beneficiam a flora e a fauna dos ecossistemas, favorecendo indiretamente a espécie humana, embora nem sempre seja reconhecido. Os ciclos biológicos dos organismos e a estruturação de comunidades e populações dependem ou são influenciados pelo comportamento e ocorrência das águas, ao lado de outros fatores, como a sua composição química e condições físicas. Ciclos de transformação da matéria orgânica e de compostos químicos dependem ou são influenciados pelas condições físicas, químicas e dinâmicas da água, potencializando ou inibindo-os (PARRON *et al.*, 2015).

Em 2018, o Programa Produtor de Água possuía cerca de 80 projetos vinculados, com um investimento total de 40 milhões de reais distribuídos para aproximadamente três mil produtores rurais através do PSA. Como resultado, mais de 40 mil hectares foram conservados, beneficiando a população de diversas cidades, como São Paulo, Campo Grande, entre outras (ANA, 2020b). Entretanto, até o ano de 2020 existiam 35 projetos cadastrados na ANA no Programa Produtor de Água, favorecendo aproximadamente 34 milhões de pessoas em todas as regiões do país, como mostra o Quadro 3 (ANA, 2020c).

Quadro 3 – Projetos do Programa Produtor de Água (em andamento no Brasil)

-	Nome do projeto	Valor PSA	Ano de início	Região beneficiada	Qt. de propriedades	Município
1	Projeto Conservador das Águas – Extrema	R$176,00/ha (2010) atualizado anualmente/ 144 contratos – R$1.600.000,00	2005	População abastecida pelo sistema Cantareira, cujo rio Jaguari fornece 70% da água. - 10 milhões de habitantes servidos.	Sem informações	Extrema – MG
2	Programa Produtor de Água no PCJ	Sem informações	2007	População abastecida pelo sistema Cantareira. - 10 milhões de habitantes servidos.	Aprox. 150	Joanópolis – SP e Nazaré Paulista – SP
3	Programa Produtor de Água de Guaratinguetá	Sem informações	2011	População abastecida - 100.000 de habitantes	9360 propriedades	Guaratinguetá –SP
4	Produtor de Água do Pipiripau – DF	Sem informações	2009	População abastecida - 180.000 de habitantes + 260 proprietários rurais outorgados (irrigação)	424 propriedades	Brasília – DF
5	Produtor de Água João Leite – GO	R$120,00 - R$778/ha/ano	2009	Região Metropolitana de Goiânia – GO - 1.500.000 de habitantes.	719 propriedades	Goiânia – GO
6	Produtor de Água no Córrego Feio	Sem informações	2009	Município de Patrocínio – MG. - 83.000 hab.	90 propriedades	Patrocínio – MG
7	Bacia do Rio Macaé	Sem informações	2011	Abastecimento doméstico - cinco municípios (500 mil habitantes), pecuária, agricultura e na indústria petrolífera (80% da produção de petróleo no Brasil ocorre na região de Macaé, que se insere na bacia hidrográfica do rio Macaé).	Ainda não há informação	Nova Friburgo – RJ e Macaé – RJ
8	Produtor de Água no Taquarussu	Sem informações	2010	Abastecimento humano (66% população de Palmas: 118.000 hab.)	Ainda não há informação	Palmas – TO

9	Oásis Apucarana	Pagamento variando de R$ 100,00 a 500,00 por mês, 180 produtores rurais contratados por serviços ambientais	2012	3.000 pessoas direta e indiretamente à população urbana	450 produtores	Apucarana –PR
10	Produtor de Água Rio Branco	Não há PSA	2012	População do município 335.796 – Urbana 308.418 – Rural 27.378	50 produtores	Rio Branco – AC
11	Produtor de Água Votuporanga	Sem informações	2012	84 mil habitantes	85 propriedades	Votuporanga – SP
12	Produtores de Água e Floresta – Bacia do Grandu – RJ	Total de 62 proprietários recebendo PSA. Valores varia de R$100 a R$40.000 por propriedade por ano.	2007	1 milhão habitantes na bacia do Guandu, além de oito milhões na região metropolitana do Rio de Janeiro.	Na área piloto 120	Rio Claro – RJ
13	Programa Manancial Vivo	Sem informações	2009	Abastecimento humano (50% população Campo Grande: 360.000 habitantes)	62 produtores rurais	Campo Grande – MS
14	Projeto Águas Cristalinas	100 unidades padrão fiscais de Alta Floresta por hectare por ano	2014	População abastecida 50.000 habitantes	Não disponível	Alta Floresta – MT
15	Projeto Renascendo as Águas de Mirassol D' Oeste	Sem informações	2014	População abastecida 26.000 habitantes	Não disponível	Mirassol D' Oeste – MT
16	Projeto Produtor de Água Tangará da Serra – MT	Sem informações	2015	População abastecida 94.000 habitantes	Não disponível	Tangará da Serra – MT
17	Produtores de Água – Rio Verde	R$ 124,27 por mês por nascente preservada. R$ 62,00 por nascente em recuperação.	2013	População abastecida 150.000 habitantes	Sem informações	Rio Verde – GO

18	Revitalização e recuperação hídrica da Sub-bacia do Ribeirão Jequitiba, em Sete Lagoas	Sem informações	2016	Sem informações	A definir	Sete Lagoas – MG
19	Projeto Piloto Bacia do Mutum	Sem informação	2015	População beneficiada 283.000 habitantes	Sem informações	Uberaba – MG
20	Projeto Águas Frias: garantindo a segurança hídrica e alimentar	Sem informações	2016	Sem informações	20 propriedades	Paraíba do Sul – RJ
21	Preservação e recuperação dos recursos hídricos do Rio Capivari	R$ 284,25/ha/ano	2015	População beneficiada 48.350 habitantes	50 propriedades	Bom Despacho – MG
22	Projeto de recuperação e preservação de Sub-bacias Hidrográficas em Carmo do Cajuru, formadora de afluentes do Rio São Francisco	Sem informações	2015	População beneficiada 21.700 habitantes	100 propriedades	Carmo do Cajuru – MG
23	Programa conservador das águas na Bacia do Batalha	Sem informações	2015	Ainda não definido	Ainda não definido	Bauru – SP
24	Manejo integrado para revitalização de Microbacias do Rio Indaiá, em Cedro do Abaeté/MG	Sem informações	2011	População beneficiada 1.212 habitantes	43 propriedades	Cedro do Abaeté – MG
25	Conservador dos Mananciais de Delfim Moreira	Sem informações	2015	Sem informações	Sem informações	Delfim Moreira – MG
26	Projeto de proteção e recuperação de nascentes do Córrego Perobas – Doresópolis – MG	Sem informações	2015	População beneficiada 1.175 habitantes	20 propriedades	Doresópolis – MG

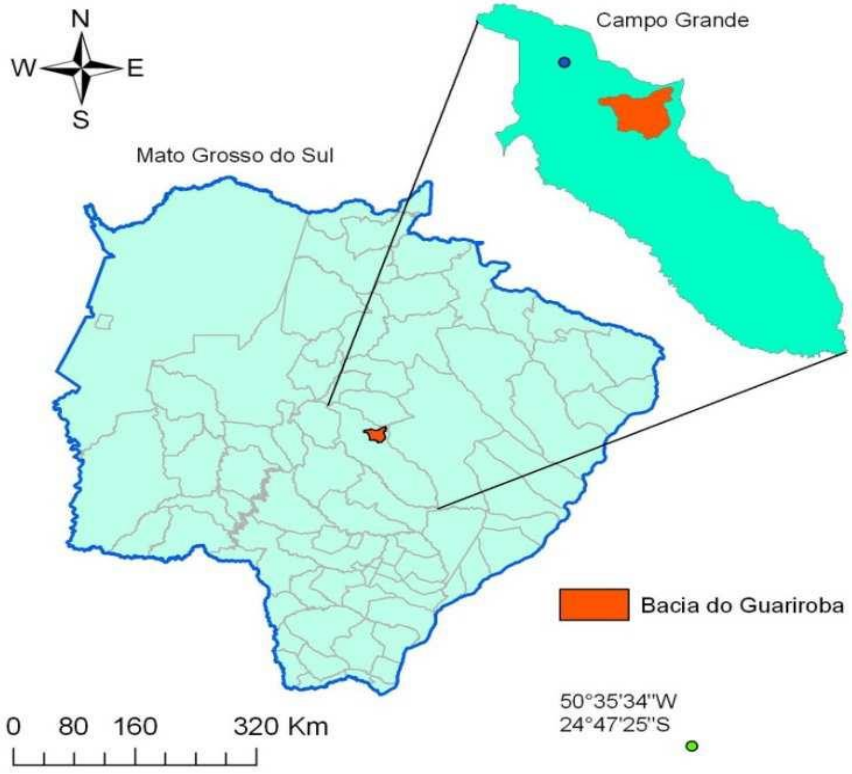
27	Programa Produtor de Água de Igarapé – MG	R$ 214,9 ha	2015	População beneficiada 40.000 habitantes	22 Propriedades	Igarapé – MG
28	Projeto Produtores de Água do Alto Rio Verde de Itanhandu – MG	Sem informações	2015	População beneficiada 15.105 habitantes	Sem informações	Itanhandu – MG
29	Programa Bacias Jáguariúna	R$ 100/ha/ano (fora de app) -R$270/ha/ano (dentro de APP).	2014	População beneficiada 37.000 habitantes	8 propriedades	Jáguariúna – SP
30	Produtor de Água na Microbacia do Córrego da Velha. Luz – MG	Sem informações	2014	População beneficiada 17.500 habitantes	40 propriedades	Luz – MG
31	Projeto Oásis – Nascente de Pimenta	Conservação de solo - de 10,00 a 30,00, recuperação/conservação vegetação - de 25,00 a 200,00, conservação de remanescentes vegetação - de 15,00 a 100,00, conservação de APP em nascentes - de 250,00 a 500,00.	2015	População beneficiada 8.300 habitantes	50 propriedades	Pimenta – MG
32	Produtor de Água Salesópolis	R$210,00/ha	2014	População beneficiada 8.100.00 habitantes	36 propriedades	Salesópolis – SP
33	Projeto Mais Água	R$ 200,00 e R$ 160,00 (mata em pé e em regeneração).	2014	População beneficiada 6.300.00 habitantes	Sem informações	São José dos Campos – SP
34	Produtores de Água de Ibirapitanga	Sem informações	2015	População beneficiada 24.180 habitantes	Sem informações	Ibirapitanga – BA
35	Projeto Nascentes do São Francisco	R$1.680,00 hectare/ano	2016	População beneficiada 650.106 habitantes	60 lotes / assentados	Canindé de São Francisco – SE

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de ANA (2020b).

Dentre os programas destacados no Quadro 3, o MS conta com o Programa Manancial Vivo, englobando o bioma Cerrado e vinculado ao Programa Produtor de Água da ANA, é o único em andamento e um dos pioneiros no PSA na Produção de Água. O programa foi desenvolvido a partir de 2009, por iniciativa de diversos agentes, como produtores rurais, Prefeitura Municipal de Campo Grande, Ministério Público Estadual, agências, empresas, entre outros, tendo como um de seus objetivos recuperar e conservar áreas degradadas na Bacia Hidrográfica APA Guariroba (CAMPO GRANDE, 2018).

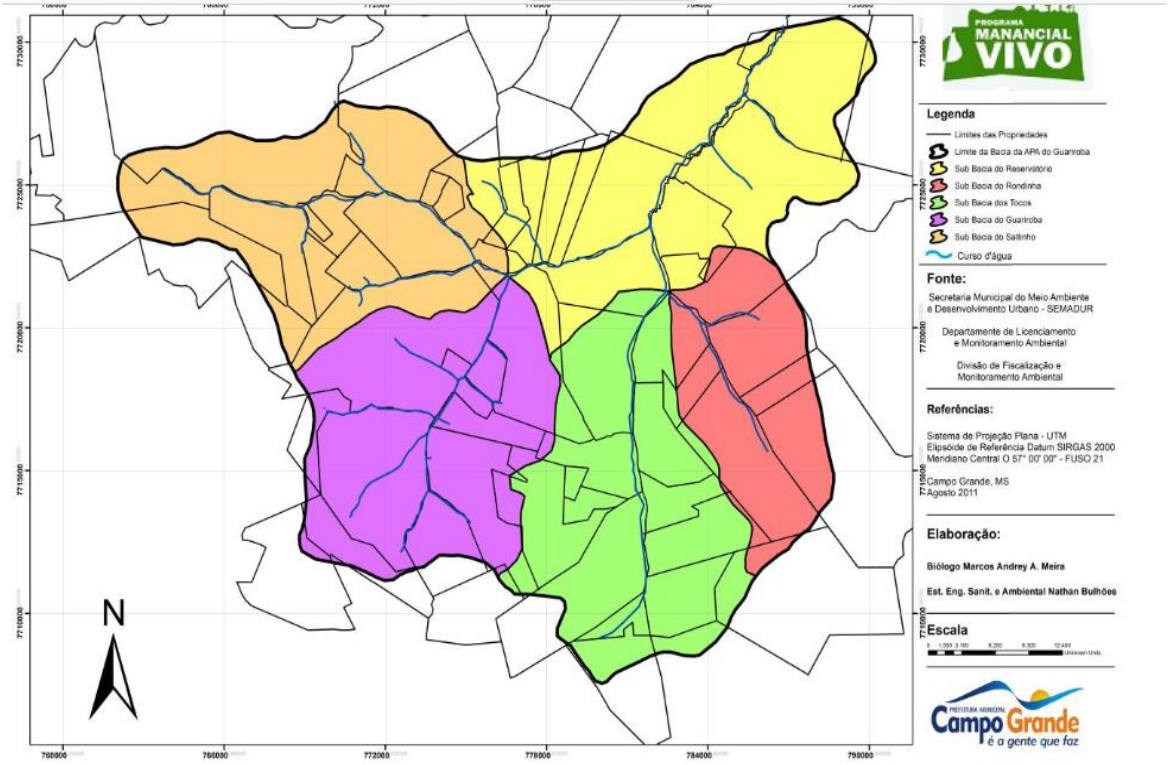
A Bacia Hidrográfica APA Guariroba, está localizada na região central do estado, como disposto nas Figuras 3 e 4. A Figura 3 situa a Bacia APA Guariroba, sendo possível perceber que essa está situada em sua totalidade no município de Campo Grande – MS.

Figura 3 – Bacia Hidrográfica APA Guariroba (Campo Grande – MS)



Fonte: Almeida *et al.* (2013).

Figura 4 – Bacia Hidrográfica APA Guariroba (Campo Grande – MS)



Fonte: Campo Grande (2012, p. 15).

A Figura 4 demonstra os limites da Bacia APA do Guariroba e suas cinco sub-bacias, cada uma demarcada com uma cor diferente: em amarelo, a sub-bacia do Reservatório, em vermelho, a sub-bacia do Rondinha; em verde, a sub-bacia dos Tocos, em violeta, a sub-bacia do Guariroba e, em laranja, a sub-bacia do Saltinho. Essa Bacia possui área de 36.200 hectares, suas águas são responsáveis pelo abastecimento de 50% da população campo-grandense. Assim, sua degradação resultará na ampliação da captação de água por poços e, consequentemente, sobrecarregará um recurso estratégico, o Aquífero Guarani (CAMPO GRANDE, 2018).

De acordo com o Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) (CAMPO GRANDE, 2018), foram identificadas 42 nascentes na sub-bacia do Guariroba, remanescentes florestais e áreas úmidas que correspondem a 17,8% da área total. Todavia, há muitas Áreas de Proteção Permanente (APPs) a serem restauradas. A Figura 5 traz a imagem aérea do Reservatório Córrego Guariroba.

Figura 5 – Reservatório Córrego Guariroba (Campo Grande – MS)

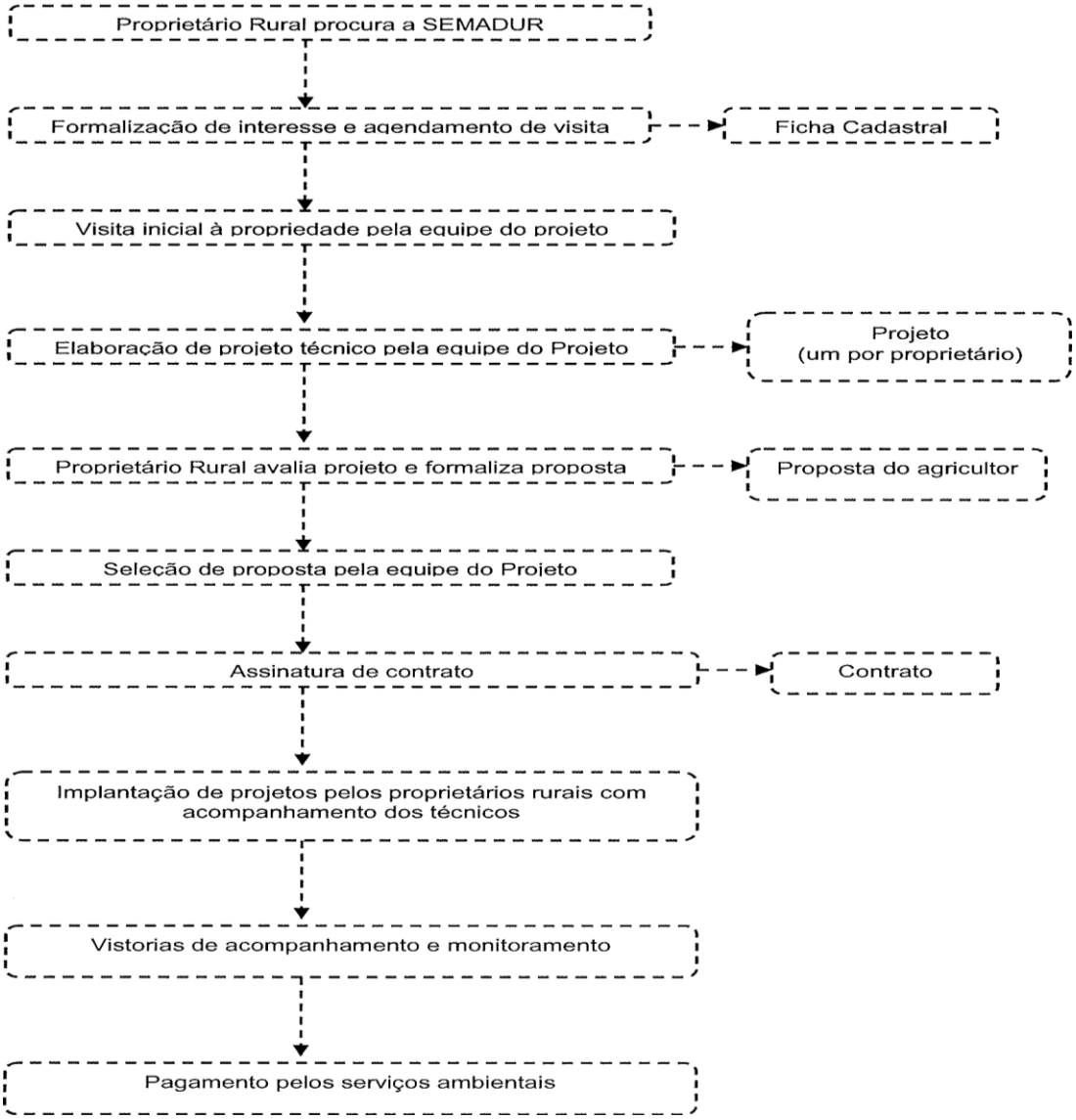
Fonte: Campo Grande (2012, p. 12).

O Programa é gerido pelo Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA), que capta recursos para o PSA, com concessionárias de serviços, dotações orçamentárias municipais, taxas e multas ambientais, Termo de Ajustamento de Conduta (TACs), compensações ambientais e o ICMS Ecológico, entre outras fontes. Inicialmente, eram abrangidos 16 produtores. Em 2018, a seleção pública envolveu 62 produtores representados pela Associação de Recuperação, Conservação e Preservação da Bacia do Guariroba (ARCP Guariroba) (MATO GROSSO DO SUL, 2019).

Até 2018, os produtores foram remunerados com valores entre R$ 10 mil e R$ 150 mil por ano, dependendo do porte da propriedade e sua avaliação (Figura 6). Esses montantes são pagos semestralmente, para contratos de 60 meses, condicionados ao monitoramento de critérios como as práticas de conservação de solo, a restauração ecológica das APPs e a conservação dos fragmentos florestais existentes (CAMPO GRANDE, 2018).

Os valores citados foram obtidos através da aplicação do Método de Custo de Oportunidade (MCO), tendo por base o valor do arrendamento da área para pastagem, haja vista a vocação da região para tal prática. Assim, o valor máximo para a remuneração do PSA se iniciou com R$ 130,00/ha/ano em 2010 (CAMPO GRANDE, 2018). A Figura 6 demonstra o fluxograma de funcionamento do Projeto Manancial Vivo, fornecido pela SEMADUR.

Figura 6 – Fluxograma de funcionamento do Projeto Manancial Vivo (Campo Grande – MS)



Fonte: CAMPO GRANDE (2010, p. 8).

Os resultados ambientais pretendidos pelo projeto até 2027 são: aumento da quantidade de água (vazão de base de 0,26 m3/s,); melhoria da qualidade da água (redução de 7.813 toneladas de sedimento na bacia); redução da erosão (cerca de 173.013 toneladas de solo carreado a menos). Em 2015, o custo total do projeto estava estimado em cerca de R$ 21.384.694,54, para 2027 são esperados benefícios em torno de R$ 173.814.697,25, ou seja, uma relação benefício/custo (B/C) de 8,1 (CAMPO GRANDE, 2018).

De acordo com Matsuoka (2019), uma das críticas do PSA – Água se origina no modelo de monitoramento, pois esse tende a ser oneroso financeiramente e dispendioso no que tange à efetividade. O autor defende o uso de monitoramentos de qualidade e até quantidade de água produzida, o que tornaria a avaliação mais eficaz,

já que as características desse modelo de PSA tem como melhor métrica a própria água. Entretanto, esta pesquisa adotará o modelo de monitoramento existente, considerando sua importância na aplicação do Custo de Reposição (CR).

No geral, os programas de PSA – Água são condicionados ao monitoramento de ações como: o reflorestamento; a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos; e a gestão das ARL, APP e RPPN (caso houver). Nesses casos, um agente do estado ou técnico habilitado qualifica, a partir de um roteiro prévio, as ações desenvolvidas pelo produtor, e depois desses indicadores de resultado, calcula-se o valor médio a se restituir o produtor. Nesse sentido, ele pode receber a integralidade ou não do valor estipulado para o PSA do programa.

2.5 Métodos de valoração ambiental

Para discorrer com maior profundidade acerca das temáticas propostas, como também valorar a Produção de Água favorecida por SAFs, este estudo terá como aporte teórico a perspectiva da Economia Ecológica, alicerce no auxílio pela busca de soluções, dado que esta integra conceitos das ciências sociais e ciências naturais com um *approach* pluralista e transdisciplinar, e foco na sustentabilidade forte (ANDRADE, 2008).

O objetivo da Economia Ecológica é pautar a discussão de políticas públicas com enfoque na “sustentabilidade do sistema econômico-ecológico combinando escala ótima”, no uso dos recursos naturais. Essa escala pode ser entendida como “aquela que maximiza a diferença entre os estoques de benefícios e malefícios acumulados através do crescimento” (ANDRADE, 2008, p. 22).

Segundo Kooten (2018), toda a externalidade pode receber uma valoração monetária e, em caso de falhas de mercado, o Estado, em situações de incentivo econômico, pode imputar esse valor, a fim de estimular o melhor uso dos recursos naturais (BEZERRA, 2020). Contudo, para Garcia e Romeiro (2015), atribuir esse valor é um processo complexo, que sofre com a falta de informações adequadas pertinentes à manutenção da quantidade e da qualidade do recurso natural a ser valorado, o que não garante que esse valor possa ser integralmente praticado, mesmo com subsídios públicos ou privados (BEZERRA, 2020).

A demanda por estudos sobre a valoração dos Serviços Ecossistêmicos incentivou o economista indiano Pavan Sukhdev a conduzir um estudo intitulado *The*

Economics of Ecosytems and Biodiversity (TEEB), durante os anos de 2007 a 2011, tendo como objetivo a contabilização de ecossistemas e da biodiversidade incorporando-os às contas nacionais (MATSUOKA, 2019).

No entanto, o estudo de Costanza *et al.* (1997) foi pioneiro em estimar os valores e os serviços ecossitêmicos da biosfera. Em seus cálculos, o valor variou 16 a US$ 54 trilhões/ano, com média de US$ 33 trilhões/ano. Em 2014, Costanza *et al.* atualizaram os valores de sua pesquisa inicial, com dados de 2011 e, dessa vez, o valor obtido foi de US$ 125 trilhões, haja vista perdas identificadas nos biomas estudados. No ano de 2019, esses valores corrigidos monetariamente chegam a US$ 145 trilhões. Porém, o PIB global em 2011 foi de aproximadamente US$ 75 trilhões (MATSUOKA, 2019).

Ao se valorar o Serviço Ambiental sob o aspecto econômico, é fundamental a parcimônia entre recursos naturais e seu equilíbrio ecológico, com o desenvolvimento socioeconômico, tendo por base os princípios do desenvolvimento sustentável. Em suma, que atenda a gerações presentes e futuras (MACHADO, 2011).

Segundo Odum (2007), as pesquisas voltadas à valoração dos Serviços Ecossistêmicos devem analisar monetariamente o capital natural. Para Costanza *et al.* (1997), a valoração ambiental é estatística e instantânea, onde cada serviço tem um valor próprio, denotando sua complexidade. Já Motta (1998) alega que a valoração é uma importante ferramenta na mensuração econômica e ecológica, subsidiando as transações do homem com o meio ambiente.

De acordo com Kemkes, Farley e Koliba (2010), a valoração dos Serviços Ecossistêmicos permite comparar os benefícios gerados pela conservação do capital natural, contrabalanceando a tendência de conversão proposta pela exploração em contrapartida à conservação (MATSUOKA, 2019).

Para Machado (2011), os métodos de valoração podem ser divididos em diretos como, por exemplo, o Método do Custo de Viagem, destinado à recreação, e indiretos, como o MCO, associado ao custo de determinada decisão.

Por sua vez, para Motta (1998), a Economia Ecológica entende que o valor de um determinado recurso natural pode ser valorado pelo seu Valor de Uso (VU), que leva em conta a existência de serviços e bens similares, com preço de mercado que podem substituir ou complementar o recurso natural em questão, e/ou de Não Uso (VNU) que representa seu valor de existência.

O valor de uso pode ser classificado como Valor de Uso Direto (VUD), atrelado ao consumo direto, seja por meio da extração ou até mesmo visitação; Valor de Uso Indireto (VUI), onde o benefício deriva do ecossistema, como a estabilidade climática; Valor de Opção (VO), quando há opção de uso futuro, por exemplo, a preservação de determinado recurso ambiental; e o Valor de Existência (VE), esse não está associado ao uso e sim a valores éticos e morais, como a preservação de determinada espécie selvagem. O Quadro 4 demonstra essa classificação (MACHADO, 2011).

Quadro 4 – Tipos de valores captados pelos métodos de valoração

MÉTODOS DE VALORAÇÃO			**VU**			**VNU**
Métodos indiretos	*Produtividade Marginal*		*VUD*	*VUI*	*VO*	*VE*
	Mercados de bens substitutos	Custos Evitados	✖	✖		
		Custos de Controle	✖	✖		
		Custos de Reposição	✖	✖		
		Custos de Oportunidade	✖	✖		
Métodos diretos	*DAP Indireta*	Custo de Viagem	✖	✖		
		Preços Hedônicos	✖	✖	✖	
	DAP Direta	Avaliação Contingente	✖	✖	✖	✖

Fonte: Adaptado de Machado (2011, p. 19).

Os métodos indiretos de valoração relacionam a degradação com a capacidade de produção, fortemente baseados em informações científicas e técnicas, oposto ao Método Direto, que avalia mais profundamente características de mercado (MACHADO, 2011).

A valoração é mais que uma quantificação, é um processo decisório entre prós e contras oriundos dos valores já mensurados, estes se relacionam a sua utilidade. No que tange os valores, existem os intrínsecos, de uso e não uso. Os valores intrínsecos são teleológicos ou éticos, logo, não podem ser mensurados monetariamente. Já os valores de uso podem ser de uso direto, como produção de madeira, ou de uso indireto, como manutenção de ciclo hidrológico, ou de uso por opção, como a preservação da biodiversidade (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Por fim, os valores de não uso podem ser de existência, como unidades de conservação permanente, e de legado, aquele preservado para futuras gerações. Contudo, as assimetrias de informações acerca dos efeitos ecológicos exigem que a valoração seja simples, pragmática e moderada, favorecendo a adaptabilidade, de forma que se torne um instrumento, não um obstáculo. Os desafios da valoração dos

Serviços Ambientais envolvem questões metodológicas, éticas ou filosóficas (TEEB, 2010 *apud* GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Dentre as principais críticas aos modelos de valoração de Serviços Ecossistêmicos é sua tentativa de lastro com instrumentos de mercado, tendo como potencial o questionamento e a reivindicação da natureza moral, servindo como parâmetros e não isoladamente (MATSUOKA, 2019).

Para Motta (1998), “determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia” (MOTTA, 1998, p. 227). Assim, para se obter uma valoração econômica seria primeiramente necessária uma valoração monetária. No entanto, para Viana *et al.* (2012), o procedimento é inverso, logo, a valoração monetária pode ser obtida a partir da valoração econômica. Ambos os autores defendem que esse valor é resultado da aplicação dos métodos de valoração.

A valoração monetária está vinculada ao preço associado ao recurso, serviço ou patrimônio em questão. No caso da Produção de Água, o MCR permite, através dos custos elencados na restauração, reflorestamento e recomposição, agregar os gastos efetuados em valor monetário (VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014). Já a valoração econômica se vincula ao valor. Para Adam Smith (1776), o valor pode se dividir em valor de uso e de troca. Os recursos com maior valor de uso tendem a possuir pouco valor de troca, mas aqueles com maior valor de troca, no geral, possuem pouco valor de uso. Para exemplificar, o autor cita o Paradoxo da Água.

Nele, Smith (1776) demonstra que “não há nada de mais útil que a água”, por ser em tese abundante, teria seu poder de troca prejudicado. Enquanto um diamante, essa lógica é inversa, “quase não tem nenhum valor quanto ao seu uso, mas se encontrará frequentemente uma grande quantidade de outros bens com o qual trocá-lo” (SMITH, 1776, p. 117)

O paradoxo elucida com clareza a diferença entre valor e preço, uma vez que a utilidade e a importância não são definidas pelo preço e sim pelo valor, tendo em vista que este considera fatores mais profundos. Motta (1998) salienta que “embora o uso de recursos ambientais não tenha seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida que seu uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade” (MOTTA, 1998, p. 3).

O Quadro 5 demonstra a aplicação prática dos métodos de valoração elencados acima. Vale frisar que os métodos indiretos visam recuperar o valor do bem

ou serviços ambientais via ajustes nos preços dos produtos resultantes da mudança ambiental, enquanto os diretos buscam obter a preferência do consumidor por meio de sua disposição a pagar pelo bem ou serviço ambiental (MACHADO, 2011).

Quadro 5 – Aplicação dos métodos de valoração

MÉTODOS DE VALORAÇÃO					
Nome	**Definição**	**Classe**	**Tipo**	**Aplicação**	**Exemplo**
Custos Evitados	Estima o valor de um recurso pelo gasto com ações defensivas que evitem o dano ambiental.	Métodos indiretos	VU – VUD e/ou VUI.	Mercados de bens substitutos	Proteção no entorno de reservatórios, garantindo melhor qualidade da água e menor gasto com sua purificação.
Custos de Controle	Estima o gasto com a manutenção da qualidade de determinado bem ambiental.	Métodos indiretos	VU – VUD e/ou VUI.	Mercados de bens substitutos	Tratamento de esgoto para diminuição da poluição dos rios.
Custos de Reposição	Estima o gasto contábil, oriundo da recuperação de dano ambiental.	Métodos indiretos	VU – VUD e/ou VUI.	Mercados de bens substitutos	Reflorestamento de área nativa após incêndio.
Custos de Oportunidade	Estima o valor da opção entre diferentes atividades econômicas com a conservação do ambiente.	Métodos indiretos	VU – VUD e/ou VUI.	Mercados de bens substitutos	Calcular o custo em se criar uma RPPN.
Custo de Viagem	Estima os custos para que o usuário possa usufruir de determinado bem.	Métodos diretos	VU – VUD e/ou VUI.	DAP Indireta	Calcular o custo de um turista, ao visitar determinada atração, indica sua DAP.
Preços Hedônicos	Estima valores ambientais à valores pelo mercado.	Métodos diretos	VU – VUD e/ou VUI. e/ou VO.	DAP Indireta	Precificar uma praça urbana, haja vista seu entorno imobiliário.
Avaliação Contingente	Estima valor de bens e/ou serviços insubstituíveis (conservação ambiental), analisando o comportamento de compra.	Métodos diretos	VU – VNU. e/ou VUD. e/ou VUI. e/ou VO. e/ou VE.	DAP Direta	Estimar o valor do PSA água de determinada bacia hidrográfica. Estimar o valor de um fragmento de mata.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com intuito de contextualizar melhor, cabe destacar algumas métricas presentes na literatura e adotadas por alguns programas, como o Produtor de Água da ANA, que adota o Potencial de Abatimento de Erosão (PAE), aplicando variáveis da Equação Universal de Perda do Solo (USLE). Analisa também restauração e conservação dos ecossistemas e avalia o percentual de área conservada, não a qualidade ou quantidade da água produzida, como demonstra a Equação I:

PAE% = 100 x (1- Z1/ Z0) (Equação I)

Em que:

PAE: Potencial de Abatimento de Erosão;

Z: Valores de Referência de Abatimento da Erosão;

Z0: Fator de risco de erosão atual[8];

Z1: Fator de risco de erosão após o uso da prática[9] (LOMBARDI, 2013).

A métrica usada pela Fundação Grupo Boticário adota o índice de Valoração de Mananciais (IVM), associado ao CR da conservação das áreas. Esse custo obedece a três critérios: produção e armazenamento de água; controle de erosão; e manutenção da qualidade da água, com valores de R$ 99,00/ha/ano, R$ 75,00/ha/ano e R$ 196,00/ha/ano, respectivamente, totalizando R$ 370,00/ha/ano. O IVM é utilizado como multiplicador para o pagamento, variando de zero a um. O índice se baseia em três indicadores: físicos, de ameaça e de proteção. Os físicos e de ameaça tem peso um, já o de proteção tem peso três (LOMBARDI, 2013).

Por seu turno, o estado de São Paulo propôs a valoração do PSA Mina d'água, adotando o seguinte cálculo, conforme Equação II:

V Ref x (F Prot + F Imp) x 0,2 (Equação II)

Em que:

V Ref: Valor de Referência (relacionado ao custo de oportunidade);

F Prot: Fator de Proteção da Nascente (varia de 1 a 4);

[8] Os valores de Z0 são obtidos com as práticas de uso e manejo atual (LOMBARDI, 2013).

[9] Os valores Z1 com as práticas conservacionistas propostas de uso e manejo do solo, ambos estabelecidos por uma tabela de correspondência (LOMBARDI, 2013).

F Imp: Fator de Importância da Nascente (varia de 1,5 a 6) (LOMBARDI, 2013).

A literatura também traz a proposta de Silva *et al.* (2008), da equação de PSA Água, calculada pela Equação III:

VSrh = 200 x VTRE x (1 - Z) x kt (Equação III)

Em que:

VSrh: Valor dos serviços ambientais de conservação e melhoria da qualidade e da disponibilidade hídrica em R$/ha/ano;

VRTE: Valor de referência do tesouro estadual;

Z: Coeficiente de potencial erosivo das coberturas de solo correlacionado ao estágio de desenvolvimento da floresta[10];

kt: Coeficiente de ajuste topográfico[11] (SILVA *et al.*, 2008).

Outra métrica aplicada foi a proposta pelo programa Produtor de Águas do Rio Camboriú, que utiliza o Custo de Oportunidade (CO) da terra, se baseado em planilhas de custos produtivos, em específico os da pecuária leiteira de baixa tecnologia, porém sem considerar custos de manutenção, depreciação e mão de obra (LOMBARDI, 2013).

2.5.1 Método de Custo de Reposição (MCR)

O Método de Custo de Reposição (MCR) captura o que se entende por valor mínimo do bem ambiental estudado, representado pelo custo da restauração das suas características originais ou desejáveis (VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014). A operacionalização desse método é feita pela agregação dos gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso (VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014).

O Custo de Reposição (CR), também conhecido como Custo de Realocação, tem por objetivo estimar o custo da restauração de determinado dano ambiental, com

[10] (Estágio inicial, z = 0,25; Estágio secundário inicial z = 0,15 Mata primária ou Estágio secundário médio e avançado z = 0,01) (SILVA *et al.*, 2008).

[11] Definido pelas faixas de declividade de: 20 – 45%, Kt =0,27; 45 – 75%, Kt = 0,55; e acima de 75%, Kt = 0,86 (SILVA *et al.*, 2008).

o intuito de reparar o impacto, visando o benefício socioambiental e o desenvolvimento sustentável (BEZERRA, 2020).

O MCR tem por fundamento a ideia de prejuízo, logo, a reparação se torna necessária. O método se baseia no custo dessa restauração, que é entendido como uma medida de seu benefício. Sua operação percorre os gastos envolvidos na reparação do bem ambiental escolhido, assim, o MCR elucida o valor mínimo que representa este bem a partir do custo de restaurar suas características (FURTADO, 2010 *apud* VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014).

Dadas as suas características e aplicação, o MCR tem demonstrado a dificuldade do estado em gerir seu patrimônio ambiental, posto que apenas oferece a percepção do valor mínimo desse patrimônio (VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014). O MCR é o mais utilizado no cálculo dos custos oriundos da erosão do solo, pois considera a perda dos nutrientes como Fósforo (P), Nitrogênio (N), etc., possibilitando que a diminuição da produtividade seja evitada se a reposição for correta (MARQUES; PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2005).

Em 2019, a Fundação Getúlio Vargas disponibilizou uma série de estudos de casos sobre empresas envolvidas na iniciativa Tendência em Serviços Ecossistêmicos (TESE), todos utilizaram o MCR. O estudo da valoração de Serviços Ecossistêmicos em fornecedores de Anajás – PA e Bragança – PA em relação ao desmatamento evitado, apontou a preservação de 24 hectares de área e evitou a emissão de 4.392,88 tCO_2. Também foi estimada a valoração da externalidade total em torno de R$ 167 mil, favorecendo a manutenção de comunidades extrativistas e empregando uma política de desmatamento zero (FGVces, 2019).

Na mesma série de estudos também há a avaliação das externalidades relativas à regulação do clima global devido à implantação do loteamento Parque Cidade, em Goiânia – GO, que utilizou o MCR e o valorou a partir do custo social do carbono a externalidade resultante do desmatamento evitado em uma área de 34,5 hectares (9.601,6 tCO_2), estimado em cerca de R$ 3,3 milhões. O objetivo foi demonstrar aos moradores a importância da manutenção das áreas verdes ao aproximar o valor do recurso natural a um valor econômico tangível (FGVces, 2019).

Outra pesquisa buscou a valoração da provisão de água no processo de abastecimento de aves e processamento de carne, através do MCR que simulou um cenário de escassez de 70% do recurso, a fim de mensurar a unidade consumida com serviço ambiental provisão de água, estimando um impacto diário total de R$

40.000,00, demonstrando a importância da preservação e recuperação de mananciais (FGVces, 2019).

Vale destacar que a maioria dos programas de PSA – Água que aplicaram o MCR, se balizam em indicadores de reflorestamento/conservação de solo como forma de monitoramento e remuneração. Logo, o MCR é oportuno por abordar aspectos internos e, assim, propiciar um melhor diagnóstico estratégico.

2.5.2 Método de Custos de Oportunidade (MCO)

De acordo com Morais (2010), o Método de Custo de Oportunidade (MCO) se fundamenta no ônus da preservação ambiental, haja vista a inviabilização de atividades econômicas, seja ela qual for (MACHADO, 2011). Para Maia (2002), a conservação gera Custos de Oportunidade pela não utilização dos recursos naturais, logo, pode acarretar prejuízos financeiros em um cenário de exploração econômica (MACHADO, 2011). De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002), o CO é aquele associado às oportunidades abdicadas no decorrer do processo de tomada de decisão. Para Assaf Neto (2004), apesar de difícil operacionalização, o CO é valido no auxílio à tomada de decisões (VELLANI; FAVA; ALBUQUERQUE, 2011).

As mensurações desse custo devem considerar o valor do consumo de bens e serviços não obtidos. Assim, o objetivo do MCO é demonstrar os custos oriundos da preservação ambiental, no auxílio para a tomada de decisão, seja ela pública ou privada (MOTTA, 1998). Segundo Cavalcanti (2002), no MCO ou alternativo, o custo da preservação de determinada área é medido a partir da *proxy* de benefícios encontrados no desenvolvimento de atividade econômica nessa área. Dessa maneira, o valor da conservação é valor de seu benefício monetário sacrificado (BEZERRA, 2020).

Em geral, o CO pode ser estudado sob dois prismas, o da economia e o da contabilidade. A visão econômica traz o conceito do precursor dos termos, Frederich Von Wieser, ao definir que o valor de um fator de produção teria seu CO mensurado pela renda gerada por este em seu melhor uso. O pressuposto principal é que a alternativa seja viável e não cumulativa, ou seja, a escolha de uma acarreta o abandono de outra (PEREIRA *et al.*, 1990).

Na visão contábil, esse custo é o valor do benefício abdicado, por outro benefício alternativo dentro de um processo decisório, seja este mensurado pelo lucro,

custo, receita etc., podendo esses serem critérios isolados ou não. Ademais, percebe-se que tanto na economia como na contabilidade, o ponto congruente é o processo decisório, que precede o seu cálculo. Dessarte, são aspectos de suma importância considerar a origem do capital, se é próprio ou de terceiros, e analisar facetas, como as taxas de juros sobre estes (PEREIRA *et al.*, 1990).

Ao analisar a ciclicidade do CO do emprego, Chodorow-Reich e Karabarbounis (2016) identificaram que o “Custo de Oportunidade é pró-cíclico e volátil ao longo do ciclo de negócios”. Curiosamente Post *et al.* (2016), ao analisarem o nexo e o conflito água-alimento-clima, constataram que o CO é postulado na tomada de decisão em conflitos no Oriente Médio e que, em cenários de insegurança alimentar maior, a probabilidade de conflitos cresce, uma vez que o CO do conflito se torna atrativo. Já para Guedes e Seehusen (2011), os instrumentos de PSA respondem a essa falha no mercado causada pela economia neoclássica, proporcionando ganho econômico ao produtor que pode, por sua vez, compensar seu Custo de Oportunidade.

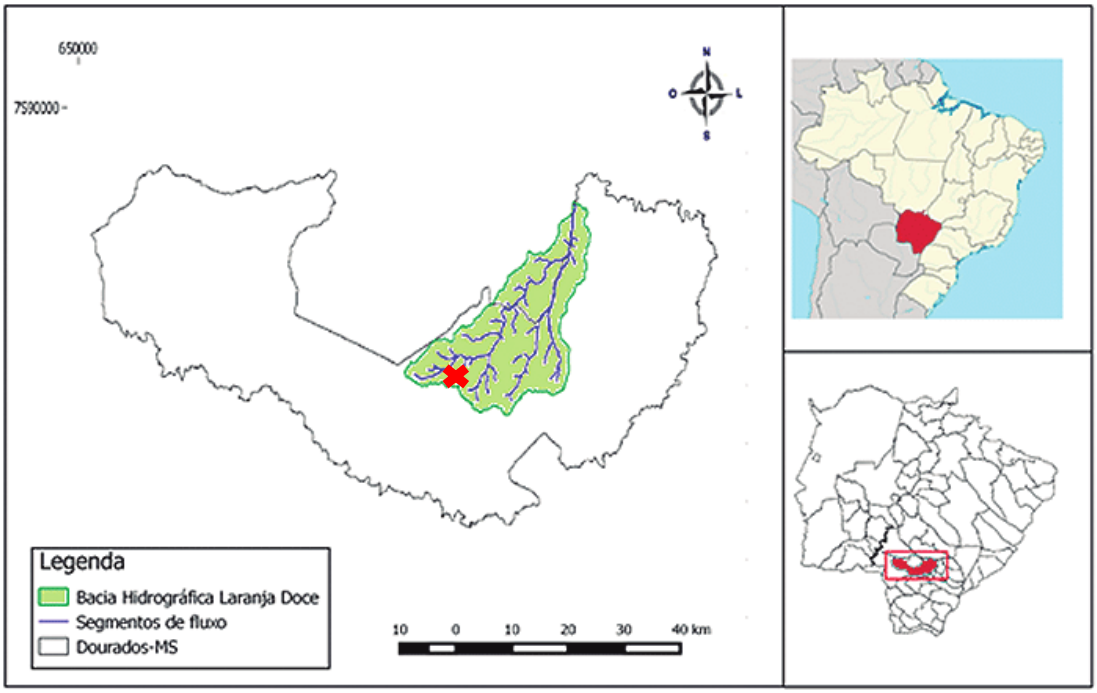
É interessante mencionar que a literatura traz um vasto campo de pesquisas aplicadas ao PSA – Água, tendo como base o MCO. Contudo, essa análise é prejudicada pelas características próprias do método, como seu apelo a fatores externos, relacionados às opções de ganho no mercado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A propriedade rural estudada é o Sítio Laranja Doce, que possui uma área com aproximadamente 32,2 hectares, cortada pela Bacia Laranja Doce, localizada próximo ao distrito de Vila Vargas, a menos de um km da Rodovia BR 163 e cerca de 25 km do município de Dourados. A localização do sítio é 22°08'32.9"S, 54°39'04.7"O, como indicada, aproximadamente, com o “x” em vermelho, como demonstra a Figura 7.

Figura 7 – Bacia Hidrográfica Laranja Doce (Dourados – MS)



Fonte: Adaptado de Correa *et al.* (2017, p. 219).

Na Figura 8 é possível observar a área total da propriedade, pois a linha amarela identifica a faixa de mata ciliar do Córrego Laranja Doce (6), que delimita o lado Oeste da propriedade, onde há uma vasta área alagável. No ponto vermelho está a agroindústria da propriedade, mais ao sul estão os tanques de piscicultura (5) e os SAFs Biodiversos (1,2,3,4). Ao Norte está situada a APP e a Área de Reserva Legal (ARL), e a leste a propriedade faz divisa com um produtor de grãos em sistema convencional, à direita da linha branca (7).

Figura 8 – Imagem de satélite do Sítio Laranja Doce (Dourados – MS)[12]

Legenda: 1 – SAF; 2 – SAF 2; 3 – SAF 3; 4 – SAF 4; 5 – Tanques de Psicultura; 6 – Córrego Laranja Doce (divisa oeste); 7 – Propriedade vizinha (divisa leste); marcador vermelho – Agroindústria.
Fonte: Captura de tela feita pelo autor.

A propriedade possui quatro áreas de SAFs consolidados em diferentes estágios de desenvolvimento, sendo o primeiro com aproximadamente 10 anos de implantação e o último em fase inicial. Essas quatro áreas, ao serem somadas à ARL e à APP, tem cerca de 30 hectares, e a área restante está destinada à piscicultura. Esse sistema de produção segue um arranjo que associa o consórcio de espécies em um regime de sucessão, com foco em melhorar as condições do solo (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015).

3.2 Desenho de pesquisa

Este estudo possui uma abordagem qualitativa (identificação de tendências, percepções e opiniões), e quantitativa (verificação de dados contábeis e financeiros para subsídio dos métodos de valoração propostos), partindo da coleta de

12 Disponível em: https://www.google.com/maps/place/22%C2%B008'32.9%22S+54%C2%B039'04.7%22W/@-22.1424744,-54.6534798,621m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-22.1424744!4d-54.6512911. Acesso em: 14 jun. 2020.

informações secundárias disponíveis (CRESWELL, 2014). Inicialmente, foi realizada uma revisão integrativa de artigos nacionais e internacionais, nas bases de dados: *Agris-FAO, Google Scholar, Scopus e Web of* Science.

Na revisão qualitativa, alguns procedimentos buscam assegurar as validades, tais como: procedimento descritivo, lastreados a estudos relevantes e acessíveis; interpretativo, por parte do revisor; teórico, fruto da credibilidade dos métodos aplicados; e pragmático, se mostrando útil, aplicável e efetivo (DE-LA-TORRE-UGARTE et. al. 2011). Já a coleta de dados se valeu tanto do estudo exploratório, como do estudo de caso, além da utilização de fontes múltiplas (GIL, 2002; PRODANOV; FREITAS, 2013; YIN, 2015; COOPER; SCHINDLER, 2016).

Os dados primários foram obtidos por intermédio de questionário semiestruturado, divididos em blocos (Apêndice A), que foram enviados por e-mail para os dois produtores (casal) responsáveis pela propriedade, no mês de julho de 2020. Esse questionário capturou, dentre outros, os dados contábeis que a fundamentaram os cálculos do MCR, além de demonstrar o histórico da implantação do SAF.

Também foram realizadas entrevistas (Apêndice B), com os mesmos produtores, que captou suas percepções e realinhamento de pontos sensíveis do questionário, como as relativas aos serviços ecossistêmicos ofertados e opções de produção que subsidiaram o MCO. Por fim, foram realizadas às duas visitas *in loco*, com registro fotográfico, em setembro de 2020.

Essas visitas contaram com o apoio de pesquisadores e técnicos da EMBRAPA, unidade Agropecuária Oeste (CPAO). Vale ressaltar que este estudo também faz parte do Projeto SAFARA II[13] (Sistemas Agroflorestais Biodiversos: produção de alimentos, geração de renda e recuperação ambiental – FASE 2, iniciado em 1 de julho de 2019).

Os pressupostos desta pesquisa são: os PSA – Água em que o CO foi aplicado, consideraram atividades de baixa tecnologia, o que resulta em uma valoração subdimensionada; os PSA – Água que empregaram o CR, tendem a avaliar cenários distintos e específicos, cuja a limitação se dá na replicação, tendo em vista que os custos variam de acordo com o grau de degradação.

[13] Código de Atividade: 20.18.03.060.00.02.010. Disponível em https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208415/safara---sistemas-agroflorestais-Biodiversos-producao-de-alimentos-geracao-de-renda-e-recuperacao-ambiental---fase-i

Portanto, essa valoração pode ser pouco efetiva ao ser considerada em escalas maiores, como as de alguns programas de PSA – Água. Assim, foi proposto um modelo que aplicou ambos os métodos, a fim de ser fidedigno às lacunas da economia ecológica, por vezes invocados pela valoração. Ademais, os resultados foram sistematizados no modelo lógico, que combina eventos observados empiricamente com eventos previstos teoricamente, sendo uma forma de combinação de padrões.

3.3 Coleta e análise dos dados

3.3.1 Análise Expedito na Identificação, quantificação das ARLs, APPs, degradadas e recuperadas da propriedade, os olhos d´água e na mensuração do Serviço Ambiental Produção de Água

A visita *in loco* permite ao pesquisador ampliar o entendimento sobre o caso estudado, pois o insere na estrutura institucional que suporta o objeto de estudo, propiciando uma melhor constatação das influências, valores e decisões dos atores locais. Dito isso, a identificação e quantificação das ARLs e as APPs foi realizada através da observação e verificação *in loco*. Para isso, foi necessária a adoção de um protocolo: optou-se pela utilização da Análise Expedito, que permite analisar qualitativamente os sistemas ambientais que compõem essas áreas (PAVEZZI NETTO; SILVA, 2012).

A Análise Expedito é fundamentada nas teorias de Ab'Saber (1969), Tricart (1977) e Moraes *et al.* (2016), fruto da aplicação de métodos de avaliação de geomorfologia em pesquisas de fisiologia da paisagem. Esta última é pautada em dados hidrológicos e climáticos, a fim de entender a dinâmica da paisagem (MARQUES NETO, 2008). De acordo com Pavezzi Netto e Silva (2012), a Análise Expedito se desdobra em quatro fases:

1. Exploratória, sendo essa fase composta por cinco objetivos:
    1.1. Base conceitual (fase balizada na revisão bibliográfica);
    1.2. Levantamento de variáveis e critérios de análise;
    1.3. Relevância das variáveis;
    1.4. Estruturação da Análise Expedito; e
    1.5. Identificação da área de estudo que valide o método.
2. Experimental - aplicação do método e coleta de dados;

3. Analítica - resultados obtidos para sistematização; e

4. Conclusiva - possibilidades de aplicação (PAVEZZI NETTO; SILVA, 2012).

Assim, foi aplicada a Análise Expedito no dia da visita *in loco*, momento em que foram coletados dados da área, além dos registros de imagens pautados no roteiro elaborado a partir das equações, ilustradas a seguir, que tratam da aplicação do MCO e do MCR. A definição da estrutura proposta por esta pesquisa, como já mencionado, é a protocolada na Análise Expedito para o estudo de caso, considerando as seguintes etapas apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Estrutura da pesquisa do estudo de caso pela Análise Expedito

Fase	Atividade	Definição do desenho de pesquisa
Exploratória	Base conceitual	Os principais conceitos estudados e aplicados na pesquisa.
	Levantamento de variáveis e critérios de análise	As variáveis foram definidas de acordo com a literatura de cada método de valoração proposto, e estão elencadas nas equações de quatro a 16.
	Relevância das variáveis	As variáveis definidas no MCO são provenientes de dados secundários, amplamente utilizados pela literatura. As variáveis do MCR são obtidas por dados primários e já aplicadas em outras pesquisas, porém, foram adaptadas à realidade do SAF, dado o *gap* literário, conforme equações propostas a seguir.
	Estruturação da Análise Expedito	A estruturação foi dimensionada nos roteiros de pesquisa Apêndices A e B, juntamente com as equações propostas.
	Identificação da área de estudo que valide o método	A área estudada é compatível com o estudo, visto que se trata de um SAF com 10 anos de implantação, que tende a possibilitar o trabalho com séries históricas, conforme item 3.2.
Experimental	Aplicação do método e coleta de dados	Os dados foram analisados com aporte do *software* Excel®, através de planilhas de entrada e saída submetidas a uma análise quantitativa auxiliada por ferramentas de comparação. Para isso, foi utilizado o *software* SPSS®.
Analítica	Resultados obtidos para sistematização	São esperados resultados válidos e replicáveis na identificação de uma valoração mais coerente ao Serviço Ambiental prestado.
Conclusiva	Possibilidades de aplicação	Sendo validada, a proposta possibilitará maior instrumentalização aos programas de PSA – Água e um maior empoderamento do produtor.

Fonte: Adaptado de Pavezzi Netto e Silva (2012, p. 62-65).

A Análise Expedito permitiu uma melhor delimitação tanto estrutural quanto conceitual dessa pesquisa, haja vista o roteiro pré-estabelecido e seu desencadear

de etapas, sendo uma ferramenta simples e prática na aplicação de uma pesquisa exploratória.

3.3.1.1 Elaboração do instrumento de pesquisa

O Apêndice A traz o questionário semiestruturado referencial para a análise dos dados, baseados nos utilizados por Guedes; Seehusen (2011). As perguntas foram dimensionadas de modo a subsidiar os cálculos propostos. Sendo esse instrumento dividido em cinco blocos, aplicado junto aos dois produtores responsáveis:

1. Bloco 1: Questões Introdutórias (onde são elencadas perguntas genéricas e iniciais);
2. Bloco 2: Questões sobre o CR dos macronutrientes N, P, K, Mg, CA – fertilizantes químicos e/ou orgânicos –, somados ao custo com o terraceamento do solo, locação de máquinas no trato do solo e a mão de obra/dia dessa etapa. Nesse bloco, as perguntas são mais complexas por demandar um retrospecto por parte do entrevistado, que foi fundamental para o aspecto quantitativo do estudo;
3. Bloco 3: Questões sobre o custo com sementes e mudas de arbóreas, arbustivas, somados à sua adubação, químicos e/ou orgânicos, a locação de máquinas de plantio e a mão de obra/dia na etapa. Assim como no bloco anterior, essas perguntas são sensíveis, pois estão diretamente associadas aos dados necessários para a identificação do CR;
4. Bloco 4: Questões sobre a caracterização do ecossistema, dos SE e definição dos problemas ambientais. Esse pequeno bloco tem como finalidade relacionar a percepção dos produtores frente aos dados coletado *in loco* e a entrevista realizada;
5. Bloco 5: Questões sobre a caracterização dos atores sociais (compradores e provedores de serviços ambientais) e do contexto socioeconômico, (assim como no bloco anterior, essas perguntas balizaram uma melhor análise qualitativa da pesquisa).

O questionário é de extrema importância na captação dos dados primários e os cuidados com esse instrumento motivaram uma simplificação para os dois produtores

entrevistados. Assim, esse questionário foi apresentado a eles com todas as perguntas listadas no Apêndice A, porém divididas em três blocos, mesclados da seguinte forma.

1. Bloco 1: Identificação de problemas ambientais, intervenções em diferentes áreas na propriedade; implantação, condução das áreas e obtenção de produções. Esse bloco corresponde aos blocos 1, 2 e 3 mencionados acima;
2. Bloco 2: Questões sobre a caracterização dos atores (compradores e provedores de serviços ambientais) e do contexto socioeconômico. Corresponde ao bloco 4;
3. Bloco 3: Questão sobre a identificação das alternativas de manejo e do custo de oportunidade. Corresponde ao bloco 5.

Já o Apêndice B traz as questões norteadoras da entrevista (com perguntas abertas e fechadas), a ser aplicada ao produtor, todavia, previamente antecedida de uma apresentação dos conceitos aplicados a essa pesquisa. Esse instrumento conta apenas com um bloco intitulado “Caracterização do agro ecossistema, dos serviços ecossistêmicos produzidos e questões afins”.

No dia 17 de setembro de 2020, foi realizada uma entrevista com os produtores que, mesmo em meio à pandemia de covid-19, aceitaram receber tanto o pesquisador como seu coorientador, mas para isso foram respeitados os devidos protocolos. A entrevista foi gravada e teve duração aproximada de 40 minutos, na qual foram respondidas as questões do Apêndice B, sendo precedida de um diálogo sobre SE e SA.

A mensuração do Serviço Ambiental Produção de Água foi aplicada pelo uso do MCO e do MCR, que se valem de dados contábeis que foram lançados no software *Excel*®, através de planilhas de entrada e saída, submetidas a uma análise quantitativa que possibilitou a aplicação desse método. Em um segundo momento, outras ferramentas de comparação foram usadas, como o *software* SPSS®. Por ser um estudo de caso os dados contábeis não são generalizáveis e dada a quantidade de dados coletados optou-se por descrevê-los de forma concisa.

3.3.2 Análise e identificação dos Custos de Oportunidade

No que tange a mensuração do Serviço Ambiental Produção de Água na propriedade, se faz necessária a utilização do MCO, onde foram projetadas o preço de sombra (*shedow price*) das receitas da Produção de Água com:

1° retorno com a produção de carne bovina (pecuária ostensiva);

2° retorno com a produção de grãos (monocultura soja e monocultura milho);

3° retorno com o arrendamento da área produtiva para produção de soja.

De acordo com Lombardi (2013), a identificação de atividade agrícola rentável deve ser extraída do Mapa de Solos da região. Em 2000, foi realizado o levantamento em nível de semi detalhe dos solos do campo experimental de Dourados, sede da Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados. O estudo apontou que a área estudada possuía boa aptidão para uso agrícola, apresentando condições favoráveis à utilização intensiva (AMARAL *et al.,* 2000). De acordo com especialistas da EMBRAPA, a área possui aptidão para as culturas elencadas nesta pesquisa.

O MCO é amplamente utilizado na literatura, a fim de balizar a decisão dos produtores em investimentos diversos, sendo passível de ser aplicada na Produção de Água. Esse custo se baseia em aspectos quantitativos (como dados financeiros e contábeis), para possibilitar uma análise qualitativa nas decisões a serem tomadas, com base em motivações de lucro e mecanismos de preço (BRASIL, 2020b).

A identificação desses custos se dará a partir da análise de demonstrativos financeiros e contábeis das seguintes atividades: produção de carne, de grãos (soja e milho) e arrendamento de imóvel rural (para produção de grãos). Todos esses dados foram pesquisados em fontes secundárias, uma vez que a propriedade sob estudo não opta por esses modelos de produção.

Para mensurar o Custo de Oportunidade da Produção de Água no SAF estudado, é preciso elencar questões relativas à cadeia econômica local. Assim, foram listadas quatro possibilidades de ganho financeiro concorrentes com a atividade. Tanto em Contabilidade, como em Economia e Finanças, o CO se lastreia na escolha entre opções de utilização de determinado recurso. Porém, operacionalizá-lo é difícil, haja vista as discussões relacionadas ao “custo *versus* benefícios” (PEREIRA *et al.*, 1990).

Na Contabilidade existem abordagens do Custo de Oportunidade que se distanciam do conceito original[14], elencando comparações contábeis mais restritivas. A divergência se encontra em princípios subjacentes, normalmente intrínsecos de cada área, como na Contabilidade que preza pela objetividade, ou nas Finanças, ao não comparar investimentos com riscos diferentes. Já a Economia pode invocá-la para questões subjetivas. Essas divergências não excluem as encontradas dentro de cada área, seja no aspecto conceitual como no operacional do CO (BEUREN, 1993).

Considerando esses pontos, esta pesquisa visa aplicar o MCO para efeitos de comparação e não considera os riscos, mas as opções de uso, de forma a ir além da visão Contábil ou Financeira, prezando pelo prisma da economia ecológica. Dessa forma, optou-se pela adoção de um roteiro para estimar o CO, através de dados secundários disponíveis na literatura.

A primeira atividade escolhida é a produção de carne bovina, especificamente, a pecuária ostensiva, engorda de novilhos. Foi avaliada a capacidade produtiva da área propícia à produção, excluindo áreas impróprias ao manejo dos animais. Dessa maneira, a partir dos valores contábeis a serem obtidos, foi calculada a quantidade de animais por hectare e seu retorno médio anual, respeitando o mesmo lapso de tempo da implantação do SAF, conforme a Equação IV:

Retorno produção pecuária (Equação IV)

$$\sum \mathbf{RP} = \left\{ [\,(\mathbf{Qt}. \times \mathbf{A}\,) \times \mathbf{Lpa}\,] \times \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{Pe}} \right\}$$

Em que:

RP: Retorno Pecuária (R$);

Qt: Quantidade (animal/hectare);

A: Área possível para essa produção na propriedade (hectare);

Lpa: Lucro Líquido (por animal/R$);

Pe: Período de Engorda (anos)[15];

n: Período do SAF (anos).

[14] Esse conceito foi criado por Frederich Von Wieser (1851-1926), nele o “valor de um fator de produção em qualquer situação como o seu custo de oportunidade, sendo tal custo de oportunidade definido como a renda líquida gerada pelo fator em seu melhor uso alternativo” (BEUREN, 1993, p. 1).

[15] Considerando a raça Nelore, amplamente difundida na região.

É importante destacar que o tipo de pastagem analisada foi a braquiária sem adubação. Para esse tipo de gramínea, a quantidade de animais por hectare foi estimada em cerca de 1,43 bois, para o regime de engorda, por um período de 24 meses. Essa opção pode ser reconfigurada com a adoção de outros tipos de gramínea associada a processos de manejo e adubação. Assim, para uma área de 30 hectares de pastagem podem ser inseridas 43 cabeças que, caso atinjam 34 arrobas ao final do processo de engorda, serão comercializadas cerca de 1.462 arrobas em cada ciclo. (GONSALVES NETO, 2020).

Uma vez que o período do SAF estudado tem 10 anos, de 2011 a 2020, e a engorda leva dois anos, haverá cinco ciclos de produção. Como referência para os custos de produção foram utilizados os dados da Confederação Nacional de Agricultura (CNA), para a região da Grande Dourados (CNA, 2021). A receita bruta considerou os valores da arroba a partir de dados históricos do CEPEA (CEPEA, 2021).

A Equação V analisou o Retorno Produção Milho (RPM). Para isso, foi considerada a produtividade média da região de 93,5 sacas/hectare. Os critérios de tempo e área foram os mesmos já mencionados, e os valores das sacas foram obtidos pelo CEPEA (CEPEA, 2021; FAMASUL, 2019).

Já os custos de produção foram baseados nos dados da CNA para a região da Grande Dourados. Também foram utilizadas as informações históricas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), incluindo o percentual para o lucro líquido, além de informes e parâmetros disponibilizados pela EMBRAPA (CNA, 2021; CONAB, 2021; RICHETTI; FERREIRA; GARCIA, 2018; RICHETTI, 2019).

Retorno Produção Milho (Equação V)

$$\sum \mathbf{RPM} = \left\{ [(\mathbf{Qt}. \times \mathbf{A}) \times \mathbf{Lsc}] \times \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{Ps}} \right\}$$

Em que:

RPM: Retorno Produção Milho (R$);

Qt: Quantidade produzida via produtividade média da região (sc/ha);

A: Área possível para essa produção na propriedade (hectare);

Lsc: Lucro líquido (R$/ha) [16];
Ps: Período (ano/safra);
n: Período do SAF (anos).

A terceira opção do Custo de Oportunidade foi Produção de Soja (RPS). O retorno dessa atividade foi calculado conforme Equação VI. Para isso, foram adotados os mesmos parâmetros de área e período do RPM. A produtividade média da região foi de 61,29 sacas por hectare, o valor da saca foi extraído dos dados históricos do CEPEA e os custos totais e os percentuais de lucro líquido foram obtidos pelos dados da CONAB para o MS, entre 2011 e 2020 (CEPEA, 2021; CONAB, 2021; FAMASUL, 2020).

Retorno Produção Soja (Equação VI)

$$\sum \mathbf{RPS} = \left\{[(\mathbf{Qt}.\times \mathbf{A}) \times \mathbf{Lsc}] \times \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{Ps}}\right\}$$

Em que:
RPS: Retorno Produção Soja (R$);
Qt: Quantidade produzida via produtividade média da região (sc/ha);
A: Área possível para essa produção na propriedade (hectare);
Lsc: Lucro líquido (R$/ha) [17];
Ps: Período (ano/safra);
n: Período do SAF (anos).

Também foi considerada a possibilidade da produção de duas safras anuais, modelo adotado na região, de primavera/verão e de outono/inverno. Para isso, foram selecionadas as monoculturas de soja, período de safra verão, e a monocultura Milho, na safra inverno. Assim como nas opções RPM e RPS, os parâmetros de tempo e retorno foram respeitados, conforme a Equação VII**:**

[16] Baseado no valor da média histórica da saca no período, de acordo com o CONAB.
[17] Baseado no valor da média histórica da saca no período, de acordo com o CONAB.

Retorno Produção de Grãos (Equação VII)

$$\sum \mathbf{RPG} = \{\mathbf{RPM} + \mathbf{RPS}\}$$

Em que:

RPG: Retorno Produção de Grãos (R$);

RPM: Retorno Milho (R$);

RPS: Retorno Soja (R$).

A última opção sugerida é o arrendamento da área para produção de grãos, com base na safra de soja colhida, respeitando também os parâmetros de área e período. A produtividade da saca é a mesma do RPS, contudo, o valor da saca foi obtido pela média para o MS, a partir de dados do CEPEA (CEPEA, 2021),

Para o valor percentual adotado no possível contrato de arrendamento, utilizou-se o percentual de um contrato padrão, seguindo os critérios legais[18]. Assim como na segunda etapa, o cálculo é obtido com o percentual acertado em contrato de arrendamento na receita total do arrendamento da produção de soja, conforme Equação VIII:

Retorno Arrendamento da área Soja (Equação VIII)

$$\sum \mathbf{RAS} = \{[(\mathbf{Qt}.\times \mathbf{A}) \times \mathbf{Vs}] \times \%\} \times \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{Ps}}$$

Em que:

RAS: Retorno Arrendamento Soja (R$);

Qt: Quantidade produzida via produtividade média da região (sc/ha);

A: Área possível para essa produção na propriedade (hectare);

Vs: Valor da saca de 60 kg (R$)[19];

[18] Lei n.º 4.504, de 1964 (Estatuto da Terra) do arrendamento rural - Art. 95. Quanto ao arrendamento rural, observar-se-ão os seguintes princípios: [...] XII - a remuneração do arrendamento, sob qualquer forma de pagamento, não poderá ser superior a 15% (quinze por cento) do valor cadastral do imóvel, incluídas as benfeitorias que entrarem na composição do contrato, salvo se o arrendamento for parcial e recair apenas em glebas selecionadas para fins de exploração intensiva de alta rentabilidade, caso em que a remuneração poderá ir até o limite de 30% (trinta por cento) (BRASIL, 1964).

[19] Valor da média histórica da saca no período, de acordo com o CONAB.

%: Percentual contratado da produção de soja;

Ps: Período (ano/safra);

n: Período do SAF (anos).

A identificação dos CO oportuniza uma análise mais ampla, em que variáveis como a preservação ambiental, seja pelo uso ou não uso de determinado recurso ambiental, pode ser mais bem comparada, uma vez elencadas as opções de exploração econômica.

3.3.3 Análise e identificação dos Custo de Reposição – ARLs, APPs, áreas degradadas e recuperadas

Para estimar o Custo Total de Reposição da área, foi utilizado o MCR. Assim, foram abordados os custos:

1. Custo Total da Recuperação das APPs, ARLs e implantação do SAF (plantio de mudas, sementes, adubação, mão de obra na etapa, máquinas);
2. Custo de Recomposição da fertilidade do solo (fertilizantes, máquinas, mão de obra da etapa);
3. Custo de Terraceamento do Solo (terraceamento áreas recuperadas, máquinas, mão de obra da etapa); e
4. Custo de Manutenção (equipamentos, mão de obra na etapa).

O MCR auxiliou na formação dos custos contábeis, possibilitando uma valoração ambiental a partir da valoração econômica. Contudo, tanto os índices pluviométricos, como o volume da vazão de água superficial que poderiam ser mensurados na etapa atual do SAF não foram estudados, pois não há dados históricos que viabilizem esse parâmetro.

Já para demonstrar o estado da arte da produção, uso e preservação da água, esta pesquisa se baseou no arcabouço teórico da literatura, associando essa às práticas de projetos existentes. Assim, optou-se em estudar o *case* do Projeto Produtor de Água, em específico, o Projeto Manancial Vivo, tendo como finalidade comparar políticas existentes com iniciativas emergentes, encontrando *gaps* e

valorizando pontos fortes que potencializam a replicação desses projetos, seja na formulação de políticas públicas ou como no impulso a projetos pela iniciativa privada.

Para a identificação dos custos de recuperação, a pesquisa abordou quatro grupos de custos de produção: primeiro é o Custo de Recuperação das APPs, que advém do custo com plantio de mudas e sementes (arbóreas e arbustivas que compõem o SAF), sua adubação (químicos e/ou orgânicos), (locação de máquinas de plantio e a mão de obra/dia na etapa).

O segundo grupo se refere ao Custo de Recomposição do Solo que, por sua vez, envolve o histórico de gastos com fertilizantes (químicos e ou orgânicos), (locação de máquinas no trato do solo e a mão de obra/dia dessa etapa). O terceiro grupo diz respeito ao Custo com Terraceamento do Solo (CTS) (curvas de nível), (locação de máquinas no trato do solo e a mão de obra/dia dessa etapa).

O quarto grupo se refere à estimativa relativa aos custos de manutenção, incluídos os custos com a locação, ou aquisição de equipamentos e a mão de obra/dia dessa etapa, corroborando, assim, a análise dos custos totais da Produção de Água no SAF.

Por fim, foi calculado o Custo Total de Reposição da Área em Reais (CTRA), pela soma dos três grupos anteriores: Custo de Reposição do Solo (CRS); Custo total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Reserva Legal e implantação do SAF (CTRAPP); Custo de Manutenção (CM), sendo essa uma proposta de modelo de valoração ambiental via custo de reposição.

O Custo de Reposição (CR) foi obtido através de cálculos lastreados em dados primários, como financeiros e contábeis, reunidos por meio do envio do questionário e de entrevista com os produtores e com os consultores e pesquisadores que auxiliaram. Por conta do lapso de tempo transcorrido desde a implantação do SAF na propriedade, foram incluídos os valores desses dados históricos corrigidos a valores atuais. Portanto, foram calculados os Custos com plantio de mudas e sementes, Custo com a recuperação do solo e o Custo de Manutenção.

As espécies doadas não foram inseridas nesse cálculo, uma vez que, de acordo com os entrevistados, sua quantidade é pouco representativa. Foram calculados os custos com sementes e mudas de arbóreas, arbustivas, somados à sua adubação orgânica, a locação ou aquisição de equipamentos para o plantio e a mão de obra na etapa. O custo com o plantio de mudas já plantadas obedecerá a Equação IX, adaptado de Vergara, Sousa e Andrade (2014):

Custo total da Recuperação das APPs, ARLs e implantação do SAF

(Equação IX)

$$\sum \mathbf{CTRAPP} = \{[\mathbf{Ad\ x}\ (\mathbf{Cp} \times \mathbf{Pep})] + \mathbf{Cat} + \mathbf{Cet} + \mathbf{Cmt}\}$$

Em que:

CTRAPP: Custo Total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Reserva Legal e implantação do SAF (R$);

Ad: Área desenvolvida (hectare);

Cp: Custo Unitário por Espécime Plantado (R$/ha);

Pep: Proporção de Espécimes Plantados (espécies/hectare)[20];

Cat: Custo Total com Adubação (R$/ha);

Cet: Custo Total de Locação ou Aquisição de Equipamento no Plantio (R$)[21];

Cmt: Custo Total com Mão de Obra na Implantação (R$).

Para os cálculos do Custo de Reposição dos nutrientes utilizados na recomposição do solo, incluindo aqui os macronutrientes N, P, K, Mg, CA e seus respectivos valores, com suas correções aplicadas, obedecendo a seguinte fórmula: Custo de Recomposição do solo (custo de reposição dos macronutrientes N, P, K, Mg, CA (fertilizantes químicos e/ou orgânicos), locação ou aquisição de equipamentos para o trato do solo e a mão de obra dessa etapa), obtidos pela Equação X, adaptada de Marques, Pereira e Lombardi Neto (2005):

Custo de Recomposição da Fertilidade do Solo (Equação X)

$$\sum \mathbf{CRS} = \{[(\mathbf{Pf} \times \mathbf{Qt.})\ \mathbf{Ctlae} + \mathbf{Ctm}\ ] \times \mathbf{Ad}\}$$

Em que:

[20] Na ausência de BDI médio para os serviços de plantio de arbustos, não previstos isoladamente no estudo realizado pelo Tribunal de Contas da União, foi adotado o valor mínimo dentre os BDIs médios estipulados para os diversos tipos de obra (VERGARA; SOUSA; ANDRADE, 2014).

[21] Em caso de aquisição, deduzidas as depreciações.

CRS: Custo de Recomposição da Fertilidade do Solo (R$);

Pf: Preço dos fertilizantes (R$/ton/ha);

Qt: Quantidade de fertilizantes (tonelada/hectare);

Ctlae: Custo Total de Locação ou Aquisição de Equipamento no trato do solo (R$);[22]

Ctm: Custo Total com Mão de Obra na Aplicação (R$);

Ad: Área desenvolvida (hectare).

Ao aplicar esse método, é possível associar alterações na qualidade do solo com os custos da produção, sendo uma medida do valor econômico do solo degradado (MARQUES; PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2005).

Quanto ao Custo de Terraceamento do Solo, o valor foi resultado da soma do custo de locação de máquinas no trato do solo, uma vez que a propriedade em questão se valeu dessa locação, obtido pelo valor hora/máquina, o custo mão de obra, obtido pelo valor dia/homem, dentro de cada hectare de área desenvolvida, conforme elucidado abaixo, na Equação XI:

Custo de Terraceamento do Solo (Equação XI)

$$\sum \mathbf{CTS} = [(\mathbf{Ctlae} + \mathbf{Ctm}) \times \mathbf{Ad}] \times \boldsymbol{n}$$

Em que:

CTS: Custo de Terraceamento do Solo (R$);

Ctlae: Custo Total de Locação de Máquinas no Trato do Solo (R$);

Ctm: Custo Total com Mão de Obra (Terraceamento do Solo);

Ad: Área desenvolvida (hectare);

n: período de implantação.

Já os Custos de Manutenção são aqueles efetuados com a locação ou aquisição/depreciação de equipamentos somados à mão de obra dessa etapa. Para isso, calcula-se a Equação XII:

[22] Em caso de aquisição, deduzidas as depreciações.

Custo de Manutenção (Equação XII)

$$\sum \mathbf{CM} = (\mathbf{Ctlae} + \mathbf{Ctm} + \mathbf{Cti}) \times \mathbf{n}$$

Em que:

CM: Custo de Manutenção (R$);

Ctlae: Custo Total de Locação ou Aquisição de Equipamento no trato do solo (R$);

Ctm: Custo Total com Mão de Obra na Aplicação (R$);

Cti: Custo Total com Insumos para manutenção (R$);

n: período pós implantação.

Por fim, foi calculado o Custo Total de Reposição, considerando o somatório dos CTRAPP, CRS, CTS e CM, por meio da Equação XIII, elucidada abaixo:

Custo Total de Reposição da Área. (Equação XIII)

$$\sum \mathbf{CTRA} = \mathbf{CTRAPP} + \mathbf{CRS} + \mathbf{CTS} + \mathbf{CM}$$

Em que:

CTRA: Custo Total de Reposição da Área (R$);

CRS: Custo de Reposição do Solo (R$);

CTRAPP: Custo Total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Reserva Legal e implantação do SAF (R$);

CTS: Custo de Terraceamento do Solo em R$;

CM: Custo de Manutenção (R$).

3.3.4 Análise da Receita potencial do SAF e da Produção de Água

A partir de dados contábeis solicitados aos proprietários da área que contém o SAF estudado, foram estimadas a Receita desse SAF, desde sua implementação, conforme proposto na Equação XIV:

Receita Total do SAF (Equação XIV)

$$\sum \mathbf{RTSAF} = [(\mathbf{Qt}. \times \mathbf{A} \times \mathbf{LL})] \times \frac{\boldsymbol{n}}{\boldsymbol{Ps}}$$

Em que:
RTSAF: Receita Total do SAF (R$)[23];
Qt: Quantidade Produzida por Cultura (hectare);
A: Área Produtível Utilizada por Cultura (hectare);
LL: Lucro Líquida por Cultura (R$);
Ps: Período (cultivo/ano/safra);
n: Período do SAF (anos).

3.3.5 Valoração da Produção de Água (VPA)

O VPA se valeu do cálculo da razão entre a área desenvolvida e o resultado da Receita Total do SAF, deduzido o Custo Total de Reposição da Área. Assim, se obtém uma *proxy* de valor estimado para Produção de Água, conforme Equação XV.

Valoração da Produção de Água (VPA) (Equação XV)

$$\sum \mathbf{VPA} = \frac{\mathbf{RTSAF} - \mathbf{CTRA}}{\mathbf{Ad}}$$

Em que:
VPA: Valoração da Produção de Água (R$/hectare/ano).
RTSAF: Receita Total do SAF (R$/ano);
CTRA: Custo Total de Reposição da Área (R$/ano);
Ad: Área desenvolvida (hectare).

Na sequência, para se aproximar da realidade do produtor, foi estimado o Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA), com o cálculo do CTRA (negativo),

[23] Produção de hortaliças, mudas, sementes, frutas, madeira, PANCs e produção agregada desses produtos.

subtraído uma a uma as opções dadas pelo MCO, e esse resultado é dividido novamente pelo CTRA (positivo). Por fim, esse valor é multiplicado por 100. Esse percentual permite analisar os possíveis prejuízos aos produtores, participantes de um programa de PSA – Água e torna possível propostas de um valor justo frente a seus custos, conforme se observa na Equação XVI:

Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA). (Equação XVI)

$$\sum \mathbf{IVPA} = \frac{(-\mathbf{CTRA}) + \mathbf{MCO}}{\mathbf{CTRA}} \times \mathbf{100}$$

Em que:

IVPA: Índice de Valoração da Produção de Água (R$);

CTRA: Custo Total de Reposição da Área (R$);

MCO: Alternativas propostas para o Método de Custo de Oportunidade (R$)[24];

O MCO e o MCR são métodos de valoração balizados em variáveis diferentes, enquanto o primeiro é amplamente aplicado na análise de possíveis opções produtivas, renda ou lucro, o segundo analisa gastos efetivos, seja na recuperação, reflorestamento e manutenção de áreas florestais. Essa valoração é eficaz por meio do uso dos dois métodos, uma vez que analisa variáveis antes isoladas pela instrumentalidade oriunda de cada método em separado.

Esta pesquisa não elencou os benefícios do SAF estudado em relação a outros serviços ambientais, como o crédito de carbono, além das vantagens tributárias e/ou da receita gerada a partir da servidão ambiental[25]. Esta investigação também não buscou identificar a DAP, haja vista seu caráter de estudo de caso, que limita essa ferramenta do MVC.

[24] RP: Retorno Pecuária; RPM: Retorno Produção Soja (Retorno Produção Milho – RPM – e Retorno Produção de Grãos – RPG); RAS: Retorno Arrendamento Soja.

[25] A servidão ambiental, assim como a servidão florestal, são mecanismos legais com foco na preservação ambiental. A servidão florestal foi instituída em 2001, pela MP n.º 2.166l, nela o proprietário renúncia seus direitos de exploração da vegetação nativa, não incluída a ARL e a APP, no geral com a criação de uma RPPN (BRASIL, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Percepção dos produtores no decorrer da implantação dos SAFs Biodiversos

Até o ano de 2010, a propriedade foi explorada pela agricultura de baixa diversificação em sistema convencional de plantio. Um ano depois, os novos proprietários iniciaram a implantação de arranjos de SAFs, com variedades consorciadas e de sucessão, com o intuito de melhorar as condições de solo e água, dada a alta degradação e compactação do solo.

Essa compactação favorece a baixa infiltração de água, o que interfere diretamente na manutenção de um solo produtivo que, de acordo com Primavesi (1980), só é possível melhorar a sua qualidade se mantida a bioestrutura conservada, com o fornecimento de matéria orgânica continuamente para sua renovação (SILVA, 2007).

Na propriedade, foram adotadas práticas de reflorestamento e de manejo conservacionista e, posteriormente, agroecológicas, com o objetivo de revitalizar nascentes e aumentar a captação de água subterrânea por parte dos lençóis freáticos. Também foram priorizadas espécies arbustivas e arbóreas nativas da Mata Atlântica e do Cerrado, características da área em questão, associando a cultivos de frutíferas e algumas espécies agrícolas. O uso de adubos químicos e agrotóxicos foi suspenso desde o início dos SAFs e a área foi isolada com quebra ventos, a fim de evitar o a entrada de resíduos de agrotóxicos oriundos das propriedades vizinhas.

A Figura 9, mostra a entrada da propriedade em 2011, ano de sua aquisição, onde é possível visualizar a pastagem original, a antiga sede e o único poço perfurado. Se trata de um poço artesiano, movido a vento e devidamente regularizado. Segundo os entrevistados, em 2013, esse poço se transformou em mais um olho d´água. Ao fundo está a Área de Reserva Legal e os postes da rede elétrica, implantada recentemente.

Figura 9 – Frente da propriedade (antes da implantação do SAF)

Fonte: Arquivo pessoal dos produtores (2011).

A imagem em primeiro plano demonstra que a pastagem não estava em boas condições, uma vez que os antigos proprietários não se valeram de uma boa gestão do sistema pastoril adotado na propriedade. Essa gestão é de fundamental importância para a minimização dos efeitos negativos advindos dos impactos da pecuária, além da contribuição na conservação da biodiversidade (PATEIRO *et al.,* 2020).

Na Figura 10, o destaque é a sede e a área de pastagem ao redor, uma vez que os proprietários anteriores utilizavam esse local para a pecuária, prática abandonada pelos novos donos. Essa pastagem foi implantada pelos antigos proprietários.

Figura 10 – Antiga sede da propriedade (antes da implantação do SAF)

Fonte: Arquivo pessoal dos produtores (2011).

Novamente no primeiro plano, a pastagem destinada à pecuária fica em destaque, mas como já ressaltado, por abdicarem desse sistema, a pastagem não foi revitalizada, pois ela precisa ser produtiva e sua qualidade, mesmo que sujeita ao clima, afeta o sistema de produção de ruminantes e seu desempenho (PRADO *et al.* 2020).

Com a adoção de práticas agroecológicas, houve a revitalização de nascentes e o aumento da captação de água subterrânea. É possível visualizar na Figura 11 a antiga área de pastagem. Ao fundo existe um tanque para peixes abastecido pelas novas minas de água. Essa área corresponde à frente da propriedade vista da nova sede.

Figura 11 – Vista da nova sede da propriedade (depois da implantação do SAF)

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

A associação de espécies florestais e culturas agrícolas beneficiam o solo, principalmente os desgastados pela ação antrópica, sendo uma forma de produção agroecológica (OLIVEIRA, 2018). A seguir, também fica demonstrada que a incorporação de matéria orgânica e nutrientes colaborou para o sucesso na implantação dos SAFs.

Com a suspensão do uso de agrotóxicos na propriedade e visando preservar a área desse uso por parte dos vizinhos, toda a área foi isolada. A Figura 12 revela uma parte das barreiras eólicas, ou quebra vento, no caso o Sansão do Campo que cercam a propriedade.

Figura 12 – Barreira eólica (depois da implantação do SAF)

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

As barreiras eólicas, também chamadas de cercas vivas ou quebra ventos, podem ser naturais, como exposto acima, ou artificiais, como telas e estruturas em alvenaria. Essas estruturas são utilizadas com frequência na agricultura, uma vez que o bloqueio físico fornece maior segurança, protegendo determinada área (ÇOŞKUN *et al.*, 2017).

Conforme demonstra a Figura 13, uma parte da área do SAF é destinada à produção de pupunha que serve tanto ao consumo como à comercialização, seja via venda direta ou para frutarias da cidade de Dourados.

Figura 13 – Área destinada ao cultivo de pupunha dentro do SAF.

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

A Figura 13 ressalta algumas palmeiras de pupunha ou pupunheiras. Elas podem medir até 20 metros de altura e possuem ciclo perene. Dado seu perfilhamento, várias delas podem se formar a partir de sua touceira, chegando a três ou mais simultaneamente, na sua fase adulta (FONSECA; MOREIRA; CARVALHO, 2001). Uma pesquisa recente mostra que o consumo de determinados lipídios do óleo da pupunha, ao serem isolados, propiciam além de proteção à saúde, uma maior prevenção a doenças cardiovasculares (SANTOS *et al.,* 2020).

Em outros pontos da propriedade, os produtores estão ampliando a área do SAF. Na Figura 14, é possível ver uma das etapas da implantação do SAF. O uso da lona de PVC na cor preta para eliminar o capim visa abrir espaço para o cultivo de espécies consorciadas. Essa técnica elimina o uso de herbicidas e faz parte do manejo agroecológico.

Figura 14 – Uso de lona para eliminação de capim

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

A lona de PVC, ou polietileno, já era utilizada na agricultura para o expurgo de milho em palha e sorgo, como método de controle de insetos alojados no interior dos grãos e espigas. Esse tipo de material pode ser usado em vários tipos de terreno, incluindo a terra não batida (SANTOS; MAIA; CRUZ, 1986).

Após a eliminação do capim, inicia-se a plantação de espécies na nova área de SAF. A Figura 15 mostra uma plantação de abacaxi e, ao fundo, é possível ver a área de pântano e depois a mata ciliar do Córrego Laranja Doce, que integram a propriedade.

Figura 15 – Nova área de SAF (área oeste).

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

Nessa fase de implantação, o SAF necessita de um manejo mais intenso, que demanda maior atenção a aspectos como a regulação do ambiente, entre outros. Esse manejo aumenta a biodiversidade do SAF, seja a diversidade vegetal, microbiana ou animal, objetivos da Agroecologia (BUQUERA; FRANCO; CORREA, 2015; TORRALBA, 2016)

As novas áreas de SAF seguem um planejamento prévio, a fim de viabilizar seu manejo. Por isso a propriedade conta com SAF em diferentes idades, como se observa na Figura 16, onde o capim foi eliminado da área e novas espécies estão germinando. É possível ver ao fundo uma área de SAF mais consolidada.

.

Figura 16 – Nova área de SAF (área sul - 1).

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

Como já mencionado, os SAFs integram o rol dos SI, que diversificam sistemas produtivos ao envolverem práticas conservacionistas. A produção dessa maneira é potencializada com a adoção do sistema rotacional e de consórcios, sendo ainda maior no regime de sucessão, por aumentar as possibilidades ao produtor, uma vez que oferta combinações entre sistemas produtivos diversos (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015; EMBRAPA, 2017).

A Figura 17 nota-se outro ângulo de visão da nova área de SAF que, assim como na Figura 16, é possível ver novas espécies germinando e, ao fundo, um SAF já consolidado.

Figura 17 – Nova área de SAF, área sul (2)

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

A Figura 17 demonstra um SAF Biodiverso, uma vez que este envolve o cultivo de espécies arbóreas, herbáceas, arvoredos e arbustivas, entre outras. Esse cultivo forma uma maior diversidade vegetal e de microambientes, favorecendo, entre outros, o equilíbrio biológico e a independência por insumos agroquímicos (PADOVAN *et al.,* 2017).

A propriedade conta com três tanques para produção de peixes (Figura 18) que, assim como a pupunha, são destinados ao consumo e à comercialização. No caso do pescado, ele é vendido exclusivamente ao consumidor final, não havendo destinação a frigoríficos nem a pesca esportiva. Conforme afirmaram os proprietários, esses tanques são alimentados com as águas oriundas das nascentes da propriedade, sem o uso de captação direta do córrego ou de poços.

Figura 18 – Área dos tanques de peixes no Sítio Laranja Doce, em Dourados, MS.

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

Vale ressaltar que a piscicultura é uma atividade consolidada no MS, pois contribui para o desenvolvimento social e econômico, por meio do uso de recursos hídricos locais (SATOLANI; CORRÊA; FAGUNDES, 2008). Contudo, salienta-se a importância do manejo desses recursos, que deve ser sustentável (LIMA, 2006; VILAR, 2009). No Brasil, isso deve ocorrer com base na Lei n.º 9.433/97 (BRASIL, 1997).

Cabe destacar que a piscicultura é uma atividade consolidada no MS, pois contribui para o desenvolvimento social e econômico, por meio do uso de recursos hídricos locais (SATOLANI; CORRÊA; FAGUNDES, 2008). Os resultados da pesquisa mostraram que o abastecimento dos tanques de psicultura provém das nascentes naturais da propriedade o que só é possível, devido ao manejo sustentável desses recursos, corroborando com os estudos de Lima, (2006); Vilar, (2009).

Ao lado da nova sede há uma vasta área de jardinagem e um grande pomar (Figura 19). Assim como no SAF, foram priorizadas espécies arbustivas e arbóreas nativas da Mata Atlântica e Cerrado, associadas a espécies exóticas, principalmente nessa área onde há o cultivo de frutíferas e flores.

Figura 19 – Área do pomar

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

O pomar, muito comum em qualquer propriedade rural, está em um local de destaque, dada a proximidade com a sede do sítio. Conforme já abordado nesta pesquisa, essa é uma prática comum em alguns países da Europa, onde os SAFs são impulsionados por políticas agrícolas nacionais e regionais, através da plantação de pomares que produzem tanto frutas quanto a madeira (TORRALBA, 2016).

Na Figura 20 é possível ver uma grande mudança da vista da antiga sede se comparada à Figura 10. As espécies arbóreas se destacam, conforme a Figura 8, com a imagem de satélite da propriedade. A antiga sede está localizada entre o SAF consolidado de pupunha e os tanques de peixes.

Figura 20 – Vista atual (após implantação do SAF) e antiga sede (Figura 10).

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

Ainda sobre o contraste da Figura 20 em relação à Figura 10, percebem-se as alterações provocadas não só pela implementação dos SAFs, mas principalmente pelo manejo adotado. A constatação visual confirma que houve uma maior diversificação das atividades produtivas na propriedade e que o processo de recuperação provocou melhorias ambientais (PADOVAN *et al*., 2017).

Ademais, mesmo com a possibilidade de aquisição de novas mudas, via compra em viveiros comerciais, ou sua doação, por meio de redes colaborativas, os proprietários também produzem suas mudas. Na Figura 21, pode-se notar algumas mudas de espécies arbóreas que são cultivadas no entorno da nova sede, para serem introduzidas nas novas áreas de SAF.

Figura 21 – Cultivo de mudas na propriedade

Fonte: Registros da visita *in loco* (2020).

O plantio de mudas tem impacto positivo na economia, com a aquisição de sementes. Além disso, isso aumenta as chances de sobrevivência da planta ao ser inserida no campo, uma vez que a germinação é a fase mais sensível da reprodução. No caso do plantio de mudas, essa etapa se dá em viveiros sob maiores cuidados quanto ao clima, ataque de insetos e doenças (SIMÕES, 1987).

Acerca dos principais problemas ambientais encontrados na propriedade no ano de sua aquisição (incluindo aqueles que impactam na geração de SE), os proprietários argumentaram que esses problemas adivinham do uso dado ao local, com a produção de grãos e carne (pecuária), além do manejo desordenado por parte dos vizinhos, como transcrito abaixo:

> A área era intensivamente ocupada, parte seca com a sucessão soja/milho; as partes úmidas, a várzea, com arroz irrigado e as demais áreas, de Preservação Permanente e de Reserva Legal, todas ocupadas por criação de gado, parte está (para gado), era arrendada, bem como a plantação de arroz. Vizinhos limpavam área para plantio com fogo e o sítio foi incendiado três vezes, sendo que o segundo incêndio em agosto/2012 queimou 70% da área; o fogo veio da Aldeia Panambizinho. Em 2011, a área não foi queimada porque passamos horas controlando incêndio na beira de um dos córregos (ENTREVISTADO 1, 2020).

Os produtores adotaram o SAF como alternativa produtiva e quando questionados sobre quais espécies inicialmente foram plantadas na área, entre arbóreas, arbustivas e agrícolas, estes afirmaram que a preocupação inicial estava em plantar espécies perenes. Isso confirma que a implantação dos SAFs Biodiversos na propriedade envolveu o cultivo de diversas espécies, favorecendo a formação de uma grande diversidade vegetal (PADOVAN *et al*., 2017).

Entre as espécies agrícolas, foram plantados cerca de quatro mil mudas de pupunha. Quanto às arbóreas, foram implantadas cerca de 100 mudas de espécies destinadas à produção de frutos em uma área de pomar. Já as arbustivas foram implantadas mais de 380 m de sansão do campo, utilizado como barreira eólica junto aos vizinhos produtores de grãos, como soja e milho.

Para Çoşkun *et al.* (2017), essas barreiras fornecem maior proteção à propriedade. Porém, em função da “deriva”, há casos em que produtos químicos aplicados em outras propriedades podem causar danos em culturas adjacentes, incluindo possíveis contaminações em alimentos, solo e até na água (CUNHA; TEIXEIRA; FERNANDES, 2007).

Vale ressaltar que a propriedade possui várias áreas de SAF e sua implantação foi realizada em etapas. Até o ano de 2020 existiam quatro áreas destinadas a esse sistema produtivo. No primeiro SAF, localizado na parte frontal do sítio, foram plantadas mudas de “angicos, canafístulas, ingazeiros, aroeiras, citrus, jatobás, ipês, cumbaru, canelas, cedros, mutambo, jenipapo, louro, cajá mirim, chichá, saboneteira” (ENTREVISTADO 2, 2020).

Quanto ao critério de escolha das áreas e das espécies a serem plantadas, os proprietários informaram que cada uma demandou diferentes estratégias, como as APPs. Mesmo não havendo um investimento financeiro significativo, a inserção de mudas foi prejudicada, dentre outros motivos, pelos incêndios citados. Mas ainda assim, novos olhos d´água surgiram.

Os critérios da área destinada ao pomar, implantado em 2013, de acordo com os entrevistados, foram “ser ao lado da mata. A área era pasto (...) não tinha sido tão explorada, tendo uma fertilidade mais aparente que as demais” (ENTREVISTADO 2, 2020). Quanto aos critérios adotados na escolha das espécies, foram citados o “paisagismo, de sombreamento próximo à residência e de facilidade de manejo”, favorecendo o microclima (ENTREVISTADO 2, 2020). Para a área da pupunha e a barreira eólica foram adotados os seguintes preceitos:

> O sansão do campo para uma barreira densa, de altura média, para proteção, a área da pupunha, contígua ao sansão. Teve como critério ser área contínua, para criar uma barreira verde na divisa com vizinho que desenvolve plantações de milho e soja. Sem uma conclusão, no período, sobre a implementação de todo o sítio em agrofloresta, a área foi definida por ser de fácil acesso, estar nos limites da divisa norte, servindo também como barreira natural, [...] de 2013 a 2015, plantamos 3.250 mudas de pupunheiras. Entre as pupunhas estamos preservando aroeiras que nasceram espontaneamente e plantamos guapuruvu. Há planejamento de plantarmos mais espécies que estamos produzindo mudas (ENTREVISTADO 1, 2020).

A escolha da área para o primeiro SAF veio da necessidade em recuperar o entorno do poço artesiano, além de permitir uma futura geração de renda. Os proprietários informaram que o critério da seleção das espécies foi sucessional. Inicialmente “foram introduzidas espécies de bananas, citrus, café, erva-mate”, além de espécies arbóreas mencionadas anteriormente (ENTREVISTADO 2, 2020). Essas escolhas demonstram a preocupação dos produtores em seguir parâmetros agroecológicos (BALEEIRO; DE MARCO JUNIOR, 2018).

A área que faz fundo com uma das residências teve um investimento mais tardio, mas o critério na escolha das espécies foi similar ao adotado no pomar: “com frutíferas, como abacate, mangas e outras, primeiramente em fileiras de 10 x 10 metros” (ENTREVISTADO 1, 2020). Entre 2019 e 2020, houve um maior incremento e adensamento, com espécies “como ipês, jatobás, algumas palmeiras, jacarandá, sombreiro, dentre outras” (ENTREVISTADO 2, 2020).

Os entrevistados destacaram a ARL, onde selecionaram predominantemente espécies nativas. Segundo eles, essa área estava “tomada por braquiária brizanta e teve o nascimento de várias árvores espontâneas [regeneração natural], de sementes vindas da mata, como ipês, angicos e aroeiras” (ENTREVISTADO 1, 2020).

Resende e Carvalho (2013) defendem que essa regeneração natural é um processo lento, sendo muito importante que o produtor opte por espécies nativas adequadas, associada a espécies zoocóricas e, assim, catalisar esse processo. Estas últimas filiam sua dispersão por meio de animais. Dessa maneira, o produtor pode se valer da própria natureza como opção rápida e de baixo custo,

A partir de 2018 foram introduzidas espécies nativas como “ipês, jatobás, mutambo, angico, jequitibás, dentre outras” (ENTREVISTADO 2, 2020). Também foram inseridas espécies arbóreas para extração de madeira, como o guanandi, tendo suas mudas plantadas em fevereiro de 2014. Contudo, foi verificado que um alto percentual dessas “não desenvolveu e as que desenvolveram foram afetadas pelas

geadas de 2015 e 2017, pela queimada de 2019 e as remanescentes foram quebradas por uma anta que frequenta a parte dos fundos do sítio" (ENTREVISTADO 1, 2020).

Em relação às etapas na implantação das espécies mencionadas, os entrevistados traçaram um breve histórico iniciado em 2013 e foi até 2019. Inicialmente, foram inseridas espécies como o sansão do campo na divisa com os vizinhos produtores de grãos, a pupunha na frente da propriedade, o pomar próximo à sede e o início dos SAFs 1, 2, 3 e 4.

O SAF 2 continua sendo implantado, com "espécies frutíferas, nativas e exóticas para incorporar no paisagismo" (ENTREVISTADO 2, 2020). O SAF 3 possui espécies frutíferas e nativas. Já o SAF 4 "estava em pousio, com sete anos de recuperação após o incêndio de 2012" (ENTREVISTADO 1, 2020). Em 2017 e 2018, foram plantadas espécies nativas, como "palmeiras, mutambo, ipês, jequitibás, angicos, jatobá, achachairu, etc." (ENTREVISTADO 2, 2020).

Para Torralba (2016), essa integração de lenhosas e frutíferas, em sistema SAF, possibilita uma melhor interação ecológica, favorecendo o fornecimento de SE e SA. Quanto ao histórico da implantação do SAF nas áreas do entorno de nascentes e do manancial superficial de água, tidas como APPs, vem continuamente sendo reflorestadas, como mencionaram os entrevistados:

> Próximo às nascentes na entrada do sítio e beira de córregos plantamos: sangra d'água, goiabeiras, pau viola, mutambo, ingazeiros, jenipapo, buriti, saboneteira, cerejeira, cocum, leiteiras, pitangueiras, araçás, angicos, jerivá, etc. As sementes foram coletadas no sítio e algumas presenteadas, também mudas replantadas que nasceram no quintal da casa da cidade, com certeza semeadas por passarinhos e morcegos. Continuamos produzindo mudas para plantar nestas áreas e em outras. O custo é difícil de ser calculado, teve a nossa mão de obra em coletar sementes, encher saquinhos e vasos de terras, semear, irrigar, cuidar. O plantio feito por nós proprietários, funcionário e diaristas (ENTREVISTADO 2, 2020).

Vale destacar que no dia 1º de setembro de 2019 houve um incêndio iniciado na área Indígena Panambizinho, vizinha à propriedade, e em "oito minutos, as árvores plantadas e as de crescimento espontâneo, aroeiras, canafístulas, angicos, goiabeiras, etc., viraram cinzas" (ENTREVISTADO 1, 2020). De acordo com os entrevistados, "após o incêndio transformamos a área em plantio de milho, mandioca, abacaxi, abóbora, batata doce, feijão e mamão" (ENTREVISTADO 1, 2020).

Quanto à produção de mudas e sementes, os proprietários informaram que a partir de 2013 e 2014, esta foi iniciada no local, tendo sua origem tanto em doações,

como de coletas de sementes no próprio sítio, e até mesmo na aquisição em viagens como a pupunha, obtidos em Santa Catarina. Algumas frutíferas, como os citrus (bergamotas, limoeiros e laranjas) foram adquiridos de produtores próximos à Dourados.

Espécies ornamentais e para barreira de vento como sansão do campo vieram do Rio de Janeiro, assim como o guanandi. Na propriedade também existem ipês, jatobás, jacarandá mimoso, canafístulas, palmeiras (babaçu, bacuri, imperiais, reais), falso pau brasil, jacarandás, cajueiros, mangas, coco da bahia, pitangueiras, cerejeiras, jambeiros, araçás, jenipapo, cajá, goiabeiras, camu-camu que compõem “o paisagismo”.

A produção própria de mudas se mostrou um fator importante na alta diversidade de espécies implantadas nos SAFs. Como já mencionado, esse plantio assegura uma maior sobrevivência das plantas no campo (SIMÕES, 1987).

Também foi traçado um breve histórico sobre o preparo no solo em cada área reflorestada. Os entrevistados afirmaram que o procedimento foi variado, desde empreita integral, como o SAF 1, onde fora celebrado contrato de plantio de mudas plantadas.

A área de pupunha e do sansão do campo estava nua, nela “foram feitos os berços e o plantio; não houve introdução de adubos, nem orgânicos, nem químicos” (ENTREVISTADO 1, 2020). Nessa área, foram inseridas espécies como o feijão guandu para “sombreamento das mudas e incorporar matéria orgânica no solo; toda mão de obra foi manual, com diaristas contratados para todo o processo de plantio” (ENTREVISTADO 1, 2020).

No caso da pupunheira, dada sua alta densidade planta/hectare, a recomendação é de um plantio em sulco, mas também pode ser feito em covas. Outro aspecto a se considerar advém da presença de gramíneas com a braquiária, uma vez que essa compromete o desenvolvimento da pupunha. Ademais, é recomendada a consorciação da cultura com leguminosas, como realizado pelos produtores (FONSECA; MOREIRA; CARVALHO, 2001).

Sobre como foram feitas as marcações e preparações dos berços (covas) para o plantio de árvores, arbustos e outros cultivos, os proprietários informaram que na área do pomar foi contratado um trator e a área foi submetida à grade globo, por duas vezes. Já os berços “foram feitos manualmente, com enxadão, pá de ponta, cavadeira e perfurador de solo manual” (ENTREVISTADO 1, 2020).

Nesse ponto, percebe-se a importância de um bom planejamento da área a ser plantada, pois espécies como a pupunha podem precisar de irrigação em épocas muito secas, necessitando de fontes de água próximas. Além disso, aspectos como declividade, drenagem e compactação do solo influenciam diretamente no desenvolvimento das plantas (FONSECA; MOREIRA; CARVALHO, 2001).

Vale ressaltar que, desde 2013, o sítio conta com um colaborador permanente, além do apoio de auxiliares contratados esporadicamente em regime temporário. Quanto ao controle de plantas espontâneas, os entrevistados informaram que é feito por meio de capinas, roçadas e/ou outras práticas, na manutenção dessas áreas.

Dentre as espécies espontâneas, foi citado o capim braquiária brizantha que, de acordo com os proprietários, “apesar de haver pesquisas que dizem da importância dela para cobertura do solo [...], ela é de difícil controle, dada ao seu agressivo crescimento e expansão” (ENTREVISTADO 1, 2020). Segundo Ronchi (2002), ao crescer juntamente com outras plantas, o capim braquiária reduz o desenvolvimento dessas, como no café, onde fora constatado diminuição na altura, caule e folhas, dentre outros aspectos.

Quanto às capinas e roçadas, há o uso da “roçadeira acoplada ao trator Agrale 4.100, seguido do uso de uma grade a disco, também acoplada ao trator, foram feitos os primeiros controles”. Esse manejo permitiu a eliminação da braquiária nas áreas já cultivadas. Após o uso da grade, “passou-se ao controle manual, com enxadas” (ENTREVISTADO 1, 2020).

No pomar, o controle é contínuo no combate à braquiária e outras gramíneas agressivas. O SAF 1 foi implementado em meio ao capim braquiária, sendo controlada entre 2014 e 2015, através da capina. Atualmente “há períodos de manutenção com enxadas, no entanto, as roçadeiras são o meio mais utilizado”.

Sobre a aplicação de defensivos naturais para o controle de formigas, pragas e doenças nos cultivos, os entrevistados se valem do uso de compostos feitos na propriedade, como a “calda sulfocálcica e super magro”, além do uso de outros compostos como “água com óleo de girassol e detergente neutro; leite diluído em água; para formigas calda de mamona; pão francês torrado com vinagre; nosódio homeopático de formigas” (ENTREVISTADO 2, 2020).

Esses defensivos são tidos como naturais por se referirem a compostos ou metabólicos com origem vegetal, como algas, etc., ou animal, como toxinas e microrganismos. Esses compostos são classificados como de metabolismo

secundário, por vezes, relativos a mecanismos de defesa de suas fontes. Ao serem transformados em defensivos, esses podem repelir insetos causando mudanças em seus comportamentos (MOREIRA *et al*., 2006)

Sobre a quantidade de aplicação desses defensivos em cada área, os entrevistados mencionaram que levam “em média 1,5 dias por semana com pulverizações e combate a formigas” (ENTREVISTADO 2, 2020). Já a aplicação na no entorno de nascentes e do manancial superficial de água (APPs), são feitas a cada oito dias. No pomar, entre quatro e oito dias, na área da pupunha a cada 20 dias, nas áreas de SAF, a cada 10 dias e nas áreas destinadas à produção próximas às benfeitorias ou em outros locais na propriedade, a aplicação é feita a cada 30 dias.

De acordo com os proprietários, algumas áreas da propriedade são irrigadas, como a áreas de pupunha, e alguns cultivos como de abacaxi e as plantações de maracujá, nos anos de 2015 a 2016. Essa irrigação foi sendo implantada em etapas como visto abaixo:

> No início, foi instalada uma roda d´água no córrego, que leva água para uma caixa de cinco mil litros, ao lado da casa do funcionário. Essa água foi utilizada para irrigação da pupunha, em sua fase inicial, bem como na plantação de maracujá existente no SAF 3, nos anos de 2015 e 2016. Em 2016 os proprietários trouxeram [...] do município de Estrela Velha – RS um sistema de irrigação que lá estava abandonado, um motor com uma bomba d´água acoplada, com cerca de 200 metros de cano 50 milímetros, com oito aspersores aéreos. Desde então, o sistema foi ampliado com mais 80 metros de cano e mais quatro aspersores. São irrigadas as áreas de abacaxi e nos meses de estiagem a pupunha (ENTREVISTADO 1, 2020).

Os sistemas de irrigação por aspersão, apesar de mais econômicos que outros sistemas, necessitam de uniformidade, que depende de fatores tais como o tipo de aspersor, seu espaçamento e a direção e velocidade do vento durante a aplicação (FARIA *et al.* 2009). Isso não exclui a observação de aspectos como efeitos climáticos, níveis e disposição de água, entre outros, que apesar de complexos interferem diretamente nos custos da irrigação (SALEM *et al*., 2017).

Sobre a logística de transporte e comercialização dos produtos da propriedade, os entrevistados comentaram que a distância do sítio até o centro da cidade de Dourados é de aproximadamente 22 km. Assim, a logística é feita “com automóveis ou caminhonete dos proprietários, atualmente um dia por semana para entrega de peixes e palmito pupunha” (ENTREVISTADO 1, 2020). Até 2019, os proprietários participavam semanalmente da Feira Agroecológica do Parque dos Ipês, às terças-feiras, das 15h30min até às 21 horas. Além da feira, “a produção de abacaxi

demandava entregas em frutarias e em vendas diretas para clientes, o que ocorre no mês de janeiro, desde o ano de 2017” (ENTREVISTADO 2, 2020).

Nesse trecho fica claro que os produtores estão inseridos nas cadeias curtas de fornecimento, se valendo delas mesmo antes da pandemia de covid-19. Essas cadeias permitem uma maior relação entre o produtor e o consumidor, abrindo novos espaços econômicos e estabelecendo a chamada relação eco social local (SCHNEIDER; FERRARI, 2015).

Ao serem entrevistados sobre o aumento da diversidade vegetal, ambos afirmaram que foi muito significativo, fruto de um trabalho intenso no reflorestamento, que se evidencia no seguinte trecho:

> Essa parte de Reserva Legal era usada para o gado, então não tinha cobertura, tinha uma gramínea rasteira, não havia essas árvores primárias, não existiam. Então ao não impactar mais a área e deixar ela se restaurar, veio toda essa enorme biodiversidade que a gente vê aí hoje (ENTREVISTADO 1, 2020).

Dentre as espécies mencionadas pelos entrevistados, se destacaram espécies como: ipê (*handroanthus ochraceus*), aroeira (*schinus terebinthifolia*), farinha seca (*albizia niopoides*), embaúba (*cecropia pachystachya*), fumo bravo (*solanum mauritianum*), canafistula (*peltophorum dubium*), mamica de porca (*zanthoxylum rhoifolium),* todas plantadas em uma sucessão. Na área do SAF se destacou a implantação da pupunha (*Bactris gasipaes*), no pomar próximo à sede foram plantadas árvores frutíferas nativas e exóticas, além de plantas de jardinagem. A mata ciliar na beira do córrego foi reflorestada pelos produtores, já nos mananciais esse processo foi natural.

Sobre o fortalecimento da produção de água, a percepção dos produtores foi positiva, em grande parte decorrente do manejo do solo, tendo em vista que antes da implantação do SAF o solo era compactado pelo pisoteio do gado. Um dos entrevistados relatou que:

> Aqui a gente via uma pequena mina, nessa primeira parte de fronte à casa, a mina próxima a estrada também era algo assim muito acanhada. A água aqui nos fundos da casa, junto a mata também, era pouco água, você quase não via água correndo e hoje você vê aqui próximo tem novas nascentes. Próximo à porteira tem três nascentes, que é a água que abastece os tanques de peixe, elas nascem dentro do sítio, uma água que nasce a 50 metros dos tanques, essa água antes não existia (ENTREVISTADO 1, 2020).

Nesse trecho os produtores comprovam que a produção de água foi percebida pelo fortalecimento das nascentes. De acordo com Vilar (2009), o que indica uma maior vazão de água, deflúvio e escoamento superficial de água, mesmo que tais indicadores dependam de características específicas tais como, a geológicas do solo e de seu uso.

Quanto ao solo, foram feitas três perguntas sobre a melhoria biológica, física (compactação, descompactação, estrutura, infiltração da água) e química do solo (fertilidade). As respostas foram afirmativas para as três questões: para a melhoria biológica, os entrevistados ressaltaram que isso é um processo continuado. No manejo agroecológico, a melhoria biológica vem do aumento da biodiversidade no agroecossistema (BUQUERA; FRANCO; CORREA, 2015). Sobre a melhoria química, eles enfatizaram que nunca fizeram uso de fertilizantes químicos e sim via uso de matéria orgânica, associando microrganismos e biofertilizantes. Essa melhoria advém da diversidade que melhora a ciclagem de nutrientes e dos níveis de matéria orgânica no solo (PADOVAN *et al.,* 2016).

Para eles, a melhoria física ficou evidente, dada a maior infiltração da água no solo, como comentou um deles:

> O que a gente observa, mesmo numa semana de chuva como teve, a gente não vê a chuva escorrer. Fizemos apenas um poço no início, depois das chuvas de 2012/2013, o poço se tornou uma nascente e começou a sair água em cima! (ENTREVISTADO 1, 2020).

A melhoria física proporcionou a ampliação dos serviços ecossistêmicos hídricos, em específico, os serviços de suporte (Parron *et al.,* 2015). Ao serem perguntados sobre o possível aumento de espécies polinizadoras, novamente as repostas foram afirmativas. Contudo, foi denotado que algumas espécies aumentaram sua presença na propriedade, como a *tetragonisca angustula,* também chamada jataí-amarela, enquanto outras diminuíram, como a *apis melífera,* conhecida como abelha-europeia. De acordo com um dos entrevistados, essa diminuição ocorre pelo seguinte:

> Nunca criamos abelhas, (...) a abelha jataí aumentou bastante, essa é visível. A queda da Apis é uma influência regional, do uso intensivo de produtos químicos no milho e na soja. (...). Somos uma ilha aqui! (ENTREVISTADO 2, 2020).

A preocupação com a diminuição das abelhas melíferas ocidentais (*apis melífera*) se justifica pela sua grande contribuição na polinização de safras e culturas,

tanto agrícolas como silvestres, favorecendo a produção de alimentos. Todavia, é de notório saber que o uso de pesticidas é o grande responsável pela diminuição desses insetos extremamente vulneráveis (MEDRZYCKI *et al.*, 2013).

No que tange a melhoria do equilíbrio biológico e a presença de inimigos naturais, foi constatado um aumento de insetos como a joaninha (*coccinellidae*) e diversas espécies de aranhas. Já sobre o controle de insetos-pragas, ambos arguiram que não utilizam defensivos agrícolas, optando por um controle biológico.

Ao contrário da *apis melífera,* o aumento da joaninha é um excelente indicador, visto que ela também é classificada como inseto importante na produção de alimentos, por ser um predador natural de diversos espécimes de pulgões (COSME; CARVALHO; MOURA, 2007).

Já sobre o retorno da fauna silvestre à propriedade, as respostas também foram positivas. Esse retorno foi associado ao esforço na restauração da área, dando a característica de refúgio para esses animais.

> [...] Nós já notamos mais de 90 espécies de pássaros.
> [...] macaco prego, macaco bugio, cutia, capivara, veado são duas espécies (cervo), que não existiam e que de três a quatro anos para cá são inquilinos do local. São habitantes do local, o cervo pantaneiro [...] além disso temos uma anta, ainda não encontrada! [...], o quati é esporádico, mas foi encontrado várias vezes, o lobinho e a onça. [...] Houve uma multiplicação acentuada dessas espécies de fauna (ENTREVISTADO 1, 2020).

Quando perguntados sobre o sequestro de carbono no solo, os entrevistados não souberam responder, dado que essa estocagem ainda não foi quantificada. No entanto, o manejo florestal e o uso de matéria orgânica na área favorecem o aumento dessa estocagem.

Na sequência, questionou-se a alteração e o possível aumento da beleza cênica e, nesse caso, os entrevistados deram o maior conceito e demonstraram uma grande satisfação com a beleza do local. A beleza cênica contribui para atividades criativas e de ecoturismo, fazendo parte do rol de serviços ecossistêmicos, estando classificada como um serviço cultural (MEA*,* 2005).

Dentre alguns serviços ecossistêmicos, foi elencado o microclima local. Quando perguntado se houve alguma alteração desse serviço, levando em conta o início do SAF e o momento atual, novamente a resposta foi afirmativa. Os entrevistados observaram inclusive uma alteração no volume da água no orvalho. O microclima permite uma melhora no clima local ao reduzir a variação da temperatura

média, sendo também um Serviço ecossistêmico e classificada como um serviço regulação (MEA, 2005).

Quanto à diversificação na produção de alimentos, os entrevistados admitiram que esse não era o foco do projeto, mas essa visão vem mudando, de uma baixa diversificação para um aumento desta. Entre os alimentos citados se destacaram: café, mamão, banana, feijão, milho, manga, limão, maracujá, abacaxi, pupunha, mandioca, batata, abobora e peixe.

Além do consumo desses produtos na propriedade, há a sua comercialização, pois a propriedade possui certificação para produção orgânica, sendo vinculada à Associação de Produtores Orgânicos de Mato Grosso do Sul (APOMS). Porém, com a pandemia, as cadeias de venda foram modificadas, como elucidou um dos produtores:

> Participávamos da Feira Agroecológica às terças-feiras, de Dourados, dois a três anos, até o fechamento devido a pandemia. Agora passamos a fazer uma comercialização direta aos clientes que conhecemos na feira e mantivemos a entrega. A pupunha passou a ser entregue a pessoas que fazem cesta e entregam cestas de alimentos em residências, e em frutarias em Dourados. O peixe basicamente é venda direta para consumidor; essa é produção pequena (ENTREVISTADO 1, 2020).

A APOMS é uma entidade certificadora de produtos orgânicos, cujos seus produtores são habilitados e aptos, uma vez que balizam seus processos de produção ao padrão da certificadora. Essa certificação é um selo, uma marca, ou um logotipo que atesta aos consumidores a conformidade do produto com as normas oficiais para produção orgânica (SANTOS; MONTEIRO, 2004).

A última questão da entrevista abordou a percepção dos produtores acerca dos demais serviços ecossistêmicos prestados pela propriedade, sendo citados: microclima, produção de água, aumento da biodiversidade (fauna e flora), beleza cênica e regeneração do solo, sendo este último considerado como o mais importante pelos entrevistados.

Ao final da entrevista, após os agradecimentos, alguns pontos foram abordados pelos produtores, como a beleza do córrego que corta a propriedade e projetos futuros, como a abertura do local ao ecoturismo. Algumas histórias foram contadas, tais como as relativas a incêndios em propriedades vizinhas, sejam eles legais ou não, que por falta de controle acabaram por invadir sua propriedade, causando inúmeros prejuízos, com a perda de árvores primárias e com matéria orgânica, como destacado

no trecho: “seis anos de restauração viraram cinza em 10 minutos. Toda flora, toda fauna em 10 minutos, seis anos de manutenção viraram cinza” (ENTREVISTADO 2, 2020).

Ainda é necessário mencionar que, conforme demonstra o Apêndice B, durante a entrevista, para cada pergunta havia uma escala de nota de zero a 10, onde se pretendia verificar, de forma sucinta, a percepção dos dois produtores entrevistados sobre a caracterização do Agro ecossistema e dos serviços ecossistêmicos produzidos no sitio. Foram obtidas 26 notas nessa etapa, todavia, foi feita a média das notas por pergunta, resultando em 13 notas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Notas da entrevista

Notas da entrevista			
Questão	Nota 1	Nota 2	Média
1.1	8,0	8,0	8,0
1.2	7,0	7,0	7,0
1.3	8,0	8,0	8,0
1.4	8,0	7,0	7,5
1.5	8,0	7,0	7,5
1.6	8,0	7,0	7,5
1.7	8,0	7,0	7,5
1.8	9,0	9,0	9,0
1.9	8,0	8,0	8,0
1.10	10,0	10,0	10,0
1.11	8,0	8,0	8,0
1.12	7,0	7,0	7,0
1.13	9,0	9,0	9,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Tabela 1 demonstra que no geral os entrevistados avaliaram de forma positiva a evolução da propriedade, do ano de 2011 até o dia da entrevista. Entretanto, as maiores notas foram dadas para o retorno da fauna silvestre (pergunta 1.8), alteração e aumento da beleza cênica (pergunta 1.10), e outros serviços ambientais (pergunta 1.13), respectivamente nove,10 e nove.

Na sequência, o Quadro 7 traz as espécies vegetais citadas pelos produtores, pois houve aumento da diversidade vegetal após a implantação do SAF Biodiverso e também outras espécies abordadas no decorrer da pesquisa.

Quadro 7 – Diversidade vegetal na propriedade após a implantação do SAF Biodiverso

Qt.	Nome popular	Nome científico	Gênero
1	Angico do cerrado	*Anadenanthera falcata*	*Anadenanthera*
2	Aroeira	*Schinus terebinthifolia*	*Schinus*
3	Buriti	*Mauritia flexuosa*	*Mauritia*
4	Canafistula	*Peltophorum dubium*	*Peltophorum*
5	Canela	*Cinnamomum verum*	*Cinnamomum*
6	Cedro	*Cedrus deodara*	*Cedrus*
7	Chichá	*Sterculia striata*	*Sterculia L.*
8	Cocum	*Garcinia indica*	*Garcinia*
9	Cumbaru	*Dipteryx alata*	*Dipteryx*
10	Embaúba	*Cecropia pachystachya*	*Cecropia*
11	Falso pau brasil	*Caesalpinia tinctoria*	*Caesalpinia*
12	Farinha seca	*Albizia niopoides*	*Albizia*
13	Fumo bravo	*Solanum mauritianum*	*Solanum*
14	Guanandi	*Calophyllum brasiliense Cambess*	*Calophyllum*
15	Ingazeiro	*Inga edulis*	*Inga*
16	Ipê	*Handroanthus ochraceus*	*Handroanthus*
17	Jacarandá	*Macherium villosum*	*Jacaranda*
18	Jacarandá mimoso	*Jacaranda mimosifolia*	*Jacaranda*
19	Jatobá	*Hymenaea courbaril*	*Hymenaea*
20	Jequitibás	*Cariniana estrellensis*	*Cariniana*
21	Leiteiro	*Euphorbia cotinifolia*	*Euphorbia*
22	Louro	*Laurus nobilis*	*Laurus*
23	Mamica de porca	*Zanthoxylum rhoifolium*	*Zanthoxylum*
24	Mutambo	*Guazuma ulmifolia*	*Guazuma*
25	Palmeira babaçu	*Attalea speciosa*	*Attalea*
26	Palmeira bacuri	*Scheelea phalerata*	*Scheelea*
27	Palmeira imperial	*Roystonea oleracea*	*Roystonea*
28	Palmeira real	*Archontophoenix cunninghamiana*	*Arecales*
29	Pau viola	*Cyntharexyllum myrianthum*	*Citharexylum*
30	Saboneteira	*Sapindus saponaria*	*Sapindus*
31	Sangra d’água	*Croton urucurama*	*Croton*
32	Sansão do campo	*Mimosa caesalpiniifolia*	*Mimosa*

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do relato dos produtores, foram identificadas 32 espécies diferentes de árvores, tanto nativas como exóticas, com alta adaptabilidade ao bioma e ao clima do local. O valor dessas espécies vai além de seu potencial na produção, tanto de madeira nobre como de lenha, dado seu alto valor genético e até medicinal.

Já o Quadro 8 traz as espécies animais citadas pelos entrevistados, considerando o retorno da fauna silvestre à propriedade após a implantação do SAF Biodiverso e outras espécies mencionadas no decorrer da pesquisa.

Quadro 8 – Retorno da fauna silvestre à propriedade após a implantação do SAF Biodiverso

Qt.	**Nome popular**	**Nome científico**	**Gênero**
1	Abelha-europeia	*Apis melífera*	*Apis*
2	Anta	*Tapirus terrestres*	*Tapirus*
3	Capivara	*Hydrochoerus hydrochaeris*	*Hydrochoerus*
4	Cervo pantaneiro	*Blastocerus dichotomus*	*Blastocerus*
5	Cutia	*Dasyprocta aguti*	*Dasyprocta*
6	Jataí-amarela	*Tetragonisca angustula*	*Tetragonisca*
7	Joaninha	*Coccinellidae*	*Não identificado*
8	Lobinho	*Cerdocyon thous*	*Cerdocyon*
9	Macaco bugio	*Alouatta caraya*	*Alouatta*
10	Macaco prego	*Sapajus nigritus*	*Sapajus*
11	Onça parda	*Puma concolor*	*Puma*
12	Quati	*Nasua nasua*	*Nasua*
13	Veado (cervo)	*Ozotoceros bezoarticus*	*Ozotoceros*
14	Diversas espécies de aranhas, borboletas e pássaros	Não identificado	Não identificado

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses animais conferem à propriedade o *status* de refúgio ambiental, com presença de espécies de topo de cadeia, como a onça parda. Conforme informado pelos entrevistados, além desses 13 animais diferentes, existe a presença de um número ainda não fechado de diversas variedades de pássaros, borboletas e aranhas.

O Quadro 9 demonstra a diversificação na produção de alimentos da propriedade após a implantação do SAF Biodiverso, citadas pelos entrevistados no decorrer da pesquisa.

Quadro 9 – Diversificação na produção de alimentos da propriedade após a implantação do SAF Biodiverso

Qt.	Nome popular	Nome científico	Gênero
1	Abacate	*Persea americana*	*Persea*
2	Abacaxi	*Ananas comosus*	*Ananas*
3	Abóbora	*Cucurbita pepo*	*Cucurbita*
4	Achachairu	*Garcinia humilis*	*Garcinia*
5	Alface	*Lactuca sativa*	*Lactuca*
6	Araçás	*Psidium cattleianum*	*Psidium*
7	Banana	*Bananas-caturras*	*Musa*
8	Batata	*Solanum tuberosum*	*Solanum*
9	Batata doce	*Ipomoea batatas*	*Ipomoea*
10	Bergamotas	*Citrus bergamia*	*Citrus*
11	Café	*Coffea arábica*	*Coffea*
12	Cajá	*Spondias mombin*	*Spondias*
13	Cajá mirim	*Spondias mombin*	*Spondias*
14	Caju	*Anacardium occidentale*	*Anacardium*
15	Camu-camu	*Myrciaria dubia*	*Myrciaria*
16	Cereja	*Prunus apetala Prunus avium*	*Prunus*
17	Coco	*Cocos nucifera*	*Cocos*
18	Erva-mate	*Ilex paraguariensis*	*Ilex*
19	Feijão	*Phaseolus vulgaris*	*Phaseolus*
20	Goiaba	*Psidium guajava*	*Psidium*
21	Jambo	*Syzygium jambos*	*Syzygium*
22	Jenipapo	*Genipa americana*	*Genipa*
23	Jerivá	*Syagrus romanzoffiana*	*Syagrus*
24	Laranja	*Citrus X sinensis*	*Citrus*
25	Limão	*Citrus × limon*	*Citrus*
26	Mamão	*Carica papaya*	*Carica*
27	Mandioca	*Manihot esculenta*	*Manihot*
28	Manga	*Mangifera indica*	*Mangifera*
29	Maracujá	*Passiflora edulis*	*Passiflora*
30	Milho	*Zea mays*	*Zea*
31	Morango	*Fragaria ananassa*	*Fragaria*
32	Noni	*Morinda citrifolia*	*Morinda*
33	Pitanga	*Eugenia uniflora*	*Eugenia*
34	Pupunha	*Bactris gasipaes*	*Bactris*
35	Tilápia	*Oreochromis niloticus*	*Oreochromis*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao total, foram 35 espécies comerciais introduzidas no SAF no decorrer de sua existência. Destas, as efetivamente comercializadas foram abacaxi, abóbora, alface, banana, feijão, limão, mamão, morango, noni, palmito pupunha e peixe vendidos *in natura*, além do maracujá vendido em forma de polpa.

Vale salientar que na elaboração desse quadro foram consideradas todas as espécies verificadas na pesquisa, logo, algumas delas podem não estar sendo oferecidas na cesta de ofertas da propriedade, por fatores como ciclo produtivo.

Por fim, é possível perceber que o empenho e o esforço dos proprietários na implantação e, principalmente, na manutenção do SAF, resultou em maior renda e qualidade de vida. Isso demonstra que o SAF é um sistema eficaz tanto na diversificação de renda, como na prestação de serviços ambientais como a produção de água.

4.2 Valoração monetária do serviço ambiental de produção de água

Inicialmente, foram calculadas as propostas do MCO, assim obteve-se o Retorno Produção Pecuária (RP). Nessa opção, o lucro líquido médio por animal foi de R$ 1.141,99 em cada ciclo, ao final foi obtido um RP de R$ 245.528,28. Esse cálculo considerou a reposição de animais para o próximo ciclo, não foram elencados gastos com investimentos na ampliação de infraestrutura.

Para o Retorno da Produção Milho (RPM), foi obtida uma média de lucro líquido por saca por hectare ao ano, de R$ 7,42 (para uma produção total aproximada de 2.805 sacas ao ano). Sendo identificado um retorno acumulado de R$ 208.136,61 para o milho safrinha. Esse valor, assim como o RP, representa o acumulado no período, sem correções monetárias ou receita com juros, demonstrando valores mais próximos à realidade de cada período.

Quanto ao Retorno Produção Soja, a média aritmética do lucro líquido chegou a R$ 16,25 sc/ha/ano (para uma produção total aproximada de 1.838 sacas ao ano). O total acumulado do RPS foi de R$ 298.877,93, esse valor também segue as mesmas especificidades do RPM. Dessa forma, o valor do Retorno Produção de Grãos (RPG), que é a soma do RPM e do RPS, foi de R$ 507.014,54 para todo o período de 10 anos.

A última opção de produção proposta pela pesquisa para a aplicação do MCO foi o Retorno Arrendamento Soja (RAS). Com os dados do RPS, foi possível estimar a receita bruta média por safra. A esse valor foi calculada a percentagem de 30%, que é o limite para o arrendamento, conforme Estatuto da Terra e usualmente praticado nas regiões de alta rentabilidade, como a estudada (BRASIL, 1964). Ao final, esse

valor foi multiplicado pelo período do SAF, chegando à cifra de R$ 423.156,58. A Tabela 2 demonstra o retorno total acumulado para cada oportunidade.

Tabela 2 – Opções de produção pelo Retorno Total Acumulado

Opções de Produção (MCO)	**Retorno Total Acumulado**
Retorno Pecuária (RP)	R$ 245.528,28
Retorno Produção Milho (RPM)	R$ 208.136,61
Retorno Produção Soja (RPS)	R$ 298.877,93
Retorno Produção de Grãos (RPG)	R$ 507.014,54
Retorno Arrendamento Soja (RAS)	R$ 423.156,58

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dado que os custos de oportunidade não são eficazes para valorar a produção de água, os custos de reposição devem ser analisados junto aos de oportunidade. Os valores obtidos via MCO são medidas aproximadas, baseados na literatura e dimensionadas a área estudada, logo, esses valores podem ser diferentes, se aplicados em uma propriedade que possua dados históricos que permitam novas comparações, a exemplo das obtidas pelo uso de análises de viabilidade econômica, através do WACC, para cada tipo das opções propostas.

O segundo bloco de equações elencou cálculos para obtenção dos Custos de Reposição, sendo que a primeira delas avalia os custos totais da recuperação das APPs, ARLs e implantação do SAF, conforme adaptação de Vergara, Sousa e Andrade (2014). Esses custos foram mensurados para uma área de 30 hectares, considerando apenas o período de implantação da SAF, em um recorte de três anos. A proporção de espécimes plantados por hectare foi de 330,57 árvores, e o valor médio das mudas foi de R$ 23,65, conforme dados disponibilizados pelo produtor.

O custo total com adubação foi de R$ 270,00 por hectare. A explicação de um valor tão baixo se dá pelo manejo agroecológico e a utilização de adubos orgânicos produzidos na propriedade. Esse manejo gera uma melhoria na ciclagem de nutrientes, no equilíbrio biológico e menores dependências de insumos externos (PADOVAN *et al.*, 2016).

Já o custo total de locação ou aquisição de equipamento no plantio das mudas foi de R$ 5.468,00 em três anos. Quanto ao custo total com mão de obra na implantação, o custo acumulado foi de R$ 51.055,85. Por fim, o CTRAPP foi de R$ 291.333,27.

Na sequência, foi calculado o Custo de Recomposição da fertilidade do Solo (CRS), para o período de três anos, nos 30 hectares da propriedade. O preço total por tonelada foi de R$ 1.400,00, a quantidade aplicada foi de 1,1763 toneladas, o Ctlae e o CM foram, respectivamente, de R$ 237,73 e R$ 2.220,25, conforme equação adaptada (MARQUES; PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2005).

Assim, o valor obtido pela equação CRS foi de R$ 4.104,68, novamente o valor é pequeno. De acordo com os entrevistados, isso se explica pelo manejo agroecológico. Uma vez que para Pugliesi (2011, p. 119), no “sistema convencional, os preços de fertilizantes e de mão-de-obra representaram cerca de 50% cada um na composição do custo de reposição final”.

Ademais, os dados fornecidos pelos entrevistados foram dimensionados de forma global. Nesse caso, a equação proposta inclui a Área Desenvolvida (Ad), que foi englobada nas demais variáveis do cálculo.

Quanto ao CTS, foram considerados os mesmos critérios para área e período. Os valores que compõem os custos totais de locação ou aquisição de equipamento no trato do solo e os custos totais com mão de obra na etapa foram fornecidos pelos entrevistados em valores totais de R$ 1.600,00 e R$ 2.200,00, respectivamente. Logo, o CTS acumulado foi de R$ 3.820,25.

Para o cálculo dos custos de manutenção, foram considerados os dados contábeis após a implantação do SAF e esses valores foram lançados considerando a área total da propriedade. Sendo essa a maior parcela de gastos relativos à mão de obra, foram estimados para o Ctlae, CM e CTI os valores anuais de R$ 3.548,00, R$ 16.718,30 e R$ 9.142,00. Assim, os valores foram multiplicados pelo período proposto, tendo como valor final um CM de R$ 151.006,12.

A última equação do segundo bloco, referente ao MCR, foi o cálculo dos custos totais de reposição da área. Nela, foram somadas todas as demais equações do bloco, referendando o cenário de 10 anos do SAF. Desse modo, os valores do CTRAPP, CRS, CTS e do CMT somados chegaram à cifra de R$ 450.264,31.

Ao converter esse valor tem-se R$ 45.026,43 por ano ou R$ 1.500,88 por hectare/ano. O CTRA demonstra o custo final da propriedade na implantação e manutenção do SAF. Esta última é atualmente uma medida de referência para preservação ambiental, utilizada como parâmetro para o PSA água (CAMPO GRANDE, 2018). A Tabela 3 demonstra resumidamente os valores obtidos nas equações propostas para análise do MCR.

Tabela 3 – Custos de Reposição (MCR)

Custos de Reposição (MCR)	**Custo Total Acumulado**
Custo Total da Recuperação das Áreas de Preservação Permanente, áreas de reserva legal e implantação do SAF – CTRAPP	R$ 291.333,27
Custo de Reposição do Solo – CRS	R$ 4.104,68
Custo de Terraceamento do Solo – CTS	R$ 3.820,25
Custo de Manutenção – CM	R$ 151.006,12
Custo Total de Reposição da Área – CTRA	R$ 450.264,31

Fonte: Elaborada pelo autor.

O terceiro bloco de equações se inicia com o cálculo da receita total do SAF, para a área e período totais. Porém, cabe salientar que nos dois primeiros anos não houve receita com a venda de produtos/alimentos. Os dados fornecidos representaram um recorte temporal, assim, foi necessário aplicar valores aproximados para identificar o valor global e seu rateio por ano e/ou hectare.

De acordo com os dados contábeis, o SAF obteve maiores receitas a partir do sétimo ano. Fatores como a participação dos proprietários em feiras locais e a implantação escalonada de fontes de renda houve um crescimento de 200% nas receitas entre os anos de 2017 e 2018, sendo mantida até o encerramento da coleta de dados.

Ao considerar os custos fixos e variáveis destinados exclusivamente à produção, o RTSAF foi estimado em R$ 16.864,50, considerando os 10 anos, ou cerca de R$ 56,22 por hectare ao ano. Para elucidar a equação proposta, realizou-se o rateio desse valor, chegando a uma produção média de 1.500 itens com lucro líquido aproximado de R$ 1,12 ao ano.

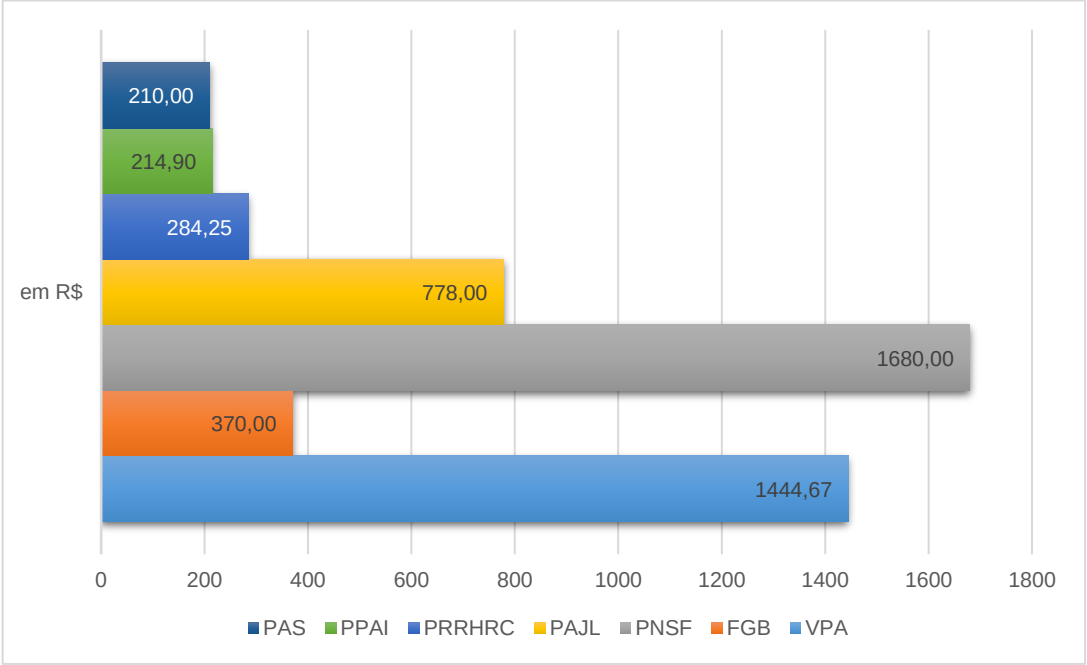
Com os valores do RTSAF e do CTRA, é possível estimar a valoração da produção de água. Para isso, foi utilizado o valor anual das variáveis citadas acima, respectivamente, R$ 1.686,45 e R$ 45.026,43, na sequência, o abatimento do valor obtido com o RTSAF pelo CTRA e por fim, a divisão dessa pela área desenvolvida.

O valor obtido para o VPA foi de R$ 43.339,98, ou R$ 1.444,67 por hectare ao ano. Demonstrando ganho ecológico dado o incremento na vazão e na qualidade da água, conforme verificado no item 4.1. Esses valores podem ser visualizados como negativos sob a ótica do produtor, pois a receita do SAF não foi capaz de fazer frente aos custos de implantação e manutenção da área. Vale destacar que o custo médio

por hectare ao ano é um parâmetro utilizado em programas de PSA, como o Manancial Vivo e outros (CAMPO GRANDE, 2018).

A Figura 22 demonstra um comparativo entre alguns programas desenvolvidos em parceria com a ANA com o VPA. No Brasil, a Fundação Grupo Boticário remunera seus produtores com valores de, no máximo, R$ 370,00/ha/ano (LOMBARDI, 2013). Já projetos como o Nascentes do São Francisco (PNSF), em Canindé de São Francisco – SE, os valores são de R$ 1.680,00 hectare/ano. Essa remuneração abarca cerca de 60 assentados que geram benefícios a uma população de 650.106 habitantes (ANA, 2020b).

Figura 22 – Programa Produtor de Água/VPA



Legenda: PAS - Produtor de Água Salesópolis; PPAI - Produtor de Água do Município de Igarapé – MG; PRRHRC - Preservação e Recuperação dos Recursos Hídricos do Rio Capivari; PAJL - Produtor de Água João Leite – GO; PNSF – Projeto Nascentes do São Francisco; FGB - Fundação Grupo Boticário; VPA - Valoração da Produção de Água.
Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 22 também demonstra que o VPA é o segundo maior valor dentro dos programas de PSA – Água em execução no Brasil, em valores hectare/ano. O terceiro maior valor identificado foi do programa Produtor de Água João Leite – GO (PAJL), remunerando cerca de R$ 778,00 por hectare/ano. As menores remunerações são, respectivamente, dos programas Produtor de Água Salesópolis (PAS), Programa

Produtor de Água do Município de Igarapé – MG (PPAI) e Preservação e Recuperação dos Recursos Hídricos do Rio Capivari (PRRHRC).

Essa métrica é adotada porque não há como quantificar com exatidão a produção da água, uma vez que essa análise necessitaria quantificar desde a água produzida no orvalho, ao abastecimento do lençol freático. Existem estudos que avaliaram a vazão pluviométrica das nascentes, como uma variável mensurável, porém a propriedade estudada não possui um histórico desses dados que permitam uma comparação (VILLAR, 2009).

Mensurar a implantação e manutenção de sistemas conservacionistas, como o SAF é possível, uma vez que esses são passíveis de quantificação. Isso pode demonstrar os verdadeiros dispêndios, mesmo que financeiros, para a preservação e consequente produção de água, como em áreas de nascentes, como no caso da propriedade estudada. O Tabela 4 representa os valores obtidos pelo RTSAF e VPA.

Tabela 4 – Valores obtidos pelo RTSAF e VPA

Valores obtidos pelo RTSAF e VPA	**Valor anual para área**	**Valor anual por hectare**
RTSAF	R$ 16.864,50	R$ 56,22
VPA	R$ 43.339,98	R$ 1.444,67

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para entender o que representa o VPA, é necessário analisar o Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA), que é a congruência dos métodos propostos por essa pesquisa, e que permite uma análise holística quanto à definição mais clara e fiel dos valores de PSA – Água para as regiões e realidades nacionais.

O IVPA proposto compara os valores obtidos no CTRA, que tem natureza de despesa, pois se tratam de dispêndios financeiros, e as opções de MCO que possuem natureza de receita. Assim, a equação propõe a razão entre a soma obtida pelo valor negativo do CTRA e uma opção de MCO, novamente pelo CTRA, mas dessa vez positivo. O resultado é multiplicado por 100, culminando em um índice percentual.

Caso o IVPA seja positivo, o PSA será vantajoso ao produtor, do contrário, se o IVPA for negativo, o PSA será desvantajoso, pois sob o aspecto econômico e financeiro acarretara prejuízos ao produtor. Esta pesquisa propôs cinco opções de produção agrícola, selecionadas no MCO, RP, RPM, RPS, RPG e RAS, que foram comparadas com o CTRA obtido com a aplicação do MCR.

Foi possível realizar cinco comparativos: o primeiro analisou o CTRA frente ao Retorno Pecuária (RP). O índice demonstrou que caso o produtor seja remunerado pelo PSA – Água, com base nesse retorno, ele ainda terá um prejuízo acumulado de -45,57%. Em valores por hectare ao ano, o CTRA corresponderia a R$ 1.500,88, enquanto o RP equivale a R$ 818,43, um prejuízo de -R$ 687,45 por hectare ao ano.

A segunda comparação utilizou o CTRA frente ao RPM. O IVPA mostrou o pior resultado, chegando ao percentual de -53,77%. Ao analisar esse prejuízo em valores monetários, o RPM seria de aproximadamente R$ 693,70 por hectare ao ano, ou seja, um déficit de -R$ 807,18 hectare/ano.

O outro comparativo foi do CTRA com o RPS. Nesse caso, o índice também exibiu um prejuízo ao produtor, chegando ao percentual acumulado de -33,62%. Nesse cenário, caso o produtor tivesse seu PSA – Água lastreado a esse retorno, ele receberia o equivalente a R$ 996,26 hectare/ano, acumulando um prejuízo de -R$ 504,61 hectare/ano.

A quarta comparação avaliou o CTRA com o RPG, e apresentou um IVPA positivo, com superávit de 12,60%, o melhor resultado dentre todas as opções. Nesse cenário, caso o produtor fosse remunerado com um valor equiparado ao RPG, haveria um saldo positivo de R$ 189,17 por hectare ao ano.

A última comparação analisou o CTRA com o RAS. O índice ficou negativo em -6,02%, um prejuízo menor que o verificado nas três primeiras comparações. Com um PSA - Água baseado no valor hectare/ano dessa opção, resultaria em um prejuízo ao agricultor de -R$ 90,36 hectare/ano. A Tabela 5 elucida resumidamente os Índices de Valoração da Produção de Água (IVPA).

Tabela 5 – Índice de Valoração da Produção de Água (IVPA)

Comparações IVPA	**Percentual**	**Valor hectare/ano**
(CTRA = RP)	(-45,57%)	(-R$ 687,45)
(CTRA = RPM)	(-53,77%).	(-R$ 807,18)
(CTRA = RPS)	(-33,62%)	(-R$ 504,61)
(CTRA = RPG)	12,60%	R$ 189,17
(CTRA = RAS)	(-6,02%)	(-R$ 90,36)

Fonte: Elaborada pelo autor.

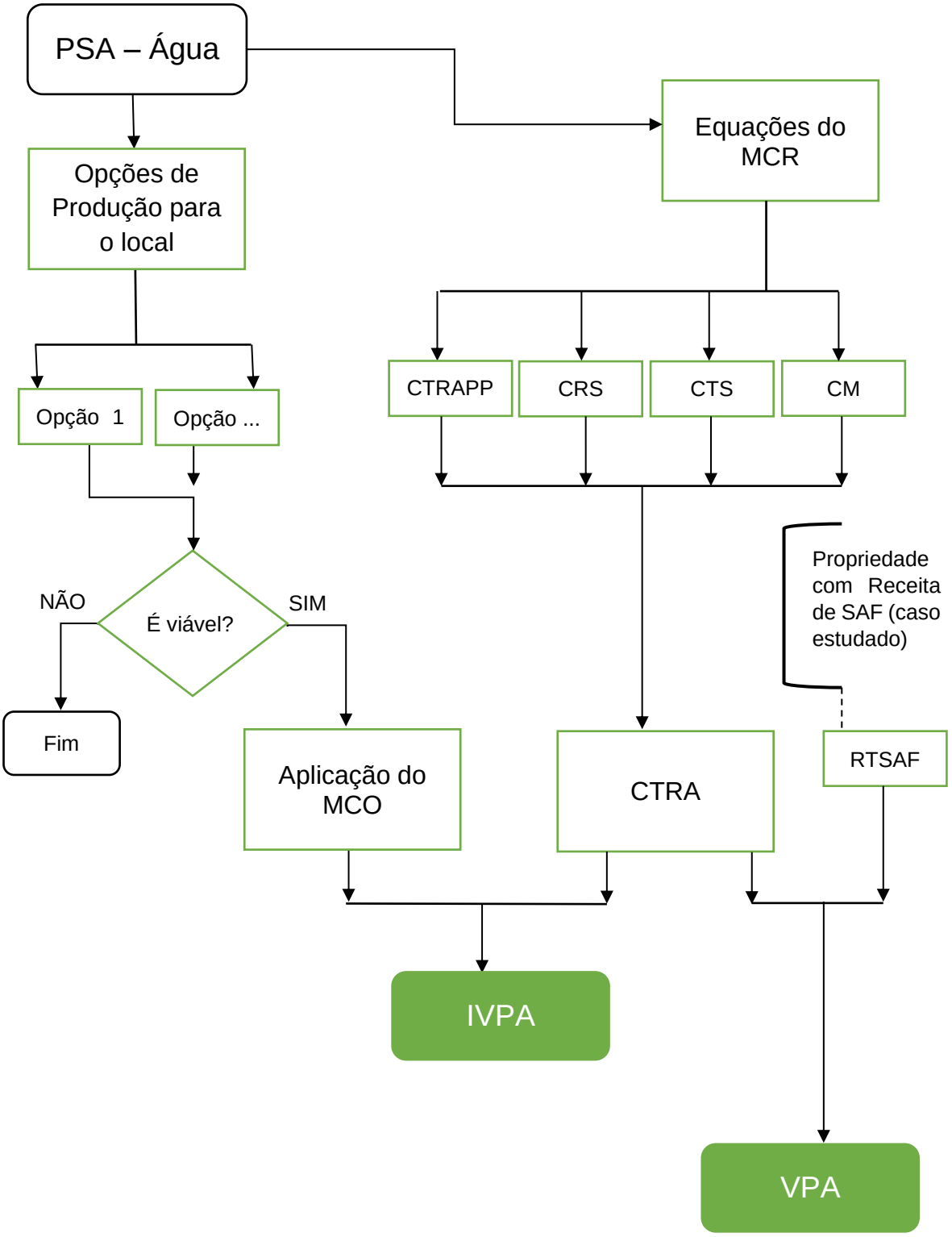
Por fim, esses comparativos expõem as possibilidades para um valor justo de PSA - Água, dimensionado à realidade da região de Dourados – MS. Esses valores podem ser mais altos se comparados a outros programas em execução no país, fato

explicado pelas características da região, como seu alto potencial agrícola. Isso abre discussões sobre a necessidade de valores que reflitam a realidades locais.

Padronizar ou replicar valores de PSA – Água sem levar em consideração aspectos regionais, repercutiram no desempenho e no engajamento dos produtores junto aos programas de PSA. A pesquisa constatou que os custos elencados pelo MCR e as potencialidades de mercado apresentadas no MCO permitem que PSA não seja desconexo à realidade.

No caso estudado, as opções de remuneração são muito atrativas, logo, o PSA deve fazer frente a esse cenário, mesmo que se comparado a outros programas. Dessa forma, cada região, independente do bioma, pode ter um programa de PSA atrativo e eficiente. À medida que os valores obtidos a partir do MCR e do MCO se mostrarem interessantes, é possível, como sugestão, a adoção do Modelo de Valoração do Serviço Ambiental Produção de Água, criado por esta pesquisa e representado na Figura 23.

Figura 23 – Modelo de Valoração do Serviço Ambiental Produção de Água (MVPA)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 23 é possível perceber que as opções de produção locais estão em aberto, de modo que cada estudo posso adequar sua realidade ao modelo, desde que este seja viável para a área estudada. A associação do VPA com o IVPA permite uma análise mais adequada e eficaz, mesmo que aproximada.

Vale frisar que o RTSAF foi obtido, pois a propriedade pesquisada possuía tal receita, do contrário, o melhor indicador é o IVPA. O MVPA pode balizar novos estudos, uma vez que esses métodos podem ser dimensionados a realidades locais, que visem o fomento de políticas públicas no processo de fortalecimento da produção de água.

5 CONCLUSÕES

A implantação do SAF Biodiverso associado a manejos conservacionistas promoveram o aumento dos Serviços Ecossistêmicos prestados pela propriedade, tais como: microclima, produção de água, aumento da biodiversidade (fauna e flora), beleza cênica, regeneração do solo, entre outros.

A prestação de Serviços Ambientais promovidos pela propriedade poderia garantir nova fonte de renda, caso seja criado um Programa de PSA no município de Dourados – MS. Mesmo sem essa perspectiva a curto prazo, há a possibilidade da diversificação de atividades, com a inclusão do ecoturismo, como apontado pelos produtores, com potencial para incremento da renda dos produtores.

O empenho e o esforço dos proprietários na implantação e, principalmente, na manutenção dos SAFs resultou em maior renda e qualidade de vida. Houve uma ampliação da produção de alimentos orgânicos, no processamento de polpas de frutas e na comercialização de pescado. Além do crescimento da diversidade de espécies arbóreas, arbustivas e o retorno da fauna silvestre.

Os valores obtidos via MCO podem ser diferentes a depender das potencialidades locais. Quanto aos cálculos do MCR, pode-se concluir que os custos com adubação e fertilizantes foram baixos, dado o manejo agroecológico e a utilização de adubos orgânicos produzidos na propriedade. O MCR proporcionou instrumentos adequados à valoração monetária e o MCO permitiu a valoração econômica, pois possibilitou melhores comparações quanti e qualitativas.

O cálculo do CTRA demonstrou o alto custo da implantação e manutenção do SAF. Isso revelou os verdadeiros dispêndios para a preservação e a consequente produção de água. Constatou-se que quando o valor do VPA for negativo para os produtores de água, a receita oriunda do SAF não será capaz de arcar com os custos de implantação e manutenção da área.

No caso estudado, ao ranquear o VPA no cenário nacional, foi possível observar que ele é o segundo maior valor remuneratório em hectare/ano, dentro dos programas de PSA – água em execução no Brasil. Já o IVPA permitiu uma análise comparativa eficiente, pois pode ser dimensionada para regiões e realidades distintas.

Caso o IVPA seja positivo, o PSA será vantajoso ao produtor, do contrário, se o IVPA for negativo, o PSA será desvantajoso, acarretando a insolvência do produtor. Também foi verificado que o IVPA evidenciou o pior resultado na comparação CTRA

com RPM, e o melhor resultado dentre todas as opções foi identificado no comparativo CTRA com RPG.

Esses comparativos ressaltam as possibilidades para um valor justo de PSA – água, dimensionado à realidade da região de Dourados – MS. Esses valores podem ser mais altos se comparados a outros programas em execução no país, fato explicado pelas características da região, como seu alto potencial agrícola evidenciado nas opções de remuneração mais atrativas.

Isso abre discussões sobre a necessidade de valores que reflitam as realidades locais. Fica evidente que padronizar ou replicar valores de PSA – água, sem levar em consideração aspectos regionais, repercutirá no desempenho e no engajamento dos produtores junto aos programas de PSA.

Esta pesquisa também comprovou que os custos elencados pelo MCR e as potencialidades de mercado apresentadas no MCO permitem que o PSA não seja desconexo à realidade. Não foram analisadas fontes de pagamento para o PSA, todavia, na literatura existem vários exemplos práticos de aplicação desses mecanismos.

Como limitação, cumpre esclarecer que não foi possível listar todos os riscos decorrentes de cada atividade, o que não exclui a possibilidade de novas análises mais profundas e delimitadas, seja na academia ou no desenvolvimento de um programa de PSA – água local. Como sugestão para novos programas de PSA – Água, o VPA pode ser dividido em duas etapas, uma maior para implementação, outra menor na manutenção. Para programas já existentes e com valor inferior ao VPA estimado para o projeto, existe a opção de uma bonificação além da remuneração já aplicada.

Quanto à mensuração monetária do Serviço Ambiental de Produção de Água, após implantação do SAF obtida por meio da aplicação das equações propostas para o MCO e MCR, buscou-se corroborar o processo de fortalecimento da Produção de Água e o fomento de políticas voltadas a essa agenda.

Essa nova perspectiva para a valoração monetária do PSA – Água visa oportunizar a esses programas mais atratividade junto aos produtores rurais, de forma a motivar novas inciativas e projetos de PSA e, em perspectiva, ampliar a renda desses produtores, através desses programas tão importantes para o meio ambiente, sociedade e economia.

As discussões permaneceram abertas e é papel da academia provocar a sociedade com estudos que auxiliem a construção de políticas públicas, seja na maximização da infraestrutura natural, na segurança hídrica ou para o incentivo ao manejo conservacionista. Em suma, isso abre à cadeia do agronegócio novas perspectivas em prol de uma maior vantagem competitiva, uma vez que esses debates estão em sintonia com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030, no que concerne o mercado verde e outros PSAs, como os voltados à biodiversidade e ao carbono.

Ademais, vale registrar a relevância do conhecimento tradicional expresso em vivências e experiências, como apresentado pelos produtores do Sitio Laranja Doce. Isso demonstra que as percepções deles representam elementos importantes no apoio ao desenvolvimento de novos estudos e/ou programas.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia à serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ANA. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos**. v. 7. Brasília, DF: ANA, 2014. *E-book* (96 p.). Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricosVol7.pdf. Acesso em: 12 jul. 2019.

ANA. **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, DF: ANA, 2017. *E-book* (86 p.). Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaÁgua naAgriculturaIrrigada.pdf. Acesso em: 10 abr. 2020.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual/Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: ANA, 2019a. *E-book* (110 p.). Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf. Acesso em: 11 abr. 2020.

ANA. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)**. Agência Nacional de Águas/Embrapa Milho e Sorgo. 2. ed. Brasília, DF: ANA, 2019b. *E-book* (49 p.). Disponível em: https://www.ana.gov.br/noticias/ana-e-embrapa-identificam-forte-tendencia-de-crescimento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil/ana_levantamento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais_2019.pdf. Acesso em: 10 abr. 2020.

ANA. **Balanço hídrico quali-quantitativo por bacia**. Brasília, DF: ANA, 2020a. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/9c6f901f4ca4489b9aeab59a6d3c1a6f_0/data?geometry=-104.095%2C-29.316%2C-4.778%2C0.076. Acesso em: 14 abr. 2020.

ANA. **Polos nacionais de agricultura irrigada:** mapeamento de áreas irrigadas com imagens de satélite. Brasília, DF: ANA, 2020b. *E-book* (26 p.). Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaÁgua naAgriculturaIrrigada.pdf. Acesso em: 13 abr. 2020.

ANA. **Projetos do programa produtor de água**. Brasília, DF: ANA, 2020c**.** Disponível em: http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=7ec090fe5d2f4608a60c8ec709f8ec09**.** Acesso em: 12 abr. 2020.

ALLOUCHE, J. The birth and spread of IWRM-A case study of global policy diffusion and translation. **Water Alternatives,** v. 9, n. 3, p. 412-433, 2016. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol9/v9issue3/336-a9-3-2/file?auid=147. Acesso em: 12 jul. 2019.

ALMEIDA, I. K. de. *et al.* Estimativa de tempo de concentração em bacia hidrográfica. *In:* Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. Imagem de satélite. Escala 1:7.500.000. Disponível em:

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-localizacao-da-sub-bacia-do-Corrego-Guariroba-Caracterizacao_fig1_271587647. Acesso em: 2 jan. 2021.

AMARAL, J. A. M. *et al*. **Levantamento semidetalhado dos solos do Campo Experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Dourados, MS**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos, 2000. *E-book*. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/243690/1/CPAODOC.2200.pdf. Acesso em: 1 maio 2020.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de economia política**, Campinas, v 14, p. 1-31, ago./dez. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Andrade/publication/228455195_Economia_e_meio_ambiente_aspectos_teoricos_e_metodologicos_nas_visoes_neoclassica_e_da_economia_ecologica/links/00463522f5827cfae1000000/Economia-e-meio-ambiente-aspectos-teoricos-e-metodologicos-nas-visoes-neoclassica-e-da-economia-ecologica.pdf. Acesso em: 5 maio 2019.

ANZALDI, G. A holistic ICT solution to improve matching between supply and demand over the water supply distribution chain. **Journal of Sustainable Development of Energy**, **Water and Environment Systems.** v. 2, n. 4, p. 362-375, 2014. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/index.php?id_clanak_jezik=188637&show=clanak. Acesso em: 9 jul. 2019.

ASSAF NETO, A. **Contribuição ao estudo da avaliação de empresas no Brasil:** uma aplicação prática. 2003. 202 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

BAER, M. **Stemming the tide:** Human rights and water policy in a neoliberal world. Oxford University Press, 2017. *E-book* (209 p.). Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=VksrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Beck,+A.+2018.+Book+review+of+Baer,+M.+2017.+Stemming+the+tide:+Human+rights+and+water+policy+in+a+neoliberal+world&ots=vOxznypZaS&sig=34wbKQJ-nDt8RhJDe5THkccSst0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 9 jul. 2019.

BAKKER, K. The “commons” versus the “commodity”: Alter-globalization, anti-privatization and the human right to water in the global south. **Antipode**, v. 39, n. 3, p. 430-455, 2007. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8330.2007.00534.x. Acesso em: 22 mar. 2020.

BALEEIRO, A. V. F. Agricultura urbana sintrópica em resposta a insustentabilidade das cidades: Resíduos orgânicos reinseridos ao ciclo de nutrientes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1-5, maio 2016. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18634. Acesso em: 15 jul. 2019.

BALEEIRO, A. V. F.; DE MARCO JUNIOR, P. Bases científicas e epistemológicas para a Agricultura Sintrópica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-7, jul. 2018. Disponível em: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:y1Jwcb9OiMUJ:scholar.google.com/+BALEEIRO,+Andr%C3%A9+Vin%C3%ADcius+Freire,+et+al.+Bases+cient%C3%ADficas+e+epistemol%C3%B3gicas+para+a+Agricultura+Sintr%C3%B3pica.+Cadernos+de+Agroecologia,+2018&hl=pt-PT&as_sdt=0,5&as_ylo=2015&as_yhi=2019. Acesso em: 11 jul. 2019.

BARROS, A. C *et al*. **Uma nova economia para uma nova era:** elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. São Paulo, SP: WRI Brasil, 2020. Disponível em: https://wribrasil.org.br/sites/default/files/af_neb_synthesisreport_digital.pdf. Acesso em: 1 jun. 2020.

BEUREN, I. M. Conceituação e contabilização do custo de oportunidade. **Caderno de estudos**, São Paulo, n. 8, p. 1-12, 1993. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cest/n8/n8a03.pdf. Acesso em: 27 nov. 2020.

BEZERRA, G. J. **Valoração monetária das externalidades negativas e degradação de bens e serviços ambientais na cultura do arroz irrigado**. 2020. 134 f. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

BORDALO, C. A. L. La paradoja del água em La Amazonia brasileña. El pueblos in agua em la región de las aguas. **América Latina Hoy**, Salamanca, n. 74, p. 81-95, 2016. Disponível em: http://www.redalyc.org/pdf/308/30849748005.pdf. Acesso em: 10 jul. 2019.

BRASIL. **Constituição de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 8 jun. 2020.

BRASIL. **Lei n.º 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobe o Estatuto da Terra. Brasília, DF: Presidência da República, 1964. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 4 jul. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 12.805**, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Brasília, DF: Presidência da República, 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12805.htm. Acesso em: 4 jul. 2019.

BRASIL. **Lei n.º 14.119,** de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n.os 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2014.119%2C%20DE%2013%20DE%20JANEIRO%20DE%202021,-Mensagem%20de%20veto&text=Mensagem%20de%20veto-,Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Pagamento%20por%20Servi%C3%A7os%20Ambientais%3B%20e,adequ%C3%A1%2Dlas%20%C3%A0%20nova%20pol%C3%ADtica. Acesso em: 15 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Economia dos ecossistemas e da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2020a. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade.html. Acesso em: 3 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. **Guia Prático de Análise Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura**. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2020b. *E-book* (83 p.). Disponível em: https://portal.crea-sc.org.br/wp-content/uploads/2020/08/guia-acb-infraestrutura_vcp_2.pdf. Acesso em: 23 jan. 2021.

BUQUERA, R. B.; FRANCO, F. S.; CORREA, C. J. P. A Agroecologia e os Desserviços Ecossistêmicos da agricultura. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1-9, fev. 2015. p. 9. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16358. Acesso em: 15 ago. 2019.

CAETANO, P. P.; MELO, M. G. de S.; BRAGA, C. F. C. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) – Análise de conceitos e marco regulatório. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 31, p. 115-127, dez. 2016. Disponível em: http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/443. Acesso em: 15 out. 2019.

CAMARGO, G. M. **Sistemas Agroflorestais Biodiversos:** uma análise da sustentabilidade socioeconômica e ambiental. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017. Disponível em: http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-AGRONEGOCIOS/Sistemas%20Agroflorestais%20Biodiversos%20Uma%20An%C3%A1lise%20da%20Sustentabilidade%20Socioecon%C3%B4mica%20e%20Ambiental.pdf. Acesso em: 15 ago. 2019.

CAMPO GRANDE. **Resolução SEMADUR n.° 5/2010**. Dispõe sobre as regras para adesão ao Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, nos moldes do disposto no artigo 30, inciso III, do Decreto n.° 7.884/1999, com redação dada pelo Decreto n.° 11.303/20. 2010. Disponível em: http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/downloads/resolucao-semadur-n-005-de-05-de-novembro-de-2010/. Acesso em: 7 dez. 2019.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Gestão Urbana. **Programa Manancial Vivo –** relatório de 2009 a 2011. Campo Grande, MS: SEMADUR, 2012. Disponível em: http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/downloads/programa-manancial-vivo-relatorio-2009-a-2011/. Acesso em: 1 dez. 2019

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Gestão Urbana. **Manancial Vivo**. Campo Grande, MS: SEMADUR, 2018. Disponível em: http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/canais/manancial-vivo/. Acesso em: 1 dez. 2019

CAVALCANTE JÚNIOR, R. G. *et al.* Sustainable groundwater exploitation aiming at the reduction of water vulnerability in the Brazilian Semi-Arid Region. **Energies**, v. 12, n. 5, p. 904-924, 2019. Disponível em: https://www.mdpi.com/1996-1073/12/5/904. Acesso em: 10 jul. 2019.

CEPEA. **PIB do agronegócio brasileiro**. Piracicaba, SP: CEPEA, 2019. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegociobrasileiro.aspx. Acesso em: 11 dez. 2019.

CEPEA. **Boi gordo.** Piracicaba, SP: CEPEA, 2021. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx. Acesso em: 22 fev. 2021.

CHACUTTRIKUL, P.; KIGUCHI, M.; OKI, T. Impacts of climate and land use changes on river discharge in a small watershed: a case study of the Lam Chi sub water shed, northeast Thailand. **Hydrological Research Letters**, v. 12, n. 2, p. 7-13, 2018. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/12/2/12_7/_article/-char/ja/. Acesso em: 14 ago. 2019.

CHIODI, R. E.; MARQUES, P. E. M. Políticas públicas de pagamento por serviços ambientais para a conservação dos recursos hídricos: origens, atores, interesses e resultados da ação institucional. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** Curitiba, v. 45, p. 81-104, abr. 2018. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/48757. Acesso em: 15 jul. 2019.

CHODOROW-REICH, G.; KARABARBOUNIS, L. The cyclicality of the opportunity cost of employment. **Journal of Political Economy,** v. 124, n. 6, p. 1563-1618, out. 2016. Disponível em: https://scholar.harvard.edu/files/chodorow-reich/files/opportunity_cost_employment_published.pdf. Acesso em: 11 ago. 2020.

CLOSAS, A.; MOLLE, F. Chronicle of a Demise Foretold: State vs. Local Groundwater Management in Texas and the High Plains Aquifer System. **Water Alternatives**, v. 11, n. 3, p. 511-532, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/451-a11-3-4/file. Acesso em: 14 jun. 2019.

CNA. **Custos de produção.** Brasília, DF: CNA, 2021. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/sevicos/custos-producao. Acesso em: 30 jan. 2021.

COMAR, M. V. **Valoração ambiental pela metodologia emergética:** subsídios às políticas públicas no Brasil. Dourados, MS: Editora UFGD, 2017.

CONAB. **Série histórica das safras**. Brasília, DF: CONAB, 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10. Acesso em: 16 ago. 2020.

CONAB. **Custos de produção**. Brasília, DF: 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao. Acesso em: 11 mar. 2021.

COOPER, D. T.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 13. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2016.

ÇOŞKUN, Ş. *et al*. Experimental investigation of wake flow field and wind comfort characteristics of fractal wind fences. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 168, p. 32-47, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167610517300053. Acesso em: 21 mar. 2020.

CORREA, N. F. *et al.* Obtenção de MDE corrigido para delimitação de bacia hidrográfica com auxílio de geotecnologias livres. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 217-225, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Area-de-localizacao-da-Bacia-Hidrografica-do-Corrego-Laranja-Doce-em_fig1_316572882. Acesso em: 2 dez. 2019.

COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P. Efeitos de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 251-258, jul./set. 2007. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v74_3/cosme.pdf. Acesso em: 30 jan. 2021.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, maio. 1997. Disponível em: https://www.nature.com/articles/387253a0. Acesso em: 29 out. 2019.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa:** escolhendo entre cinco abordagens. Porto Alegre, RS: Penso Editora, 2014.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**. v. 27, n. SPE, p. 10-15, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162007000200002&script=sci_arttext. Acesso em: 2 fev. 2021.

DALY, H. E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. n. 34. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA. Textos para Debate, 1991.

DALY, H. E. Free-market environmentalism: turning a good servant into a bad master. **Critical Review**, v. 6, n. 2-3, p. 171-183, 1992. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08913819208443260. Acesso em: 6 out. 2019.

DE-LA-TORRE-UGARTE, M. C. *et al.* Revisão sistemática: noções gerais. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 1260-1266, 2011. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/reeusp/article/view/40833. Acesso em: 1 out. 2019.

DE STEFANO, L. *et al*. Groundwater governance in the Rio Grande: co-evolution of local and intergovernmental management. **Water Alternatives**, v. 11, n. 3, p. 824-846, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/466-a11-3-19/file. Acesso em: 11 jul. 2019.

DEL VECCHIO, K.; BARONE, S. Has Morocco's groundwater policy changed? Lessons from the institutional approach. **Water alternatives**. v. 11, n. 3, p. 638-662, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/458-a11-3-11/file. Acesso em: 14 jul. 2019.

DESTA, H.; LEMMA, B. SWAT based hydrological assessment and characterization of Lake Ziway sub-watersheds, Ethiopia. **Journal of Hydrology**: Regional Studies, v. 13, p. 122-137, out. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581817300988. Acesso em: 14 jul. 2019.

DI MAURO, C. A. Diálogos sobre o Singreh: avanços ou recuos da atual legislação de recursos hídricos. **Observatório das águas**. 2018. Disponível em: http://www.observatoriodasaguas.org/artigos/id-778573/dialogos_sobre_o_singreh__avancos_ou_recuos_da_atual_legislacao_de_recursos_hidricos. Acesso em: 2 dez. 2019

DOODY, T. M. *et al*. Continental mapping of groundwater dependent ecosystems: a methodological framework to integrate diverse data and expert opinion. **Journal of Hydrology**: Regional Studies, v. 10, p. 61-81, abr. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581817300319. Acesso em: 16 jul. 2019.

DU BRAY, M. V. *et al.* Adaptive groundwater governance and the challenges of policy implementation in Idaho's eastern Snake Plain aquifer region. **Water Alternatives**, v. 11, n. 3, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/452-a11-3-5/file. Acesso em: 6 jul. 2019.

EMBRAPA. **Soluções tecnológicas**: sistemas de produção integrado. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1049/sistemas-de-producao-integrados---ilpf. Acesso em: 14 jul. 2019.

EMBRAPA. **Estratégia de recuperação:** Sistemas Agroflorestais - SAFs. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/112/sistemas-agroflorestais-safs. Acesso em: 15 jul. 2019.

ENTREVISTADO 1. Entrevista concedida ao pesquisador Alexander Matos Leitão. Dourados, 2020.

ENTREVISTADO 2. Entrevista concedida ao pesquisador Alexander Matos Leitão. Dourados, 2020.

ESCRIVA-BOU, A. *et al*. Accounting for California Water. **California Journal of Politics and Policy**. v. 8, n. 3, p. 1-26, 2016. Disponível em: https://www.ppic.org/publication/accounting-for-californias-water/. Acesso em: 11 jul. 2019.

ESPER ANGILLIERI, M. Y.; FERNÁNDEZ, O. M. Morphometric analysis of river basins using GIS and remote sensing of an Andean section of Route 150, Argentina. A comparison between manual and automated delineation of basins. **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas,** Cidade do México, v. 34, n. 2, p. 150-156, ago. 2017. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742017000200150. Acesso em: 11 jul. 2019.

FAMASUL. **Circular n.º 326/2019**. Resultados da 2ª safra – milho 2018/2019. Campo Grande, MS: FAMASUL, 2019. *E-book* (22 p.). Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/326%20-%20BOLETIM%20SEMANAL%20CASA%20RURAL%20-%20AGRICULTURA%20-%20CIRCULAR%20326_Produtividade%20Milho.pdf. Acesso em: 3 fev. 2021.

FAMASUL. **Circular n.º 353/2020**. Errata – resultados da safra – soja – 2019/2020. Campo Grande, MS: FAMASUL, 2020. *E-book* (23 p.). Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/ERRATA%20-%20353%20-%20BOLETIM%20SEMANAL%20CASA%20RURAL%20-%20AGRICULTURA%20-%20CIRCULAR%20353%20-%20PRODUTIVIDADE%20DA%20SOJA%202019-2020.pdf. Acesso em: 3 fev. 2021.

FAO. **Review of World Water Resources by Country**. Roma, Itália: Water Reports 23, 2003. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/005/Y4473E/Y4473E00.HTM. Acesso em: 23 jul. 2019.

FAO. **The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture**: Managing Systems at Risk. Rome; Londres: FAO Earthscan, 2011. Disponível em: www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf. Acesso em: 27 jul. 2019.

FARIA, L. C. *et al*. Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 19-27, jan./mar. 2009. Disponível

em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162009000100003&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 12 fev. 2021.

FERGUSON, L. *et al*. Transdisciplinary research in water sustainability: what's in it for an engaged researcher-stakeholder community? **Water Alternatives**, v. 11, n. 1, p. 1-18, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue1/403-a11-1-1/file. Acesso em: 16 jul. 2019.

FGVces. **Serviços ecossistêmicos relacionados aos negócios**. Casos das empresas membro da iniciativa Tendências em Serviços Ecossistêmicos – Ciclo 2018. São Paulo: FGVces/EAESP-FGV, 2019. Disponível em: http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes-2/original/casos_ciclo2018_tese_portugues.pdf. Acesso em: 16 jul. 2019.

FONSECA, E. B. A.; MOREIRA, M. A.; CARVALHO, J. G. de. Cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2008. *E-book* (45 p.). Disponível em: http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/extensao-tmp/boletim-extensao-029.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.

GARCIA, A.; HIPEL, K.; OBEIDI, A. Water pricing conflict in British Columbia. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 4, p. 194-200, 2017. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/11/4/11_194/_article/-char/ja/. Acesso em: 14 jun. 2019.

GARCIA, J.; ROMEIRO, A. Valoração e cobrança pelo uso da água: uma abordagem econômico-ecológica. *In:* TÔSTO, S.; ROMEIRO, A.; RODRIGUES, Cristina (ed.). **Valoração de serviços ecossistêmicos:** metodologias e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015. p. 189-205.

GIL, A. C**. Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 199, p. 394-406, jan. 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091400471X. Acesso em: 15 jul. 2019.

GONSALVES NETO, J. Como fazer Pastejo Rotacionado com Capim Braquiarão? **Portal da Pecuária**. 2020. Disponível em: https://portaldapecuaria.com/antigo/pastejo-rotacionado-do-capim-braquiarao-para-gado-de-corte/planilhas/. Acesso em: 10 jan. 2021.

GU, Y. *et al*. Calculation of water footprint of the iron and steel industry: a case study in Eastern China. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 274-281, abr. 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614013961. Acesso em: 15 maio 2019.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (org.). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

HURLBERT, M.; ANDREWS, E. Deliberative democracy in Canadian watershed governance. **Water Alternatives**, v. 11, n. 1, p. 163-186, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue1/426-a11-1-9/file. Acesso em: 11 jul. 2019.

JIA, X. *et al*. Water Availability Footprint Addressing Water Quality. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**. v. 7, n. 1, p. 72-86, 2019. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/217821. Acesso em: 19 jun. 2019.

KARANDISH, F.; ŠIMŮNEK, J. An application of the water footprint assessment to optimize production of crops irrigated with saline water: a scenario assessment with HYDRUS. **Agricultural water management**. v. 208, p. 67-82, set. 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377418307753. Acesso em: 18 jun. 2019.

KATKO, T. S. (ed.). **Finnish water services**: experiences in global perspective. Finnish Water Utilities Association, 2017. *E-book* (288 p.). Disponível em: https://www.iwapublishing.com/books/finnish-water-services-experiences-global-perspective. Acesso em: 19 jul. 2019.

KEMKES, R. J.; FARLEY, J.; KOLIBA, C. J. Determining when payments are an effective policy approach to ecosystem service provision. **Ecological Economics**, v. 69, n. 11, p. 2069-2074, set. 2010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800909004819. Acesso em: 26 jul. 2019.

KILKIŞ, Ş. Benchmarking South East European cities with the sustainable development of energy, water and environment systems index. **Journal of Sustainable Development of Energy**, **Water and Environment Systems**, v. 6, n. 1, p. 162-209, 2018. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/195027. Acesso em: 19 jul. 2019.

KILL, J. **Trade in Ecosystem Services:** When Payment for Environmental Services Delivers a Permit to Destroy. World Rainforest Movement. 2014. Disponível em: http://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2014/04/comercio-de-servicos-ecossistemicos2.pdf. Acesso em: 19 jan. 2021.

KOHV, M.; SEPP, E.; VAMMUS, L. Assessing multitemporal water-level changes with uav-based photogrammetry. **The Photogrammetric Record**, v. 32, n. 160, p. 424-442, dez. 2017. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/phor.12214. Acesso em: 20 jul. 2019.

KOOTEN, G. C. V. The challenge of mitigating climate change through forestry activities: what are the rules of the game? **Ecological Economics**, v. 146, p. 35-43, abr. 2018. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180091730887X. Acesso em: 2 jul. 2019.

KUDO, R.; YOSHIDA, T.; MASUMOTO, T. Nationwide assessment of the impact of climate change on agricultural water resources in Japan using multiple emission scenarios in CMIP5. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 1, p. 31-36, 2017. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/11/1/11_31/_article/-char/ja/. Acesso em: 11 jul. 2019.

LANKFORD, B. *et al.* A compact to revitalise large-scale irrigation systems using a leadership-partnership-ownership 'theory of change'. **Water Alternatives**, v. 9, n. 1, p. 1-32, 2016. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/all-abs/302-a9-1-1/file. Acesso em: 10 maio 2019.

LEÓN, F. *et al.* (ed.). **Compensación por servicios ecosistémicos**: lecciones aprendidas de una experiência demonstrativa. Las microcuencas Mishiquiyacu, Rumiacu y Almendra de San Martín, Lima, Peru: Ministerio del Ambiente, 2010. Disponível: https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/70. Acesso em: 9 mar. 2020.

LIMA, W. P. Efeitos hidrológicos do manejo de florestas plantadas. *In:* LIMA, W. P.; ZÁKIA, M. J. B. (org.). **As florestas plantadas e a água:** implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos, SP: RiMa, 2006. p. 9-28.

LINO, C. F. **Pagamento de Serviços Ambientais**: contribuição do Programa mercado mata atlântica. *In:* Seminário Paulista de PSA. 1, 2009. [s. l.]: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – Brasil. 2009. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/PSA_13_Clayton.pdf. Acesso em: 4 abr. 2019.

LOMBARDI, D. *et al*. **Pagamento por Serviços Ambientais pelo custo de oportunidade da terra utilizando o Sistema de Informações Geográficas**. 2013. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/122671. Acesso em: 1 fev. 2020.

LU, Y. *et al.* Evaluation of water environmental carrying capacity of city in Huaihe River Basin based on the AHP method: A case in Huai'an City. **Water Resources and Industry**, v. 18, p. 71-77, dez. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212371717300884. Acesso em: 1 jun. 2019.

MACDONALD, G. K.; D'ODORICO, P.; SEEKELL, D. A. Pathways to sustainable intensification through crop water management. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 9, p. 1-5, ago. 2016. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/9/091001/meta. Acesso em: 14 jun. 2019.

MACHADO, F. H. **Valoração econômica dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão – São Carlos, SP**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2011. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/1299. Acesso em: 28 nov. 2019.

MACKLIN, C.; MCLARNEY, C. Too public not to be private: investigating water ownership as a strategy in a world of economic goods under international trade and investment laws. **IUP Journal of Business Strategy**, v. 11, n. 1, p. 7-22, 2014.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286199/1/Maia_AlexandreGori_M.pdf. Acesso em: 11 jul. 2019.

MARGULIS, S. **A regulamentação ambiental:** instrumentos e implementação. n. 437. Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 1996.

MARQUES, J. F.; PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. Perdas de Solo e Valoração Econômica. **Revista Científica Rural,** Bagé, v. 10, n. 1, p. 48-53, 2005. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124836/1/2005AP-034.pdf. Acesso em: 11 jul. 2019.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 67-86, jul./dez. 2008. Disponível em: http://www.uel.br/seer/index.php/geografia/article/viewFile/2354/2175. Acesso em: 19 jun. 2020.

MARTINELLI, G. do C. *et al*. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**. v. 80, p. 274-286, jan. 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026483771830423X. Acesso em: 10 jul. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Ministério Público de Mato Grosso do Sul. **MPMS é parceiro do Programa Manancial Vivo, que é destaque nacional.** Campo Grande, MS: Ministério Público de Mato Grosso do Sul, 2019. Disponível em: https://www.mpms.mp.br/noticias/2019/03/mpms-e-parceiro-do-programa-manancial-vivo-que-e-destaque-nacional. Acesso em: 2 dez. 2019.

MATSUOKA, E. H. **Conservação de água através de pagamento por serviços ambientais:** avaliação de fatores críticos de sucesso dos projetos do Rio Camboriú e das cidades de Extrema e Nova Iorque. 2019. 231 f. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2019. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/28146. Acesso em: 10 abr. 2020.

MCDONALD, D. A.; SWYNGEDOUW, E. The New Water Wars: Struggles for Remunicipalisation. **Water Alternatives**, v. 12, n. 2, p. 322-333, 2019. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol12/v12issue3/528-a12-2-11/file. Acesso em: 10 jun. 2019.

MEA. **Guide to the Millennium Assessment Reports**. MEA. 2005. Disponível em: http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx. Acesso em: 3 jul. 2019.

MEDRZYCKI, P. *et al*. Standard methods for toxicology research in *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Research**, v. 52, n. 4, p. 1-60, 2013. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3896/IBRA.1.52.4.14. Acesso em: 21 ago. 2019.

MELO, T. G. de; GONZÁLEZ, D. C. M. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e práticas de agricultura sustentável: contribuições da Análise do Comportamento. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 20-42, 2017. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S2236-64072017000200003&script=sci_abstract&tlng=es. Acesso em: 22 nov. 2019.

MIKA, K. *et al.* **LA Sustainable Water Project:** Los Angeles River Watershed. UCLA: Grand Challenges, 2017. *E-book* (142 p.). Disponível em: https://escholarship.org/uc/item/42m433ps. Acesso em: 13 jul. 2019.

MORAES, B. C. *et al*. O Método Expedito como estratégia de avaliação qualitativa dos níveis de vulnerabilidade em ambientes da zona urbana de Teresina, Piauí. **Revista Equador,** Teresina, v. 5, n. 3, p**.** 500-517, 2016. Disponível em: http://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/download/4992/3039. Acesso em: 19 jun. 2020.

MOREIRA, M. D. *et al*. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas**. Viçosa: EPAMIG/CTZM. p. 89-120, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Julio-Martins-10/publication/313386658_Uso_de_inseticidas_botanicos_no_controle_de_pragas/links/58a2db40aca272046ab4483c/Uso-de-inseticidas-botanicos-no-controle-de-pragas.pdf. Acesso em: 18 jun. 2020.

MORRIS-IVESON, L.; ALDERWISH, A. Experiences with Local Water Governance and Outcomes for Vulnerable Communities in the Tihama Region of Yemen. **Water Alternatives**. v. 11, n. 3, p. 684-698, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/460-a11-3-13/file. Acesso em: 1 jun. 2019.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro, RJ: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. *E-book* (254 p.). Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2012/12/21-manual_20serroa_20motta-2.pdf. Acesso em: 8 jun. 2019.

MUKHERJEE, M.; MIKA, K.; GOLD, M. Overcoming the Challenges to using tiered water rates to enhance water conservation. **California Journal of Politics and**

Policy, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2016. Disponível em: https://escholarship.org/uc/item/9d19z2f8. Acesso em: 11 jun. 2019.

MUKUNDAN, R. *et al*. Modeling streamflow sensitivity to climate change in New York City water supply streams using a stochastic weather generator. **Journal of Hydrology**: Regional Studies, v. 21, p. 147-158, fev. 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581818300880. Acesso em: 19 jul. 2019.

MURRAY, A. *et al*. Need for certification of household water treatment products: examples from Haiti. **Tropical Medicine & International Health**, v. 20, n. 4, p. 462-470, abr. 2015. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tmi.12445. Acesso em: 9 jun. 2019.

NABAVI, E. Failed policies, falling aquifers: unpacking groundwater over abstraction in Iran**. Water Alternatives**. v. 11, n. 3, p. 699-724, 2018. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/461-a11-3-14/file. Acesso em: 19 jul. 2019.

NASCIMENTO, J. *et al.* Sistemas Agroflorestais Biodiversos: percepções e demandas de agricultores e técnicos em Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia,** Dourados, v. 11, n. 2, p. 1-12, nov. 2016. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1058794/1/Sistemas....pdf. Acesso em: 1 jul. 2019.

NATYZAK, J. L. *et al*. Virtual water as a metric for institutional sustainability. **Sustainability**: The Journal of Record, v. 10, n. 4, p. 237-245, ago. 2017. Disponível em: https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/sus.2017.0004. Acesso em: 11 jun. 2019.

NDZABANDZABA, C.; HUGHES, D. A. Regional water resources assessments using an uncertain modelling approach: The example of Swaziland. **Journal of Hydrology**: Regional Studies. v. 10, p. 47-60, abr. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581817300149. Acesso em: 10 jun. 2019.

NICOL, A.; ODINGA, W. IWRM in Uganda – Progress after decades of implementation. **Water Alternatives,** v. 9, n. 3, p. 627-643, 2016. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol9/v9issue3/326-a9-3-13/file. Acesso em: 1 jun. 2019.

ODUM, H. T.; ODUM, E. P. The energetic basis for valuation of ecosystem services. **Ecosystems**, v. 3, n. 1, p. 21-23, jan. 2000. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/3658663?seq=1. Acesso em: 9 mar. 2020.

OLIVEIRA, G. A., *et al.* Valoração econômica de serviços ambientais em Sistemas Agroflorestais Biodiversos: um estudo de caso no Assentamento Lagoa Grande, em Dourados-MS. **Cadernos de Agroecologia,** Dourados, v. 13, n. 2, p. 1-10, dez. 2018. Disponível em:

https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190248/1/ID-36784.pdf. Acesso em: 10 jun. 2019.

ONU. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** Agenda 2030. 2018. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 3 dez. 2019.

PADOVAN, M. P., *et al.* Serviços ambientais prestados por Sistemas Agroflorestais Biodiversos na recuperação de áreas degradadas e algumas possibilidades de compensações aos agricultores. Cadernos de Agroecologia. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL RECUPEÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS, 9., 2017, Curitiba. **Anais [...].** Curitiba: SOBRADE, 2017. p. 252-266. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165726/1/SINAD-P.-252.pdf. Acesso em: 12 jun. 2019.

PADOVAN, M. P. *et al*. Potencial de Sistemas Agroflorestais Biodiversos em processos de restauração ambiental. **Cadernos de Agroecologia**. v. 11, n. 2, p. 1-11, dez. 2016. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/20970. Acesso em: 12 jun. 2019.

PAERREGAARD, K.; ANDERSEN, A. O. Moving beyond the commons/commodity dichotomy: the socio-political complexity of Peru's water crisis. **Water Alternatives**, v. 12, n. 2, p. 459-469, 2019. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/volume-12/v12issue2/536-a12-2-19/file. Acesso em: 10 jul. 2019.

PAIVA, R. F. da P de S.; COELHO, R. C. O Programa produtor de água e floresta de Rio Claro/RJ enquanto ferramenta de gestão ambiental: o perfil e a percepção ambiental dos produtores inscritos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** Curitiba, v. 33, p. 51-62, abr. 2015. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/36702. Acesso em: 1 dez. 2019.

PAN, Y.; MARSHALL, S.; MALTBY, L. Prioritising ecosystem services in Chinese rural and urban communities. **Ecosystem Services**, v. 21, p. 1-5, out. 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041616301863. Acesso em: 8 jun. 2019.

PANEZ-PINTO, A.; FAÚNDEZ-VERGARA, R.; MANSILLA-QUIÑONES, C. Politización de la crisis hídrica en Chile: análisis del conflicto por el agua em la provincia de Petorca. **Água y Territorio/Water and landscape**, Jaén, n. 10, p. 131-148, jul./dez. 2017. Disponível em: https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3614/2962. Acesso em: 10 jun. 2019.

PARRON, L. M. *et al*. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015.

PATEIRO, M. *et al*. Extensive livestock farming against climate change in Spain. **ITEA**, v. 116, n. 5, p. 444-460, 2020. Disponível em: https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203597031. Acesso em: 10 jan. 2020.

PAVEZZI NETTO, M.; SILVA, R. S. da. Método expedito para análise da qualidade ambiental em zonas ripárias urbanas. **Urbenviron**. Brasília, v. 4, p. 61-67, 2012. Disponível em: http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/download/10605/9328. Acesso em: 19 jun. 2020.

PEREIRA, A. C. *et al*. Custo de oportunidade: conceitos e contabilização. **Caderno de Estudos**, São Paulo, n. 2, p. 1-24, abr. 1990. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-92511990000100002&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 17 jun. 2020.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2002.

PIZELLA D. G. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 635-645, set. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2015000300635&script=sci_arttext. Acesso em: 27 maio 2020.

POLOMČIĆ, D.; BAJIĆ, D.; ZARIĆ, J. Determining the groundwater balance and radius of influence using hydrodynamic modeling: case study of the groundwater source Šumice in Serbia. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**. v. 3, n. 3, p. 217-229, 2015. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/138155. Acesso em: 8 jun. 2019.

POST, R. *et al.* Rethinking the Water-Food-Climate Nexus and Conflict: An Opportunity Cost Approach. **Applied economic perspectives and policy**, v. 38, n. 4, p. 563-577, dez. 2016. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1093/aepp/ppw027. Acesso em: 1 maio 2020.

PRADO, A. del *et al*. Impacts and adaptations to climate change in ruminants. **ITEA**, v. 116, n. 5, p. 461-482, 2020. Disponível em: https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203597032. Acesso em: 10 jan. 2020.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. São Paulo, SP: Nobel, 1980.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Editora Feevale, 2013.

PUGLIESI, A. C. V. *et al*. Valoração econômica do efeito da erosão em sistemas de manejo do solo empregando o método custo de reposição. **Bragantia**, v. 70, p. 113-121, 2011. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/brag/a/6n4MgTZwNqNtb6mBwNp7Jpf/?format=html. Acesso em: 18 jul. 2021

RAO, K. C. *et al.* Resource recovery and reuse as an incentive for a more viable sanitation service chain. **Water Alternatives**, v. 10, n. 2, p. 493-512, 2017. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol10/v10issue2/367-a10-2-17/file. Acesso em: 12 jun. 2019.

RESENDE, S. R.; CARVALHO, M. G. Uso de espécies zoocóricas nativas na recuperação de áreas degradadas: a fauna como catalisadora no processo de recuperação. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64, 2013, Belo Horizonte. **Anais [...].** Belo Horizonte: Congresso Nacional de Botânica, 2013. Disponível em: https://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins20319-id3243.pdf. Acesso em: 2 jan. 2021.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 185-198, jan./abr. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142017000100185&script=sci_arttext. Acesso em: 1 maio 2020.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha 2019, em Mato Grosso do Sul**. Dourados, MS: EMBRAPA, 2019*. E-book* (8 p.). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191879/1/COT-249-2019-Alceu.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.

RICHETTI, A.; FERREIRA, L. E. A. da G.; GARCIA, R. A. **Rentabilidade da sucessão soja/milho em Maracaju, MS, na safra 2017/2018.** Dourados, MS: EMBRAPA. 2018. *E-book* (11 p.). Disponível em: https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/servicos-produtor/COT%20246_Maracaju.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.

RIVERA-MÁRQUEZ, J. *et al*. Factores condicionantes de La buena gestión Del servicio de água potable em doce comunidades del altiplano mexicano. **Agua y Territorio/Water and landscape**, n. 9, p. 105-116, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/34709369/ÁGUA_y_TERRITORIO_water_and_landscape_Determinants_of_the_Good_Management_of_the_Drinking_Water_Supply_in_Twelve_Communities_of_the_Mexican_Highlands. Acesso em: 18 jul. 2019.

RONCHI, C. P. **Interferferência e controle de plantas daninhas na cultura de café (Coffea arabica L.)**. 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11296. Acesso em: 18 jul. 2019.

SALEM, G. S. A. *et al*. Impact of temperature changes on groundwater levels and irrigation costs in a groundwater-dependent agricultural region in Northwest Bangladesh. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 1, p. 85-91, 2017. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/11/1/11_85/_article/-char/ja/. Acesso em: 10 jul. 2019.

SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C. **Agricultura e produção de água:** o enfoque hidro-agrícola. Brasília, DF: EMBRAPA**,** 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59944/1/Agricultura-producao.pdf. Acesso em: 15 ago. 2020.

SANTOS, O. V. dos *et al.* Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes* Kunth): implications for human health. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 33, p. 1-12. maio 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732020000100309&script=sci_arttext. Acesso em: 19 mar. 2020.

SANTOS, J. P.; MAIA, J. D. G.; CRUZ, I. **Viabilidade do uso de diferentes tipos de lonas plásticas para expurgo de milho em palha e sorgo**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1986. p. 73-78. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/474689/1/Viabilidadeuso.pdf. Acesso em: 5 ago. 2020.

SANTOS, G. C. dos; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição,** Araraquara**,** v. 15, n. 1, p. 73-86. 2004. Disponível em: http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/59/76. Acesso em: 9 ago. 2020.

SARNA-WOJCICKI, D. *et al*. Decentring Watersheds and Decolonising Watershed Governance: Towards an Ecocultural Politics of Scale in the Klamath Basin. **Water Alternatives,** v. 12, n. 1, p. 241-266, 2019. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/for-authors/488-a12-1-14/file. Acesso em: 15 jun. 2019.

SATOLANI, M. F.; CORRÊA, C. C.; FAGUNDES, M. B. B. Análise do ambiente institucional e organizacional da piscicultura no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness**. v. 6, n. 2, p. 215-234, 2008. Disponível em: https://ageconsearch.umn.edu/record/53875/. Acesso em: 14 jun. 2019.

SCHNEIDER, S.; FERRARI, D. L. Cadeias curtas, cooperação e produtos de qualidade na agricultura familiar–o processo de relocalização da produção agroalimentar em Santa Catarina. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. v. 17, n. 1, p. 56-71, 2015. Disponível em: http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/949. Acesso em: 1 jun. 2019.

SEMERTZIDIS, T.; SPATARU, C.; BLEISCHWITZ, R. Cross-sectional Integration of the Water-energy Nexus in Brazil. **Journal of Sustainable Development of Energy**, **Water and Environment Systems**, v. 6, n. 1, p. 114-128, 2018. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/194979. Acesso em: 1 jun. 2019.

SHIRAKI, K *et al.* Water budget and rainfall to runoff processes in a seasonal tropical watershed in northern Thailand. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 3, p. 149-154, 2017. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hrl/11/3/11_149/_article/-char/ja/. Acesso em: 11 jul. 2019.

SILVA, L. F. da. **A construção de um índice de sustentabilidade ambiental agrícola (ISA):** uma proposta metodológica. 2007. 214 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/285550. Acesso em: 28 abr. 2020.

SILVA, T. B. *et al.* Projeto produtores de água: uma nova estratégia de gestão dos recursos hídricos através do mecanismo de pagamento por serviços ambientais. **Olam**: Ciência & Tecnologia, Rio Claro, v. 8, n. 3, p. 48-67, jul./dez. 2008. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/ProdutorES_de_Agua.pdf. Acesso em: 23 jan. 2020.

SILVA, D. A. Agroecologia Como Possibilidade De (Re) Produção No Assentamento Rural Sul Bonito Em Itaquiraí-MS. **Cadernos de Agroecologia**. v. 9, n. 4, nov. 2014. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16416. Acesso em: 12 jun. 2019.

SIMÕES, J. W. **Problemática da produção de mudas em essências florestais**. Piracicaba: IPEF, 1987. *E-book* (20 p.). Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr13/cap01.pdf. Acesso em: 8 dez. 2019.

SMITH, A. **Riqueza das Nações**. v. 2. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1776/1983.

SOUZA, E. G. *et al.* Segurança hídrica do reservatório Castanhão-CE: aplicação da matriz de sistematização institucional. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 877-887. set./out. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017000500877&script=sci_arttext. Acesso em: 4 jun. 2019.

THAPA, B. *et al.* A multi-model approach for analyzing water balance dynamics in Kathmandu Valley, Nepal. **Journal of Hydrology**: Regional Studies. v. 9, p. 149-162. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581816303342. Acesso em: 8 jun. 2019.

TOLEDO, C. **O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piranga/MG**: os impasses e desafios na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. 2019. 234 f. Tese (Doutorado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/27532/1/texto%20completo.pdf. Acesso em: 12 jul. 2019

TORRALBA, M. *et al.* Do European agroforestry systems enhance biodiversity and eco system services? A meta-analysis. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 230, p. 150-161, ago. 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880916303097. Acesso em: 12 jul. 2019.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, RJ: SUPREN, 1977

UEMS. **Carta do I Seminário Estadual da Água é entregue ao Instituto de Meio Ambiente de MS.** UEMS, 2019. Disponível em: http://www.uems.br/assets/uploads/noticias/54db0bee989facb040736ae3b479a1b1/1_54db0bee989facb040736ae3b479a1b1_2019-06-12_15-32-07.pdf. Acesso em: 3 dez. 2019

UPRETY, M. *et al*. Improving water resources management using participatory monitoring in a remote mountainous region of Nepal. **Journal of Hydrology**: Regional Studies. v. 23, p. 1-13, jun. 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581818302635. Acesso em: 1 jun. 2019.

USP. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Biblioteca Virtual de Direitos Humanos. Rio de Janeiro, RJ: 1992. Disponível em: http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-água.html. Acesso em: 8 jun. 2019.

VELLANI, C. L.; FAVA, T. B.; ALBUQUERQUE, A. A. Custo de Oportunidade para projetar cenários no agronegócio. **Custos e Agronegócio on-line**, v. 6, n. 3. p. 133-155. set./dez. 2010. Disponível em: http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v6/caroco.pdf. Acesso em: 3 jun. 2020.

VERGARA, F. E.; SOUSA, R. A. M. de; ANDRADE, R. da S. Aplicação do método do custo de reposição (MCR) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas–TO. **Revista Monografias Ambientais**. Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 4063-4076, dez. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/15180. Acesso em: 12 set. 2019.

VIANA, S. M. *et al*. Valoração monetária: pesquisas em floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 76-88, 2012. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66606. Acesso em: 4 set. 2019.

VIEIRA, A. S. *et al.* Optimizing residential water heating system performance to minimise water-energy penalties. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems,** v. 4, n. 2, p. 161-172, 2016. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=236122. Acesso em: 10 jun. 2019.

VIGULU, V*. et al.* Grow thand yield of 5 years old teak and flueggea in single and mixed species forestry systems in the Solomon Islands. **New Forests**, v. 50, p. 629-642, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-018-9684-y. Acesso em: 12 jun. 2019.

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3016/1/texto%20completo.pdf. Acesso em: 2 jul. 2019

WORLD WATER COUNCIL. **Water crisis towards a way to improve the situation.** Marselha, França: World Water Council, 2017. Disponível em: https://www.worldwatercouncil.org/en/water-crisis. Acesso em: 2 dez. 2019.

WOLDIE, B. A.; TADESSE, S. A. Views and attitudes of local people towards community versus state Forest governance in Tehulederi District, South Wollo, Ethiopia. **Ecological Processes**. v. 8, n. 1, p. 1-20, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s13717-018-0157-1. Acesso em: 13 jul. 2019.

WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics,** v. 117, p. 234–243, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800914002961. Acesso em: 12 maio 2020.

YAVUZ, H. The manavgat project of Turkey: water, an economic good. **International Journal of Water Resources Development**, v. 13, n. 4, p. 561-566, 1997. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07900629749638. Acesso em: 7 ago. 2020.

YOUNG, C. E. F. *et al*. Implementing payments for ecosystem services in Brazil: lessons from the Oasis Project. *In:* XII BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS, 11., 2012, Rio de Janeiro. **Anais** […]. Rio de Janeiro, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015.

ZIEGLER, R. Viewpoint− Water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. **Water Alternatives**, v. 12, n. 2, p. 774-787, 2019. Disponível em: http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol12/v12issue2/494-a12-2-1/file. Acesso em: 10 jun. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário referencial

Questionário referencial para análise dos dados

(enviado aos produtores do sítio, via e-mail)

Bloco 1: Questões introdutórias

1. Quais as espécies vegetais que foram implantadas em cada ano (arbóreas, arbustivas e agrícolas)?

Comentários: _____

1.1. Qual foi o critério para escolha dessas áreas[26] e na opção pelos cultivos?

Comentários: _____

1.2. Em que ano foram iniciadas as implantações de espécies arbóreas e arbustivas em cada área na propriedade?

Comentários: _____

2. Possuem criação de animais na propriedade? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

2.1. Se sim! Quais?

Comentários: _____

2.2. Qual a área utilizada em hectares?

Comentários: _____

2.3. Qual o ano de início dessa atividade?

Comentários: _____

2.4. Quais valores estimados, em relação ao investimento total na criação?

Comentários: _____

[26] Observação: deem os nomes que acharem mais apropriados para cada área.

2.5. Qual o custo de produção anual ou por ciclo de criação, bem como a receita bruta com a venda e receita líquida?
Comentários: _____

3. Fazem alguma retirada de madeira na propriedade, oriunda de cultivos?
SIM ☐ NÃO ☐
3.1. Se sim! Em quais anos e em que quantidade?
Comentários: _____

3.2. Como é feita a logística dessa retirada (transporte e comercialização – quantidade)?
Comentários: _____

3.3. Parte dessa produção é de uso na propriedade – quantidade?
Comentários: _____

4. Ainda sobre a produção da propriedade....
4.1. Quais são os produtos colhidos em cada área, por ano, e suas quantidades estimadas?
Comentários: _____

4.2. Como são feitas as operações de colheitas, higienização e beneficiamento dessas produções (quanto tempo gasto em dia/homem por área e em cada ano)?
Comentários: _____

4.3. Quais desses produtos são processados na propriedade e qual o tempo gasto em dia/homem por área e em cada ano nesse processamento?
Comentários: _____

4.4. Do total desses produtos, qual percentual sai para comercialização oriundo de cada área?
Comentários: _____

5. Sobre a logística de transporte e comercialização, como ela é feita e com qual frequência?
Comentários: _____

5.1. A propriedade está muito distante dos canais de escoamento?
Comentários: _____

5.2. Quais seriam, em valores anuais estimados por espécie produzida ou pelo total, dos custos de produção, receita bruta com a venda e receita líquida das produções comercializadas, oriundas das áreas de SAFs?
Comentários: _____

Bloco 2: Questões sobre o custo de reposição dos macronutrientes N, P, K, Mg, CA – fertilizantes químicos e/ou orgânicos –, somados ao custo com o terraceamento do solo, locação de máquinas no trato do solo e a mão de obra/dia dessa etapa.

6. Comentar em um breve histórico, como foi feito o preparo das áreas antes da implantação de cada uma delas, conforme a seguir:
6.1. Quais os maquinários e equipamentos utilizados? Foram alugados ou adquiridos?
Comentários: _____

6.2. Quais os gastos em hora/máquina por ano e em cada área?
Comentários: _____

7. Utilizou corretivos no solo, como calcário e gesso? **SIM** ☐ **NÂO** ☐
7.1. Se sim! Em quais quantidades em cada área de cultivo por ano?
Comentários: _____

7.2. Qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área nessas correções?
Comentários: _____

8. Foram utilizados fertilizantes nas diferentes áreas implantadas?

SIM ☐ NÃO ☐

8.1. Se sim! Qual a quantidade por ano em cada área de cultivo?

Comentários: _____

8.2. Quais fertilizantes foram adquiridos?

Comentários: _____

8.3. Quais fertilizantes foram preparados na propriedade?

Comentários: _____

8.4. Qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área nessas aplicações?

Comentários: _____

9. Quanto ao controle de plantas espontâneas, foram realizadas capinas, roçadas ou outra prática?

Comentários: _____

9.1. Que quantidades utilizadas por ano e em cada área?

Comentários: _____

9.2. Qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área nessas práticas?

Comentários: _____

10. Aplicou ou aplica defensivos naturais para o controle de formigas, pragas e doenças nos cultivos? **SIM ☐ NÃO ☐**

10.1. Se sim! Quais? E as quantidades utilizadas por ano e em cada área?

Comentários: _____

10.2. Qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área nessas aplicações?

Comentários: _____

***Bloco 3: Questões sobre o custo com sementes e mudas de arbóreas, arbustivas, somados a sua adubação químicos e/ou orgânicos, a locação de máquinas de plantio e a mão de obra/dia na etapa*.**

11. Como foram feitas as marcações e preparações dos berços (covas) para o plantio de árvores, arbustos e outros cultivos?

11.1. Se o processo foi mecanizado, qual o gasto em hora/máquina por ano e em cada área?

Comentários: _____

11.2. Se o processo foi manual, qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área?

Comentários: _____

12. São realizadas podas de manutenção nas áreas com árvores e arbustos?

SIM ☐ NÃO ☐

12.1. Se sim! Quantas vezes ao ano?

Comentários: _____

12.2. Se o processo foi mecanizado, qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área? E quais equipamentos são utilizados?

Comentários: _____

12.3. Se o processo foi manual, qual o gasto em dias/homem por ano e em cada área?

Comentários: _____

13. As mudas e sementes foram compradas? **SIM ☐ NÃO ☐**

13.1. Se sim! Qual a logística de transporte (de onde vieram), as quantidades e quais os custos dessas aquisições por ano e em cada área?

Comentários: _____

13.2. Se não! Quais as mudas e sementes, bem como quantidades produzidas na propriedade e qual o custo estimado na produção dessas por ano e em cada área?
Comentários: _____

14. A propriedade faz uso da irrigação? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

14.1. Se sim! Qual(is) a(s) área(s) irrigada(s)?
Comentários: _____

14.2. Qual o tipo de irrigação?
Comentários: _____

14.3. Quais os custos estimados com esse investimento?
Comentários: _____

14.4. Quais áreas ou cultivos demandaram mais irrigação?
Comentários: _____

14.5. Pode fazer um histórico ao longo do tempo, o que representa em termos de gastos, se possível, fazer uma estimativa de gasto anual?
Comentários: _____

Bloco 4: Questões sobre a caracterização do ecossistema, dos serviços ecossistêmicos e definição dos problemas ambientais.

15. Quais os principais problemas ambientais encontrados quando adquiriram a propriedade, e quais as suas causas?
Comentários: _____

16. Quais atividades estavam degradando ou minimizando o provimento destes serviços ambientais quando adquiriram a propriedade?
Comentários: _____

Bloco 5: Questões sobre a caracterização dos atores (compradores e provedores de serviços ambientais) e do contexto socioeconômico.

17. Como ofertantes de serviços ecossistêmicos à sociedade:

17.1. Quais são seus interesses na prestação desses serviços?

Comentários: _____

17.2. Quais suas necessidades para a continuidade dessa prestação de serviços?

Comentários: _____

18. São conscientes das relações entre o manejo da terra e o fluxo de serviços ambientais e serviços ecossistêmicos? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

18.1. Se sim! Como essa conscientização surgiu?

Comentários: _____

19. Na opinião de vocês, quais as formas de manejo da terra que geram ou afetam o fluxo desses serviços ambientais e serviços ecossistêmicos?

Comentários: _____

APÊNDICE B – Entrevista ao produtor

Entrevista ao produtor

(realizada após apresentação dos conceitos)

BLOCO 1: Caracterização do Agro ecossistema, dos serviços ecossistêmicos produzidos e questões afins:

1. Nas áreas da propriedade são produzidos serviços ecossistêmicos? Se sim.... comente abaixo quais serviços ecossistêmicos existem na sua propriedade[27]?

1.1. Aumento da diversidade vegetal? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.2. Fortalecimento da Produção de Água? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.3. Melhoria biológica do solo? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.4. Melhoria física do solo? (compactação, descompactação, estrutura, infiltração da água)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.5. Melhoria química do solo (fertilidade)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

[27] Optar por níveis utilizando-se uma escala, sendo: 0 (não alterou nada) a 10 (grande aumento, excelente ocorrência do serviço), considerando que é um agro ecossistema e fazer comentários sobre cada serviço ambiental que vem ocorrendo ao longo do tempo (como era e como está).

1.6. Aumento de polinizadores e do processo de polinização? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.7. Aumento da presença de inimigos naturais e melhoria do equilíbrio biológico? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.8. Retorno da fauna silvestre à propriedade, sua proteção e disponibilidade de alimentos? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.9. Sequestro de carbono da atmosfera e estocagem na biomassa das plantas e no solo? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.10. Alteração e aumento da beleza cênica? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.11. Alteração do microclima local (ocorrência de ventos sem barreiras, manutenção das temperaturas menos oscilantes ao longo do dia)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

1.12. Produção diversificada de alimentos para a família, colaboradores e comercialização? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

Quais: _____

Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

Outros serviços ecossistêmicos que considerarem pertinentes? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
Quais: _____
Escala de 0 a 10_____ Comentários: _____

Observação: Podem citar e comentar sobre quantos outros serviços ecossistêmicos desejarem.