

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

**FAÇULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MONALISA VERGINIA FELICIO FERREIRA

**ANÁLISE DOS RECURSOS AMBIENTAIS NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI NO NOROESTE PAULISTA,
SOB O ENFOQUE DA EXTENSÃO RURAL**

Ilha Solteira
2021

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL EM
GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA**

MONALISA VERGINIA FELICIO FERREIRA

**ANÁLISE DOS RECURSOS AMBIENTAIS NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI NO NOROESTE PAULISTA,
SOB O ENFOQUE DA EXTENSÃO RURAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua.

Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino
Hernandez
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F383a Ferreira, Monalisa Verginia Felicio.
Análise dos recursos ambientais na microbacia hidrográfica do Córrego do Boi no Noroeste Paulista, sob o enfoque da extensão rural / Monalisa Verginia Felicio Ferreira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
116 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos, 2021

Orientador: Fernando Braz Tangerino Hernandez
Inclui bibliografia

1. Conservação de solo. 2. Manejo da irrigação. 3. Saneamento básico rural.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DOS RECURSOS AMBIENTAIS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÔRREGO DO BOI NO NOROESTE PAULISTA, SOB O ENFOQUE DA EXTENSÃO RURAL.

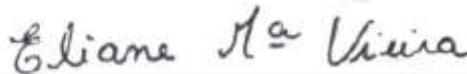
AUTOR: MONALISA VERGINIA FELICIO FERREIRA

ORIENTADOR: FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ (Participação Virtual)
Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP



Prof.ª Dr.ª ELIANE MARIA VIEIRA (Participação Virtual)
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas / UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira



Prof. Dr. JÚLIO CÉSAR THOALDO ROMEIRO (Participação Virtual)
Diretoria Técnica / CDRS - Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável

Ilha Solteira, 11 de junho de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MONALISA VERGINIA FELICIO FERREIRA, é Engenheira Agrônoma formada pela Faculdade de Engenharia - UNESP - *Campus* de Ilha Solteira, em dezembro de 2005. Iniciou sua carreira como extensionista rural em março de 2006 na Prefeitura Municipal de Guarani d'Oeste. De abril de 2012 até o presente momento atua na Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, lotada na Casa da Agricultura de Aparecida d'Oeste, um dos municípios onde se localiza a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, local de realização do presente trabalho. Desde o ano de 2019 é representante do Escritório de Desenvolvimento Rural de Jales no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, em que também compõe câmaras técnicas e grupos de trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, a minha mãe amada, Elizabete, a mulher mais forte que conheço, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que superássemos todas as dificuldades em nosso caminho, para juntas chegarmos a este momento.

AGRADECIMENTOS

No decorrer deste trabalho muito aconteceu, muito se aprendeu, muito se ensinou e muito se superou. E várias pessoas estiveram presentes e contribuíram para que fosse realizado.

Agradeço meu namorado Mauro, pela ajuda, apoio, incentivo e compreensão durante esta caminhada.

A todos os professores, que foram tão importantes na minha vida acadêmica, em especial ao coordenador do programa, Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira pelo apoio em nosso crescimento ao Prof. Dr. Cesar Gustavo da Rocha Lima por suas contribuições ao trabalho e meu orientador, Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez, pelos ensinamentos no desenvolvimento deste trabalho.

Meus agradecimentos aos amigos do ProfÁgua, com quem dividi toda esta jornada.

Em especial agradeço aos amigos Heidson e Carlos que me auxiliaram nas etapas do trabalho que necessitavam de geoprocessamento, sempre muito prestativos.

Agradeço a todos os meus amigos de trabalho, em especial ao Antoniane, que mesmo sem nos conhecermos pessoalmente foi muito prestativo, prontamente me ajudando, assim como Gilberto, Nedson, Alessandro e Neli pela ajuda em diversos momentos.

Ao técnico do Departamento Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Diego Gonçalves Feitosa, por ter enfrentado comigo alguns sufocos nos trabalhos de campo.

As funcionárias e estagiárias da secretaria do ProfÁgua, pela paciência e apoio nas questões administrativa.

A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, por me permitir a realização deste mestrado.

Aos produtores rurais da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, por seus ensinamentos durante todos estes anos de trabalho e pela receptividade e apoio durante a realização deste trabalho.

Reitero o apoio técnico científico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e

Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram e fazem parte dessa história. A todos, o meu carinho e muito obrigada!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória nem derrota”. Theodore Roosevelt.

RESUMO

A gestão dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas onde se predominam atividades agropecuárias, principalmente aquelas com base na agricultura familiar, é um desafio a ser enfrentado, e a principal ferramenta para que resultados positivos sejam alcançados é a Assistência Técnica e Extensão Rural. O presente trabalho avalia a situação dos recursos hídricos na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, localizada na região Noroeste Paulista, após a execução do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas e investimentos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos no local. Para tanto foram realizados mapas da distribuição espacial das feições erosivas existentes na área para os anos de 2001, anterior a realização destas ações e para o anos de 2020 e posteriormente um comparativo da situação encontrada, também foram realizadas entrevistas com os agricultores irrigantes existentes na área de estudo para determinar nível de manejo da irrigação adotado por estes usuários de recursos hídricos. Com relação a situação do saneamento básico rural foi feito um levantamentos com base em dados de órgãos estaduais. Os resultados do trabalho apontam para alguns benefícios obtidos com a realização de ambos as políticas públicas no local, no entanto a área ainda sofre com muitos problemas na gestão dos recursos hídricos. Para mitigar essa situação, são propostas recomendações técnicas tanto para os usuários, mas principalmente para as entidades públicas e da sociedade civil organizada, focadas no planejamento participativo, com o intuito de capacitar, mas principalmente conscientizar, a população rural da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, com relação a utilização e conservação da água.

Palavras-chave: conservação de solo; manejo da irrigação; saneamento básico rural.

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RESOURCES IN WATERSHEDS OF THE CÓRREGO DO BOI IN NORTHWEST PAULISTA, UNDER THE FOCUS OF RURAL EXTENSION

Management of water resources in watersheds where predominates familiar agriculture is a challenge to be faced and the main tool for achieving the positive results is the Technical Assistance and Rural Extension. This paper evaluates the situation of the water resources of Córrego do Boi basin, located at the Northwest of State of São Paulo after the execution of the State Program of Micro-basins of São Paulo (PEMH – in Portuguese '*Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas*') and investments of the State Water Resources Fund of São Paulo (FEHIDRO). Maps of the spatial distribution of erosive features were made for the years 2001 (before the implementation of the Program's actions) and 2020. Subsequently, the comparison of agricultural activities was carried out, mainly those based on the familiar agriculture. In addition, interviews were conducted with irrigating farmers existing in the study area to determine the level of adopted irrigation management by these users. Regarding the situation of rural sanitation, a survey was carried out based on data from state agencies. Some positive results indicated that benefits due to the implementation of public policies, although the area still presents several problems related to water management. In order to mitigate this situation, technical recommendations are proposed both for rural users, but mainly for public entities and organized civil society. The proposed actions were focused on participatory planning, for training and sustainable education, providing awareness of the rural population of the Córrego do Boi watershed for better use and conservation of water.

Keywords: soil conservation; irrigation management; rural basic sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Bacia hidrográfica.....	25
Figura 2	- Ciclo Hidrológico.....	27
Figura 3	- Áreas Prioritárias do PEMBH.....	41
Figura 4	- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	45
Figura 5	- Mapa de localização da área de estudo: municípios de Aparecida d'Oeste-SP/Marinópolis-SP.....	48
Figura 6	- Mapa de Localização da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi - Aparecida d'Oeste-SP/Marinópolis-SP.....	49
Figura 7	- Mapa pedológico da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi	50
Figura 8	- Dados pluviométricos do município de Marinópolis.....	52
Figura 9	- Formação de espuma no Córrego do Boi.....	53
Figura 10	- Voçoroca existente na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	54
Figura 11	- Área de Preservação Permanente sem cobertura vegetal adequada.....	55
Figura 12	- Mapa da Distribuição Espacial das Feições Erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi nos Anos de 2001 e 2020.....	68
Figura 13	- Gráfico comparativo da evolução das feições erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	70
Figura 14	- Mapa de Localização dos Produtores Rurais Irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	71
Figura 15	- Gráfico área irrigada por cultura na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	73
Figura 16	- Gráfico área irrigada por cultura na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	74
Figura 17	- Gráfico dos irrigantes com outorga de Direito do uso da água na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	75
Figura 18	- Gráfico da área irrigada na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi de acordo com o sistema de irrigação	76
Figura 19	- Clorador de água modelo EMBRAPA.....	108
Figura 20	- Esquema de montagem do clorador de água modelo EMBRAPA.....	109
Figura 21	- Esquema fossa séptica biodigestor modelo EMBRAPA.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Legenda dos solos da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	51
Tabela 2	- Recursos Investidos Pelo PEMH na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	62
Tabela 3	- Recursos investidos pelo FEHIDRO na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	64
Tabela 4	- Estratificação fundiária da agricultura irrigada na Microbacia do Córrego do Boi.....	72
Tabela 5	- Caracterização dos irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	78
Tabela 6	- Nível de tecnologia adotado pelos irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	80
Tabela 7	- Manejo da irrigação na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Grupos de resistência a erosão para determinação do tipo de terraço.....	102
--	-----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BIRD	Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento
CAD	Capacidade de Água Disponível
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CBH - SJD	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados
CDRS	Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET _c	Evapotranspiração da Cultura
ET _o	Evapotranspiração de Referência
EUPS	Equação Universal de Persa de Solo
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IAFP	Integração Agricultura Floresta Pecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
K _c	Coeficiente da Cultura
LUPA	Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária
NTU	Unidade de Turbidez Nefelométrica
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDP	Plantio Direto na Palha
PEMBH	Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNATER	Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural
SIGRH	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
SMA	Secretaria de Meio Ambiente
TD	Terraço de Drenagem
TI	Terraço de Infiltração
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UPA	Unidade de Produção Agropecuária
USLE	Universal Soil Loss Equation
VBI	Velocidade Básica de Infiltração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS	23
2.1	OBJETIVO GERAL.....	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3	REVISÃO DE LITERATURA	24
3.1	BACIA HIDROGRÁFICA.....	24
3.2	CICLO HIDROLÓGICO.....	25
3.3	GESTÃO E GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	27
3.4	LEGISLAÇÃO PAULISTA DE USO, CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO SOLO AGRÍCOLA.....	28
3.5	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	30
3.5.1	Infiltração	31
3.5.2	Interação entre águas superficiais e águas subterrâneas	32
3.5.2.1	Nascentes	32
3.5.2.2	Interação rio-aquífero	33
3.5.2.3	Interação área úmida-aquífero	33
3.5.2.4	Interação lago-aquífero	31
3.6	EROSÃO.....	33
3.7	ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL E A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	37
3.8	PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	38
3.9	FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (FEHIDRO).....	41
3.10	USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO.....	42
3.11	SANEAMENTO BÁSICO RURAL.....	43
3.12	AGENDA 2030 E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	45

4	ÁREA DE ESTUDO E BASE DE DADOS.....	47
4.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	47
4.2	PEDOLOGIA.....	49
4.3	CLIMA.....	52
4.4	DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	53
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	56
5.1	PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO BOI.....	56
5.2	FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	56
5.3	MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FEIÇÕES EROSIVAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	57
5.4	CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI	57
5.5	SANEAMENTO BÁSICO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	58
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
6.1	PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO BOI.....	59
6.2	FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	63
6.3	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FEIÇÕES EROSIVAS.....	67
6.4	CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	70
6.5	SANEAMENTO BÁSICO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI.....	81
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A - Recomendações Técnicas.....	95
APÊNDICE B - Questionário de caracterização da agricultura irrigada na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.....	112

1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância indispensável para a existência da vida em nosso planeta, assim como para o desenvolvimento econômico e social da humanidade, tendo as civilizações mais desenvolvidas, desde a antiguidade, relação direta com o uso dos recursos hídricos.

Apesar de toda sua importância, a água foi e ainda é, assim como outros recursos naturais, usada de forma indiscriminada e para Lollo *et al.* (2019) as intervenções não adequadas da cobertura do solo natural, em conjunto com a falta de medidas de conservação e proteção dos recursos naturais, vem desencadeando diversos problemas de degradação ambiental, corroborando com Tundisi e Tundisi (2011), que afirmam que as atividades antrópicas executadas na exploração dos recursos hídricos visando o crescimento econômico, industrial, agrícola e a crescente demanda urbana gerada pelo aumento populacional, foram se tornando ao longo do tempo cada vez mais complexas e os impactos gerados às bacias hidrográficas irão variar de acordo com os usos e ocupações nelas explorados.

O conceito de bacia hidrográfica tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e os fluxos de sedimentos e nutrientes, de acordo com Schiavetti e Camargo (2002). A ANA (2006) elaborou metodologia para definir otobacias e sua classificação quanto à criticidade e comprometimento para usos múltiplos, enquanto que o Estado de São Paulo definiu em escala maior, as UGRHs- Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos cujos limites estão definidos no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo -SIGRH (SIMA, 2020).

A importância da agropecuária para a humanidade é indiscutível, uma vez que gera alimentos, fibras, combustíveis, entre outros produtos indispensáveis para o seu desenvolvimento econômico e social. No entanto esta mesma agricultura quando praticada de modo a não adotar as práticas conservacionistas preconizadas, pode acarretar danos, muitas vezes irreversíveis, ao meio ambiente, em especial aos recursos hídricos.

A agricultura brasileira, diferentemente do que muitos imaginam, é constituída por 76,8% de estabelecimentos caracterizados como de agricultura familiar (IBGE, 2017), tendo estes como principal fonte de informação técnica, as entidades de assistência técnica e extensão rural. Desta forma as políticas públicas de extensão rural, que objetivam o desenvolvimento social e econômico, de forma sustentável, podem resultar em ganhos ambientais, em especial a qualidade e disponibilidade hídrica, para toda a sociedade.

Com a difusão do conhecimento de que a água é um recurso natural indispensável, foram criadas legislações e políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos, que visam reverter o quadro de degradação observado atualmente. A garantia para assegurar o controle quantitativo e qualitativo destes recursos perpassa a necessidade de se alterar a política de governança para encarar o desafio de forma multifacetada, interdisciplinar e sistêmica, para que a gestão ocorra de forma integrada e indissociável. A complexidade e as especificidades do tema requerem a modernização e dinamização dos sistemas de gestão, para garantir o controle, a produção e a proteção para o uso sustentável dos recursos hídricos, é dessa maneira que a Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável - CATI (2016) apresenta o Projeto Água Viva, mais uma das ações do Governo do Estado de São Paulo iniciada pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH) para a preservação e recuperação dos recursos hídricos, que Clemente e Oliveira (2015) relatam ter se baseado em experiências bem sucedidas da mesma natureza ocorridas nos estados do sul do Brasil e afirmam que o êxito dessas políticas nestes estados, bem como o preocupante quadro de degradação ambiental observado no Estado de São Paulo foi decisivo para a implantação de um programa com as mesmas características, contando com recursos financeiros do Governo do Estado e do Banco Mundial.

Outra importante fonte de recursos financeiros destinados a conservação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo é o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO). No ano de 1989 é promulgada a Constituição do Estado de São Paulo, que determina a criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH). Com base nessas diretrizes, dois anos depois é publicada a Lei n.º 7.663/91 que estabelece as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH). O FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos, criado por referida

Lei n.º 7.663/91, regulamentada pelo Decreto n.º 48.896/2004, corresponde à instância econômico-financeira do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o SIGRH (SIMA, 2020).

A Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, localizada na região Noroeste do Estado de São Paulo, tem predominante ocorrência de solos com alta erodibilidade. Além disso, esta área é ocupada em sua maior porção por pastagens degradadas, que relacionadas com as características pedológicas e de relevo, geram área de alta e muito alta suscetibilidade a erosão, condições que contribuíram para que esta área fosse beneficiada com investimentos, tanto do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH), como do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

Cuidar dos recursos hídricos, dentro do conceito de segurança hídrica exigem elevados investimentos, para que os países possam alcançar os Objetivos do Desenvolvimento com relação a água, são necessários investimentos da ordem de US\$ 650 bilhões por ano até 2030, além da participação de diversos setores da sociedade, afirma Braga (2018) e sendo assim, observa-se a necessidade da avaliação dos ganhos ambientais promovidos pela aplicação dos recursos públicos na Microbacia do Córrego do Boi, comparando a situação de degradação do solos nos anos de 2001 com a de 2020, uma vez que se trata do principal foco de investimento das políticas públicas de conservação ambiental no local.

A agricultura irrigada, que tem participação importante na agricultura desta região, é outro fator que deve ser analisado para entender a situação dos recursos hídricos desta microbacia hidrográfica, assim como para que a gestão das águas seja realizada de forma a englobar todos os usos, uma vez que a atuação destes produtores pode prejudicar a qualidade e disponibilidade hídrica da região, como serem afetados pela degradação ocasionada pelo uso, ocupação e manejo inadequados.

O saneamento básico na zona rural brasileira ainda encontra-se muito longe de atingir a universalização desejada para se proporcionar vida digna e desenvolvimento sustentável a estas populações. Segundo dados da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2019), apenas 20,6% da população rural do Brasil possui atendimento adequado em relação ao tratamento de esgoto em suas residências, tendo 54,1% com atendimento precário e 25,3% sem nenhum tipo de atendimento e a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi não foge a esta regra.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi verificar através da análise das feições erosivas, caracterização da agricultura irrigada, assim como a situação do saneamento básico rural, se os recursos públicos investidos na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, através do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e dos trabalhos de assistência técnica e extensão rural, resultaram em ganhos ambientais e alteração na condição dos recursos hídricos do local estudado e produzir a recomendação técnica necessária de acordo com os resultados obtidos.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realização do mapeamento das feições erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, comparando os resultados obtidos para os anos de 2001 e 2020;
- Caracterizar a agricultura irrigada da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi;
- Analisar a situação do saneamento básico na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi;
- Avaliação dos impactos gerados pelos recursos aplicados pelo do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH), e pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos, em relação aos problemas de erosão ali observados;
- Apresentação para os órgãos que trabalhem com assuntos correlatos aos recursos hídricos (Comitê de Bacia, Prefeituras Municipais e Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento) de uma recomendação técnica para conservação e recuperação dos recursos hídricos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica é estabelecida como unidade territorial de gerenciamento pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), implementada pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997).

De acordo com Tucci (1997), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (Figura 1).

Deve-se analisar que todas as atividades antrópicas são realizadas em determinada bacia hidrográfica, e estas atividades resultam em danos ou melhorias na qualidade do sistema aquático presente. Através de eventos climáticos a bacia hidrográfica recebe matéria e energia e perde através do deflúvio, portanto trata-se de um sistema geomorfológico aberto (LIMA; ZAKIA, 2000a). A bacia hidrográfica não deve ser considerada apenas como um curso d'água ou trecho de vegetação, devendo ser entendida como unidade mínima quando se trata de ações humanas (ODUM, 1988).

No entanto para Goldenfum (2016), por não haver um limite de tamanho para a caracterização do conceito de microbacia, tão pouco um valor único para todas as situações, este conceito torna-se um tanto vago e subjetivo. A definição de microbacia para Lima e Zakia (2000b), é aquela cuja área de drenagem é tão pequena que a sensibilidade à chuva de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. Em outras palavras, isso significa que essas pequenas bacias convertem a precipitação em vazões nos córregos, com grande variação no volume, tendo o uso e ocupação do solo grande influência no deflúvio da microbacia já quando se analisa bacias maiores o deflúvio é mais lento.

Figura 1- Bacia hidrográfica



Fonte: Centro de Ensino GUROO (2018).

Como parte integrante deste sistema bacia hidrográfica, estão as áreas de vegetação nativa, aglomerações urbanas, áreas industriais, e de produção agropecuária, sendo estas extremamente dependentes dos recursos hídricos.

3.2 CICLO HIDROLÓGICO

De acordo com Tundisi (2003), a principal característica das águas superficiais e das águas subterrâneas são a sua instabilidade e sua mobilidade.

O estudo dos recursos hídricos implica indiscutivelmente no conhecimento do ciclo hidrológico, seus componentes e as relações entre eles (SILVEIRA, 1997).

Do ponto de vista quantitativo, o ciclo hidrológico pode ser descrito pela aplicação do Princípio de Conservação de Massa, na forma de um Balanço Hídrico. A conservação de massa, para um certo volume de controle, significa que a taxa de variação de massa armazenada seja igual à diferença entre as taxas de entrada e de saída (MENDONÇA, 2016).

O ciclo hidrológico é um processo global (Figura 2), um modelo conceitual, que descreve o armazenamento e a movimentação da água, em um sistema fechado, no Planeta Terra. Este fenômeno pode ser descrito de acordo com nove processos físicos que formam o movimento contínuo da água, sendo eles impulsionados pela energia solar: evaporação, condensação, precipitação, interceptação, infiltração, percolação, transpiração, escoamento e armazenamento.

Caminhos complexos incluem a passagem da água presente na atmosfera em forma de vapor através de corpos d'água sobre a superfície terrestre, tais como os oceanos, geleiras e lagos e, ao mesmo tempo (ou mais lentamente), para o solo e camadas subterrâneas, sendo que mais tarde esta água é devolvida para a atmosfera. Uma característica fundamental do ciclo hidrológico é que ele não tem começo nem um fim, e o ponto de partida para o seu estudo pode ser qualquer uma de suas componentes.

Portanto, o escoamento em rios, lagos, e outros corpos d'água é o resultado da soma das parcelas de escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo. Modificações em qualquer uma dessas parcelas, através de atividades antrópicas, alterarão profundamente os corpos d'água, podendo levar a escassez de água em toda uma região.

Figura 2 - Ciclo Hidrológico



Fonte: USGS (2020).

3.3 GESTÃO E GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS

No Brasil a Lei 9.433/97 institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que consiste no conjunto de órgãos e colegiados que concebe e implementa a Política Nacional das Águas. A principal função do SINGREH é fazer a gestão dos usos da água de forma democrática e participativa. Além disso, o Sistema tem como principais objetivos: coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos, planejar, regular e controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d'água e promover a cobrança pelo uso da água, (BRASIL, 1997).

De acordo com Pinto-Coelho e Havens (2016), a governança das águas é definida como sendo um sistema político, social, econômico e administrativo montado para diretamente ou indiretamente influenciar os usos, o desenvolvimento e a gestão integrada de recursos hídricos, bem como garantir oferta de serviços e produtos diretamente ligados aos recursos para a sociedade.

O poder público, sociedade civil e usuários estão inseridos por força de lei no SINGREH, cabendo a estes a implementação participativa da Gestão dos Recursos Hídricos e a realização adequada da governança necessária. No entanto quando analisado com maior rigor, observa-se a pouca participação (por desconhecimento de seus direitos), da sociedade civil e usuários neste processo.

3.4 LEGISLAÇÃO PAULISTA DE USO, CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO SOLO AGRÍCOLA

Em função da importância do uso, conservação e preservação dos solos agrícolas, em 04 de julho de 1988 o Estado de São Paulo promulgou a lei no 6.171 (SÃO PAULO,1988), alterada pelas Lei no 8.421 de 23 de novembro de 1993 (SÃO PAULO,1993) e Lei no 11.970 de 30 de junho de 2005 (SÃO PAULO,2005), que determina as normas para utilização deste recurso natural.

De acordo com estas regras o solo agrícola trata-se de um patrimônio da humanidade, e por consequência, cabe aos responsáveis pelo seu uso a obrigatoriedade de conservá-lo.

Sua utilização e manejo devem ser executados mediante planejamento embasado na capacidade de uso das terras de acordo com as técnicas agronômicas conservacionistas correspondentes, ficando a Secretaria da Agricultura e Abastecimento encarregada de determinar a capacidade de uso dos solos e definir a tecnologia ajustada a controlar a erosão e outras formas de depauperamento do solo agrícola, de modo a mantê-lo permanentemente produtivo.

As medidas executadas tem seu planejamento realizado a nível de municípios e estado, devendo, no entanto, estar de acordo com o que determina a legislação federal. A participação federal é permitida, em função da grandeza, desenvolvimento e execução desses trabalhos em áreas que se subordinam a esses poderes.

A legislação determina que para a utilização do solo o agricultor ou pecuarista fica obrigado a zelar pelo aproveitamento adequado e pela conservação das águas em todas as suas formas; controlar a erosão do solo, em todas as suas formas; evitar processos de desertificação; evitar assoreamento de cursos d'água e bacias de acumulação; zelar pelas dunas, taludes e escarpas naturais ou artificiais; evitar a prática de queimadas, tolerando-as, somente, quando amparadas por norma regulamentar; evitar o desmatamento das áreas impróprias para exploração agro-

silvo-pastoril e promover a possível vegetação permanente nessas áreas, quando desmatadas; recuperar, manter e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo agrícola; adequar a locação, construção e manutenção de barragens, estradas, carreadores, caminhos, canais de irrigação e prados escoadouros aos princípios conservacionistas.

Esta mesma legislação normatiza as obrigações do Estado de São Paulo no que diz respeito a conservação dos solos. Sendo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento a encarregada de fazer cumprir tais leis, compete a esta, ditar a política do uso racional do solo e da água para fins agrícolas; disciplinar a ocupação e uso do solo agrícola em regiões degradadas ou em áreas de programas especiais, assim definidas de acordo com a classificação de capacidade de uso das terras, respeitada a vocação para as espécie a serem produzidas; adotar e difundir métodos tecnológicos que visem ao melhor aproveitamento do solo agrícola e ao aumento da produtividade; exigir o cumprimento de planos mínimos e simples, técnicos e exequíveis, de conservação do solo e da água, para todas as propriedades situadas em regiões degradadas ou em áreas de programas especiais, assim definidas em atos do Secretário de Agricultura e Abastecimento; avaliar permanentemente a eficiência agrônômica de máquinas, de implementos e de tecnologias de manejo e conservação do solo agrícola, recomendando pesquisas e modificações necessárias para sua atualização tecnológica; atuar em harmonia com o Governo Federal e os Municipais nas ações pertinentes à permanente conservação do solo e da água; preconizar, em conjunto com os poderes públicos municipais, em função das peculiaridades locais, o emprego de normas conservacionistas específicas que atendam a condições excepcionais de manejo do solo agrícola e da água, incluindo-se neste caso os problemas relacionados com a erosão em áreas urbanas e suburbanas; fiscalizar e fazer cumprir as disposições da presente lei.

sujeitando-se os infratores às penalidades a seguir enunciadas, independentemente daquelas já previstas em legislação específica: publicação no Diário Oficial do Estado dos nomes dos proprietários e de suas respectivas propriedades que desrespeitaram as presentes normas; autorização para que o Estado realize os serviços mínimos indispensáveis à conservação do solo, debitando-se do proprietário os custos dos serviços executados; expropriação pelo Estado de parte ou de toda a propriedade para fins de benefício público.

Estas penalidades incidirão sobre os responsáveis sejam eles, arrendatários, parceiros, posseiros, gerentes, técnicos responsável, administradores, diretores, promitentes compradores ou proprietários de área agro-silvo-pastoril, ainda que praticadas por subordinados e no interesse dos proponentes ou superiores hierárquicos.

3.5 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRANEOS

As águas subterrâneas, mesmo não podendo ser vistas, fato que causa a sensação de ser um recurso natural inesgotável, desempenham papel fundamental tanto no ciclo hidrológico como no gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, (CABRAL *et al.*, 2016).

Para Terra, Löbler e Silva (2013), os recursos hídricos subterrâneos representam a água existente abaixo da superfície do solo, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas ou fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha desempenhando papel fundamental na manutenção da umidade do solo, manutenção lagos e brejos e fluxo dos rios

De acordo com a Resolução CNRH Nº15, de 11 de Janeiro de 2001, consideram-se águas subterrâneas, aquelas que ocorrem natural ou artificialmente no solo (CNRH, 2001).

A distribuição global dos recursos hídricos subterrâneos, assim como acontece com os superficiais, é bastante desuniforme, tendo algumas regiões brasileiras as maiores reservas mundiais de águas subterrâneas.

De acordo com a ANA, (2013), o território brasileiro abrange 181 aquíferos e sistemas aquíferos regionais, tendo tal reserva desempenhado ao longo do tempo, papel primordial na segurança hídrica do país.

Na área que abrange o Estado de São Paulo são encontradas 11 unidades aquíferas, que são responsáveis pelo abastecimento de 457 dos 645 municípios paulistas. Destes 331 municípios são abastecidos exclusivamente por mananciais águas subterrâneas e 126 municípios por um sistema misto de águas superficiais e subterrâneas (VILLAR, 2015).

No entanto Rebouças (2006) destaca a pouca importância dada pelas políticas de gestão dos recursos hídricos para as águas subterrâneas. Com isto

observou-se, a partir dos anos setenta, o crescimento da exploração dessas reservas, impulsionada pelos avanços da hidrogeologia e das técnicas de perfuração de poços, redução dos custos de extração, menor interferência de fatores climáticos, qualidade da água, aumento do consumo e a deterioração das águas superficiais.

De acordo com Manzione (2015) a superexploração e a contaminação são os principais riscos aos recursos hídricos subterrâneos. A superexploração ocorre quando o consumo supera a oferta, sendo as captações maiores que a recarga do aquífero, sendo este quadro agravado pela gestão inadequada e pela falta de conhecimento sobre o potencial e as limitações das reservas de águas subterrâneas.

3.5.1 Infiltração

O fenômeno pelo qual a água proveniente da precipitação ou da irrigação penetra e se distribui no solo é denominado de infiltração. O movimento da água no solo a partir de uma quantidade aplicada na superfície pode se dar de duas formas: a infiltração de fato, que é definida pela distribuição da umidade no solo a partir da entrada de água na superfície, e a redistribuição, processo também denominado de drenagem interna do solo, onde após cessar o fornecimento de água na superfície, a umidade se espalha pelo solo (CABRAL *et al*, 2016).

A infiltração tende a aumentar progressivamente o conteúdo de umidade a partir da superfície do solo e ao longo de sua profundidade, enquanto que na redistribuição ocorre o processo inverso. Se durante o processo de infiltração ocorre a saturação das camadas do solo próximas a superfície, há a tendência ao escoamento de água pela superfície do solo. A medida que o perfil do solo vai saturando e continua o suprimento de água na superfície ocorre um aumento dessa tendência. Quando a infiltração atinge profundidades maiores, promove uma alimentação do lençol subterrâneo no processo de recarga de aquíferos. Parte da umidade que penetra no solo a partir do suprimento de água na superfície não percorre o caminho normal da infiltração, ou seja, o movimento predominantemente descendente, mas retorna à atmosfera através da evaporação ou é consumida pelas raízes no processo de transpiração da planta.

Após a água alcançar a superfície dos solos, o processo de infiltração é governado em grande parte pela ação gravitacional. A infiltração também é

influenciada por outros fatores de ordem natural e antrópica. Os fatores de ordem natural incluem mineralogia, textura, estrutura, umidade inicial, presença de pedregosidade, porosidade e relevo, que são atributos relacionados ao tipo do solo e sua localização. Entretanto, existem fatores de ordem não-natural (ligados aos tipos de usos da superfície - compactação, impermeabilização, supressão da vegetação, etc.) que podem afetar negativamente os processos de infiltração da água nos solos (GASPAR, 2007).

Segundo Bertol *et al.* (2001) em solos intensamente cultivados a formação de camadas de compactação acarreta na diminuição do tamanho determina a diminuição do volume do macro poros, diminuindo assim a retenção de água no solo. Em decorrência disto, foi observado pelos autores diminuição da taxa de infiltração de água no solo, com conseqüente aumento das taxas de escoamento superficial e de perda de solo.

3.5.2 Interação entre águas superficiais e águas subterrâneas

Para o adequado entendimento do ciclo hidrológico é essencial a compreensão da relação existente entre as águas subterrâneas e as águas superficiais. O fluxo de base proveniente dos aquíferos é o responsável pela alimentação dos rios perenes nos períodos.

3.5.2.1 Nascentes

Manzione (2015) define o termo nascente (ou fonte) como uma área de descarga natural das águas subterrâneas. As nascentes são encontradas onde o lençol freático está muito perto ou alcança a superfície do solo. As nascentes podem ser originadas tanto de lençóis freáticos como artesianos. Estas águas podem surgir no solo quando ocorre o contato de camadas impermeáveis com a superfície do terreno, devido ao afloramento dos lençóis em áreas de baixada, por falhas geológicas, fraturas das rochas ou canais de cavernas. As nascentes de contato são mais comuns, surgindo nas encostas de morros ou em depressões, com pontos exatos irradiados áreas úmidas devido à pouca drenagem. Também pode ocorrer afloramento de águas em locais onde o lençol não alcança a superfície, devido ao fenômeno de capilaridade. As descargas de águas subterrâneas podem ser

constantes ou ocorrer apenas durante alguns períodos, estando este fato assim como seu volume relacionados à altura do lençol freático, que é influenciada tanto por mudanças sazonais na recarga como por eventos isolados de tempestade.

3.5.2.2 Interação rio-aquífero

O ciclo hidrológico é formado pelo movimento contínuo das águas tanto superficiais como subterrâneas. O elo entre elas, normalmente, ocorre na forma de infiltração e percolação e na presença de nascentes. Em rios perenes ocorre, durante os períodos sem chuvas, a manutenção de certa vazão, devido à descarga de aquíferos. Podendo ser pontual ou distribuída ao longo do seu curso. Também existe a possibilidade da ocorrência do fenômeno inverso, onde o rio irá abastecer o aquífero. De acordo com Lima, Frischkorn e Burte (2007), em muitos casos as águas dos rios entram em contato com o escoamento subsuperficial, quando ocorre este fenômeno diz-se que eles estão conectados hidráulicamente.

A vazão dos corpos d'água é formada por dois componentes. Sendo um de águas superficiais, envolvendo o escoamento superficial e as precipitações diretas, e o outro componente de águas subterrâneas, do lençol freático ao fluxo de base, que depende da infiltração através dos rios e suas áreas de contribuição, (MANZIONE, 2015).

3.5.2.3 Interação área úmida-aquífero

De acordo com Queiroz (2015), o termo “área úmida” é utilizado para descrever diferentes classes de corpos d'água que não compõem um curso definido. A estas áreas são atribuídos nomes como pântanos, brejos, banhados, charcos, mangues, marismas turfeiras, várzeas e afins. Lagos e lagoas rasas, geralmente com vegetação emergente como uma característica predominante, também estão incluídos na definição.

Essas áreas ocorrem em locais onde, clima e relevo impedem que as descargas das águas subterrâneas tenham uma rápida drenagem. Ocupando em geral áreas de depressão na superfície, onde ocorrem as interações, mas ao contrário de rios e lagos nem sempre ocorrem nas partes mais baixas do terreno.

3.5.2.4 Interação lago-aquífero

Em lagos, a infiltração da água depende da comunicação entre o lago e o lençol freático, que é determinada por parâmetros da Lei de Darcy [estabelece uma proporcionalidade direta entre a velocidade de fluxo de um fluido em meio poroso e o gradiente hidráulico, segundo um coeficiente de permeabilidade (SALGUEIRO, 2005)] como espessura e permeabilidade dos sedimentos do lago. No entanto o lago encontra-se no contexto de um sistema de fluxo regional, fazendo com que cada tipo de lago interaja de maneira específica.

3.6 EROSÃO

Os processos erosivos ocorrem naturalmente na natureza e tem papel importante no equilíbrio dos ecossistemas, sendo responsáveis pelo aporte de sedimentos e nutrientes nos cursos d'água. No entanto, em consequência das intervenções humanas nos ecossistemas estes processos podem ser acelerados, causando perda do perfil superior do solo e consequente diminuição da fertilidade do mesmo, além de ser responsável por alterações no ciclo hidrológico e danos ambientais e socioeconômicos.

De acordo com Simões e Coiado (2016), a erosão é um conjunto de processos onde o material terroso ou rochoso é desgastado, desagregado e transportado, como consequência resultando em alterações locais, com diferentes taxas.

A intensidade da ocorrência dos processos erosivos está diretamente relacionada às características pedológicas e de relevo deste solo, que iram determinar a sua erodibilidade, a erosividade dos agentes desagregadores e ao uso e ocupação a que este solo se destina.

Entre as principais causas da erosão está a supressão da vegetação nativa e sua substituição por atividades agropecuárias, sem que sejam adotadas as práticas agrônômicas recomendadas para a conservação do solo.

Na natureza existem diferentes agentes causadores de erosão, como a água de rios e mares, geleiras e ventos, mas o mais significativo, principalmente nas regiões tropicais, é a água das chuvas. Segundo Pruski (2009), no processo de ocorrência de erosão hídrica, mais importante que a precipitação anual total,

sobressaem-se a distribuição do tamanho, a velocidade das gotas que irão determinar a energia cinética no momento do impacto com o solo e a intensidade, duração e frequência da chuva, sendo o conjunto destes fatores conhecido como a erosividade da chuva.

Dentre os índices de erosividade mais utilizados mundialmente encontram-se o índice EI_{30} proposto por Wischmeier e Smith (1978) e usado por autores como Morgan (2005) e Schiettecatte *et al.* (2008).

De acordo com a CATI (2014), para o Estado de São Paulo a erosividade da chuva varia de 5.500 a 10.000 MJ.mm/ha.h.ano. Sendo que sua distribuição concentra-se de 74 a 94% no período coincidente com o de máxima mobilização do solo em que o mesmo fica menos protegido pela vegetação e mais desagregado, portanto mais vulnerável ao processo erosivo.

Colodro *et al.* (2002), determinaram a erosividade da chuva para o município de Teodoro Sampaio – SP, localizada a 264 km da área do presente estudo e com características climáticas semelhantes, obtendo um valor de 7.172 MJ mm/ ha. h. ano, sendo que com relação a erosividade mensal, observou-se que os meses de dezembro e janeiro registram os mais altos valores do ano, ocorrendo 37,7 % da erosividade anual.

Assim como existe diferença na erosividade em função das características de cada precipitação, os solos também possuem maior ou menor suscetibilidade a erosão de acordo com suas particularidades. Suas propriedades físicas, como textura, estrutura, permeabilidade, densidade e porosidade, químicas e biológicas irão determinar o quão sensível a erosão cada solo será.

Desta forma a erodibilidade pode ser definida como a propriedade do solo, que define a maior ou menor susceptibilidade de suas partículas de serem destacadas do meio e sofrer transporte por um agente erosivo (BASTOS, 1999).

Todos os solos com 'B' textural, com exceção dos Nitossolos, assim como os Neossoloslíticos, apresentam problemas de erosão em razão das baixas taxas de infiltração e do relevo movimentado em que ocorrem. Já os Latossolos arenosos e também os Neossolosquartzarênicos são altamente suscetíveis à erosão, devido à textura arenosa e 7 aos relevos suaves, porém, de longos comprimentos de rampa.

Essas unidades, em função das características e aliadas ao clima dominante no Estado, tornam 143.934km² ou 60,2% da área territorial altamente suscetível à erosão quando cultivada (CATI, 2014).

As características topográficas como comprimento de rampa, que consiste na distância percorrida pela gota de chuva do momento em que ela atinge o solo até chegar ao corpo d'água, e declividade, também estão relacionada a intensidade dos processos erosivos.

Áreas que possuem alta declividade são mais susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando sofrem a interferência humana (PONS, PEJON e ZUQUETTE , 2007).

A influência da declividade nos processos erosivos está relacionada principalmente à dois fatores: o primeiro está ligado a relação que o relevo tem sob a rede de drenagem e o comportamento da água no solo, enquanto o segundo fator está relacionado à interferência que a declividade exerce sobre a gênese do solo (CAMPOS *et al.*, 2008). Segundo Valladares (2012) solos que possuem as mesmas características, porém com declividades distintas, a susceptibilidade a erosão aumenta quanto maior for a declividade, enquanto em áreas mais planas, onde o escoamento superficial é menor, ocorre diminuição dos processos erosivos.

No ano de 1910 a área coberta por vegetação nativa no Estado de São Paulo representava, 64,7%, (CATI, 2014), atualmente território paulista possui apenas 22,9% de vegetação nativa em vários estágios de recomposição, (SIMA, 2020). A expansão das áreas utilizadas para agricultura e pecuária ocorreu sem o devido planejamento, tornando a erosão do solo o principal problema da agropecuária paulista.

A cobertura do solo é fator determinante no comportamento da chuva ao tocar o solo, pois pode favorecer o escoamento superficial, como ocorre nas áreas urbanizadas e de solo exposto, ou protege-lo contra o poder erosivo da precipitação, uma vez que pode ter capacidade de reduzir o impacto causado pela gota da chuva, favorecendo a infiltração, caso possua uma cobertura vegetal adequada.

As práticas conservacionistas de solo e água de modo geral, são responsáveis não apenas pela preservação destes recursos naturais, mas também por ganhos de produtividade e qualidade e como consequência aumento na renda da propriedade rural.

Quando se fala em conservação do solo, deve-se ter em mente que a adoção de uma ou outra prática de forma isolada tende a obter resultados pouco expressivos de comparados aqueles alcançados quando são trabalhadas em conjuntos todas as práticas recomendadas, de acordo com a cultura e local.

Estas práticas devem proporcionar maior infiltração da água no solo, com o objetivo de diminuir o deflúvio superficial, aumentando a capacidade de armazenamento, proporcionando um aumento na produtividade vegetal e redução dos riscos durante veranicos e conseqüentemente diminuição no escoamento superficial, proporcionando a redução do desgaste do solo pelo processo erosivo, com conseqüente redução da poluição dos corpos d'água por sedimentos ou insumos agrícolas e regularização do regime hídrico da bacia hidrográfica, assim como aumento da cobertura vegetal do solo, tanto viva como morta, visando reduzir a desagregação do solo, pela redução da energia de impacto das gotas de chuva na superfície do solo

A diversas entidades de pesquisa agrícola brasileira tem apresentado na últimas décadas várias tecnologias para o manejo das culturas, para todas as condições edafoclitáticas do país.

3.7 ASSISTENCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL E A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Segundo a definição dada pela Lei nº 12.188 de 11 de janeiro de 2010, que institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), a Assistência Técnica e Extensão Rural - ATER é:

Serviço de educação não formal, de caráter continuado, no meio rural, que promove processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização das atividades e dos serviços agropecuários e não agropecuários, inclusive das atividades agroextrativistas, florestais e artesanais”, (BRASIL, 2010).

A extensão rural se torna cada dia mais importante, em um momento em que a demanda por alimentos só aumenta e a pressão exercida aos recursos naturais pelo estilo de vida atual põe em risco as futuras gerações. Pensar o atendimento da populações rurais de forma integral deve ser tratado como uma política de estado.

No entanto a gestão de recursos hídricos ainda é um assunto pouco tratado dentro da extensão rural e por muitas vezes visto com preconceito por extensionistas.

Trata-se de um tema complexo, que envolve conseguir educar toda uma comunidade na temática dos recursos hídricos, devendo este ser um trabalho contínuo e em que os resultados muitas vezes demoram anos para serem alcançados.

Segundo Navarro (2001), para que um trabalho de extensão rural consiga obter bons resultados deve-se trabalhar em nível de comunidade, realizando um diagnóstico rural, pois cada comunidade possui suas particularidades e com base nos seus resultados, realizar um planejamento participativo, onde o homem rural possa atuar como ator destas mudanças.

Observa-se a necessidade de uma nova postura da extensão rural frente as demandas da atualidade, com embasamento nas questões ambientais, economicamente viável e socialmente justo, (TONET, 2008).

Atualmente observa-se uma lacuna no trabalho de extensão rural no Estado de São Paulo, com o fim do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, não foram adotadas novas políticas públicas participativas e que englobassem todo território estadual, quando o assunto é a gestão dos recursos hídricos.

Vários são os trabalhos sobre extensão rural encontrados na literatura, assim como sobre a gestão de recursos hídricos, no entanto pouco se discute estes temas de forma integrada, trabalhando as questões ambientais, econômicas e sociais, no meio rural.

3.8 PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRAFICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

No Ano de 1997, durante o governo Mário Covas, foi publicado o Decreto nº 41.940, sobre o Programa Estadual de Microbacias - PEMH, que em seu artigo 2º instituiu os objetivos básicos do programa: - I Promover o Desenvolvimento Rural através de sistemas de produção agropecuária que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental; II Estimular a participação dos produtores rurais e da sociedade civil nas atividades de que trata o inciso anterior (SÃO PAULO, 1997). No ano de 1999 houve a reformulação do programa e assinatura do acordo de empréstimo entre o Governo do Estado de São Paulo e o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento -BIRD (CATI, 2000). O investimento total no programa foi previsto em US\$ 124.740.200,00, sendo que US\$ 55.348.200,00 foram financiados pelo BIRD e US\$ 69.3342.000,00 como contrapartida do Governo do Estado de São Paulo.

De acordo com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, órgão da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, responsável pela execução do programa, o PEMH teve como objetivo geral:

Promover o desenvolvimento rural do Estado de São Paulo, entendendo-se por desenvolvimento rural a ampliação das oportunidades de ocupação, melhorias dos níveis de renda, maior produtividade geral das unidades de produção, redução dos custos e uma reorientação técnica agrônômica. Tudo para propiciar o aumento do bem estar da população rural, através da implantação de sistemas de produção agropecuária que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental, com plena participação e envolvimento dos beneficiários e da sociedade civil organizada.

Os objetivos específicos estipulados pelo PEMH foram:

- Fortalecer as formas organizacionais de produtores e estimular a participação de toda a comunidade, garantindo a continuidade das ações na microbacia, transformando os agricultores e suas famílias em agentes de desenvolvimento;
- Contribuir para a conscientização de toda a comunidade sobre a necessidade de conservação dos recursos naturais como condição básica para o desenvolvimento rural sustentável;
- Contribuir para viabilizar a recuperação de solos e áreas degradadas, através do manejo e uso sustentável dos recursos naturais, baseados em alternativas tecnológicas que aumentem a produção, produtividade e renda do produtor rural;
- Proteger mananciais e nascentes, melhorando e conservando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos;
- Minimizar uso de agrotóxicos, diminuindo os riscos de poluição dos recursos naturais, contaminação de alimentos e intoxicação do homem;
- Eliminar os problemas de erosão causados pelas estradas rurais, reduzindo os custos de manutenção dessas;
- Fomentar o reflorestamento, através da recomposição e manutenção das matas nas margens dos cursos d'água (matas ciliares) e demais áreas de preservação permanente;
- Racionalizar os esforços e recursos federais, estaduais e municipais, de

acordo com as necessidades e prioridades identificadas pelas comunidades, tomando como base de análise e intervenção a microbacia hidrográfica, e

- Capacitar os agricultores para o gerenciamento eficiente do próprio negócio, levando em conta a necessidade de conservação dos recursos naturais.

O programa teve como área de atuação o Estado de São Paulo, a meta era trabalhar 1500 microbacias hidrográficas, beneficiando 90.000 produtores rurais (30% do total do estado), numa área de 4,5 milhões de hectares, durante o período de 2000 a 2008, já que ele foi prorrogado por dois anos.

Os trabalhos foram concentrados em áreas onde a qualidade de vida e o meio ambiente encontravam-se altamente prejudicados.

Os instrumentos utilizados para a determinação destas áreas prioritárias foram os mapas dos índices de erosão e de indigência do estado de São Paulo, medidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), respectivamente.

Desta forma, foram identificadas as áreas com solos altamente erodidos ou com alta susceptibilidade a erosão, que indicam áreas com maiores problemas de natureza ambiental, assim como as áreas com maiores níveis de indigência, que indicam as áreas mais pobres.

A partir destes dados foram determinadas as áreas prioritárias de atuação do programa. De acordo com sua prioridade (I, II ou III), (Figura 3), os recursos do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas foram distribuídos da seguinte forma: 70, 27 e 3%, respectivamente. (CATI, 2001).

Figura 3 - Áreas Prioritárias do PEMBH



Fonte: CATI (2001).

3.9 FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (FEHIDRO)

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), criado pela Lei 7.663/91 e regulamentado pelos Decretos 37.300/93 e 43.204/98, é a instância econômico-financeira do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH). Vinculado à Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente. Tem como objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos, financiando programas, projetos e ações na área de recursos hídricos, buscando promover a melhoria e a proteção dos recursos hídricos. Tais ações devem atender as diretrizes propostas no Plano de Bacia Hidrográfica assim como do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), (SIMA, 2020).

3.10 USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA

As primeiras evidências que existem sobre o uso da água para a irrigação vem da civilização egípcia, entre cinco e seis mil anos atrás, tal tecnologia era empregada para possibilitar que a produção de alimentos fosse suficiente para toda a população.

Segundo Castro (2003) citado por Cohim *et al* (2007), cerca de 70% da água destinada a usos consuntivos no mundo é utilizada na irrigação, sendo fundamental a busca de fontes alternativas para suprir esta demanda.

No Brasil, a exemplo de outros países, a maior demanda por água é da agricultura, especialmente a irrigação, com quase 63% de toda a demanda. Entretanto, sobre cerca de 93% dos quase 3 milhões de hectares irrigados, utilizam-se os métodos menos eficientes no mundo, como o espalhamento superficial (56% da área), pivô central (19%) e aspersão convencional (18%). Vale destacar que estes dois últimos métodos, além de serem pouco eficientes em termos de utilização da água, ainda são de uso muito intensivo de energia elétrica, (REBOUÇAS, 2003).

Cabe ressaltar que a irrigação é responsável pela terça parte dos alimentos que consumimos, utilizando cerca de uma sexta parte da nossa terra; no entanto, à medida que cresce a população e a demanda de alimentos, diminui a extensão per capita da terra irrigada, e a infraestrutura da irrigação se degrada, deixando as comunidades vulneráveis à insegurança alimentar, (SELBORNE, 2001).

De acordo com a ANA (2018), o Estado de São Paulo possuía uma área irrigada de 1.300.047 ha, o que corresponde a cerca de 48% de toda a irrigação da região sudeste, sendo esta somatória correspondente a 94% de toda a irrigação utilizada nas regiões norte e centro-oeste.

São muitas as razões para se realizar a implantação de um sistema de irrigação em uma propriedade rural, principalmente devido as características climáticas de algumas regiões, que apresentam períodos de déficit hídrico, além de questões agronômicas, econômicas e de planejamento. De acordo com Hernandez *et al*, 2003, o clima da Região Noroeste do Estado de São Paulo, com oito meses de déficit hídrico, a maior evapotranspiração do estado e a suscetibilidade a veranicos é a principal razão para que muitos produtores rurais invistam em sistemas de irrigação.

Nesta região, os principais métodos de irrigação empregados pelos agricultores são: aspersão e localizada (gotejadores, microaspersão e as mangueiras plástica perfuradas), sendo a microaspersão o sistema mais empregado na microbacia do córrego do boi. De acordo com os dados do censo agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado no ano de 2006, a irrigação localizada ocupa uma área de 71.418 ha, distribuídas em 5.055 propriedades e aspersão uma área de 409.020 ha em 14.395 propriedades.

A agricultura irrigada quando não é realizada de forma sistêmica, considerando todas as dimensões relevantes a produção agrícola (antes, durante e depois) nos diversos compartimentos (água, solo ar e sistemas vivos), pode ser causadora de impactos ambientais, (RODRIGUES e IRIAS, 2004).

Para estes mesmos autores, as dimensões relevantes para se avaliar os impactos ambientais causados pela irrigação são: as ações de captação e de disponibilização da água, a sua distribuição, o seu uso e a sua descarga. Um dos instrumentos mais importantes neste processo é a gestão ambiental, de forma a desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter uma política de irrigação.

Segundo Faggion, F. Oliveira, C.A.S. e Christofidis, D. (2009), o uso eficiente da água na agricultura irrigada, com conhecimento adequado e a utilização de tecnologias que otimizem o seu uso podem contribuir para aumentar a sua disponibilidade, reduzindo problemas de déficit provocados pelo aumento da demanda social em relação a oferta ambiental.

3.11 SANEAMENTO BÁSICO RURAL

A Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, define o saneamento básico como o conjunto dos serviços, infraestrutura e Instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais, (BRASIL, 2007), sendo tais serviços um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988.

No entanto, durante o século XX, no Brasil, as ações de saneamento realizadas pelo poder público seguiram o rumo das estratégias políticas de caráter desenvolvimentista. Com priorização dos grandes núcleos urbanos, considerados os responsáveis pelo desenvolvimento de uma economia que pretendia se tornar

industrializada. As populações residentes nas áreas rurais e pequenos municípios não estavam, e ainda não estão, inseridos neste contexto pelo Estado brasileiro, necessitando de uma efetiva atuação governamental em todas as áreas fundamentais para o desenvolvimento humano: saúde, alimentação, educação, segurança, transporte público, energia, meio ambiente, assistência técnica e extensão rural, e, evidentemente, o saneamento básico, (FUNASA, 2019).

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio realizada pelo IBGE (2015), a população rural brasileira, atendida por rede de distribuição de água representava 34,51% dos domicílios, em um cenário de mais de 29 milhões de habitantes. Com relação ao esgotamento sanitário a situação é ainda pior, pois apenas 5,45% dos domicílios rurais estão interligados a uma rede coletora, 33,25% utilizam fossa séptica, 43,7% adotam fossas negra e 7,3% possuem condições ainda piores, como esgoto a céu aberto, valas e despejo de esgoto bruto diretamente nos rios, lagos e açudes.

Como afirma Souza (2007), o saneamento básico não possui o objetivo apenas de reduzir as mortes por diarreia e da contaminação de recursos hídricos, o saneamento proporciona impactos sociais, proporcionando dignidade aos cidadãos. Segundo a autora, a política de saneamento dever priorizar que os indivíduos e comunidades sejam capazes de atuar em favor de sua saúde, garantindo o funcionamento irrestrito, duradouro e acessível a toda a população, somando processos de educação, participação e controle social.

Em estudo realizado por Correa *et al.* (2020), no município de Aparecida d'Oeste, onde foram analisadas amostras de água utilizada para consumo humano provenientes de poços semiartesiano, de 50 propriedades rurais, em dois períodos distintos (chuvoso e seco). Os resultados apontaram que durante o período de estiagem, em 42% das amostras foi detectada a presença de coliformes totais. Já no período de chuvas, 66% apresentaram presença de coliformes totais, e destas 22% apresentaram alta carga microbiana. Os coliformes termotolerantes, foram isolados em 28% das propriedades no período de estiagem, sendo encontrados *E. coli*, *Klebsiella spp.* e *Enterococcus Spp.* No período chuvoso, esses microrganismos estavam presentes em 16% das propriedades, sendo identificados como *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterococcus spp.*, *Proteus spp.* e *Salmonella spp.* Estes resultados demonstram a necessidade de ações de saneamento básico na área.

3.12 AGENDA 2030 E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os recursos hídricos estão relacionados a fatores ambientais, sociais e econômicos da vida no planeta e as constantes ameaças à que estão sujeitos, podem significar uma ameaça ao futuro da vida como conhecemos hoje.

A cada dia se torna mais evidente a necessidade de serem tomadas medidas que permitam o desenvolvimento social e econômico, sem a degradação dos recursos naturais existentes, garantindo qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

Neste sentido no ano de 2015, foi proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), aos países que compõem a instituição uma nova agenda de desenvolvimento sustentável, a ser desenvolvida nos próximos 15 anos, Agenda 2030, constituída por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 4), (PACTO GLOBAL, 2021).

Figura 4 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil (2021).

Tendo em vista que a água é um recurso natural com múltiplos usos, este trabalho relaciona-se com vários dos Objetivo do Desenvolvimento Sustentável, como apresentados a seguir:

- **ODS 1:** Acabar com a pobreza em todas as suas formas em todos os lugares;
- **ODS 2:** Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- **ODS 3:** Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- **ODS 6:** Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- **ODS 8:** Promover o crescimento econômico, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;
- **ODS 12:** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- **ODS 13:** Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;
- **ODS 15:** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter à degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- **ODS 17:** Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

4 ÁREA DE ESTUDO E BASE DE DADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O estudo foi realizado na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi abrange áreas dos municípios de Aparecida d'Oeste e Marinópolis (Figura 5), com uma área de drenagem de 7.790 ha é afluente da margem direita do Rio São José dos Dourados, uma das principais bacias de drenagem da região noroeste do Estado de São Paulo. Este manancial está localizado na divisa dos municípios de Aparecida d'Oeste e Marinópolis, entre as coordenadas 20°24'23" S e 50°54'41" O e 20°33'14" S e 50°47'18" O, (Figura 6).

Nesta microbacia localiza-se a área urbana do município de Aparecida d'Oeste, com uma população de 3.645 habitantes (IBGE, 2010). Já segundo dados do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), a microbacia possui uma população rural de 500 habitantes, (CDRS, 2020).

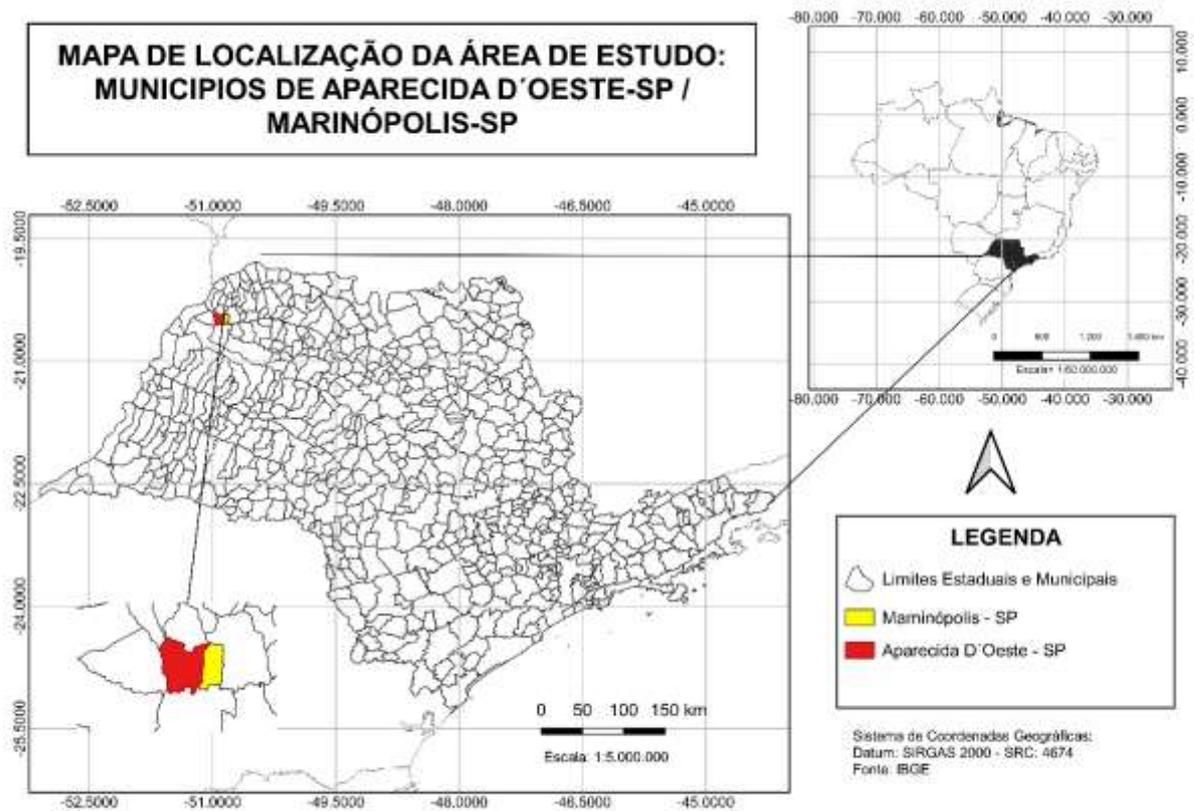
O Córrego do Boi é o corpo receptor dos efluentes do tratamento realizado no esgoto do município de Aparecida d'Oeste e ainda recebe em um de seus afluentes, o despejo proveniente do tratamento realizado por uma indústria frigorífica localizada na microbacia.

Com relação a utilização dos recursos hídricos subterrâneos nesta área estão localizados 197 poços na área rural (CDRS, 2020), sendo utilizados principalmente para consumo doméstico, dessedentação animal e irrigação, e 11 poços na área urbana (DAEE, 2020), utilizados para abastecimento público e uso industrial. Observa-se também uma quantidade expressiva de açudes, represas, reservatórios ou tanques, com 174 unidades na área.

A atividade agropecuária possui importância expressiva na região, com destaque para as áreas de pastagem que corresponde a 68,48% da área rural da microbacia, seguida pelas culturas perenes com 15,62%, com destaque para banana, seringueira, citros e viticultura.

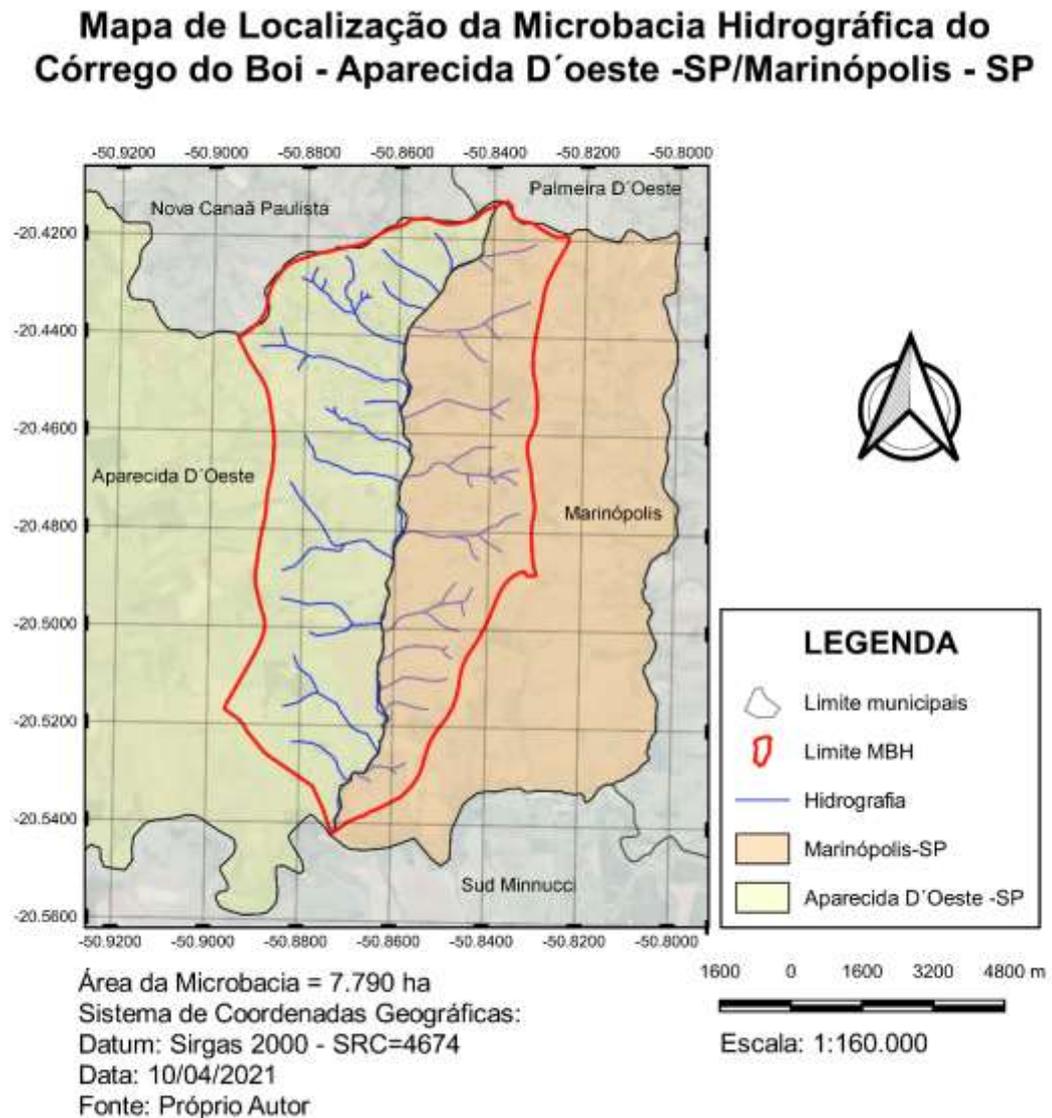
Uma das principais características da região é o predomínio de pequenas propriedades rurais, das 303 unidades de produção agropecuária existentes 18,81% possuem até 5 ha e 91,75% até 50 ha, não havendo propriedades com área superior a 500 ha (CDRS, 2020).

Figura 5: Mapa de localização da área de estudo: municípios de Aparecida d'Oeste – SP / Marinópolis – SP.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 6 - Mapa de Localização da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi - Aparecida d'Oeste - SP/ Marinópolis - SP

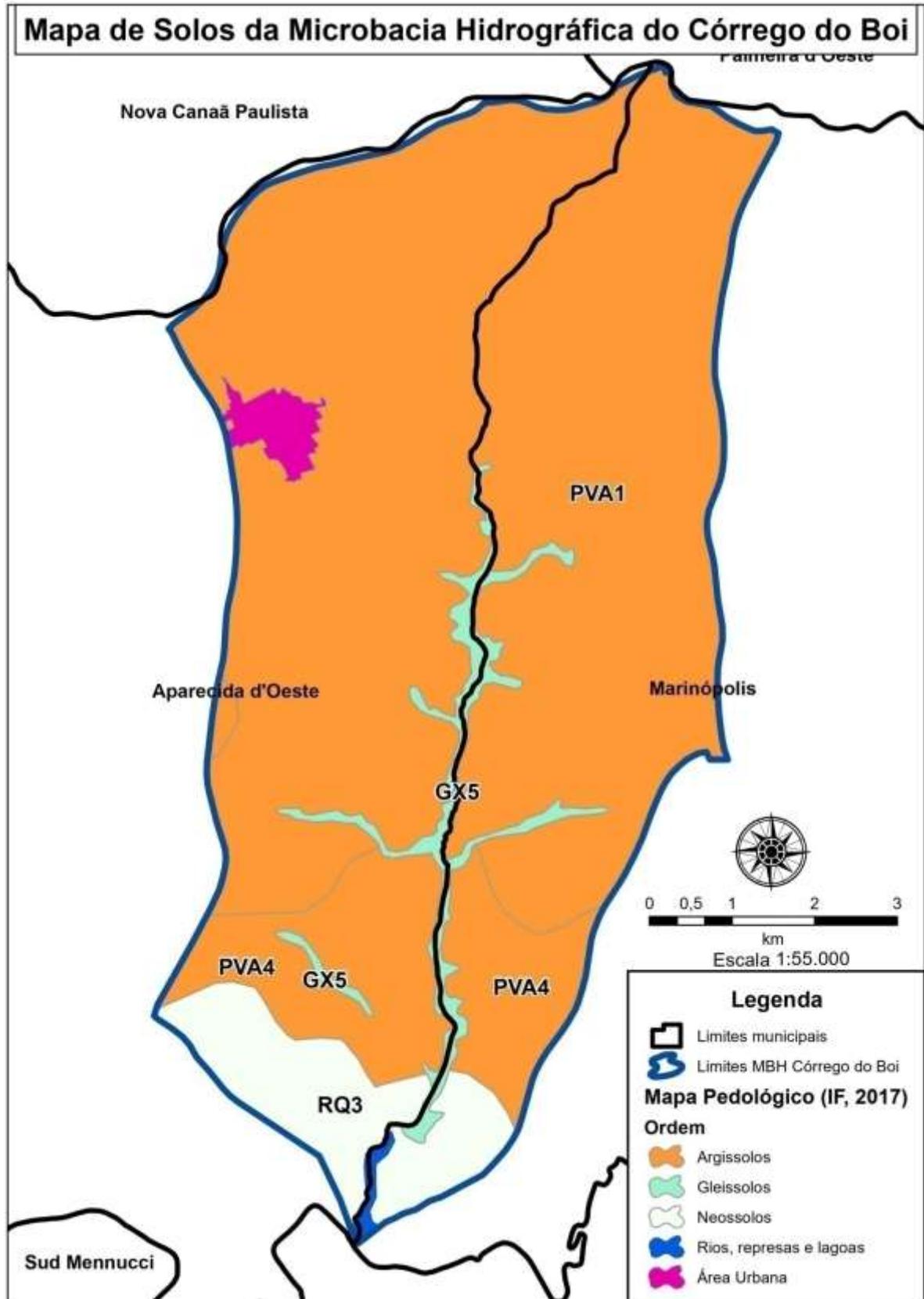


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.2 PEDOLOGIA

De acordo com mapa pedológico (Figura 7), a área em que se localiza a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi é composta por solos das ordens dos Argissolos, Noeossolos e Gleissolos.

Figura 7: Mapa pedológico da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi.



Fonte: Adaptado de Rossi, M. (2017).

Tabela 1: Legenda dos solos da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Sigla	Descrição da legenda
PVA1	Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos abruptos A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado.
PVA4	Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos abruptos textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado + Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado ambos A moderado.
RQ3	Neossolos Quartzarênicos órticos + Latossolos Vermelhos-Amarelos textura média ambos distróficos A moderado relevo plano e suave ondulado.
GX5	Gleissolos Hápicos e Gleissolos Melânicos + Cambissolos Hápicos distróficos A moderado e A proeminente textura indiscriminada bem a imperfeitamente drenados todos relevo de várzea.

Fonte: Embrapa, 2013.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos abrangem a maior parte da microbacia, são solos que possuem horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas em decorrência da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita (EMBRAPA, 2020). Tais solos são muito propensos a erosão, por favorecem uma drenagem maior de águas no horizonte A, com redução drástica da drenagem em profundidade, provocando o arreste da camada superficial, (CATI, 2014).

Os Neossolos Quartzarenicos localizam-se próximos a foz do Córrego do Boi, esta classe de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, sendo este ligeiramente escuro. Em decorrência do tipo de relevo em que ocorre os processos erosivos não são acentuados, no entanto exige alguns cuidados em virtude de sua textura ser essencialmente arenosa. Não impõem limitação física ao desenvolvimento do sistema radicular, mas a presença de caráter álico ou do caráter distrófico afeta o desenvolvimento radicular em profundidade, agravado em função da pouca umidade, decorrente da textura arenosa. Os teores de matéria orgânica e nutrientes são muito baixos, devido a lixiviação decorrente de sua textura,

(EMBRAPA, 2020).

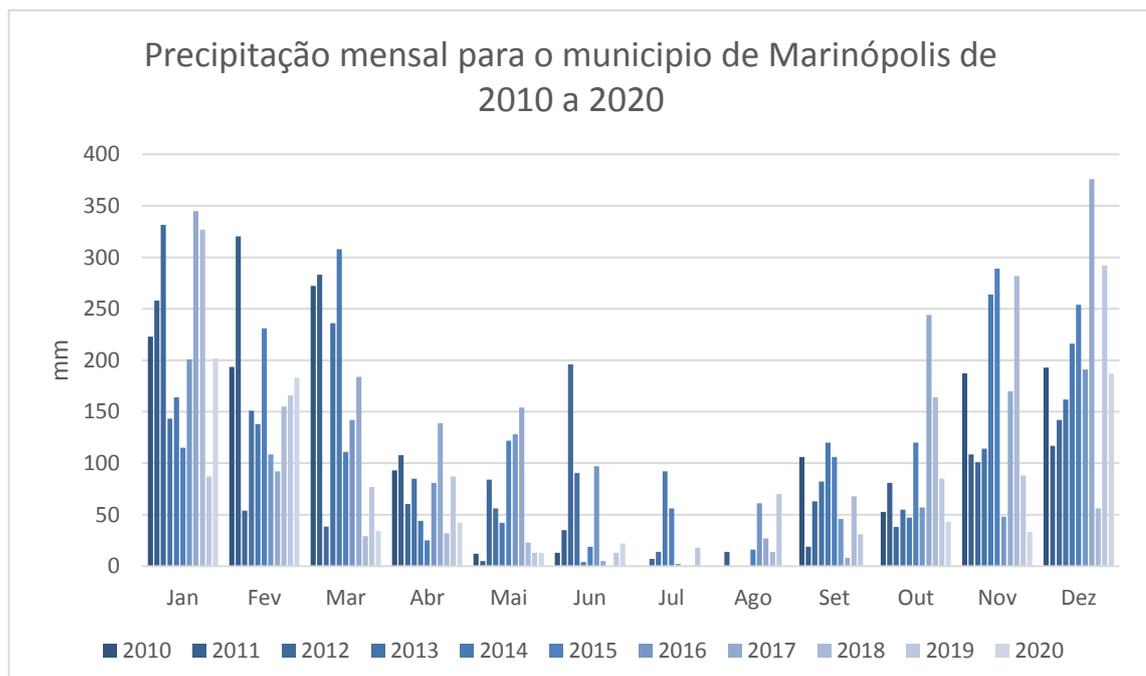
Os Gleissolos estão localizados em pequenos trechos da microbacia, próximos aos cursos d'água, são encontrados principalmente em áreas de planícies ou várzeas, são solos minerais formados em condições de saturação com água. Os Gleissolos têm coloração pálida, com tendência às cores acinzentadas. Podem possuir textura desde arenosa à argilosa, e sua fertilidade é muito variada, sendo muito dependente dos solos do seu entorno e à montante. A principal limitação deste tipo de solo é devido aos longos períodos de inundação e consequente saturação por água em função de cheias dos cursos d'água ou da elevação do lençol freático, (IAC, 2014).

4.3 CLIMA

Segundo a classificação pelo Sistema Internacional de KOPPEN, o clima é do tipo AW (tropical), com estação chuvosa nos meses de outubro a abril, estação de seca de maio a setembro e ocorrência de geadas ocasionalmente, de baixa intensidade nos meses de julho e agosto (VENTURA, 1964).

Os dados de precipitação para os anos de 2010 a 2020 (Figura 8) foram obtidos junto a Casa da Agricultura de Marinópolis e demonstram esta tendência.

Figura 8 - Dados pluviométricos do município de Marinópolis.



Fonte: C. A. Marinópolis (2021).

4.4 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICO DO CÓRREGO DO BOI

Em trabalho realizado por Lima *et al.* (2007), na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, com amostras em 5 pontos de coleta, observou-se que no ponto localizado a jusante do lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto do município de Aparecida d'Oeste, apresentou resultados de 60 % das amostras de água com médio risco a salinização do solo, enquanto nos demais pontos analisados este risco se revelou baixo, quando utilizada para irrigação.

Já Barboza Hernandez e Franco (2007) apontam que o lançamento do efluente urbano no Córrego do Boi faz com que o ponto abaixo da estação de tratamento de esgoto, tenha uma qualidade da água reduzida, já que este tratamento é ineficaz na questão de microrganismo, retendo apenas as partes sólidas do esgoto. Além disso, observa-se a presença de espuma (Figura 9), após o local de lançamento de efluente de esgoto, o que sugere problemas em seu tratamento.

Figura 9 - Formação de espuma no Córrego do Boi.



Fonte: Dados do próprio autor.

A ocorrência de processos erosivos na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi (Figura 10) e a consequente degradação da qualidade da água é relatada em trabalho realizado por Silva *et al* (2009), onde estudou a concentração de ferro total neste curso d'água, obtendo os valores médios de 2,55, 0,98, 1,55, 1,96 e 1,46 (mg.L⁻¹). Esses resultados provavelmente estão relacionados a má conservação ambiental em que se encontra o local, com elevado processo erosivo, ausência de práticas de conservação do solo, déficit de mata ciliar e pelo tipo de solo, uma vez que o elemento químico ferro encontra-se presente nos solos da região.

Figura 10 – Voçoroca existente na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi



Fonte: Dados do próprio autor.

SILVA *et al.* (2009) relata a ocorrência de altas concentrações de ferro na estação chuvosa, associando ao transporte do solo para dentro do manancial, processos de erosão das margens, além do despejo de efluentes.

As áreas de vegetação nativa (fragmentos florestais e matas ciliares) representam 6,1% da área rural da microbacia, (CDRS, 2020), índice este muito abaixo dos 20% exigidos pela legislação brasileira, apenas para as áreas de reserva legal (BRASIL, 2012), sendo comum encontrar áreas sem a presença de vegetação

nativa e que não possuem o devido isolamento que impeça o acesso de animais (Figura 11).

Segundo Casatti (2010), qualquer redução na faixa de proteção lateral dos cursos d'água (APP's), pode alterar as entradas de material orgânico e inorgânico, com consequências para todo o sistema aquático.

Franco e Hernandez (2012), em trabalho realizado na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Coqueiro, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, assim como a do Córrego do Boi obtiveram resultados de turbidez nos períodos chuvosos acima dos 100 NTU permitidos pela legislação, destacando que tal resultado poderia estar relacionado ao uso e à ocupação do solo, pois na microbacia restavam apenas 2,06% de mata ciliar e 5,66% de fragmentos de mata.

Figura 11 – Área de Preservação Permanente sem cobertura vegetal adequada



Fonte: Dados do próprio autor.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI

A Microbacia do Córrego do Boi está localizada na região, que de acordo com a determinação do programa, foi considerada prioridade I. Por estar localizada na área administrativa de dois municípios, o PEMBH na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi foi executado em duas etapas distintas, uma incoerência quando analisadas as diretrizes do programa.

No município de Aparecida d'Oeste o plano de trabalho desta microbacia foi aprovado em 12 de dezembro de 2002 (CATI, 2002).

De acordo com o plano, naquela data, a área da microbacia na porção pertencente à Aparecida d'Oeste possuía 167 Unidades de Produção Agropecuárias (UPA's).

No município de Marinópolis o plano de trabalho foi aprovado em 12 de julho de 2005 e a área contava com 150 UPA's, (CATI, 2005).

As metas do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas para a área de estudo foram obtidas através de levantamento realizado nos planos de trabalho, disponíveis nas Casas da Agricultura de Aparecida d'Oeste e Marinópolis.

Já os dados referentes a realização das metas nesta microbacia hidrográfica foram obtidos em relatórios existentes no Escritório de Desenvolvimento Rural de Jales (EDR-Jales).

5.2 FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI

Os valores dos investimentos realizados pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos na área do presente estudo foram obtidos por meio da página do FEHIDRO existente no site da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

5.3 MAPAS DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FEIÇÕES EROSIVAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI

Foram realizados mapas da distribuição espacial das feições erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, para os anos de 2001, anterior a realização do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas e próximo aos primeiros investimentos do FEHIDRO (1999), na área de estudo, e para o ano de 2020.

As imagens utilizadas para a realização do mapeamento foram obtidas através do Google Earth Pro, a imagem de 2001 é datada de 03 de julho de 2001 e a imagem de 2020 é datada de 25 de abril de 2020.

Primeiramente as áreas erodidas foram demarcadas com polígonos, através de ferramenta existente no próprio sistema, sendo que cada tipo de feição erosiva (laminar, sulcos e voçorocas) recebeu uma denominação.

Posteriormente estes dados foram tratados no programa Qgis versão 3.18, realizando o cálculo da área de cada feição erosiva. Desta maneira, determinou-se se o número de feições e a área em hectare dos diferentes tipos de erosão encontrados na área de estudo. Utilizando-se o *shapefile* do limite da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, juntamente com as feições erosivas da área de estudo, pode-se construir os mapas da distribuição espacial das feições erosivas dos anos de 2001 e 2020 na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi. Desta maneira pode-se comparar a evolução dos processos erosivos através das suas feições e áreas calculadas, e também analisar a dinâmica da distribuição espacial das mesmas.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI

Utilizando-se do conhecimento do autor com os irrigantes do município de Aparecida d'Oeste e com auxílio do extensionista rural do município de Marinópolis - SP, foram identificados os produtores rurais que utilizam a técnica de irrigação na microbacia do Córrego do Boi. A partir disso, foi aplicado um questionário (Apêndice II) que buscou informações sobre estes produtores (idade, grau de escolaridade, etc.), incluindo a área total da propriedade, área cultivada com irrigação, da mão-de-

obra envolvida na produção, dos métodos de irrigação utilizados. As entrevistas foram realizadas, em cada propriedade, para que fossem observadas as reais condições da produção. Os dados coletados foram classificados conforme as perguntas e as respostas foram tabuladas e apresentadas em forma de gráficos e tabelas.

Foram aplicados questionários, aos Irrigantes entre os dias 18 de junho a 05 de julho de 2019, sendo entrevistados 32 irrigantes, dos 35 existentes nesta microbacia hidrográfica, sendo que três deles não foram localizados.

Devido ao fato das entrevistas terem sido realizadas com quase todos os irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, considerou-se que a amostra correspondeu a toda população analisada, não sendo necessária a aplicação de análise estatística para a correção de eventuais desvios de amostragem.

Durante estas entrevistas foram coletadas a localização geográfica dos irrigantes na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, posteriormente estes dados foram utilizados para a localização destes pontos no programa Google Earth Pró. Cada ponto foi denominado de acordo com o sistema de irrigação utilizado pelo produtor rural. Na área foram identificados o uso de gotejamento, microaspersão e aspersão. Em seguida esses dados foram trabalhados no programa Qgis versão 3.18, desta forma pode-se elaborar o mapeamento dos irrigantes de acordo com o sistema de irrigação utilizado.

5.5 SANEAMENTO BÁSICO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI

Os dados referentes ao saneamento básico rural na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi foram obtidos através do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), dos municípios de Aparecida d'Oeste e Marinópolis, realizado pela CATI.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 O PROGRAMA ESTADUAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO BOI

A maioria das metas (Tabela 2) propostas nos dois planos elaborados para a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi não foram alcançadas, no entanto algumas obtiveram resultados próximos ao que foi proposto e outras até foram superados.

A prática de terraceamento teve como meta a execução deste método de controle de erosão em 2.300 ha, mas foram realizados apenas 409,9 ha.

O terraceamento agrícola tem a função de diminuir a velocidade de escoamento da água e facilitar sua infiltração, o que aliada a outras práticas de conservação do solo, proporciona o controle da erosão do solo e conseqüentemente menor assoreamento dos corpos d'água, além disso esta prática também aumenta a infiltração de água no solo, resultando em maior recarga dos lençóis freáticos.

Estudo realizado por Silva (1997) em áreas contempladas pelo programa de desenvolvimento rural do Paraná, chamado Paraná Rural, no qual práticas de conservação de solo eram realizadas, comparando bacias hidrográficas em que os trabalhos não haviam sido iniciados, demonstraram reduções gradativas nos valores de turbidez da água à medida que os trabalhos prosseguiam nas bacias.

Com relação a recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP's), o resultado de 2.190 mudas doadas corresponde a menos de 10% das 25.000 mudas previstas nos planos. Tal situação está relacionada ao fato de muitos produtores rurais verem a revegetação das áreas ciliares como perda de terreno, principalmente no caso da atividade pecuária. No entanto além de estar em desacordo com a legislação vigente, esta situação gera danos quantitativos e qualitativos aos recursos hídricos que impactam inclusive as atividades agropecuárias.

Assim como a doação de mudas, a construção de cercas de proteção para as APP's não atingiu o que foi proposto (6,5 km), ficando em apenas 1km de cerca construído. A importância destas práticas, fica evidente no estudo realizado por Vanzela Hernandez e Franco (2010), onde foi observado que áreas urbanizadas,

com agropecuária e matas degradadas reduziram, de maneira geral, a qualidade de água em uma bacia hidrográfica.

A construção dos abastecedores, que tinha como objetivo evitar o acesso de animais as APP's e ao córrego, não atingiu a meta proposta (7 unidades), mas ficou muito próxima a isto, com a instalação de 6 unidades na Microbacia do Córrego do Boi. Em estudo realizado por Silva *et al* (2018) observou-se que a presença de bovinos em uma APP é responsável por uma série de impactos como por exemplo, a compactação do solo que dificulta a infiltração de água no solo, causando dificuldades na germinação de sementes e consequente desaparecimento de espécies e perda da biodiversidade. Essa ação impactante apresenta ordem direta e espaço local, tendo como mitigação o isolamento da área de proteção.

A aquisição de roçadeiras tratorizada superou em muito a meta, foram adquiridas 9 unidades, atendendo um grupo de 45 produtores rurais, enquanto o previsto era apenas 1 unidade, que atenderia 5 agricultores. A compra deste equipamento teve como objetivo a redução na utilização da grade aradora como método de controle de plantas espontâneas. De acordo com Santos *et al* (2015) o uso de grades pesadas não é aconselhável em cafezais adultos, devido ocorrer corte de raízes, e seu uso excessivo pode causar pulverização do solo favorecendo a erosão e lixiviação de argila formando camada adensada. Tal recomendação também é válida para as demais culturas.

A aquisição de roçadeiras costal não foi prevista nos planos da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, no entanto durante a execução do programa surgiu como demanda, sendo realizada a compra de 5 unidades, os objetivos da aquisição de tal equipamento foram os mesmos da roçadeira tratorizada.

O mesmo ocorreu com a compra do escarificador, que não fora previsto no momento do planejamento, mas que surgiu como demanda durante a execução dos trabalhos, sendo adquirido 1 unidade. Segundo (JIN *et al.*, 2007) a escarificação surge como estratégia para descompactar ou retardar o aumento da compactação do solo, desta forma reduzindo os problemas com erosão.

A aplicação de calcário agrícola é expressa em unidades diferentes nos planos de trabalho e nos relatórios dos resultados obtidos, no entanto pode-se concluir que a quantidade de 9 toneladas não é suficiente para atingir a metas de 220 ha, mesmo para solos com pouca necessidade de correção. De acordo com Miranda, Resende e Valente, (2008) a maioria dos solos brasileiros apresenta

problemas de acidez, necessitando correção com calcário. O que deixa ainda mais evidente os maus resultados obtidos nesta meta.

Assim como os demais equipamentos a compra de distribuidores de calcário superou as expectativas, sendo adquiridos 5 unidades ante o previsto que era 1 unidade. Este resultado, no entanto parece contraditório quando comparado com a quantidade de calcário agrícola adquirida com recursos do programa.

Não foram realizados controle de voçorocas, mesmo nos planos de trabalho contando a meta de 3 unidades a serem realizadas obras de adequação.

A voçorocas consistem em sulcos de erosão com profundidade superior a 30cm e largura superior a 1m (PRUSKI, 2009). Este tipo de erosão consiste na fase mais avançada do processo erosivo, ocorrendo deslocamento de grande quantidade de solo, sendo que no seu processo de ocorrência estão envolvidas forças que regem a estabilidade de talude e os processos de movimentação de massa, de modo a formar canais de consideráveis dimensões que impedem o trânsito de máquinas e reduzem a área de plantio (FERREIRA, 2015).

Os planos da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi previam a adequação de 9,1 km de trechos críticos de estradas rurais, sendo realizadas obras um pouco mais da metade do que foi previsto (5,1 km). Além da melhoria nas condições de trafegabilidade, essas obras tem grande importância do ponto de vista ambiental.

Segundo Demarchi *et al.* (2003) as estradas rurais brasileiras abertas durante a colonização, foram construídas sem planejamento, pois a estrutura fundiária e as facilidades do terreno determinavam seu percurso, no entanto em períodos chuvosos estas estradas acabam desenvolvendo processos erosivos, prejudicando a pista de rolamento, sua plataforma como um todo, além dos cursos d'água da bacia hidrográfica em que está localizada.

As semeadoras de Plantio Direto foram adquiridas pelo programa e cedidas às associações de produtores rurais existentes nas microbacias hidrográficas trabalhadas, no entanto pouco foi utilizada na microbacia do Córrego do Boi, vindo, após o período que ficou à disposição da associação, a ser doada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo a Prefeitura Municipal de Aparecida d'Oeste, que posteriormente a realizou sua venda. O desinteresse dos produtores da região na utilização do equipamento pode estar associado à falta de

tradição no cultivo de grãos, falta de mão de obra qualificada para utilização do equipamento, má gestão das associações, entre outros.

O Sistema Plantio Direto, quando realizado atendendo os seus princípios de qualidade, além de melhorar as características físicas e químicas do solo garante um ambiente menos desequilibrado aos microrganismos do solo (GORTE *et al* 2016).

Tabela 2 - Recursos Investidos pelo PEMH na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Prática	Meta	Quantidade	Produtores Atendidos	Valor Total (R\$)	Valor Apoiado (R\$)
Abastecedouro Comunitário	7 Un.	6 Un.	32	173.434,50	115.307,21
Calcário Agrícola	220 ha	9 t	1	1.125,00	547,25
Cerca para Proteção de Mananciais	6,5 km	1 km	2	4.281,50	3.063,23
Controle de Erosão (terraceamento)	2.300 ha	409,9 há	40	39.554,00	23.210,85
Distribuidor de Calcário	1 Um.	5 Un.	25	22.710,00	11.079,20
Escarificador	0	1 Un.	5	2.050,00	1.473,95
Semeadora Plantio Direto	0	1 Un.	43	15.989,00	15.989,00
Mudas de Espécies Florestais Nativas	25.000	2.190 Un.	4	2.190,00	2.190,00
Roçadeira Costal	0	5 Un.	21	9.090,45	4.936,44
Roçadeira Tratorizada	1 Un.	9 Un.	45	31.940,00	20.063,50
Trecho Crítico de Estrada Adequado	9,1 km	5,1 Km	317	212.700,00	212.700,00
Controle de Voçoroca	3 Un.	0	0	0	0
Total		-	-	515.064,45	410.560,63

Fonte: CATI (2009).

6.2 FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI

Os recursos aplicados pelo FEHIDRO na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi (Tabela 3) foram captados pela prefeitura de Aparecida d'Oeste e Marinópolis, entre os anos de 1998 e 2016, tais investimentos concentram-se em medidas de controle de erosão, seja por meio da adequação de estradas rurais, construção de galerias para águas pluviais, realização de conservação de solo por meio de terraceamento agrícola, estando 4 deles ainda em fase de execução.

Tabela 3 - Recursos investidos pelo FEHIDRO na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi (continua)

Tomador	Ano	Empreendimento	Tipo	Quantidade	Investimento (R\$)	Fase de Execução
P. M. Aparecida d'Oeste	1999	Projeto executivo de construção de bacias de captação de águas pluviais em estradas rurais	Estudo/Projeto	1 Und.	21.560,00	Executado
P. M. Marinópolis	2000	Obras de controle de erosão na estrada boiadeira	Galerias de Águas Pluviais	20 m	12.100,96	Executado
P. M. Marinópolis	2002	Projeto de controle de voçoroca e assoreamento de mananciais	Conservação do Solo - terraceamento, estradas rurais	400	87500	Executado
P. M. Aparecida d'Oeste	2002	Obras de melhoria e adequação de estradas municipais - prevenção de assoreamento de curso d'água	Conservação do Solo - terraceamento, estradas rurais	500 m	96.322,00	Executado
P. M. Aparecida d'Oeste	2006	Controle de erosão e assoreamento de manancial - Córrego do Boi	Terraceamento	61 ha	125.623,71	Executado
			Conservação de estrada	4.100 m		
P. M. Aparecida d'Oeste	2007	Elaboração do Plano Diretor de Erosão Urbana	Estudo/Projeto	1 Und.	48.584,60	Executado

Tabela 3: Recursos investidos pelo FEHIDRO na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi (continua)

Tomador	Ano	Empreendimento	Tipo	Quantidade	Investimento (R\$)	Fase de Execução
P. M. Aparecida d'Oeste	2009	Proteção e defesa contra a erosão do solo agrícola e assoreamento de mananciais	Terraceamento	103,2 ha	149.644,62	Executado
			Conservação de estrada	2.048 m		
P. M. Aparecida d'Oeste	2010	Proteção e defesa contra a erosão do solo agrícola e assoreamento de mananciais	Terraceamento	165,4 ha	194.275,48	Executado
			Conservação de estrada	2.365 ha		
P. M. Aparecida d'Oeste	2011	Proteção e defesa contra a erosão do solo agrícola e assoreamento de mananciais	Terraceamento	3.180 m	249.664,27	Executado
			Conservação de estrada	115 há		
P. M. Aparecida d'Oeste	2013	Obra de prevenção e controle da erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água	Terraceamento	45.400 m	174.704,70	Executado
			Conservação de estrada			
P. M. Aparecida d'Oeste	2013	Elaboração de estudo de prevenção e contenção da erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água	Estudo/Projeto	1 Und.	44.460,00	Executado

Tabela 3 - Recursos investidos pelo FEHIDRO na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi (continuação)

Tomador	Ano	Empreendimento	Tipo	Quantidade	Investimento (R\$)	Fase de Execução
P. M. Aparecida d'Oeste	2015	Elaboração de estudos e projetos da Bacia Hidrográfica do Afluente MD do Córrego do Boi	Estudo/Projeto	1 Und.	79.500,00	Executado
P. M. Aparecida d'Oeste	2015	Termo de referência para complementação da elaboração do plano diretor municipal de combate a erosão rural	Estudo/Projeto	1 Und.	52.600,00	Em execução
P. M. Aparecida d'Oeste	2015	Obra de prevenção e contenção da erosão do solo e assoreamento dos coros d'água - Córrego do Boi	Conservação do Solo - terraceamento, estradas rurais	310 m	250.834,17	Em execução
P. M. Marinópolis	2015	Termo de referência para contratação da elaboração de plano diretor de combate a erosão rural	Estudo/Projeto	1 Und.	70.802,28	Em execução
P. M. Aparecida d'Oeste	2016	Construção de uma canalização - seção trapezoidal trecho 1	Canalização	196 m	419.988,13	Em execução

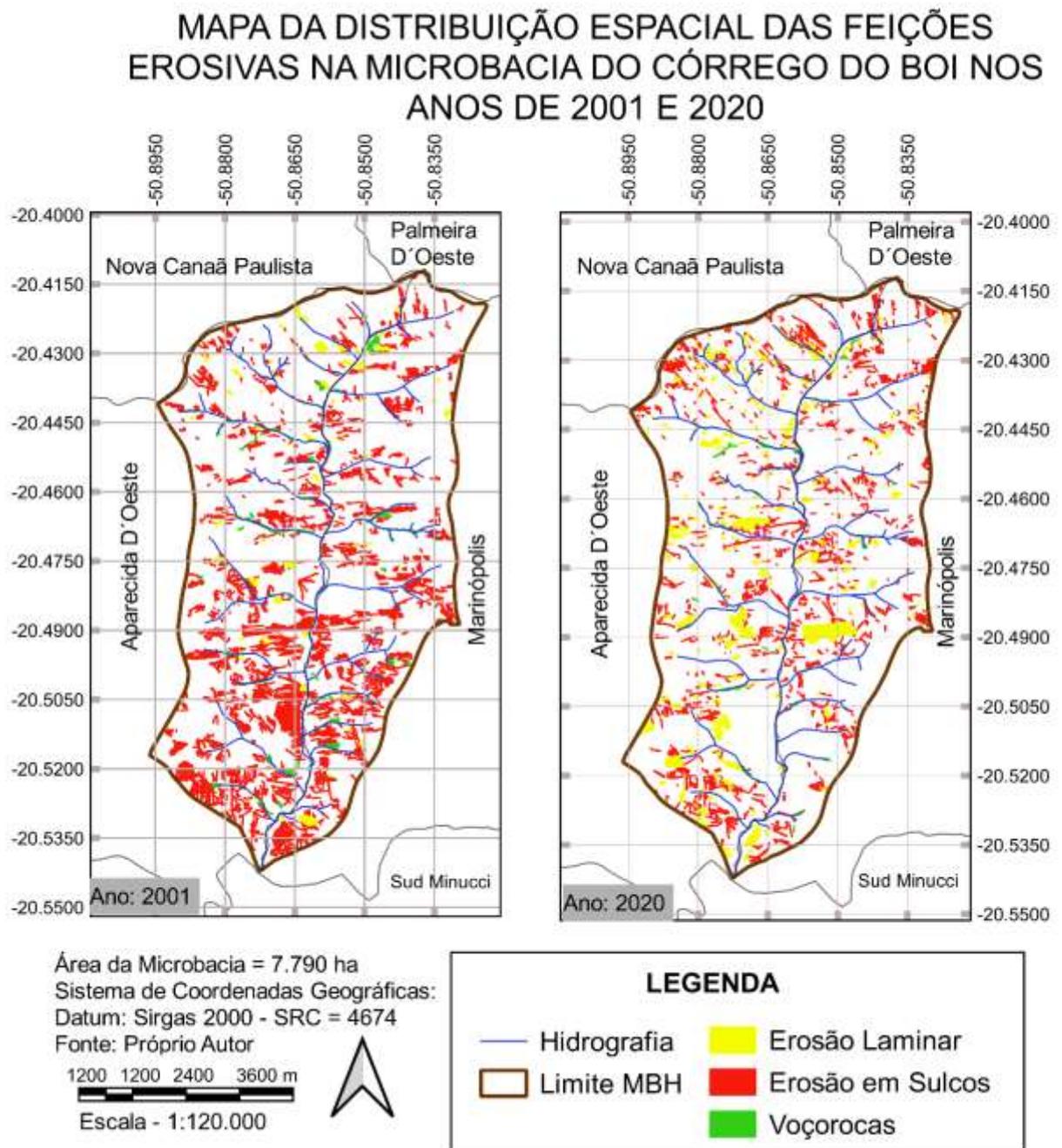
Fonte: SIMA (2020).

6.3 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FEIÇÕES EROSIVAS

A erosão do solo está entre os principais problemas ambientais das áreas agrícolas, na figura 12 é apresentado o mapa da distribuição espacial das feições erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi nos anos de 2001 e 2020.

Para o ano de 2001 erosões laminares representaram 44,83 ha, as erosões em sulcos e 529,88 ha e as voçorocas 42,68 ha, totalizando uma somatória de 617,39 ha de área erodida. Já para o ano de 2020, as erosões laminares correspondiam a 189,4 ha, as erosões em sulco 174,72 ha e as voçorocas 17,01 há, totalizando 381,13 ha.

Figura 12: Mapa da Distribuição Espacial das Feições Erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi nos Anos de 2001 e 2020.



Fonte: Dados do próprio autor.

Quando comparamos a distribuição das feições erosivas nos dois períodos (Figura 13), observa-se que a erosão laminar que em 2001 correspondia a 44,83 ha, no ano de 2020 representava 189,4 há.

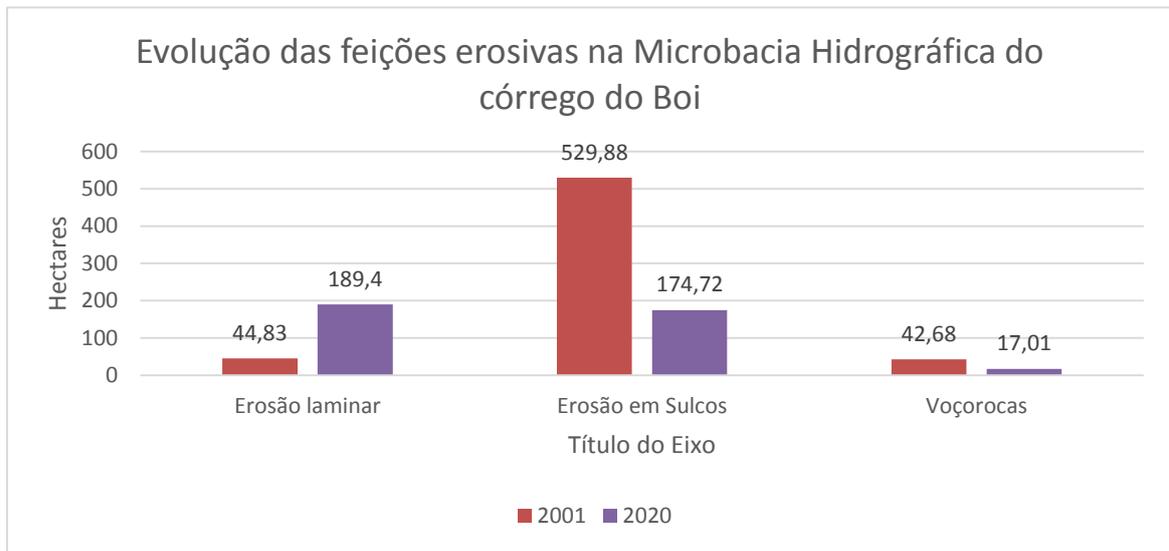
As feições erosivas em forma de sulcos, apresentaram uma redução de 529,88 ha, para 174,72 ha, este fato se deve a substituição de pastagens degradadas pela cultura da cana de açúcar. Demonstrando a importância da intensificação de ações de assistência técnica e extensão rural para a recuperação das áreas de pastagem.

Outra alteração observada é na área total das voçorocas na microbacia hidrográfica, reduzindo de 42,68 ha para 17,01 ha, isso se deu em pelo fato de uma das propriedade localizada na área ter realizado um trabalho de recuperação de área degradada e principalmente pela estabilização observada em grande parte das voçorocas da região, onde a presença de vegetação regenerada impede a identificação destas área pelas imagens aéreas.

A diminuição dos processos erosivos na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, se devem tanto as alterações no uso e ocupação do solo, assim como as políticas públicas de conservação dos recursos ambientais desenvolvidas nesta área e o trabalho de assistência técnica e extensão rural realizados.

No entanto não se pode deixar de frisar que em alguns pontos ainda existem voçorocas não estabilizadas, que continuam acarretando perda de solo na área. Outro ponto a destacar é que o solo anteriormente perdido não pode ser recuperado, estas feições erosivas apenas foram disfarçadas pelo preparo do solo e pela vegetação que existe sobre ele atualmente.

Figura 13 - Gráfico comparativo da evolução das feições erosivas na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi



Fonte: Dados do próprio autor.

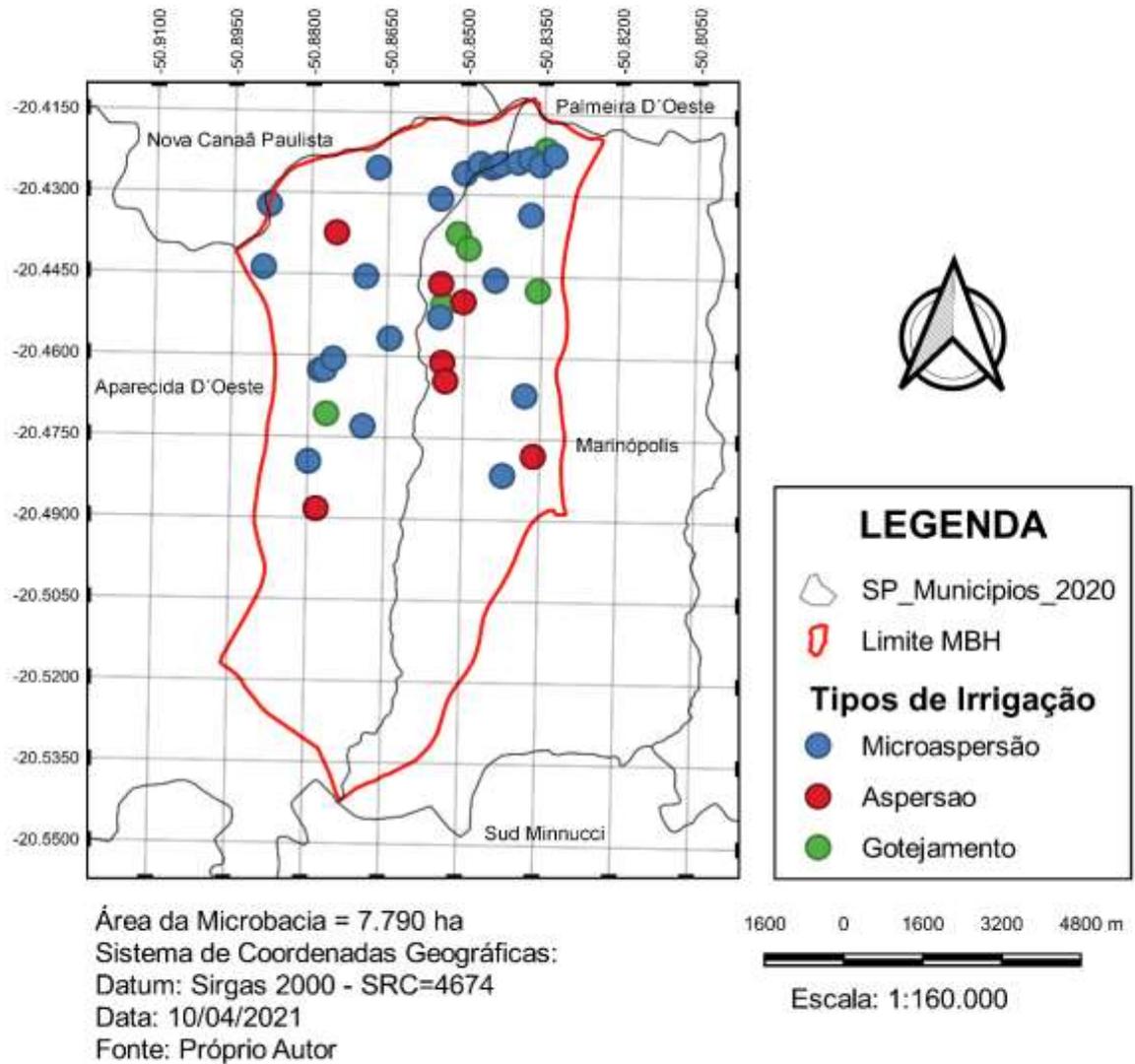
6.4 CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NA MICROBACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO DO BOI

A distribuição dos irrigante é apresentada na figura 14, observa-se a concentração dos irrigantes nas proximidade da nascente da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi até aproximadamente a metade superior da microbacia, isso se deve principalmente a estrutura fundiária da microbacia, uma vez que a parte superior localizam-se propriedades de pequeno e médio porte, com predominância de fruticultura (banana nanica e citros) e pecuária leiteira, tendo estas culturas maior necessidade de água.

Já as propriedades localizadas próximas a foz da microbacia praticam principalmente bovinocultura de corte e cultivo de cana de açúcar, não sendo utilizada no momento irrigação em nenhuma delas.

Figura 14 - Mapa de Localização dos Produtores Rurais Irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Mapa de Localização dos Produtores Rurais Irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi



Fonte: Dados do próprio autor.

A agricultura irrigada, na região estudada, apresenta uma estratificação fundiária (Tabela 4), caracterizada por pequenas propriedades, com todas as áreas com até 50 ha, e com 56,25 % se concentrado na faixa de 2,1 a 10 ha.

Tabela 4: Estratificação fundiária da agricultura irrigada na Microbacia do Córrego do Boi

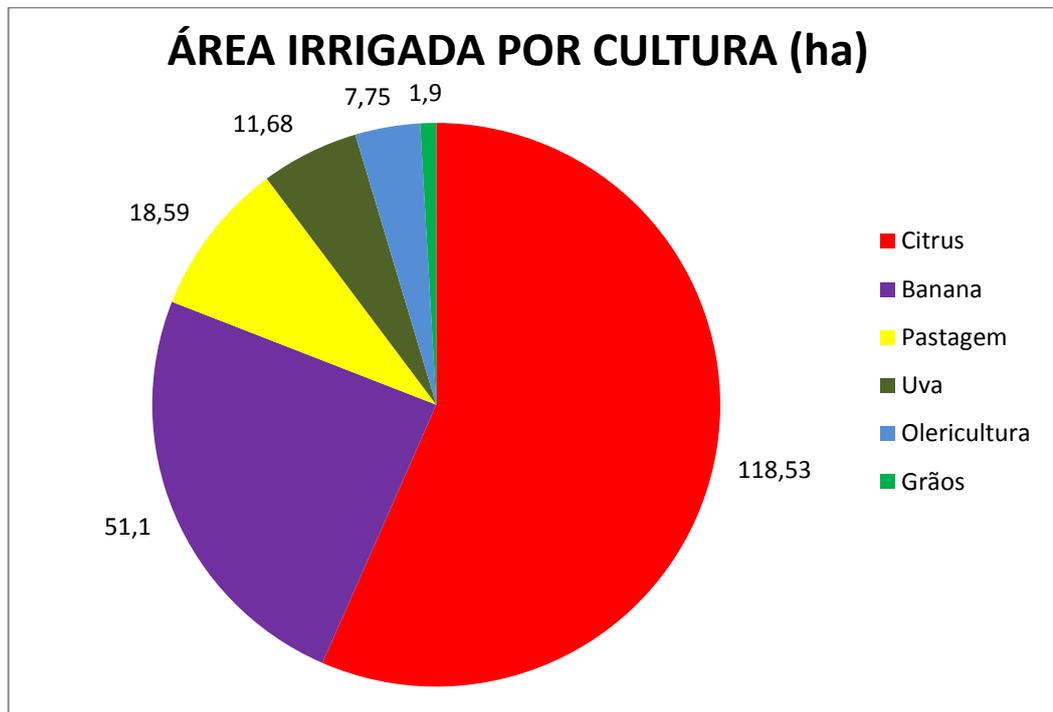
Área (ha)	Quantidade de Irrigante
0,1 a 1	4
1,1 a 2	6
2,1 a 5	10
5,1 a 10	8
10,1 a 50	4

Fonte: Dados do próprio autor.

De acordo com o levantamento realizado com os irrigantes da microbacia do córrego do Boi, a região possui 209,55 ha de área irrigada (Figura 15), com destaque para a fruticultura, com 181,31 ha, seguida pela pastagem com 18,59 ha e com menor expressão a olericultura com 7,75 ha e a produção de grãos com 1,9 ha.

Tal área poderia ser maior se fossem realizados trabalhos de incentivo ao crédito rural para fins de projetos de irrigação, uma vez que apenas 2 produtores (6,25%) utilizaram crédito rural para a aquisição de seus sistemas de irrigação. Fato este que pode estar relacionado às exigências burocráticas necessárias para a realização destes financiamentos, que muitas vezes causam temor entre os pequenos agricultores.

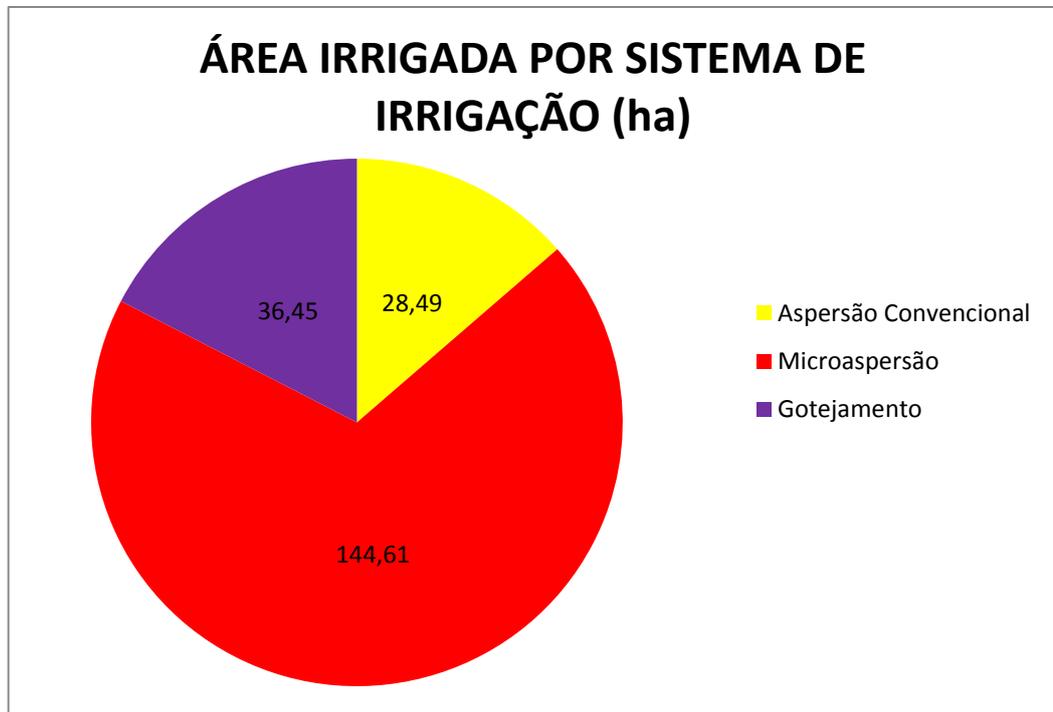
Figura 15: Gráfico área irrigada por cultura na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi



Fonte: Dados do próprio autor.

Quanto aos sistemas de irrigação empregados (Figura 16), destaca-se a irrigação localizada, sendo 144,61 ha (69%) por microaspersão e 36,45 ha (17,4%) por gotejamento. Segundo Scaloppi e Brito (1986), os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pequena utilização de mão-de-obra, grande potencial de automatização, manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, possibilidade de se adequar às condições de solos pedregosos, rasos e topografia acidentada, possibilidade de aplicação de produtos químicos em solução na água de irrigação e pela redução dos riscos de contaminação das culturas.

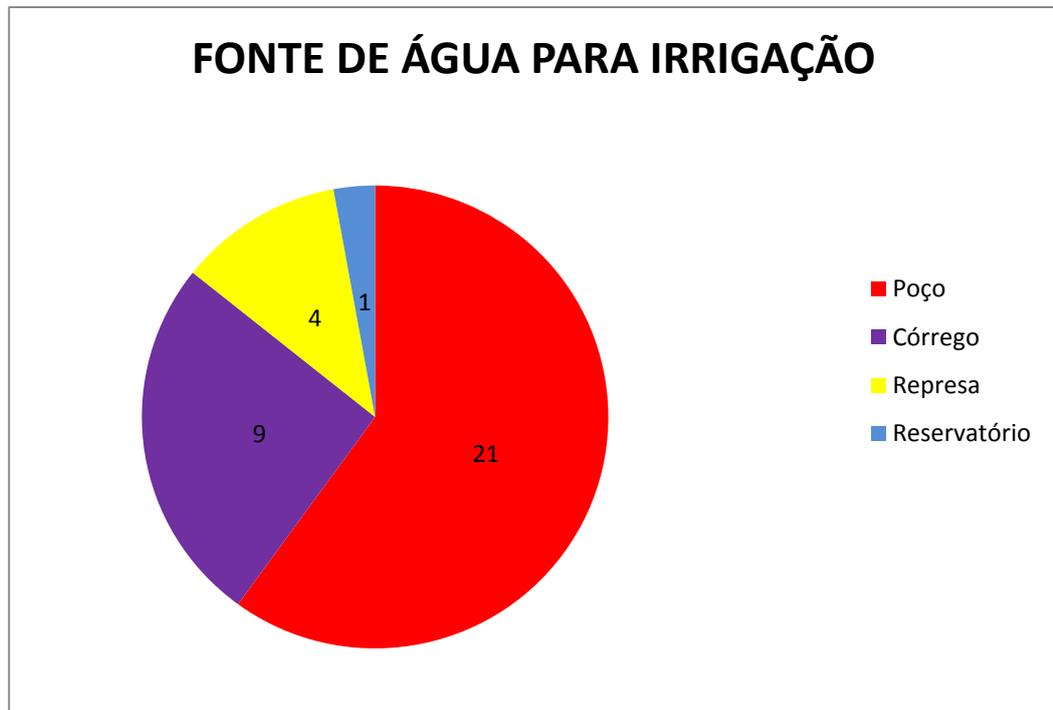
Figura 16: Gráfico da área irrigada na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi de acordo com o sistema de irrigação.



Fonte: Dados do próprio autor.

Os poços representam a principal fonte de água para irrigação na microbacia (21), seguido por córregos (9), represas (4) e reservatório (1) (Figura 17). Cabe ressaltar que a somatória das fontes de água é maior que a quantidade de irrigantes entrevistados, uma vez que alguns deles possuem mais de uma fonte de água. Esta preferência pela utilização de poços pode estar ligada à predominância da utilização de irrigação localizada, uma vez que as águas subterrâneas possuem menor quantidade de sólidos que as águas superficiais e estes sólidos estão relacionados ao entupimento dos sistemas de irrigação localizada.

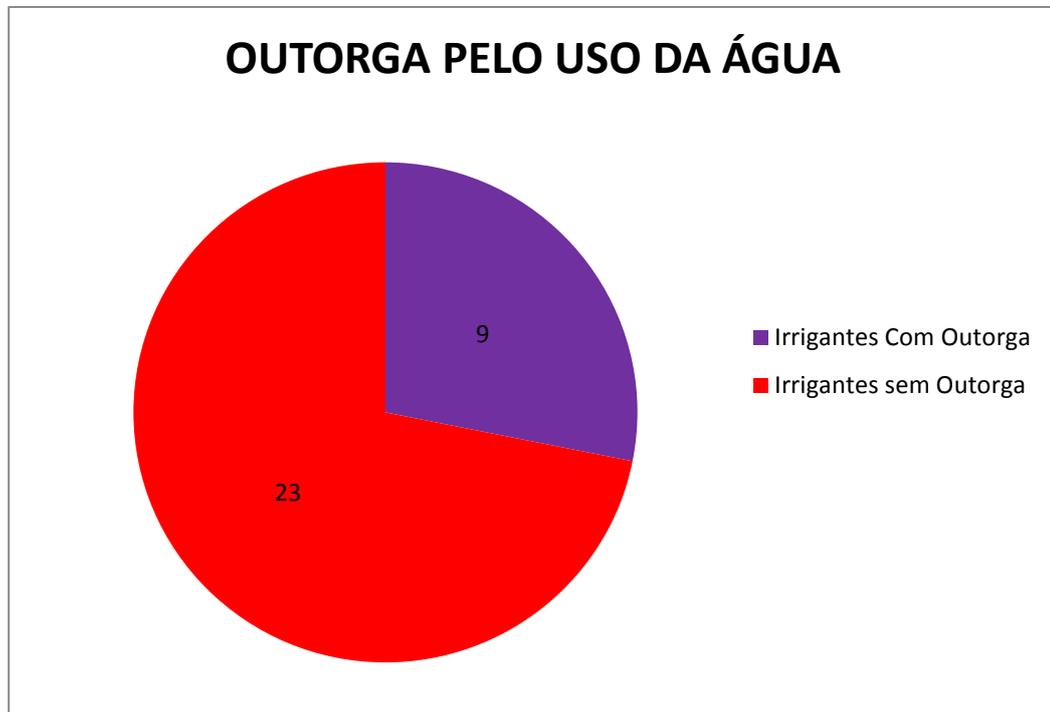
Figura17: Gráfico das fontes de água para irrigação na Microbacia Hidrográfica do do Boi.



Fonte: Dados do próprio autor.

A Lei nº 9433/97 institui a outorga dos direitos do uso da água como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, (BRASIL, 1997). Entretanto mesmo se tratando de uma obrigatoriedade, apenas 9 ou seja 28,12%, dos irrigante da microbacia possuem outorga (Figura 18), e estas se concentram em um dos tributários do Córrego do Boi, fato este, segundo relato dos produtores da região, está relacionado a um conflito pelo uso da água ocorrido no local.

Figura18: Gráfico dos irrigantes com outorga de Direito do uso da água na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi



Fonte: Dados do próprio autor.

A faixa etária destes produtores irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, assim como o que se observa nos produtores de uma modo geral, é elevada (Tabela 5), não sendo encontrados produtores na faixa de até 30 anos de idade, tendo 62,5% deles acima dos 51 anos e 37,5% acima dos 60 anos de idade, demonstrando que a sucessão familiar é mais um fator que a extensão rural deve trabalhar, juntamente com a comunidade, quando o assunto é gestão de recursos hídricos. Observa-se também que em sua maioria esses irrigantes possuem baixo nível de escolaridade, com apenas 3,13% nível superior e 43,75%, ou seja quase metade, que não possuem nem o ensino fundamental completo. No entanto maiores níveis de escolaridade não apresentaram correlação com a adoção de tecnologias mais adequadas para o manejo da irrigação, como apresentaremos mais à frente.

Por se tratar de um alto investimento, observou-se que os irrigantes predominantemente são os proprietários da terra (96,87%) ante 3,13% de parceiros e não existem irrigantes arrendatários na microbacia.

O associativismo não é uma tradição da região, sendo que apenas 34,37% dos irrigantes da área estudo pertencem a alguma organização rural. O trabalho em

associações poderia beneficiar o manejo da irrigação na região, pois facilitaria o acesso aos serviços de assistência técnica e extensão rural, que pelas condições dos órgãos de extensão rural brasileiros não consegue atender de forma individual todos os agricultores. No entanto trabalhos de capacitação em grupo já vem sendo desenvolvido na região, com destaque para as atividades da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e da Unesp – Ilha Solteira, tendo 43,75% dos entrevistados declarado já ter participado de algum curso ou palestra com temas ligados a irrigação.

Tabela 5: Caracterização dos irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Faixa Etária em anos	20 -30 a	31 - 40	41 -50	51- 60	+ 60
	0%	6,25%	31,25%	25%	37,5%
Nível de Escolaridade	Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental completo	Ensino médio incompleto	Ensino médio completo	Superior completo
	43,75	18,75	3,12	31,25	3,13
Condição de Posse da Terra	Proprietário		Arrendatário		Parceiro
	96,87		0%		3,13
Membro de Alguma Organização Rural	Sim			Não	
	34,37%			65,63%	
Participou de Curso ou Palestra Sobre Irrigação	Participou			Não Participou	
	43,75%			56,25%	

Fonte: Dados do próprio autor.

Mesmo com a utilização predominantemente de sistemas de irrigação localizada, os quais possuem maior eficiência no uso da água, a situação nesta microbacia não nos permite afirmar que a água vem sendo utilizada de forma adequada, uma vez que 25% dos sistemas existentes foram montados pelos próprios irrigantes, sem a realização de projeto por parte de técnico capacitado e 75% dos irrigante não contabilizam a água que utilizam para irrigação e 53,12% sequer sabem qual a vazão de seu sistema de irrigação. Além disso, 65,62% afirmam a existência de vazamentos em seus sistemas, e nem um dos entrevistados possui alguma análise da qualidade da água que utilizam, ressaltando ainda que muitas vezes a fonte de água para irrigação é a mesma da água para consumo humano.

Outro dado que demonstra a necessidade de medidas de assistência técnica e extensão rural por parte dos órgãos governamentais na região é a percentagem de irrigantes que possuem consultoria particular, apenas 9,37% possuem consultores para assuntos fitossanitários e nem um deles possui consultor para o manejo da irrigação.

O emprego de algumas tecnologias ainda é muito baixo na região, apenas 25% dos irrigantes possuem o acionamento dos sistemas de irrigação automatizados e só 28,12% deles realizam fertirrigação. Tecnologias estas que poderiam proporcionar ganho de tempo e redução nos custos de produção. Mesmo tecnologias simples e baratas, como a realização de análises de solo, ainda não são amplamente difundidas entre eles, pois 34,37% dos irrigantes da microbacia do córrego do Boi ainda não realizam.

Outro problema observado está no fato de muitas vezes o produtor ter interesse em adotar determinada tecnologia, mas não pôr em pratica outras técnicas consideradas pré-requisito, um exemplo é a fertirrigação, em que muitas vezes é realizada, sem que sejam feitas as devidas amostragens e análises de solo ou foliar.

Tabela 6: Nível de tecnologia adotado pelos irrigantes da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Contabiliza a quantidade de água utilizada	Contabiliza 25%	Não Contabiliza 75%	
Possui consultor Fitotecnista ou de irrigação	Fitotecnista 9,37%	Irrigação 0%	Não Possui Consultor 90,63%
Realiza Análise de Fertilidade do Solo	Realiza 65,625%	Não Realiza 34,375%	
Acionamento do Sistema de Irrigação	Automatizado 25%	Manual 75%	
Realiza Fertirrigação	Realiza 28,125%	Não Realiza 71,875%	
Vazamentos no Sistema de Irrigação	Com Vazamento 34,375%	Sem Vazamento 65,625%	
Conhece a Vazão do Sistema de Irrigação	Conhece 46,875%	Desconhece 53,125%	
Análise da Qualidade da Água	Com Análise 0%	Sem Análise 100%	

Fonte: Dados do próprio autor.

O manejo da irrigação na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi é realizado de maneira empírica, havendo apenas 1 produtor (3,12%), que o realiza baseado em alguns parâmetros técnicos, no entanto utilizando a tecnologia de maneira incorreta. Os demais ou irrigam quando o solo está seco (87,52%) ou quando a planta está murcha. No entanto o relato de muitos dos produtores aponta para uma pequena melhoria nesta situação, fruto de ações de capacitação, uma vez que, anteriormente eles dizem que molhavam até a água escorrer no solo, ou seja, até a saturação do solo.

O conhecimento dos parâmetros e índices necessários para a realização do manejo da irrigação são pequenos entre os irrigantes da microbacia do Córrego do Boi, apenas 2 produtores (6,25%) souberam dizer o que é evapotranspiração, entretanto declararam não considera - lá relevante para a produtividade da cultura.

Os demais parâmetros [curva característica de retenção de água no solo, evapotranspiração da cultura, Coeficiente da Cultura (Kc) e Capacidade de Água Disponível (CAD)], são desconhecidos por todos.

Tabela 7: Manejo da irrigação na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi

Possui Algum Parâmetro para Irrigar	Não Possui Parâmetro	Quando o Solo está seco	Quando a planta murcha	Tensiometro
	0%	87,525%	9,375%	3,125%
Curva Característica de Retenção de Água no Solo	Sabe o que é		Não Sabe o que é	
	0%		100%	
Evapotranspiração da Cultura	Sabe o que é		Não Sabe o que é	
	6,25%		93,75%	
Coeficiente da Cultura (Kc)	Sabe o que é		Não sabe o que é	
	0%		100%	
Capacidade de Água Disponível (CAD)	Sabe o que é		Não Sabe o que é	
	0%		100%	

Fonte: Dados do próprio autor.

Apesar das deficiências relacionadas ao manejo da irrigação por parte dos agricultores da Microbacia do Córrego do Boi, todos os entrevistados se declararam satisfeitos com a produtividade e qualidade alcançadas com a utilização da irrigação. Tendo 31,25% destes a intenção de aumentar a área irrigada. Cabe ressaltar que se as técnicas adequadas fossem empregadas os resultados obtidos poderiam ser ainda melhores.

6.5 SANEAMENTO BÁSICO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BOI

Segundo dados do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA), a microbacia possui uma população rural de 500 habitantes, distribuídas em 171 domicílios, todos sem acesso a água e esgoto tratados, (CDRS, 2020).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada dia mais são observados problemas de conflitos pelo uso da água, assim como a degradação das fontes e reservatórios de recursos hídricos, e a agricultura que na maioria das vezes é vista como vilã, tem na assistência técnica e extensão rural a oportunidade de reverter esta situação.

O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas foi um marco na extensão rural brasileira, pois tinha o produtor rural como o tomador de decisão do planejamento necessário para o desenvolvimento das comunidades, além de focar suas ações não apenas nos setor produtivo, mas também no desenvolvimento social e ambiental.

No entanto as medidas do programa eram muito ambiciosas e a operacionalização do programa, por vezes deixou a desejar.

Mesmo assim, os investimentos e ações realizados através do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH), somados aos recursos aplicados pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), assim como os serviços de assistência técnica e extensão rural, na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, obtiveram alguns resultados positivos, como a estabilização de alguns processos erosivos e pequena melhoria no manejo da irrigação.

Entretanto o interrompimento destes investimentos, por conta do fim do contrato entre o BIRD e o governo do Estado de São Paulo, pode ocasionar a perda de todo o trabalho e investimentos realizados.

Mas apesar dos resultados dessas políticas públicas, não é observada uma mudança significativa na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, sendo encontrados inúmeros problemas, tanto de cunho ambiental como social.

O trabalho de extensão rural deve ser um processo contínuo, com ações planejadas, e não apenas atendimento isolados das demandas dos produtores rurais, como vem acontecendo na atualidade.

Este estudo aponta a necessidade de ações participativas, com a capacitação e principalmente a conscientização dos produtores rurais da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, nas áreas de manejo e conservação do solo, recomposição de matas ciliares, manejo da irrigação e saneamento básico.

Cabe ressaltar ainda que tais recomendações podem ser estendidas, respeitando as peculiaridades de cada local, para toda a área da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas - ANA. **Balanço hídrico quantitativo**: metadados. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso: 13 de maio de 2020.
- Agência Nacional de Águas - ANA **Topologia hídrica**: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos: versão 1.11. Brasília, DF, 2006. 29 p.
- ANDRADE, R. da S.; STONE, Luís F.; SILVEIRA, P. M. da. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 411-418, 2009.
- ATTANASIO, C. M. *et al.* **Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas restauração de matas ciliares**. Piracicaba: ESALQ (USP), 2006. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/2011/11/AdequacaoAmbientalPropiedadesRurais.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- BALBINO, L. C.; BARCELOS, A. D. O; STONE, L. F. **Marco referencial: Integração Lavoura Pecuária Floresta**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2011.
- BARBOZA, G. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Aspectos biológicos da qualidade água do Córrego do Boi em Aparecida d'Oeste**. Ilha Solteira: UNESP, 2007. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/cic_2007_aspectos_biologicos_qualidade_agua_boi-.pdf. Acesso em: 1 jul. 2020.
- BASTOS, C. A. B. **Estudos geotécnicos sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. Porto Alegre. Ed. UFRGS, 1999.
- BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 555-560, 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.
- BOLLER, W. Cuidados com o solo. **Cultivar Brasileira**, Pelotas, v. 5, p. 2001. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/revistas/483>. Acesso em: 08 maio 2021.
- BORGES, A. C., MENDIONDO, E. M.; Comparação entre equações empíricas para estimativa de evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662007000300008&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 03 maio 2021.

BOURLEGAT, Jeanne Marie Garcia Le, *et al.* Enriquecimento de floresta em restauração por meio de semeadura direta de lianas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 465-472, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v40n3/06.pdf>. Acesso: 13 maio 2021.

BRAGA, B. Segurança hídrica custa US\$ 650 bi ao ano, diz Conselho Mundial da Água. **UOL**, São Paulo, p. 1, 19 mar. 2018. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/03/19/seguranca-hidrica-custa-us-650-bi-ao-ano-diz-conselho-mundial-da-agua.htm>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL, E. C. LIMA, E. V. CRAVO, M. S. **Uso de Gesso na Agricultura**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218403/1/LV-RecomendacaoSolo-2020-135-147.pdf>. Acesso em: 08 maio 2021.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a política nacional de recursos hídricos. Brasília, DF, 1997. Poder Executivo. Disponível em: http://www.ana.gov.br/Legsilacao/Especificas/BR_Lei_9433_08011997.htm. Acesso em: 13 de fev. de 2019.

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 2007. Poder Executivo. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20nacionais%20para%20o,1978%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 20 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei n. 12.188, de 11 de janeiro de 2010**. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária - PRONATER, altera a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Poder Executivo. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12188.htm#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1993%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 04 de mai. 2021.

CABRAL, J.; KOIDE, S.; SIMÕES, S.; MONTENEGRO S. Recursos Hídricos Subterrâneos. In.: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2016. p. 237-275.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Variação espacial da perda de solo por erosão em diferentes superfícies geomórficas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p.2485-2492, 2008.

CASA DA AGRICULTURA DE MARINÓPOLIS. **Dados Pluviométricos**, Marinópolis, 2021. Não publicado.

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 31-34, 2010.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. **Plano de Trabalho da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi de Aparecida d'Oeste**. Aparecida d'Oeste, 2002. Não publicado.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. **Plano de Trabalho da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi de Marinópolis**. Marinópolis, 2005. Não publicado.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. **Boas práticas em conservação do solo e da água**. Campinas, 2014.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. Seção Operativa**. São Paulo, 2001.

CENTRO DE ENSINO GUROO. **Elementos da Bacia Hidrográfica**. [S. l.: s. n.], 2018. Figura. Disponível em: <https://www.guroo.com.br/?p=2922>. Acesso em: 3 fev. 2020.

COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL - CDRS. **Sistema LUPA**. Campinas, 2020.

CLEMENTE, E. C.; OLIVEIRA, A. R. O Programa Estadual de Microbacias no Estado de São Paulo: uma análise da descentralização administrativa e o incentivo ao associativismo por meio da FAMHESP. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 37, p. 22-42, 2015.

COHIM, E.; GARCIA, A. P.; SILVA, A.; KIPERSTOK, A. Dimensionamento de reservatório para captação de água da chuva para irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 6, 2007, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: [s. n.], 2007.

COLODRO, G. *et al.* Erosividade da chuva: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio. **Revista brasileira de ciências do solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 809-818, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n3/27.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

COOPER, M. **Densidade do solo e densidade de partículas**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/300387/mod_resource/content/0/Aula%20Te%C3%B3rica%203%20-%20Densidade%20do%20Solo%20e%20Densidade%20de%20Part%C3%ADcula.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

COOPER, M. **Granulometria e textura do solo**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/576877/mod_resource/content/1/Aula%201%20-%20Granulometria%20e%20Textura%20do%20Solo.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

CORREA, Glauder *et al.* Microbiologia da água de poços semiartesianos da zona rural de Aparecida d'Oeste, São Paulo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 15, n. 3, p. 330-334, 2020. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/7810/7914>. Acesso em: 12 de maio 2021.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. **Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001**. Brasília-DF, 2001. Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CNRH-n%C2%BA-15-de-2001.pdf>. Acesso em: 20 de maio 2020.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Usos dos recursos hídricos no estado de São Paulo**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/daeeusosDpo.asp>. Acesso em: 3 jun. 2020.

DEMARCHI, L. C; RABELLO, L. R; SANTOS, N. B.; FRANCO, O., CORREA, R. O. **Adequação de estradas rurais**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, jul. 2003, 64 p. (Manual Técnico, 77).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Árvore do conhecimento**, Argisolos Vermelho-Amarelos. Brasília, 2020. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html. Acesso em: 3 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Saneamento Básico Rural. **Clorador de Água Modelo EMBRAPA**. 20140. Figura. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Saneamento Básico Rural. Esquema de montagem do clorador de água**. 2014. Figura. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Estratégia de recuperação/regeneração natural com manejo/nucleação**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/nucleacao>. Acesso em: 6 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Saneamento Básico Rural. Fossa séptica biodigestora modelo EMBRAPA**. 2014. Figura. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Levantamento e conservação do solo**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/conservasolo/imagens/9.pdf>. Acesso em: 08. maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília – DF, 2013.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRONOMIA LUIZ DE QUEIROZ - ESALQ. **Curva de retenção**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/retencao1.html#:~:text=A%20curva%20de%20reten%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9,na%20profundidade%20de%20solo%20considerada>. Acesso em: 04 mai. 2021.

ESPINDOLA, J. G. M. G. *et al.* **Adubação verde com leguminosas**. Ed. EMBRAPA. Brasília, DF, 2005. 54 p.

FERREIRA, R. R. M. **Recuperação de voçorocas de grande porte**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1025952/1/25736.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

FOLEGATTI, M. V.; ROMÁN, R. M. S.; COELHO, R. D.; FRIZZONE, J. A. Gestão dos Recursos Hídricos e Agricultura Irrigada no Brasil, In BICUDO, C. E. M.; TUNDISI J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (org.). **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010. p. 15-24.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, Noroeste do Estado de São Paulo. **Recursos Hídricos e Gerenciamento de Irrigação**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 61-69, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades**. Brasília, DF, 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Programa Nacional de Saneamento Básico Rural**. Brasília, DF, 2019.

FURLAN, D. A. **Coefficiente de estresse hídrico utilizando termografia infravermelha - estudo em cafeeiro conilon (coffea canephora)**. Campos dos Goytacazes: Ed: UENF, 2017.

GASPAR, M. T. P; CAMPOS, J. E. G. O Sistema Aquífero Urucuia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4: p. 216-226, 2007.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrológicas: conceito básico. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2016. p. 3-13.

GORTE, T.; BARTZ, M. L. C.; BROWN, G. G.; LEONERDO, H. C. L.; RALISCH, R. Qualidade do solo e o índice de qualidade participativo do Plantio Direto: Existe correlação? In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 20, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: SBCS, 2016. p. 948-950.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação**. 2021. Disponível em: <https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/curso3.htm>. Acesso em 10 mai. 2021.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V. de; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 21-30, 2003.

IAC. INSTITUTO AGRONOMOICO DE CAMPINAS. **Solos do Estado de São Pulo**. Campinas, 2014. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE **Censo demográfico 2010**. Disponível em: www.censo2010.IBGE.gov.br/dados/index.php?uf=33. Acesso em: 25 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Brasília, 2006. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 09 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos**. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: 26 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2015**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Variáveis ambientais para modelagem de distribuição de espécies**. 2021. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/declividade_gradiente.php#:~:text=A%20declividade%20%C3%A9%20a%20inclina%C3%A7%C3%A3o,terreno%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20horizontal. Acesso em: 03 mai. 2021.

JIN, H.; HONGWEN, L.; XIAOYAN, W.; McHUGH, A.D.; WENYING, L.; HUANWEN, G.; KUHN, N. J. Adoção de subsolagem anual como prática de conservação da lavoura em cultivo de milho e trigo no norte da China. **Pesquisa de solo e lavoura**, [s. n.], v. 94, p. 493-502, 2007.

LIMA, C. H. R.; FRISCHKORN, H.; BURTE, J. Avaliação da Interação Rio-Aquífero a Partir de Dados Experimentais e de um Modelo Analítico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 217-230, 2007.

LIMA, R. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S.; FRANCO, R. A. M. Parâmetros químicos de qualidade de água para irrigação do Córrego do Boi, Aparecida d'Oeste, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Petrolina. **Anais [...]** Bonito: SBEA, 2007.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia florestal. In.: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2000. p. 33-44.

LOBATO, M. G. R. **Estimativa de capacidade de campo em solos por critérios estatísticos e dinâmicos**. Fortaleza: Ed. UFC, 2018.

LOLLO, J. A., NEVES, M. P.; ARANTES, L. T. LIMA, C. G. R.; LORANDI, R. Mudanças de uso e cobertura da terra e degradação ambiental em bacias hidrográficas. In.: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. (org.) **Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Tupã: ANAP, 2019. p. 17-42.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. Manual técnico de manejo e conservação do solo e água. Campinas: **Coordenadoria de Assistência Técnica Integral**, 1995. (Manual técnico, 38).

MACHADO, P. L. O. A; WADT, P. G. S. **Árvore do conhecimento: terraceamento**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6cq02wyiv8065610dfrst1ws.html>. Acesso em: 12 maio 2021.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. São Paulo: CERES, 1989.

MANZIONE, R. L. **Águas subterrâneas: conceitos e aplicações sobre uma visão multidisciplinar**. Jundiaí: Paco Editorial, 2015.

MARIA, I. C. de, DRUGOWICH, M. I., BORTOLLETTI, J. O., VITTI, A. C., ROSSETTO, R., FONTES, J. L., TCATCHENCO, J., MARGATHO, S.M. F. **Recomendações Gerais para conservação de solo na cultura da cana-de-açúcar**. Campinas: Ed. IAC, 2016.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S. de; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A. Irrigação e fertirrigação. Brasília, DF: EMBRAPA, 2011. Cap. 5, p. 157-232.

MARQUES, J.J.G. de S. M. *et al.* Estimativa da erodibilidade a partir de atributos de solos com horizonte B textural no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.457-465, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v21n3/15.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2021.

MARTINS, S. V.; **Restauração Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2020.

MENDONÇA, A. S. Balanço hídrico. *In*: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (org.). **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2016. p. 165-168.

MORGAN, R. P. C. **Erosão e conservação do solo**. 3 ed. Carlton: Blackwell Publishing, 2005.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.: s. n.], 2021. Figura. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 08 abr. 2021.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.15, n. 43, p. 83-100, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000300009. Acesso em: 26 abr. 2021.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVEIRA, F. N. S. *et al.* **Influência da cobertura morta no desenvolvimento de fruteiras tropicais**. Fortaleza: Ed. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 25 p.

PACTO GLOBAL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/ods>. Acesso: 08 de abr. 2021.

PEREIRA, J. S.; BIULCHI, D. F.; RODRIGUES, S. C. O processo de revegetação como alternativa para recuperação de paisagens características de áreas inseridas no domínio dos cerrados. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 3; ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 1; ENCONTRO IBERO-AMERICANO DO QUATERNÁRIO, 1., 2010, Recife. **Anais eletrônicos** [...] Recife. 2010. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/10/88.pdf>. Acesso em: 3 maio 2021.

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Gestão de Recursos Hídricos em Tempos de Crise**. Porto Alegre: Artmed, 2016.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. Uso de geoprocessamento no estudo da degradação do solo em ambientes urbanos: o caso da cidade de São Carlos, estado de São Paulo, Brasil. **Environmental Geology**, Berlin, v. 53, n. 4, p. 727-739, 2007.

POTT, C. A., MARIA, I. C. de; Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade de infiltração básica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v. 27. p. 19-27, 2003.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água**: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 279p

QUEIROZ, M. L. **Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação: estudo de caso na estação ecológica de águas emendadas - Distrito Federal.** 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF, 2015.

RAIJ, B. V. **Avaliação da Fertilidade do Solo.** 2. ed. Campinas-SP: Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1983.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. Especial, p. 341-345, 2003. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Minicurso/pag_341.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

REBOUÇAS, A. C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras, 2006. p. 54-56.

RODRIGUES, G. S; IRIAS, L. J. M. **Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada.** Jaguariúna: EMBRAPA, 2004. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/circular_7ID-cKH03Ez46o.pdf Acesso em: 03 de fev. de 2019.

RODRIGUES, L. N.; PRUSKI, F. F. Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (org.) **ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Cap. 13, p. 181-194.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. SANTIN; ISERNHAGEN, I. (org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto Bioatlântica, 2009. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2015/03/referencial-teorico.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

ROOSEVELT, T. **The strenuous life: essays and addresses.** 8. ed. New York: Elkhorn Edition, 1906.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado.** São Paulo: Instituto Florestal, 2017. 118p.

SALGUEIRO, R. S. **Aplicação e avaliação de metodologias laboratoriais e empíricas para a determinação da condutividade hidráulica de sedimentos.** 2005. 87 f. Monografia (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SÁ, M. A. C. de *et al.* Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra - som e atributos de solos com horizonte B textural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 691-699, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000700011. Acesso em: 22 abr. 2021.

SANTIAGO, A. D. ROSSETTO, R. **Adubação orgânica**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html. Acesso em: 08 mai. 2021

SANTOS, J. C. F.; COSTA, R. S. C.; LEÔNIDAS, F. C.; PEREIRA, R. G. A. Manejo de plantas daninhas In.: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (ORG.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. p. 237-253.

SÃO PAULO (estado). Decreto n. 41.940, de 08 de julho de 1997. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 9.

SÃO PAULO (estado). **Lei n. 6.171 de 04 de junho de 1988**. Dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola. São Paulo, SP, 1988. Poder Executivo. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/legislacao-dcaa/Lei%20Estadual%206.171%20de%201988%20-%20Uso%20e%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20Solo.pdf> . Acesso em: 20 de abril de 2021.

SÃO PAULO (estado). **Lei n. 8.421 de 23 de novembro de 1993**. Altera a redação de dispositivos da Lei nº 6.171, de 4 de julho de 1988, que dispõe sobre uso, conservação e preservação do solo agrícola e dá outras providências. Poder Executivo. Disponível em: <https://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/176857/lei-8421-93#:~:text=maio%20de%202021-,Lei%208421%2F93%20%7C%20Lei%20n%C2%BA%208.421%2C%20de,23%20de%20novembro%20de%201993&text=fornecer%20gratuitamente%20sementes%20e%20mudas,Secretaria%20de%20Agricultura%20e%20Abastecimento.f> . Acesso em: 20 de abril de 2021.

SÃO PAULO (estado). **Lei n. 11.970 de 23 de novembro de 2005**. Altera a Lei n. 8.421, de 23 de novembro de 1993. Poder Executivo. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2005/lei-11970-30.06.2005.html> . Acesso em: 20 de abril de 2021.

SÃO PAULO (estado). Secretaria de Meio Ambiente - SMA. **Restauração ecológica - sistema de nucleação**. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Nucleacao.pdf> f. Acesso 02 mai. 2021.

SCALOPPI, E. J.; BRITO, R. A L. Qualidade da Água e do Solo para Irrigação. Informe Agropecuário, **EPAMIG**, Belo Horizonte. v.12, n.139. p. 80-94.1986.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. 293 p.

SCHIETTECATTE, W., D'HONDT L., CORNELIS, W.M., ACOSTA, M.L., LEAL, L., ALMOZA, Y., ALONSO, G.R., DÍAZ, J., RUÍZ, M., GABRIELS, D. Influence of landuse on soil erosion risk in the Cuyaguaje watershed (Cuba). **Catena**, Amsterdam, v. 74, p. 1-12, 2008.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - SIMA. **Fundo Estadual de Recursos Hídricos FEHIDRO**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - SIMA. **Novo inventário florestal do ESP aponta crescimento de 214 mil hectares de vegetação nativa no território paulista**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/08/novo-inventario-florestal-do-esp-aponta-crescimento-de-214-mil-hectares-de-vegetacao-nativa-no-territorio-paulista/>. Acesso em: 26 abr. 2021.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília, UNESCO, 2001.

SELIGER, R.; SATTTLER, D.; SOARES DA SILVA, A.; COSTA, G. C. P.; HEINRICH, J. Rehabilitation of Degraded Sloped Pastures: Lessons Learned in Itaocara, Rio de Janeiro. In: NEHREN, U.; SCHLYTER, S.; RAEDIG, C.; SATTTLER, D.; HISSA, H. (org.). **Strategies and Tools for a Sustainable Rural**. Rio de Janeiro. 1 ed.: Springer International Publishing, 2018, v. 1, p. 391-404.

SILVA, Antonio Alberto. *et al.* Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

SILVA, A. R. Preparo de solo. In: MODESTO JUNIOR, M. S. ALVES, R. N. B. (org.) **Cultura da Mandioca**: apostila. Belém: EMBRAPA, 2014. Cap. 2, p. 29-44.

SILVA, Darlan Collins da Cunha *et al.* Identificação de áreas com perda de solo acima do tolerável usando NDVI para o cálculo do Fator C da USLE. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 42, p. 72-85, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/45524/34125>. Acesso em: 23 abr. 2021.

SILVA, T. G. N. *et al.* Diagnostico ambiental de uma Área de Proteção Permanente (APP), Formoso do Araguaia - TO. Revista da Universidade do Vale do Rio Verde. **Três Corações**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 1-10, 2018.

SILVA, J. C. C. Planejamento integrado em microbacias hidrográficas. In: SILVA D. D., PRUSKI, F. F. (org.). **Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA/SRH/ ABEAS, 1997. p.115-128.

SILVA, P. T. P.; HERNANDEZ, F. B. T.; BARBOZA, G. C.; LIMA, R. C. **Concentração de ferro na água de irrigação na microbacia do Boi, Estado de São Paulo**. Ilha Solteira: UNESP, 2009. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/w10_feboi.pdf. Acesso em: 1 jul. 2020.

SILVA, W. T. L. da; **Saneamento básico rural**. Brasília, DF: Ed. EMBRAPA, 2014.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e a Bacia Hidrográfica. In.: TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Edusp / ABRH, 1997. 35-51p.

SIMÕES, S. J. C.; COIADO, E. M. Processos erosivos. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (org.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2016. p. 283-293.

SOUZA, C. M. N. Relação Saneamento-Saúde-Ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde. **Saúde Soc.**, [s. l.], v.16, n.3, p.125- 137, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902007000300012. Acesso em: 12 maio 2021.

TERRA, L. G.; LÖBLER, C. A.; SILVA, J. L. S. Estimativa da vulnerabilidade à contaminação do recursos hídricos subterrâneos município de Santiago-RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 10, n. 2, 10. 2208-2218, 2013.

The Nature Conservancy - TNC. **Cartilha de restauração florestal de áreas de preservação permanente, Alto Teles Pires, MT**. Piracicaba, Esalq (USP), 2015. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/TNC_Cartilha_MT_INTERATIVO_17-9-2015.pdf. Acesso em: 13 de mai. 2021.

TONET, R. M. Algumas sugestões sobre o novo papel da extensão rural frente ao desenvolvimento local sustentável. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 10, p. 28-34, 2008. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec3-1008.pdf>. Acesso: 15 mai. 2021.

TUNDISI, J. G. Ciclo Hidrológico e Gerenciamento Integrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, 2003.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

USGS. Pesquisa Geológica dos Estados Unidos. **O Ciclo da água**. 2020. Figura. Disponível em: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/o-ciclo-d-gua-water-cycle-portuguese?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects. Acesso em: 17 out. 2019.

VALLADARES, G. S.; GOMES, A. S.; TORRESAN, F. H.; RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C. R. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 9, p.1376-1383, 2012.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

VENTURA, A. Problemas técnicos da silvicultura paulista. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 61-80, Dez. 1964.

VILLAR, P. C. **Aquíferos transfronteiriços**: governança das águas e o aquífero Guarani. Curitiba: Juruá, 2015.

WIECHETECK, L. H. **Ponto de Murcha permanente para trigo e cevada em solos dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa. Ed: UEPG, 2017.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. (Agriculture Handbook, 537).

ZONTA, J. H. *et al.* **Práticas de Conservação de Solo e Água**. Campina Grande. Ed. EMBRAPA, 2012. p. 24, (Circular Técnica, 133).

APÊNDICE A - Produto gerado pelo trabalho

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

Diante dos análise realizada sobre a situação dos recursos hídricos na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi, observa-se a necessidade de serem adotadas medidas que visem reverter/amenizar a situação encontrada. Por parte do poder público além da destinação de recursos técnicos e materiais para os que menos favorecidos possam realizar essas recomendações, cabe principalmente o papel de conscientização e orientação, tanto de técnicos, formando uma equipe capacitada para atuação nesta área, como dos produtores. Desta forma este trabalho recomenda que ações de conscientização e orientação técnica sejam intensificadas. Neste sentido, todas as instituições envolvidas com os recursos hídricos atuantes na área devem unir esforços para alcançar o objetivo comum de recuperação sócio ambiental desta área.

Na esfera municipal este papel cabe as prefeituras de Aparecida d'Oeste e Marinópolis, assim como as câmaras municipais destes municípios, que devem elaborar projetos voltados para a gestão dos recursos hídricos. No âmbito estadual a Secretaria de Agricultura e Abastecimento e a Secretaria de Infraestrutura e meio ambiente e em nível federal tanto ao Ministério da Agricultura e Pecuária como a Ministério do Meio Ambiente.

As entidades não governamentais também exercem papel fundamenta nos processos de educação no campo, com destaque para a necessidade da intensificação das ações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José do Dourados e das associações e cooperativas de produtores rurais.

Cabe no entanto ressaltar, que algumas destas instituições já vem realizando alguns trabalhos para a o uso racional e conservação da água, devendo estes trabalhos serem intensificados.

Com relação aos produtores rurais estas técnicas devem ser adotadas de forma conjunta, uma vez que a gestão de recursos hídricos não respeita da divisa de propriedades, tendo as ações realizadas por um indivíduo reflexos para toda a microbacia.

Todas as recomendações apresentadas abaixo necessitam de orientação técnica e acompanhamento, uma vez que a maioria delas de realizadas de forma

inadequada podem causar tantos prejuízos como a realização de nenhuma destas ações

Recomendações para o controle de erosão

As técnicas recomendadas para aumentar a cobertura vegetal, infiltração de água no solo e diminuir ao escoamento superficial, na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi são apresentadas a seguir:

- Amostragem de solo: Com a amostragem do solo, e a realização da análise laboratorial desta, obtém-se a real necessidade nutricional desta área, devendo esta amostragem ser realizada de forma que a porção do solo enviada ao laboratório represente o seu todo. De acordo com Malavolta (1989), de nada adianta uma análise laboratorial bem feita e uma recomendação de adubação realizado de forma correta, se a amostra não for representativa da área que se pretende cultivar.
- Calagem: Os solos podem ser naturalmente ácidos, tanto em função do seu material de origem, como em decorrência das condições e pedogênese ou formação do solo, que favoreçam a remoção de elementos químicos do mesmo. A acidez também pode ser aumentada em consequência dos cultivos e adubações que podem acarretar a perda de cátions básicos, (RAIJ, 1983). Como forma de se corrigir a acidez do solo emprega-se a calagem, que consiste na aplicação e incorporação de compostos de reação básica, entre eles o calcário, cal, margas e cinzas. Esta, além de eliminar a acidez do solo, tem a função de fornecer cálcio e magnésio as plantas, reduzir a toxidez de alumínio e manganês, aumento da atividade microbiana, aumento da fixação simbiótica de nitrogênio e aumento da disponibilidade de fósforo e molibdênio.
- Adubação - A adubação tem como objetivo principal manter ou aumentar a quantidade de nutrientes no solo, corrigindo as deficiências nele encontradas. Quando as necessidades minerais das culturas são atendidas, a produção de massa verde tende a ser maior, possibilitando assim, maior proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, além disso, plantas nutricionalmente saudáveis possuem maior desenvolvimento do sistema radicular, melhorando a estrutura do solo e conseqüentemente favorecendo a infiltração de água.

- Gessagem: Consiste na utilização de gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), com o objetivo de diminuir a acidez de subsolo e fornecer cálcio e enxofre as plantas. O produto tem sido classificado como condicionador do solo por promover alterações químicas no solo, principalmente nas camadas subsuperficiais, possibilitando que as raízes se desenvolvam em profundidades maiores, estimuladas pela absorção de água e nutrientes em camadas mais profundas do solo. Essa condição proporciona maior tolerância às plantas, em ocasiões baixa umidade no solo, durante a ocorrência de veranicos e nos períodos de safrinhas, quando há redução dos índices pluviométricos, (BRASIL, LIMA, CRAVO, 2020).
- Adubação orgânica: Segundo Primavese (1990), matéria orgânica ou adubos orgânicos são obtidos de matérias-primas de origem animal ou vegetal, sejam elas provenientes do meio rural, de áreas urbanas ou ainda da agroindústria, composto de carbono degradável, ou ainda, toda substância morta no solo proveniente de plantas, microorganismos, excreções animais, quer da meso ou micro fauna. De acordo com Santiago e Rossetto (2021), a adição de matéria orgânica no solo melhora, consideravelmente, suas características físicas e biológicas. Os principais benefícios resultantes da utilização desta técnica são a redução do processo erosivo, maior disponibilidade de nutrientes às plantas, maior retenção de água, menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite, favorecendo as atividades biológicas, aumento da taxa de infiltração, maior agregação de partículas do solo. A adubação orgânica tem, ainda, outros aspectos bastante favoráveis. Ela utiliza resíduos cujo descarte causaria impactos ambientais. Outro ponto forte desse tipo de adubação é o seu tempo de duração. O processo de absorção dos nutrientes orgânicos envolve decomposição e mineralização. Assim, a liberação dos nutrientes da adubação orgânica ocorre de forma lenta e duradoura.
- Adubação verde: Espindola *et al.* (2005), definem a adubação verde como uma prática agrícola que consiste no plantio de espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem apresentar ciclo anual ou perene, cobrir o terreno por determinado período de tempo ou durante todo o ano e depois de roçadas, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do terreno. De preferência deve-se utilizar uma leguminosa, em função de sua capacidade de fixação de nitrogênio, com o objetivo de aumentar os

teores deste elemento no solo e por consequência elevar a produtividade das culturas. Além dos benefícios nutricionais, a adubação verde ajuda a no controle da erosão do solo, uma vez que proporciona melhoria na estrutura física do solo, facilitando a infiltração de água e garante a cobertura vegetal do solo, o que reduz a energia cinética gerada pelo impacto entre as gotas da chuva e a superfície do solo.

- **Rotação de culturas:** Consiste em alternar, de forma planejada, em um mesmo terreno, diferentes espécies vegetais numa sequência. Para a escolha das culturas que serão utilizadas é necessário levar em consideração as condições do solo, a topografia do terreno, o clima da região e a demanda do mercado. Além das culturas anuais, podem ser utilizadas outras com ciclo mais longo, como a mandioca, a cana-de-açúcar, mamona e mesmo as pastagens, podem estar num mesmo plano de rotação das culturas anuais. Os principais objetivos dessa rotação consistem em melhorar a organização da distribuição das culturas na propriedade agrícola, proporcionar economia do trabalho, auxiliar no controle das plantas infestantes, pragas e doenças, ajudar na manutenção da matéria orgânica do solo e do nitrogênio, aumento das produções e redução das perdas por erosão. A exploração de diferentes volumes de solo por alternância dos tipos de sistemas radiculares proporciona ainda melhoria na estrutura do solo e ciclagem de nutrientes. Andrade, Stone e Silveira (2009), relatam que a técnica de rotação de culturas é muito utilizada para a manutenção ou melhoria nos teores de matéria orgânica, melhorar a estrutura, criar micro poros e cobrir a superfície do solo com palha.

- **Cultura em faixas:** Consiste em plantar as culturas em faixas de largura variável, de tal forma que, a cada ano, se alternem em determinada área plantas com cobertura densa e outras que ofereçam menor proteção ao solo, sendo estas faixas plantadas sempre em nível, (ZONTA *et al.* 2012). É considerada uma prática complexa, pois combina o plantio em nível, rotação de culturas, plantas de cobertura e, na maioria dos casos, os terraços. O efeito da cultura em faixa no controle de erosão é baseado em três princípios: as diferenças em densidades das culturas empregadas; o parcelamento dos lançantes; e a disposição em contorno. A disposição alternada de culturas diferentes faz com que as perdas por erosão em determinada cultura sejam, em parte, controladas pela cultura que vem logo abaixo, (CATI, 2014). Esta prática geralmente proporciona manutenção matéria orgânica no solo e também melhora na

estrutura do solo, quando utilizadas para rotação plantas com raízes profundas e raízes fasciculadas.

- **Roçadas:** Esta prática de controle de erosão pode ser realizada tanto por meio de equipamento tratorizado ou manual, e consiste na ceifa do mato a uma pequena altura do solo, sendo recomendada para culturas perenes. Como o sistema radicular destas plantas é mantido intacto, os micro canais formados proporcionam maior facilidade a infiltração da água, esta técnica ainda garante uma cobertura morta sobre o solo, reduzindo o impacto das gotas da chuva como o solo.
- **Cobertura morta:** Esta técnica, também chamada de “Mulch”, consiste na distribuição sobre a superfície do solo uma camada de palhas ou outros resíduos vegetais entre as linhas de cultivo ou apenas até a projeção da copa das plantas, (OLIVEIRA *et al.* 2002). Trata-se de uma das mais eficientes tecnologias para o controle dos processos erosivos, protegendo o solo do impacto provocado pelas gotas da chuva e diminuindo o escoamento superficial, além disso a utilização de cobertura morta resulta em aumento nos teores de matéria orgânica no solo, garantindo a este maior resistência ao processo erosivo.
- **Preparo do solo:** Essa prática pode ser definida como um conjunto de operações agrícolas da camada superior do solo, onde ocorre o desenvolvimento do sistema radicular da maioria das plantas (BOLLER, 2001), estas medidas tem a função de facilitar a germinação e emergência das sementes e estabelecimento das plântulas. As técnicas de preparo do solo realizadas na Europa, sob condições climáticas diferentes das nossas, inclusive com ocorrência de neve, em topografia pouco acidentada e precipitações caracterizadas por uma energia cinética baixa, foram introduzidas sem modificações nas regiões tropicais. Essas técnicas, que consistem no enterrio de resíduos vegetais, deixando a superfície do solo desprotegida por vários meses (pousio no inverno com solo preparado), apresentaram, sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas com alta energia cinética e relevo ondulado, péssimos resultados no que se diz respeito a perdas de solo por erosão (CATI, 2014).
- **Plantio Direto na Palha (PDP):** O sistema de plantio direto consiste na técnica de manejo do solo em que as sementes e adubos são colocados em um sulco estreito, sem que haja a preparação prévia do solo. É um manejo conservacionista do solo

eficiente na otimização dos recursos naturais disponíveis, que contribui para minimizar os impactos do cultivo sobre o ambiente pela redução da erosão do solo e da lixiviação, além de contribuir com o sequestro do carbono no solo (SILVA *et al.*, 2009). Além de evitar a destruição da estrutura do solo, pelo excesso de preparo de solo, o PDP também tem a característica de diminuir o escoamento superficial das precipitações e aumentar a infiltração de água no solo, uma vez que uma de suas bases consiste na preservação de uma camada de cobertura morta sobre o solo.

- Sistema de Integração entre Agricultura, Pecuária e Floresta: Consiste em uma estratégia que objetiva a produção sustentável, integrando atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado e busca efeitos simultâneos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a valorização do homem e a viabilidade econômica, (BALBINO, BARCELLOS e STONE, 2011). A IAPF melhora a cobertura e a estrutura física do solo, criando canais biológicos que facilitam a movimentação da água no solo, aumentando a infiltração e reduzindo a escoamento superficial, contribuindo para aumentar a recarga do lençol freático (RODRIGUES e PRUSKI, 2019).
- Manutenção de estradas rurais: Segundo Demarchi *et al.* (2003) as estradas rurais brasileiras abertas durante a colonização foram construídas sem planejamento, pois a estrutura fundiária e as facilidades do terreno determinavam seu percurso, no entanto em períodos chuvosos estas estradas acabam desenvolvendo processos erosivos, prejudicando a pista de rolamento, sua plataforma como um todo, além dos cursos d'água da bacia hidrográfica em que está localizada. Os projetos de adequação e manutenção de estradas rurais devem atender as especificidades do clima, relevo, solo, vegetação lindeira e usos destas estradas, devendo ter como base a necessidade de minimizar o escoamento das águas de chuva.
- Plantio em nível: neste método, todas as operações de preparo do terreno, balizamento, semeadura, etc., são realizadas em curva de nível. No cultivo em nível criam-se obstáculos ao escoamento superficial, diminuindo a velocidade de arraste e aumentando a infiltração d'água no solo. Este pode ser considerado um dos princípios básicos, constituindo-se em uma das medidas mais eficientes na conservação do solo e da água, (SILVA, 2014). Trata-se de uma das práticas simples e baratas, além de proporcionar maior facilidade e eficiência no

estabelecimento de outras medidas complementares, baseadas na orientação em nível.

- Terraceamento agrícola - Trata-se da prática de construção de uma estrutura transversal no sentido de maior declividade do terreno, possui estrutura composta de um dique ou camalhão e um canal e tem a finalidade de barrar e permitir a infiltração da água da chuva, nos terraços em nível, ou escoar lentamente para as áreas lindeiras, nos terraços em desnível ou gradiente, (MACHADO e WADT, 2020). Esta é a prática de conservação de solo mais utilizada no Estado de São Paulo, no entanto, para que obtenha bons resultados no controle da erosão, deve atentar ao dimensionamento correto das estrutura e adotadas praticas complementares. A recomendação quanto ao tipo de terraços é que para solos dos grupos 1 e 2, sejam utilizados terraços de infiltração (TI), e para solos dos grupos 3 e 4 terraços em gradiente (TD), (quadro 1), (MARIA *et al.* 2016).

Quadro 1 - Grupos de resistência a erosão para determinação do tipo de terraço

Grupo de resistência a erosão	1	2	3	4
Profundidade	Muito profundo a profundo	Profundo	Profundo a moderadamente profundo	Moderadamente profundo a raso
Permeabilidade	Rápida/rápida Moderada/rápida Moderada/moderada	Rápida/rápida Rápida/moderada Moderada/lenta	Rápida/moderada Moderada/lenta Rápida/lenta	Rápida/lenta Moderada/lenta Lenta/lenta
Textura	Média/média Argilosa/argilosa Muito argilosa/muito	Arenosa/arenosa Arenosa/média Média/argilosa	Arenosa/média Arenosa/argilosa Média/argilosa	Variável
Razão textural	<1,2	1,2-1,5	1,5	Variável
Solos	Latosolos argilosos	Latosolo textura média; Argissolo não abrupto; Neossolo Quartzarenico; Nitossolos	Argissolos abruptos; Cambissolos	Cambissolos rasos, Neossolos litólicos, Argissolos rasos
Tipo de terraço	TI e TD	TI e TD	TD	TD

Fonte: Adaptado de Lombardini Neto e Drugowich (1995). TI= Terraço de Infiltração, TD=Terraço de Drenagem.

- Canais escoadouros vegetados - Quando são usados terraços em gradiente, para permitir a drenagem segura do excesso de enxurrada, é necessário a construção de canais escoadouros. Esses canais devem possuir dimensões apropriadas, se vegetados, capazes de transportar com segurança a enxurrada de um terreno dos vários sistemas de terraceamento ou outras estruturas. Canais escoadouros são, em geral, construídos nas depressões no terreno, rasas e largas, em declividades moderadas, e estabelecidas com um leito resistente à erosão. Sua melhor localização é a depressão natural, para onde as águas são drenadas, bem como nos espigões, divisas naturais e caminhos (EMBRAPA, 2021).
- Controle de voçorocas -As voçorocas são o grau mais intenso dos processos erosivos, podendo atingir vários metros de comprimento e profundidade. As condições de clima e tipo de solo, aliada a falta de manejo e conservação de solos adequados, contribuem para a ocorrência deste fenômeno na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi. Outro problema que favorece o surgimento das voçorocas é a drenagem inadequada das águas urbanas. Este fenômeno, além de causar assoreamento dos cursos d'água, tornam as áreas atingidas improdutivas. De acordo com a EMBRAPA (2005), o controle das voçorocas consiste em estabilizá-la, impedindo que ela continue a crescer. Primeiramente deve-se controlar o escoamento superficial que está provocando o voçorocamento. Em seguida deve-se realizar a revegetação, pois além de contribuir para a melhoria dos atributos físicos e químicos dos solos, proporciona a proteção contra a desagregação do solo provocada pela enxurrada e pelo impacto das gotas de chuva (PEREIRA, BIULCHI e RODRIGUE, 2010). No entanto, na maioria das vezes estes trabalhos possuem um alto valor de investimento, o que pode inviabilizar sua realização por parte do produtor, sendo necessário a atuação do poder público para solucionar o problema.

Recomendações para a recomposição de matas ciliares

A matas ciliares tem papel fundamental na conservação dos recursos hídricos, proporcionando proteção contra erosão e o assoreamento, pois protege o solo contra o impacto das precipitações e favorece a infiltração de água no solo, além de ser uma barreira para a enxurrada proveniente das áreas lindeiras. Existem várias

técnicas para realização da recomposição desta vegetação, como apresentadas a seguir:

- **Condução da regeneração natural** - De acordo com Gama, Botelho e Bentes-Gama (2002) a regeneração natural resulta da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. A condução da regeneração natural é realizada por meio controle frequente, químico ou mecânico, de competidores como plantas daninhas e lianas, seja através coroamento de plantas nativas que nascem na área, como pelo controle do mato em área total. (RODRIGUES, BRANCALION e ISERNHAGEN, 2009). Os principal benefícios desta técnica estão no baixo custo para sua realização e na utilização do banco de espécies nativas do local, no entanto esta pratica não é recomendada para áreas altamente degradadas.
- **Plantio de adensamento** - Esta técnica é utilizada em áreas onde que apresentam baixa quantidade de indivíduos arbóreo-arbustivos e apresenta falhas na área, com predominância ou não de gramíneas exóticas invasoras (braquiária), onde será realizado preenchimento (adensamento) (TCN, 2015). Trata-se do plantio de mudas de espécies de crescimento rápido (recobrimento), com a finalidade de ocupar os espaços vazios existentes entre os exemplares de vegetação nativa. No adensamento tanto os indivíduos presentes na área (oriundos do banco de sementes ou remanescentes), como os de plantio, são conduzidos e protegidos de espécies agressivas (gramíneas e lianas). (ATTANASIO et. al, 2006).
- **Plantio de enriquecimento** - Caracteriza-se pela introdução de outras espécies, proporcionando maior diversificação biológica, tornando desta forma a área autossuficiente ao longo do tempo. As principais formas de enriquecimento empregadas na atualidade são as de transferência de serrapilheira, banco de sementes alóctones e de plântulas, plantio de mudas ou semeadura direta (BOURLEGAT *et al.*, 2013).
- **NUCLEAÇÃO**: De acordo com a EMBRAPA (2021), o processo de nucleação consiste na formação de "ilhas" ou núcleos de vegetação com espécies com capacidade ecológica de melhorar significativamente o ambiente, facilitando a ocupação dessa área por outras espécies. Esses núcleos têm o papel de facilitar o surgimento de novas espécies vindas de fragmentos vizinhos, do

banco de sementes local e também influenciam os novos núcleos formados ao longo do tempo. Sendo assim, criam-se condições para que o meio ambiente se recupere de forma natural, como a chegada de espécies vegetais, animais e microrganismos e a formação de uma rede de interações entre eles. (SMA, 2010).

- Plantio em área total - Constitui-se da técnica que requer maiores investimentos e custo de manutenção. É recomendada para áreas extremamente degradadas, onde não são encontrados remanescentes de espécies nativas ou em que as espécies invasoras realizem alta pressão de competição. Os plantios podem ser em linhas com espaçamentos fixos de 3 m x 3 m ou 3 m x 2 m, mais indicados para grandes áreas em que é possível a mecanização das operações, ou plantio aleatório, mais indicado para áreas menores (MARTINS 2020). Neste tipo de projeto pode ser realizado em conjunto com as técnicas mencionadas acima, o que proporciona maiores benefícios ambientais.

Recomendação para manejo da irrigação

A utilização da água na irrigação deve ser feita baseada em critérios técnicos, que incluem a relação solo-água-planta, fatores climáticos e as características do sistema de irrigação utilizado, para de se possa atender as necessidades da cultura, sem o desperdício de água, com o menor custo possível.

Como visto anteriormente, o manejo da irrigação na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi não vem sendo realizado da forma mais adequada, recomendando-se que os irrigantes da região sejam capacitados para a utilização racional da água na agricultura.

O manejo da irrigação pode ser realizado com indicadores com base, na planta, na atmosfera (evapotranspiração) ou no solo.

Os indicadores com base na planta permitem apenas determinar o momento em que se deve irrigar, já aqueles com base na atmosfera tem a capacidade de apenas de calcular a quantidade de água necessária por irrigação. Os indicadores com base no solo em geral ajudam a estabelecer quando e quanto irrigar. No dia a dia, normalmente são utilizados mais de um indicador em conjunto.

Os indicadores relacionados as plantas tem como base a avaliação do estado hídrico, e são determinados através da temperatura foliar, potencial de água nas folhas, resistência estomática, grau de turgescência das plantas, fluxo de seiva, dentre outros (FURLAN, 2017).

Esses métodos no entanto ainda não são bem aceitos no meio científico, necessitando de maior desenvolvimento, além de não permitirem a determinação da quantidade de água a ser utilizada em cada irrigação, requerem calibrações sofisticadas, são bastante sensíveis a variações ambientais, pouco sensíveis a variações do teor de água no solo, (MAROUELLI *et al.* 2011).

A utilização de dados meteorológicos permite determinar o consumo de água através da evaporação do solo e transpiração da planta (evapotranspiração).

Borges e Mendiondo (2007), definem evapotranspiração de referência (ET_o) como o processo de perda de água para a atmosfera por meio de uma superfície padrão gramada, cobrindo a superfície do solo e sem restrição de umidade.

No entanto Hernandez (2021), destaca que se deseja determinar é a evapotranspiração da cultura (ET_c) que se deseja irrigar, para isso, deve-se multiplicar a evapotranspiração de referência por um coeficiente da cultura (k_c), que varia de acordo com a espécie cultivada e o estágio fenológico da mesma.

A região dispõe de uma estação meteorológica, localizada no município de Marinópolis, que é administrada pela equipe do Laboratório de irrigação e Drenagem da UNESP-Ilha Solteira, o que permite a obtenção da ET_o da região, garantindo desta forma a pequenos agricultores acesso a esta tecnologia, quando orientados de forma adequada.

- O manejo através das condições do solo requer maior conhecimento técnico, necessitando que o irrigante conheça as propriedades do solo, sendo elas: aparente
- Granulometria - A granulometria do solo vem a ser a distribuição de suas partículas constituintes, de natureza inorgânica ou mineral, em classes de tamanho, sendo elas matacão > 200mm, calhau 200 a 20 mm, cascalho 20 a 2 mm, areia grossa 2 a 0,2, areia fina 0,2 a 0,05, Silte 0,05 a 0,002mm e argila < 0,002, (COOPER, 2015).
- Densidade aparente - A densidade do solo é definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105°C e a soma dos

volumes ocupados pelas partículas e pelos poros, (COOPER e MAZZA, 2021).

- Declividade - a declividade é a inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, ou seja, a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. É dada pelo ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal, (INPE, 2021).
- Velocidade de infiltração básica (VIB) - A infiltração de água é o processo pelo qual ocorre a entrada de água no solo através da sua superfície. A entrada de água no solo decresce com o tempo, dependendo do umedecimento do perfil, e assume um valor constante denominado velocidade de infiltração básica (VIB), (POTT e MARIA, 2003).
- Capacidade de água disponível (CAD) - A capacidade de água disponível no solo para as plantas é definida como o conteúdo de água entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, (SILVA, 2014).
- Umidade de saturação - A umidade no momento em que todos os poros do solo estão completamente cheios de água.
- Capacidade de campo - A capacidade de campo é a quantidade máxima de água que um solo pode conter contra a ação da força gravitacional terrestre, (LOBATO, 2018).
- Ponto de murcha permanente - O ponto de murcha permanente (PMP) é definido pela umidade do solo em que a planta sofre murchamento a partir do qual não restabelece sua turgidez, mesmo se submetida a atmosfera saturada por doze horas durante a noite, (WIECHETECK, 2018).
- Curva característica de retenção de água - É uma curva que relaciona o teor ou conteúdo de água no solo com a força (tensão) com que ela está retida pelo mesmo. A avaliação da curva de retenção permite uma estimativa da disponibilidade de água no solo para as plantas, na profundidade do solo considerada, (ESALQ, 2021).

Recomendações para saneamento básico

Desinfecção da água para consumo humano

A desinfecção da água consiste na etapa do tratamento, cuja função básica é a eliminação dos micro-organismos patogênicos, realizada por meios físicos e ou químicos. Trata-se de uma operação obrigatória para a obtenção de água apropriada para o consumo humano, pois somente tem a capacidade de inativar qualquer tipo existente e prevenir o crescimento de microbiológico nas redes de distribuição, (FUNASA, 2014).

Nas áreas rurais a recomendação é que sejam utilizados equipamentos simples e baratos, garantindo assim maior acesso ao tratamento da água.

Um destes equipamentos é o Clorador de Água modelo EMBRAPA, equipamento que seve para clorar a água do reservatório (caixa água) das residências rurais.

Figura 19 - Clorador de água modelo EMBRAPA.



Clorador de água Embrapa.

Fonte: SILVA (2014).

Em residências que possuem caixa d'água de 1.000 litros, recomenda-se a

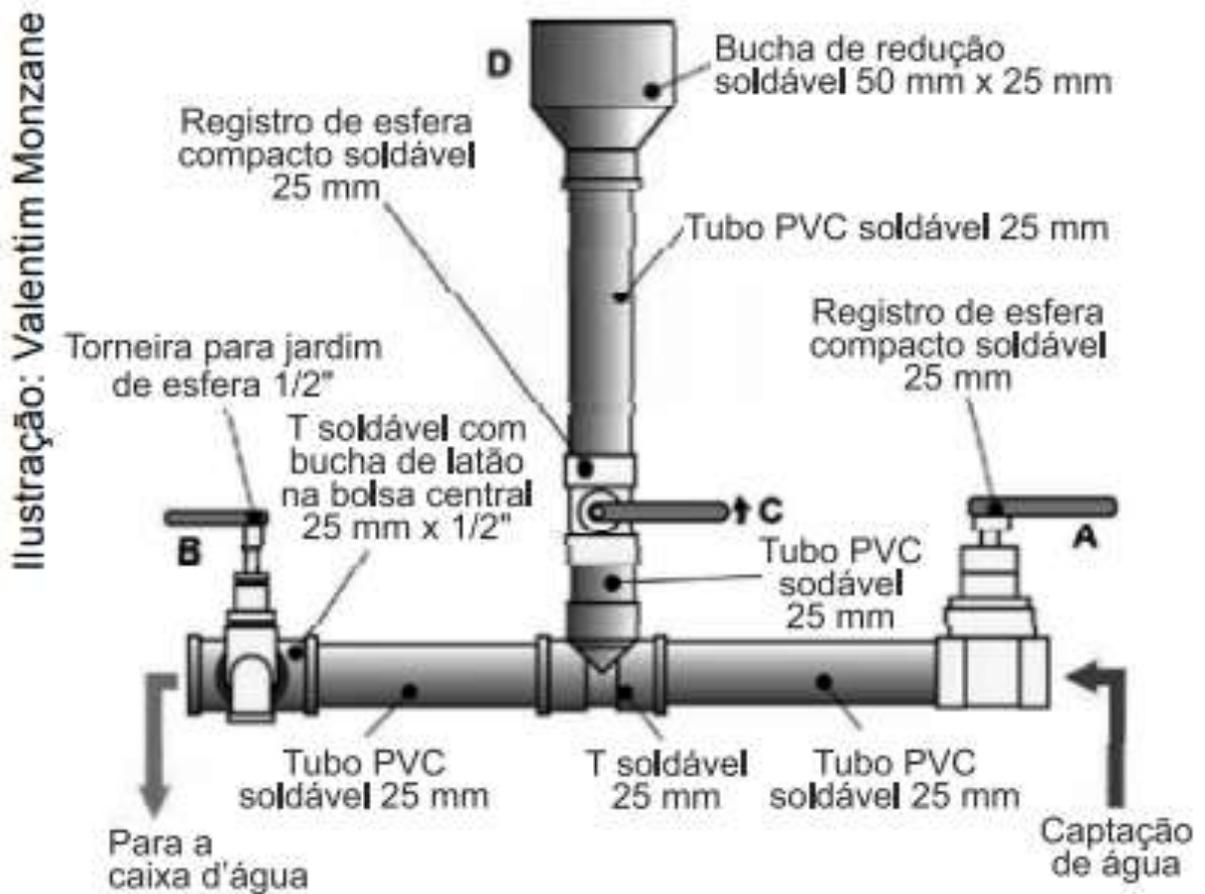
utilização de uma colher rasa de café de cloro por dia. Se a caixa d'água tiver volumes diferentes, a quantidade de cloro será maior ou menor, proporcionalmente ao volume da caixa. A substância deve ser adicionada diariamente, uma vez que seu efeito é perdido 24 horas. O produto mais indicado é o cloro granulado, do tipo hipoclorito de cálcio 65%, possui eficiência comprovada na eliminação de patógenos e não dá sabor forte à água, (SILVA, 2014).

O clorador Embrapa pode ser montado e instalado pelo próprio usuário. O equipamento deve ser instalado entre a captação de água e o reservatório.

São necessários os seguintes materiais:

- 2 registros de esfera, 25 mm.
- 3 tubos de PVC soldável, 25 mm x 10 cm de comprimento.
- 1 tubo de PVC soldável, 25 mm x 5 cm de comprimento.
- 1 T de PVC soldável, 25 mm.
- 1 T soldável com bucha de latão na bolsa central, 25 mm x ½ polegada.
- 1 torneira de jardim, ½ polegada.
- 1 bucha de redução de PVC soldável, 50 mm x 25 mm.
- 1 cap de PVC soldável, 50 mm (opcional, como tampa do funil).

Figura 20 - Esquema de montagem do clorador de água modelo EMBRAPA.

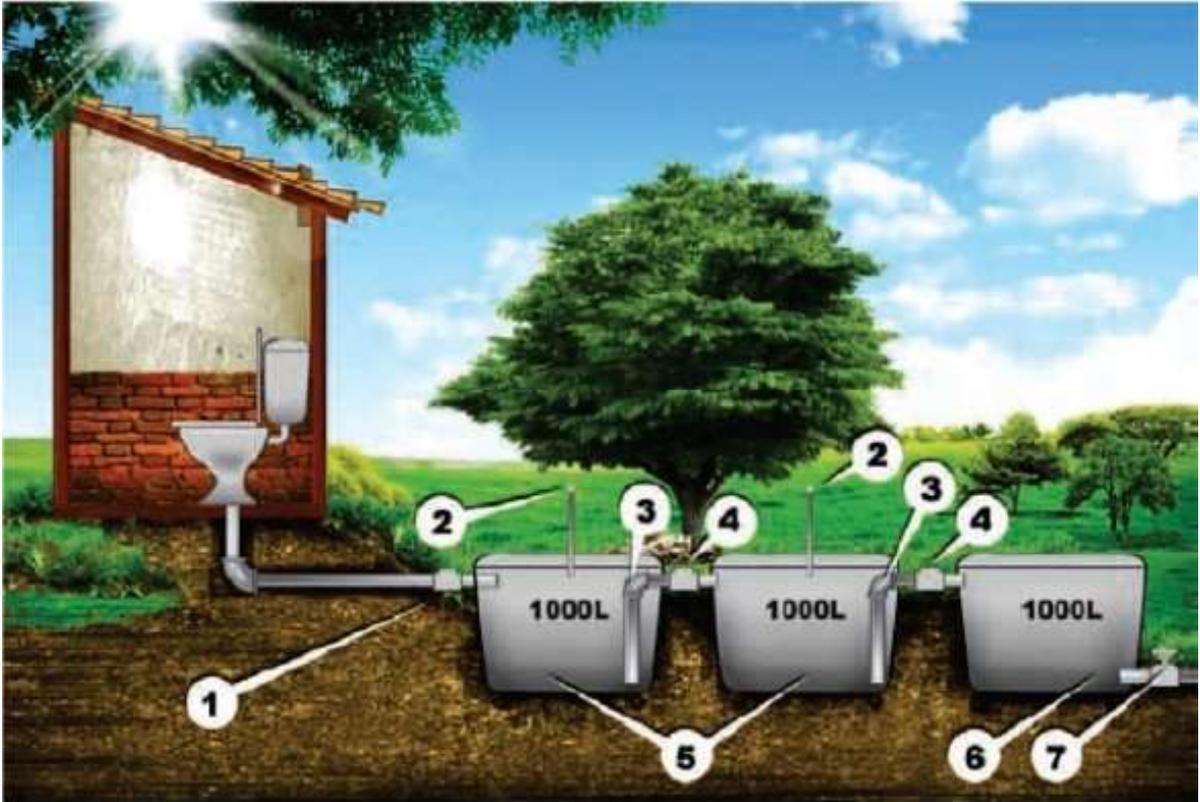


Fonte: SILVA (2014).

Fossa Séptica Biodigestora

A fossa séptica biodigestora (Figura 21) é uma alternativa de baixo custo para o tratamento do esgoto em áreas rurais ou comunidades sem acesso ao sistema de tratamento convencional. Destinada ao tratamento do esgoto oriundo do vaso sanitário (fezes e urina), o efluente gerado após o tratamento tem alto teor de nutrientes e pode ser usado como adubo orgânico, devendo ser evitado no entanto o seu contato com as partes comestíveis das plantas. Cabe ressaltar que esta tecnologia deve ser utilizada da forma correta, caso contrário causará os mesmos danos das fossas negras. O sistema necessita de bactérias anaeróbicas para a realização da biodigestão, estes organismos são fornecidos através da adição de esterco bovino fresco.

Figura 21 - Esquema fossa séptica biodigestor modelo EMBRAPA



(1) Válvula de retenção; (2) Válvula de alívio de gases; (3) Curva longa PVC 90°; (4) Tê de inspeção; (5) e (6) Caixas d'água de fibra de vidro 1.000 L; (7) Registro PVC 50 mm.

Fonte: SILVA (2014).

De acordo com o manual elaborado pela EMBRAPA (2014), são utilizados os seguintes equipamentos para a construção da fossa séptica biodigestora:

- 3 Caixas fibrocimento ou fibra de vidro de 1.000 litros;
- 6 m de tubo de PVC DN 100 (100 mm) para esgoto;
- 1 válvula de retenção de PVC DN 100 (100 mm);
- 2 luvas de PVC DN 100 (100 mm);
- 2 curvas 90° longa de PVC DN 100 (100 mm);
- 2 tês de PVC DN 100 (100 mm);
- 2 caps de PVC DN 100 (100 mm);
- 2 caps de PVC DN 25 (25 mm);
- 10 anéis de borracha para vedação 100 mm (O'ring);
- 1 m tubulação de PVC soldável DN 25 (25 mm);

- 2 flanges de PVC soldável DN 25 (25 mm);
- 1 m tubulação de PVC soldável DN 50 (50 mm);
- 1 registro de esfera compacto soldável de PVC DN 50 (50 mm);
- 2 tubos de cola de silicone de 300 g;
- 1 tubo de pasta lubrificante para juntas elásticas em PVC rígido - 400 g;
- 1 tubo de Adesivo para PVC - 100 g;
- 4 tubos de cola de contato - 100 ml cada;
- 1 l de neutrol;
- 12 m de guarnição esponjosa de borracha - espessura 10 mm x 20 mm ou 10 mm x 10 mm;
- 10 estacas ou mourões com 1,8 m;
- 25 m de tela tipo galinheiro 1,2 m largura;
- 60 grampos ou pregos para fixar a tela.

**APÊNDICE B - Questionário de caracterização da agricultura irrigada na
Microbacia Hidrográfica do Córrego do Boi**

CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NA MICROBACIA HIDROGRÁFIA DO CÓRREGO DO BOI				
NOME				DO
PRODUTOR:	_____			
NOME	DA	PROPRIEDADE:	_____	UTM:

CONDIÇÃO DE POSSE DA TERRA: () Proprietário () Arrendatário				
CULTURA	E	ÁREA	IRRIGADA:	

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E CULTURAS:				
Ano,	área	e	primeira	irrigação:

Qual a fonte de captação de água?				
() Rio () Córrego () Represa () Poço () Reservatório				
O que motivou a investir em irrigação?				

Se possuir 2 ou mais sistemas de irrigação: O que motivou o investimentos nos demais sistemas de irrigação?				

Pretende ampliar a área irrigada?				

A quantidade de água utilizada na irrigação é contabilizada? () SIM () NÃO

Como?

Tem hidrômetro na propriedade? () SIM () NÃO

Possui consultor fitotecnista ou de irrigação? () SIM () NÃO

Observações:

Algum Engenheiro Agrônomo, Agrícola ou Técnico trabalha na propriedade?

() SIM () NÃO

Observações:

O acionamento do sistema de irrigação é automatizado? () SIM () NÃO

Realiza fertirrigação na propriedade? () SIM () NÃO

SE NÃO, qual a razão de não fazer a fertirrigação?

Possui vazamentos no sistema de irrigação: () SIM () NÃO

Qual a potência do motor?

Conhece a vazão do sistema de irrigação? () SIM () NÃO

Tem outorga: () SIM () NÃO

Tem análise da água: () SIM () NÃO

Irriga durante quais meses por ano?

Quanto tempo utiliza irrigação?

Faz análise da fertilidade do solo? () SIM () NÃO

Curva característica de retenção de água no solo ou de retenção, você sabe o que é isso e para que serve?

Já fez alguma análise na propriedade? () SIM () NÃO

Se _____ sim,
onde? _____ Quando? _____

Você sabe o que é evapotranspiração () SIM () NÃO da cultura () SIM () NÃO, de referência () SIM () NÃO e atual? () SIM () NÃO

Como _____ obter _____ esses valores? _____

Essa evapotranspiração, no que ela interfere na produtividade?

Você sabe o que é Kc (Coeficiente de cultura)? () SIM () NÃO

Você sabe o que é CAD (Capacidade de Água Disponível)? () SIM () NÃO

Ao longo dos anos, a produção com irrigação tem sido satisfatória?

CARACTERIZAÇÃO DOS IRRIGANTES DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO

CÓRREGO DO BOI**Idade:****Escolaridade:****Pertence a alguma organização rural? () SIM () NÃO****Participou de algum curso ou palestra sobre irrigação? () SIM () NÃO**