

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**THAÍSA DÁRIO BOSSI**

**PARÂMETROS DE GESTÃO TERRITORIAL BASEADOS EM PRINCÍPIOS  
AGROECOLÓGICOS PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁGUA NA  
MICROBACIA DO RIBEIRÃO EMA – ROLÂNDIA/PR.**

Maringá – PR

2021

**THAÍSA DÁRIO BOSSI**

**PARÂMETROS DE GESTÃO TERRITORIAL BASEADOS EM PRINCÍPIOS  
AGROECOLÓGICOS PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÁGUA NA  
MICROBACIA DO RIBEIRÃO EMA – ROLÂNDIA/PR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucimar Pontara Peres.

Coorientadores: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena e Prof. Dr. Jorge Ulises Guerra Villalobos.

Maringá - PR

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

B745p Bossi, Thaisa Dario  
Parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos para a produção sustentável de água na microbacia do Ribeirão Ema - Rolândia/PR / Thaisa Dario Bossi. -- Maringá, 2021. 152 f. : il. color., tabs., mapas

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucimar Pontara Peres.  
Coorientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.  
Coorientador: Prof. Dr. Jorge Ulises Guerra Villalobos.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2021.

1. Agroecologia. 2. Bacia hidrográfica. 3. Ordenamento territorial. 4. Mananciais de abastecimento. 5. Sustentabilidade. I. Peres, Lucimar, Pontara, orient. II. Sena, José Ozinaldo Alves de, coorient. III. Villalobos, Jorge Ulises Guerra, coorient. IV. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. V. Título.

CDD 23.ed. 577.55

Síntique Raquel Eleuterio - CRB 9/1641

**THAÍSA DARIO BOSSI**

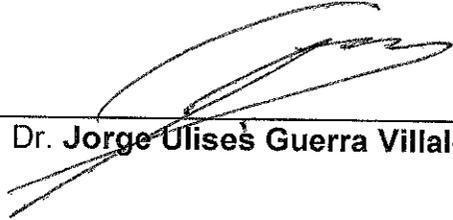
**“PARÂMETROS AGROECOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA PRODUÇÃO  
SUSTENTÁVEL DE ÁGUA NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO EMA”.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia para o Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

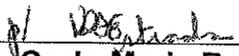
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Lucimar Pontara Peres**.

**APROVADO** em 27 de fevereiro de 2021.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **José Ozinaldo A. de Sena**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Jorge Ulises Guerra Villalobos**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Antonio Carlos A. Gonçalves**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. **Carla Maria Rolo da Silva**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. **Lucimar Pontara Peres**  
(Orientadora)

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais Guerino e Célia, por disponibilizarem sua propriedade para o estudo e implantação de outros projetos decorrentes desta pesquisa.

A todos que contribuíram com informações importantes para o desenvolvimento desse estudo, com destaque para o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (unidade Rolândia-PR), às Secretarias de Planejamento, de Saúde e de Agricultura e Meio Ambiente do Município de Rolândia, à Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e à Terra Planta – Sistemas Agroflorestais.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lucimar Pontara Perez, por possibilitar meu ingresso no mestrado e por confiar nas diretrizes que estabeleci para esta pesquisa.

De forma especial, agradeço ao Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena e ao Prof. Dr. Jorge Ulisses Guerra Villalobos. Assim, fazendo uma analogia com a água, poderia defini-los respectivamente como o barco e o farol desta pesquisa. O barco, por ter me mostrado, através da Agroecologia, um novo modo de desbravar os mares do desenvolvimento sustentável. O farol, por ter indicado a direção para a construção de um estudo coerente e conectado às necessidades da sociedade.

Sobretudo, agradeço ao Pedro, meu companheiro deste e de todos os outros projetos da minha vida.

*“Água se planta.”*

Ernst Götsch, *Agenda Götsch* (30 ago 2018)

## RESUMO

As características dos corpos hídricos são fortemente influenciadas pelas atividades que ocorrem no território de uma bacia hidrográfica. Em áreas rurais, as práticas agrícolas convencionais são importantes fontes de poluição de mananciais destinados ao abastecimento público. Ademais, a criticidade da qualidade da água no Brasil é aumentada pela permissividade das legislações que regulamentam a qualidade ambiental dos mananciais e estabelecem o padrão de potabilidade em relação à presença de substâncias potencialmente tóxicas. Por sua vez, práticas agrícolas baseadas em princípios agroecológicos revelam-se capazes de preservar e restaurar os recursos hídricos. Do mesmo modo, as normas de produção orgânica se mostram mais eficazes para a proteção da saúde dos consumidores e para a conservação do ambiente. Assim, esta pesquisa demonstra que há evidências suficientes para se sugerir a hipótese de que parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos podem ser aplicados nas bacias de captação superficial com a finalidade de se garantir a sustentabilidade do processo de produção de água, bem como a qualidade do produto. Para tanto, este trabalho estabelece os parâmetros qualitativos para a avaliação da área da microbacia do Ribeirão Ema e respectiva conversão para um sistema agroecológico. O Ribeirão Ema é o principal manancial de abastecimento da cidade de Rolândia, no estado do Paraná. Referidos parâmetros baseiam-se nos seguintes princípios agroecológicos: (i) o agroecossistema, (ii) a biodiversidade, (iii) a ênfase na conservação e proteção dos recursos hídricos e (iv) do solo, (v) a utilização do solo como reservatório e das plantas como recicladoras da água, (vi) a proteção do sistema contra a contaminação e (vii) o protagonismo dos produtores rurais e proprietários de terra. Os parâmetros propostos estão organizados em três níveis e cinco categorias. Os três níveis referem-se à implementação desses parâmetros, sendo eles: nível da microbacia, nível de propriedade rural e nível residencial. As cinco categorias são atribuídas de acordo com sua interferência no ciclo da água, sendo as seguintes: proteção, produção, utilização, poluição e controle. Dessa forma, o trabalho constitui-se em uma pesquisa de natureza qualitativa, a qual se desenvolve com (i) análise documental de atos normativos, estudos acadêmicos e publicações de institutos governamentais e de pesquisa, (ii) entrevistas com representantes de secretarias municipais, de institutos estaduais e da empresa concessionária de água de Rolândia e (iii) visitas *in loco* realizadas de forma independente e supervisionada. Os resultados obtidos por esta pesquisa mostraram que a microbacia do Ribeirão Ema apresenta características de um sistema de produção “irregular ou degradador” no que tange à proteção e ao controle dos recursos hídricos. Em relação à categoria de utilização, as características dessa microbacia assemelham-se a um sistema em conversão de “irregular ou degradador” para “convencional”. Por outro lado, a microbacia pode ser considerada como um sistema “convencional” de produção de água no que se refere à categoria produção. Ademais, a aplicação dos parâmetros propostos é demonstrada no Plano de Manejo desenvolvido para aludida microbacia.

**Palavras-chave:** Agroecologia. Bacia hidrográfica. Ordenamento territorial. Mananciais de abastecimento. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

The characteristics of water bodies are strongly influenced by activities that occur in watershed territories. In rural areas, conventional agricultural practices are a significant cause of pollution of water sources that are destined to supply cities. Furthermore, the critical condition of water quality in Brazil is heightened by the permissiveness of laws that both regulate the environmental quality of water sources and establish the potability standard related to evidence of potentially toxic substances. In turn, agricultural practices based on agroecological principles have proven to be able of preserving and restoring water resources. Likewise, the rules of organic production are more effective in protecting the health of consumers and saving the environment. Thus, this research demonstrates that there is sufficient evidence to suggest the hypothesis that territorial management parameters based on agroecological principles can be applied in catchment basins in order to guarantee both the sustainability of the water production process and the quality of water. To this end, this thesis establishes the qualitative parameters for the evaluation of the Ema River basin area and its conversion to an agroecological system. The Ema River is the main source of water supply for Rolândia, Paraná. These parameters are based on the following agroecological principles: (i) the agroecosystem, (ii) biodiversity, (iii) the emphasis on the conservation and protection of water resources and (iv) the soil, (v) the use of soil as a reservoir and of plants as water recyclers, (vi) the protection of the system against contamination and (vii) the commitment of rural producers and landowners. The proposed parameters are organized into three levels and five categories. The three levels refer to the implementation of these parameters, namely: river basin level, rural property level and residential level. The five categories are assigned according to their impact in the water cycle, being the following: protection, production, consumption, pollution and control. Thus, the work constitutes a qualitative research, which is carried out with (i) documentary analysis of normative acts, academic studies and publications from government and research institutes, (ii) interviews with representatives of municipal departments, state institutes and the water concessionaire of Rolândia and (iii) on-site visits conducted independently and under supervision. The results obtained by this research showed that the Ema River basin presents characteristics of an “irregular or degrading” production system with regard to the protection and control of water resources. In relation to the consumption category, the characteristics of this river basin resemble a system that is being converted from “irregular or degrading” to “conventional”. On the other hand, the river basin can be considered as a “conventional” water production system with regard to the production category. Furthermore, the application of the proposed parameters is demonstrated in the Management Plan developed for the Ema River basin.

**Key-words:** Agroecology. Watershed. Land use planning. Water supply. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Melhores práticas para agricultura e cadeia de valor .....	22
<b>Figura 2</b> - Bacia hidrográfica do Rio Pirapó e a microbacia do Ribeirão Ema .....	55
<b>Figura 3</b> - Nascente do Ribeirão Ema - janeiro de 2021 .....	61
<b>Figura 4</b> - Localização das indústrias na microbacia do Ribeirão Ema .....	62
<b>Figura 5</b> - Localização dos loteamentos irregulares na microbacia do Ribeirão Ema .....	64
<b>Figura 6</b> - Principais estradas da microbacia do Ribeirão Ema .....	65
<b>Figura 7</b> - Bacias de acumulação e construção do viaduto na PR 444 e PR 218 ....	67
<b>Figura 8</b> - Hidrografia da microbacia do Ribeirão Ema .....	68
<b>Figura 9</b> - Localização do complexo industrial de couros e ETE Bandeirantes Cervin .....	70
<b>Figura 10</b> - Mapeamento dos poços artesanais, poços rasos e pontos de captação superficial.....	73
<b>Figura 11</b> - Sinais de assoreamento na nascente do Ribeirão Ema (janeiro de 2021) .....	74
<b>Figura 12</b> - Divisão da área da microbacia do Ribeirão Ema por tipo de textura do solo.....	78
<b>Figura 13</b> - Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema .....	106
<b>Figura 14</b> - Representação do arranjo do sistema agroflorestal: culturas perenes	137
<b>Figura 15</b> - Representação em detalhe da L1: espécies de crescimento rápido entre as culturas perenes .....	137
<b>Figura 16</b> - Representação em detalhe da L2: linhas de cafeeiros com espécies de crescimento rápido .....	137

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1</b> - Comparativo entre os limites permitidos de agrotóxicos na água potável .....	15
<b>Tabela 2</b> - Limites regulamentados sobre a presença de agrotóxicos na água .....	42
<b>Tabela 3</b> - Uso e ocupação do solo na microbacia do Ribeirão Ema .....	59
<b>Tabela 4</b> - Estrutura fundiária da microbacia do Ribeirão Ema.....	63
<b>Tabela 5</b> - Histórico de chuvas da estação pluviométrica de Arapongas (em milímetros) .....	76
<b>Tabela 6</b> - Áreas de solos da microbacia do Ribeirão Ema .....	77
<b>Tabela 7</b> - Divisão topográfica da área da microbacia do Ribeirão Ema .....	79
<b>Tabela 8</b> - Potencial de infiltração em relação à condutividade hidráulica e declividade do solo .....	79
<b>Tabela 9</b> - Potencial de escoamento superficial em relação à condutividade hidráulica e declividade do solo .....	80
<b>Tabela 10</b> - Elementos de qualidade biológica .....	87
<b>Tabela 11</b> - Elementos de qualidade hidromorfológica .....	87
<b>Tabela 12</b> - Elementos de qualidade físico-química.....	88
<b>Tabela 13</b> - Comparativo das normas de potabilidade da água (continua) .....	120
<b>Quadro 1</b> - Indicadores utilizados na gestão de bacias hidrográficas no Brasil.....	27
<b>Quadro 2</b> - Serviços ecossistêmicos e processos provedores em um ambiente agroecossistêmico.....	38
<b>Quadro 3</b> - Soluções de infraestrutura verde para a gestão dos recursos hídricos..	44
<b>Quadro 4</b> - Parâmetros de gestão territorial organizados por categorias e níveis ....	89

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	18
<b>2.1 Sustentabilidade e seus indicadores para a produção de água</b> .....	19
<b>2.2 A bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial</b> .....	30
<b>2.3 Os princípios agroecológicos e os serviços ecossistêmicos</b> .....	36
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	50
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	54
<b>4.1 A microbacia do Ribeirão Ema e os desafios da gestão territorial</b> .....	54
4.1.1 Histórico e desenvolvimento da região.....	56
4.1.2 Uso e ocupação do solo.....	57
4.1.3 Estrutura viária .....	64
4.1.4 Hidrografia e as características das águas .....	67
4.1.5 Clima.....	74
4.1.6 Solos e Topografia .....	77
<b>4.2 Os princípios agroecológicos para a gestão territorial da microbacia do Ribeirão Ema</b> .....	80
<b>4.3 Análise dos parâmetros de referência para a qualidade ambiental e potabilidade da água</b> .....	84
<b>4.4 Parâmetros para análise da produção sustentável de água no contexto da gestão territorial</b> .....	88
4.4.1 Nível da microbacia.....	90
4.4.2 Nível da propriedade rural .....	97
4.4.3 Nível da residência.....	102
<b>4.5 Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema</b> .....	105
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	107
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	109
<b>APÊNDICE A – Comparativo das normas de potabilidade da água</b> .....	120
<b>APÊNDICE B – Sistema Agroflorestal desenvolvido por Terra Planta</b> .....	136

<b>ANEXO A</b> – Projeto das bacias de contenção para PR 444 .....	139
<b>ANEXO B</b> – Análise da água do ponto de captação da Sanepar .....	140
<b>ANEXO C</b> – Análise da água da nascente do Ribeirão Ema .....	149
<b>ANEXO D</b> – Análise da água na nascente Chácara São Francisco de Assis .....	151

## 1 INTRODUÇÃO

O acesso à água potável e ao saneamento seguro são direitos humanos reconhecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) por meio da Resolução A/RES/64/292 de 2010 (UNGA, 2010). Esse acesso consiste no abastecimento de água e na disponibilidade de saneamento contínuos e suficientes para uso pessoal e doméstico. Além disso, o ato normativo da ONU prevê a garantia da oferta de água livre de microrganismos, substâncias químicas ou de contaminantes radiológicos que comprometam a saúde do homem e do ecossistema. No entanto, um grande número de pessoas tem esses direitos total ou parcialmente violados. Exemplificando, apenas 27% da população brasileira vive em sedes municipais cujo abastecimento é considerado satisfatório (ANA, 2019b), ou seja, em que há garantia hídrica ou cujo sistema produtor não necessite de ampliação.

A restrição de acesso à água pode ser ocasionada por diferentes fatores, dentre os quais se destacam o balanço hídrico desfavorável e a presença de poluição. O balanço hídrico configura-se como desfavorável quando a retirada de água é superior à recarga. Nos grandes centros urbanos, por exemplo, o balanço hídrico pode ser desfavorável devido à grande demanda por água, mesmo em regiões que não enfrentam períodos de seca. Ademais, o crescimento desordenado das áreas urbanas e a ocupação de áreas sensíveis de mananciais degradam fontes importantes de abastecimento. Nesses casos, a poluição por fontes pontuais ou por fontes difusas também pode inviabilizar o uso de recursos disponíveis, colocando a região sob o risco de estresse hídrico.

As fontes pontuais de poluição consistem no retorno localizado de água para o rio com adição de conteúdos que alteram sua qualidade, tais como os efluentes oriundos de esgotos domésticos e industriais. Nesse caso, o lançamento desses efluentes sem o devido tratamento agrava o quadro de criticidade quanto ao balanço hídrico. No Brasil, por exemplo, apenas 30% das cidades possuem estação de tratamento de esgoto doméstico (ANA, SNSA, 2017). Além das fontes pontuais, os mananciais também podem ser contaminados por fontes diversas de poluição ao longo do seu curso, as quais são denominadas como fontes difusas. Como exemplos desse tipo de fontes de poluição, têm-se a erosão do solo e o escoamento da chuva com elementos contaminantes, os quais decorrem principalmente da agricultura e da

pecuária baseadas no modelo de produção agrícola convencional (ANA, 2019a; UNESCO, 2019).

O modelo de produção agrícola convencional caracteriza-se pela adoção das seguintes práticas: lavoura intensiva, monocultura, irrigação em larga escala, aplicação de fertilizantes inorgânicos, controle químico de doenças e pragas e a manipulação genética dos cultivos (GLIESSMAN, 2015). Esse modelo de produção gera impactos profundos nos recursos hídricos devido à grande utilização de água e à degradação ambiental que provoca. Referidos impactos podem ser medidos pela pegada hídrica de cada cultura, a qual consiste em quantificar o volume de água utilizado ao longo da produção de um determinado bem. Além da água retirada dos leitos superficiais e subterrâneos (classificada como água azul), essa metodologia contabiliza o volume de água da chuva e umidade do solo apropriados pela evapotranspiração (água verde), como também a quantidade de água necessária para assimilar a carga de poluentes derivada da produção (água cinza). Por exemplo, a média global da pegada hídrica para a produção de grãos de soja é de  $2.145 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011).

No que tange à utilização da água azul, verifica-se que, de toda a água consumida<sup>1</sup> no Brasil, 66,1% é destinada à irrigação de lavouras e 11,6% ao trato animal. Para esses setores, são retirados  $1.190,7 \text{ m}^3/\text{s}$  de água, quantidade 2,38 vezes maior do que a utilizada para o abastecimento urbano (ANA, 2019a). Segundo a Agência Nacional de Águas, há estimativa de que a retirada de água para irrigação irá ultrapassar o montante de  $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$  até o ano de 2030 (ANA, 2019c). Além de potencializar o risco de estresse hídrico, a irrigação em larga escala também é um exemplo de fator de degradação ambiental, já que, se manejada de forma incorreta, pode provocar a salinização do solo, tornando-o infértil (FAO, 2015; PRIMAVESI, 2002; REICHARDT, 1996).

Ademais, o modelo de produção agrícola convencional é responsável pela contaminação dos lençóis freáticos e águas superficiais, visto que faz uso de agrotóxicos. No estado do Paraná, em que 53% de toda a área territorial do estado é destinada às lavouras e pastagens com predominância do modelo de produção

---

<sup>1</sup> As parcelas utilizadas de água podem ser classificadas em retirada, consumo e retorno. A retirada refere-se à água total captada para um uso. O retorno refere-se à parte da água retirada que retorna aos corpos hídricos. O consumo refere-se à água retirada que não retorna diretamente aos corpos hídricos. Assim, o consumo é a diferença entre a retirada o retorno (ANA, 2019a).

agrícola convencional (IBGE, 2019a), o controle da qualidade da água quanto à presença de agrotóxicos revela-se como um fator determinante para a segurança do consumo humano e do ecossistema. Embora a retirada de água para a irrigação no Paraná seja proporcionalmente inferior à média do país (ANA, 2019a), o volume total de água aferido para a agricultura e pecuária é subestimado, uma vez que não é contabilizada a quantidade de água utilizada na pulverização dos insumos agrícolas, impedindo-se inclusive a verificação da obrigatoriedade de respectiva outorga, nos termos da legislação. Em 2019, por exemplo, foram comercializadas 95.286,8 toneladas de agrotóxicos no estado (ADAPAR, 2020), para os quais se estima que foram empregados até 200 litros de água na diluição de cada quilo do produto (VILLALOBOS, 2008).

Assim, a água misturada com produtos químicos e empregada na pulverização atinge altos níveis de toxidade e retorna aos mananciais por meio da percolação e do deflúvio superficial, convertendo águas azuis em águas cinzas, além de espalhar-se parcialmente pelo ambiente por deriva. Os efeitos deletérios da pulverização puderam ser comprovados nos testes de qualidade de água fornecidos ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Os resultados das análises realizadas em 2017<sup>2</sup> mostraram que 92% das amostras de água potável estavam contaminadas por agrotóxicos, dentre os quais foram identificados ingredientes ativos classificados como extremamente ou altamente tóxicos associados ao desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, malformação fetal, disfunções hormonais e reprodutivas (ARANHA; ROCHA, 2019).

O modelo de produção agrícola convencional não interfere somente na qualidade da água, mas também na vazão dos corpos d'água. A produção intensiva de monoculturas expõe o solo aos efeitos erosivos do vento e da chuva, visto que resulta em alta movimentação da terra, causando o assoreamento de nascentes e córregos. O manejo inadequado do solo, seja pela deficiência de cobertura vegetal, pela compactação exercida pela pressão de maquinários ou pelo pisoteio animal, diminui a infiltração da água no solo e facilita a sua evaporação, criando as condições que exigem a irrigação, o que por consequência aumenta a retirada de água dos

---

<sup>2</sup> De acordo com o Anexo XX da Portaria MS 5/2017, as análises devem ser realizadas e informadas semestralmente. Contudo, no período entre 2014 e 2017 apenas 31% dos municípios brasileiros apresentaram os resultados dos testes. (ARANHA, ROCHA, 2017).

corpos d'água (GLIESSMAN, 2015). Aplicado ao conceito de pegada hídrica, esse efeito representa uma diminuição na disponibilidade natural da água verde para as plantas, fazendo-se necessária a apropriação de maior quantidade de água azul.

Como demonstrado, a produção agrícola nos moldes convencionais gera grande pressão sobre os recursos hídricos locais. Dessa forma, um país que prioriza a exportação de *commodities* agrícolas como estratégia econômica entrega água de boa qualidade incorporada às *commodities* a um preço incompatível aos custos gerados, assumindo integralmente os passivos ambientais decorrentes da produção. Os valores da água ciclada na produção dessas *commodities* podem ser verificados por meio do cálculo da água virtual. O conceito de água virtual refere-se à quantidade total de água utilizada na produção de um bem específico, através da qual se afere o fluxo de água comercializado entre diferentes países por meio desse bem (MERRETT; ALLAN; LANT, 2003). Como exemplo, em 2019 o Brasil exportou 74,06 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2020). Considerando que a média global da pegada hídrica para esse tipo de produto é de  $2.145 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ , de acordo com o conceito de Merrett, Allan e Lant (2003), o volume de água virtual exportado nesse ano, apenas através da soja, foi de aproximadamente 160 bilhões de metros cúbicos de água.

Diferentemente do modelo convencional, o modelo de produção agrícola em base ecológica tem apresentado influência positiva na disponibilidade da água. Como exemplo, têm-se a retenção de umidade no solo, a restauração de nascentes e o aumento da vazão nos cursos de rios. Ademais, o manejo realizado com base em princípios agroecológicos contribui para o aumento da biodiversidade no solo e para a agregação de suas partículas, o que facilita a disponibilidade da água para as raízes e a infiltração da água até os lençóis freáticos (PRIMAVESI, 2002).

Os efeitos sobre a água relativos aos modelos de produção agrícola acima descritos, sejam prejudiciais ou benéficos, deixam evidente a interferência do uso do solo sobre os corpos d'água, demonstrando a necessidade de avaliação e controle das áreas adjacentes. Para tanto, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997), designou a bacia hidrográfica como a unidade territorial para gestão dos recursos hídricos do Brasil. Dentre as diretrizes gerais de ação, destacam-se a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e a articulação da primeira com a gestão do uso do solo (Lei 9.433/1997, art. 3º, III e V).

No entanto, verifica-se que os Planos dos Recursos Hídricos visam sobretudo enquadrar a bacia hidrográfica na classe requerida ao uso preponderante e garantir que o corpo d'água de interesse mantenha as condições necessárias para atender à sua classe de enquadramento, tanto nos requisitos analíticos da água, quanto na vazão de referência, desconsiderando questões relevantes para a conservação do ecossistema. Por exemplo, a legislação exige que um curso d'água enquadrado na Classe IV atinja parâmetros mínimos de qualidade, os quais estão muito aquém dos necessários para a manutenção da diversidade ecossistêmica. Nesse caso, embora os passivos ambientais possam afetar de forma permanente o ecossistema, pode não haver esforços para a despoluição e controle das atividades poluidoras.

Percebe-se, dessa forma, que essas estratégias de gerenciamento das bacias hidrográficas não se encontram alinhadas com a pressuposta articulação de gestão dos recursos hídricos com a de uso do solo e a integração à gestão ambiental antes mencionadas. Por sua vez, essas estratégias limitam-se a atender aos requisitos analíticos da água definidos pela Portaria MS 5/2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que regulamenta a classificação dos corpos hídricos para o seu enquadramento e os padrões de lançamento de efluentes.

Especificamente quanto às áreas adjacentes aos corpos d'água, o Código Florestal (BRASIL, 2012) traz disposições relativas à proteção da vegetação nativa. No entanto, referida norma restringe-se a regulamentar as estreitas faixas marginais dos corpos d'água que consistem nas respectivas Áreas de Preservação Permanente (APP). Em áreas rurais consolidadas em APP, por exemplo, o artigo 61, § 1º, do Código Florestal prevê que essas faixas podem ter apenas 5 metros de largura, a depender das características do corpo hídrico e da propriedade. De toda forma, o limite máximo das APPs nas marginais dos corpos d'água corresponde a 500 metros. Não há parâmetros para se determinar o manejo de vegetação natural das áreas sobressalentes, caso essas áreas não façam parte de uma Área de Proteção Ambiental ou Reserva Legal.

Na prática, o efeito da falta de articulação desse modelo de gerenciamento hídrico com o uso do solo e ambiental pode ser observado no exemplo supracitado das análises de água coordenadas pelo SISAGUA. No caso exposto, foram rastreadas 27 substâncias presentes em agrotóxicos, desconsiderando-se os outros mais de 450

ingredientes ativos liberados para o comércio e uso no país<sup>3</sup>. Nesse caso, a compreensão da dinâmica e do histórico das áreas pesquisadas seria fundamental para indicar as substâncias potencialmente nocivas que deveriam ser rastreadas, podendo inclusive sugerir outras além das 27 preestabelecidas para o monitoramento.

Ademais, essa falta de articulação convive com outros fatores que também têm impacto na qualidade da água. Dentre esses, destaca-se a permissividade da legislação nacional com relação aos critérios analíticos da água potável. Nesse sentido, Bombardi (2017) apresentou uma comparação dos limites de agrotóxicos permitidos no Brasil com os limites previstos pela União Europeia. A Tabela 1 mostra a comparação entre os limites de alguns desses agrotóxicos, dentre os mais vendidos no Brasil.

**Tabela 1** - Comparativo entre os limites permitidos de agrotóxicos na água potável

Agrotóxico	União Europeia	Brasil	Comparativo
1) Glifosato	0,1µg/L	500 µg/L	5.000 x
2) 2,4D	0,1 µg/L	30 µg/L	300 x
3) Acefato	0,1µg/L – Uso proibido	Sem limite estabelecido	∞

Fonte: Baseado em BOMBARDI, 2017.

Dessa forma, pode-se concluir que a legislação que regulamenta a qualidade da água captada para abastecimento leva em consideração tão somente aspectos analíticos do produto em si, mas não de toda a área de produção. Ou seja, as análises somente mostram uma parte da situação que envolve a produção de água, o que compromete a veracidade da classificação dessas águas em relação à sua qualidade. Ademais, a elevada disparidade entre os critérios de potabilidade da legislação do Brasil e da União Europeia, em que, por exemplo, permite-se 5.000 vezes mais glifosato, coloca em xeque a segurança da água fornecida aos brasileiros.

Em sentido oposto, a legislação que disciplina a produção orgânica no Brasil - Lei 10.831/2003 (BRASIL, 2003a) - determina que o produto e a unidade produtora tenham sido metodicamente avaliados, enquadrando-se aos padrões exigidos. Essa

<sup>3</sup> O número de 450 ingredientes ativos foi identificado após contagem manual feita no âmbito deste trabalho no site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>. Acesso em: 20 jun. 2020.

unidade produtora no contexto de captação de água para abastecimento envolveria o manejo do uso do solo e a gestão ambiental, o que estaria em harmonia com a integração e a articulação de gestão exigida pela Política Nacional dos Recursos Hídricos acima referida. Valendo-se dessa estratégia, bem como pelo fato de proibir o uso de agrotóxicos, pode-se dizer que a legislação orgânica se mostra mais eficaz para a preservação da saúde dos consumidores e para a conservação do ambiente, quando comparada com a legislação que dispõe sobre a qualidade da água captada para abastecimento.

Assim, esta pesquisa parte da compreensão de que parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos podem ser aplicados nas bacias de captação superficial com o intuito de garantir a sustentabilidade do processo de produção de água, bem como a qualidade do produto. Nesse sentido, este trabalho estabelece os parâmetros qualitativos indicados para esse fim e utiliza-se da microbacia do Ribeirão Ema como estudo de caso.

Os parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos definidos neste trabalho decorrem da análise da legislação nacional e normas internacionais para a produção orgânica e de água potável, assim como do exame de estudos anteriores acerca dos seguintes temas: sustentabilidade, gestão territorial e princípios agroecológicos. Os parâmetros constituem-se como a ferramenta de avaliação para a produção sustentável de água e estão organizados em três níveis e cinco categorias. Os três níveis referem-se à implementação desses parâmetros, sendo eles: nível da microbacia, nível de propriedade rural e nível residencial. As cinco categorias são atribuídas de acordo com sua interferência no ciclo da água, sendo as seguintes: proteção, produção, utilização, poluição e controle. Os critérios de seleção para cada um dos parâmetros são referentes à relevância para o ciclo hidrológico, à capacidade de aplicação na área de estudo e à compatibilidade com os critérios normativos.

Por sua vez, a escolha da microbacia do Ribeirão Ema como estudo de caso justifica-se pela existência de um ponto de captação implantado em seu curso principal, o Ribeirão Ema, que abastece a cidade de Rolândia, no estado do Paraná. Contudo, a segurança no abastecimento é comprometida pela qualidade da água, considerando-se os problemas já mencionados a respeito da água potável no país, como também pela visível redução na vazão do ribeirão ao longo dos anos, decorrente sobretudo do assoreamento causado por práticas agrícolas degradadoras.

A composição da região estudada reflete a realidade de diversas bacias hidrográficas brasileiras que são compostas por empreendimentos agrícolas. Desse modo, os parâmetros identificados neste estudo poderão servir de diretriz aos milhares de produtores rurais fixados ao longo dos diversos cursos d'água, possibilitando inclusive sua remuneração pelos serviços ambientais prestados, como prevê o art. 41 do Código Florestal (BRASIL, 2012) e a Lei 14.119/2021 (BRASIL, 2021). Em sua maioria, esses produtores são proprietários de pequenos lotes de terra que dependem da exploração da área para a subsistência (IBGE, 2019b). Assim, alternativas de cultivo e políticas públicas de apoio no sentido de preservação da água podem ser benéficas tanto para esses produtores rurais quanto para a segurança hídrica local.

Ademais, a escolha da aludida microbacia revela-se pertinente para este estudo devido à sua escala. Segundo Bragagnolo (2010), a microbacia é a unidade de estudo funcional da paisagem que mais favorece os objetivos do planejamento ambiental e a execução de ações de recuperação e conservação dos recursos naturais. Para referido autor, a escala da microbacia permite resultados mais rápidos e evidentes, uma vez que os problemas são mais visíveis, motivo pelo qual também há maior participação da comunidade e do município na solução e no equacionamento das questões ambientais.

Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo identificar os princípios agroecológicos mais relevantes para a produção da água e, com base nesses princípios, descrever os parâmetros de gestão territorial no formato de um plano de manejo destinado à microbacia do Ribeirão Ema. Esses parâmetros devem permitir a análise da sustentabilidade da produção de água e criar as condições para que sejam atingidos os ideais de qualidade e segurança para a potabilidade e para o meio ambiente com o mesmo rigor dos demais produtos agroecológicos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento deste estudo está diretamente relacionado aos conceitos de sustentabilidade, de gestão territorial e dos princípios agroecológicos para a produção da água. Em regra, a literatura reconhece a importância da água e a necessidade de preservá-la, seja em abordagens teóricas ou práticas. As diferentes correntes sobre a sustentabilidade dos recursos hídricos convergem com relação à perspectiva de se garantir o acesso à água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades desta e das futuras gerações, ainda que referidas correntes possam apresentar divergências conceituais e metodológicas.

As pesquisas relativas à produção sustentável de água deixam evidente a relação do uso e da ocupação do solo com as condições dos recursos hídricos e suas consequências para os seres humanos e os ecossistemas. Nesse sentido, a gestão territorial é apresentada como importante mecanismo para preservação da água e para atendimento de suas múltiplas demandas. De forma complementar, trabalhos com enfoque nos princípios agroecológicos propõem uma abordagem alternativa para a gestão territorial, cujos resultados mostram que a eficiência de soluções baseadas na natureza se equipara à de soluções convencionais, ao mesmo tempo que estão mais alinhadas aos princípios da sustentabilidade. Os detalhes da revisão de literatura são descritos nas seções a seguir para cada uma dessas três questões principais: a sustentabilidade, a gestão territorial e os princípios agroecológicos.

Ademais, revela-se importante reforçar a relação deste estudo com a Agroecologia. Assim, faz-se necessário realizar uma breve exposição conceitual de referida ciência, bem como esclarecer a definição de bacia hidrográfica de modo prefacial à revisão de literatura propriamente dita. Segundo Gliessman (2002), a Agroecologia consiste na aplicação de conceitos e princípios ecológicos para o desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis. Todavia, Caporal (2011) alerta que a Agroecologia não consiste em um estilo de agricultura alternativa ou em base ecológica, mas nas bases científicas para a implementação desses estilos. Assim, Borsatto e Carmo (2012) afirmam que a Agroecologia emerge no campo científico como uma resposta à crise socioambiental provocada pelo modelo convencional agrícola e, como complementa Sevilla Guzmán (2017), ocupa-se tanto das questões ecológicas, como o manejo sustentável da natureza, quanto das questões sociais, como o acesso igualitário aos recursos e tecnologias necessários para a produção.

Gliessman (2002, 2015) ressalta que todo o campo da agroecologia deriva de um conceito central: o do agroecossistema. Assim, o autor define um agroecossistema como um local de produção agrícola entendido como um ecossistema. Ou seja, sob a ótica da ecologia, trata-se de uma unidade que inclui a totalidade de seus organismos atuando em reciprocidade com o meio físico de modo que uma corrente de energia conduza à uma estrutura trófica, à uma diversidade biótica e a ciclos de materiais (ODUM, 2001). Ademais, Altieri (2004) expande o conceito ao afirmar que o nível de implementação de um agroecossistema pode ser desde um sistema de cultivo à uma microrregião, podendo ser, portanto, uma bacia hidrográfica. Contudo, qualquer que seja a escala de análise de um agroecossistema, ela deve contemplar o contexto espacial e ecológico mais amplo ao qual pertence, indicado pelo termo paisagem (GLIESSMAN, 2002, 2015; UZÊDA *et al.*, 2017). Assim, com vistas à sustentabilidade dos recursos hídricos, as análises não ficam presas aos limites dos rios, mas expandem-se para todo o território da bacia hidrográfica, que é entendida neste estudo como o agroecossistema para a produção sustentável de água.

Por sua vez, uma bacia hidrográfica é uma porção geográfica composta por um conjunto de superfícies vertentes e por uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 2012). De acordo com Lima, Cano e Nascimento (2016), os limites das bacias são definidos de acordo com critérios técnicos que incluem a separação dos divisores de água a partir da identificação das cabeceiras dos canais de primeira ordem, chegando-se à delimitação dos rios que formam a rede de drenagem principal. Contudo, Grisotto (2019) afirma que, embora o fluxo de drenagem seja o principal fundamento conceitual das bacias, a relação única entre os aspectos físicos, ambientais, socioeconômicos, de ocupação do solo, sanitários, administrativos e institucionais de cada bacia configuram a identidade e a vocação desse espaço geográfico.

## **2.1 Sustentabilidade e seus indicadores para a produção de água**

O estudo da literatura ora revista permite a observação de que o conceito de sustentabilidade se encontra em um processo de construção, o qual apresenta variações tanto complementares quanto antagônicas. Nesse sentido, ao analisarem diferentes vertentes do pensamento sobre o tema da sustentabilidade, Caporal e Costabeber (2004) destacaram duas correntes: a Ecotecnocrática e a Ecosocial. A

primeira corrente tem sua versão mais conhecida por ser aquela difundida pelo Relatório de Brundtland (WCED, 1987), o qual traz o conceito de desenvolvimento sustentável como a possibilidade de se atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades. A proposta contida nesse relatório fundamenta-se no crescimento econômico continuado mediante a adoção de tecnologias e mecanismos de mercado para o controle da deterioração ambiental e a erradicação da extrema pobreza. Assim, constata-se que a corrente Ecotecnocrática se dispõe a resolver a equação entre crescimento econômico, sociedade e meio ambiente mediante a adoção de um otimismo tecnológico e de artifícios econômicos.

Por outro lado, a segunda corrente, que foi criada a partir do conceito do Ecodesenvolvimento, propõe um estilo de desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente. Percebe-se, portanto, que essa segunda corrente apresenta uma noção de proteção ao meio ambiente como um critério horizontal das orientações para o desenvolvimento, ao lado de outras dimensões fundamentais, como a cultural, a econômica e a social (SACHS, 1986). Dessa forma, os fundamentos da corrente baseada no Ecodesenvolvimento – ecológico, econômico e social - tornam-se as bases da sustentabilidade.

Nesse sentido, Caporal e Costabeber (2004) ressaltam que o modelo de desenvolvimento ecotecnocrático proposto pela ONU é uma continuidade do padrão tecnológico dominante da agricultura convencional e que, embora proponha a utilização de tecnologias mais brandas ao meio ambiente, referido modelo mantém a produção agrícola dependente de insumos externos, aos quais o acesso não é igualitário. Dessa forma, aludido modelo desconsidera princípios socioambientais básicos para a sustentabilidade. Em contraponto, esses autores apontam a Agroecologia como uma diferente perspectiva para o desenvolvimento sustentável agrário e, baseados no ecodesenvolvimento, estabelecem seis dimensões básicas para a sustentabilidade que devem permanecer equilibradas. As dimensões propostas estão organizadas em três níveis: (i) primeiro nível: ecológica, econômica, social; (ii) segundo nível: cultural, política; (iii) terceiro nível: ética.

De acordo com Caporal e Costabeber (2004), a dimensão ecológica da sustentabilidade de um agroecossistema vai além da melhoria das condições do solo, uma vez que também requer a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais. Porém, os avanços no quesito ecológico somente adquirem significado e

relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas pode ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade, contemplando, assim, a dimensão social da sustentabilidade. Ademais, a dimensão econômica proposta prevê um aumento na produtividade agropecuária livre da dependência do produtor por insumos e tecnologias externas que podem comprometer sua renda, bem como causar danos ambientais, os quais têm potencial de resultar em perdas econômicas no curto ou no médio prazo.

No que tange à dimensão cultural, os saberes, os conhecimentos e os valores da população local são reconhecidos e respeitados. Do mesmo modo, a dimensão política garante a inclusão da população rural nos processos decisórios de forma a assegurar o resgate da autoestima e o pleno exercício da cidadania. Por fim, a dimensão ética da sustentabilidade está diretamente relacionada com a solidariedade intra e intergeracional e com as responsabilidades dos indivíduos com respeito à preservação do meio ambiente e à garantia da dignidade humana.

No mesmo sentido, a IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*) (SOAAN, 2013) apresenta um conjunto de cinco dimensões e vinte critérios que, segundo essa organização, definem um agroecossistema como “verdadeiramente sustentável”. Nessa proposta, não há hierarquia entre as dimensões, pois todas são igualmente relevantes e estão interconectadas. Isso pode ser observado na Figura 1, na qual também estão descritas as dimensões elencadas (ecologia, sociedade, cultura, prestação de contas e economia) e seus respectivos critérios.

**Figura 1** - Melhores práticas para agricultura e cadeia de valor



Fonte: SOAAN, 2013.

Também sob a perspectiva da Agroecologia, Gliessman (2002, 2015) define a sustentabilidade de um agroecossistema como a sua capacidade de manter-se produtivo e de sustentar os meios de subsistência locais por um longo período de tempo sem degradar sua base de recursos. Para esse autor, a sustentabilidade está relacionada ao tempo e só pode ser medida após o fato. Ou seja, não há como confirmar no presente se as práticas adotadas são de fato sustentáveis, uma vez que sua intenção é garantir que o sistema se mantenha produtivo no futuro. Dessa forma, a tarefa do planejador consiste em identificar as características específicas do agroecossistema importantes para sua função e, assim, determinar as condições, o tempo e o nível em que essas características devem ser mantidas. Por meio desse processo, os objetivos de sustentabilidade são definidos e seus respectivos indicadores são identificados. Philip (2011) afirma que os objetivos servem para expor de forma mais concreta o que se espera alcançar. A partir deles, são determinados as metas, que estabelecem os padrões a serem alcançados, e os indicadores para que seu progresso possa ser visualizado.

Em relação aos objetivos de sustentabilidade, tem-se como exemplo a Agenda 2030 estabelecida pela ONU. Esse documento é composto de 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e 169 metas com diretrizes que orientam as políticas públicas dos 193 países-membros de referida organização. Especificamente quanto aos recursos hídricos, a Agenda 2030 estabeleceu o ODS 6: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (ONU, 2015). Ademais, a ONU reconhece que as questões relativas à água são de interesse intersetorial, interferindo direta ou indiretamente sobre outros objetivos, como por exemplo o ODS 2 (fome zero e agricultura sustentável), ODS 3 (saúde e bem-estar) e ODS 14 (vida na água) (UNESCO, 2018). Sobre o ODS 6, a Agência Nacional de Águas (ANA) publicou um documento no qual apresenta sua contribuição ao processo de monitoramento de suas 8 metas, que são baseadas em informações produzidas e sistematizadas para o cálculo dos indicadores (ANA, 2019b).

No que se refere aos indicadores de sustentabilidade, observa-se que, independentemente da estratégia metodológica aplicada, eles são amplamente utilizados na construção e na aferição de resultados de políticas públicas ambientais e dos recursos hídricos, bem como na elaboração de novas pesquisas sobre esses temas. Embora o termo “indicador” seja empregado de forma genérica para se referir a um critério, tecnicamente ele consiste numa forma específica de manipulação dos dados. Esses dados também podem ser representados por parâmetros ou índices. Santos (2004) esclarece a diferença entre os termos da seguinte forma:

- a) Parâmetro: consiste em uma informação entendida como uma propriedade – medida, observada ou avaliada – cuja variação altera a interpretação do fenômeno que representa sem lhe alterar a natureza;
- b) Indicadores: são parâmetros, ou funções derivadas deles, os quais têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio;
- c) Índices: são o resultado da combinação de um conjunto de parâmetros associados por meio de uma relação pré-estabelecida que dá origem a um novo e único valor. Nessa associação, são atribuídos valores relativos a cada parâmetro que compõe o índice, sendo que essa relação pode ser estabelecida por meio de estatísticas, formulação analítica ou cálculo de razão matemática.

Cabe ressaltar que, na associação entre parâmetros (ou indicadores), quando não são aplicadas ponderações ou outras técnicas analíticas, têm-se como resultado parâmetros agregados e não a formulação de um índice. Ainda segundo Santos (2004), a escolha entre os tipos de “indicadores” ocorre através da decisão do planejador sobre a representação, o valor e a relação entre os dados relativos à área de estudo, geralmente organizados por temas. Além disso, vale salientar que são as novas composições e arranjos da diversidade de indicadores que permitem o avanço do conhecimento sobre o meio estudado e, conseqüentemente, a reprodução cada vez mais representativa da realidade.

No contexto das propriedades rurais, Altieri (2004) afirma que, para avaliação da sustentabilidade, os indicadores devem contemplar no mínimo quatro atributos, os quais estão descritos a seguir, acompanhados de uma breve explicação: (i) capacidade produtiva: manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema; (ii) integridade ecológica: preservação da base de recursos naturais e da biodiversidade; (iii) saúde social: fortalecimento da organização social e diminuição da pobreza; e (iv) identidade cultural: fortalecimento das comunidades locais, manutenção das tradições e participação popular no processo de desenvolvimento.

A proposta de Altieri (2004) alinha-se com o Modelo Sistêmico ou Princípios de Gibson, o qual, baseado na Teoria Geral de Sistemas, observa os sistemas ambientais e sociais como unidades integradas que se relacionam e se influenciam. Nesse sentido, o Modelo Sistêmico apresenta os seguintes princípios: integridade do sistema socioecológico, recursos suficientes para subsistência e acesso a oportunidades, equidade intrageracional e intergeracional, manutenção de recursos naturais e eficiência, civilidade socioambiental e governança democrática, precaução e adaptação, integração entre situação atual e de longo prazo (MALHEIROS *et al.*, 2019).

Nesse sentido, há um grande esforço de organizações internacionais e nacionais em identificar os indicadores mais eficientes relativos à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável. Dentre eles, destacam-se os trabalhos desenvolvidos pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), pela ONU e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais produziram as respectivas publicações: *Towards Sustainable Development: Environmental Indicators* (OECD, 1998), *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies* (UN, 2007) e Indicadores de Desenvolvimento

Sustentável: Brasil 2015 (IBGE, 2015). Esses trabalhos apresentam listas de indicadores que abordam dimensões como a ambiental, a social, a econômica e a institucional.

No âmbito das bacias hidrográficas, diversos indicadores são utilizados para medir e avaliar as condições dos recursos hídricos. No Brasil, esse cenário é divulgado pela ANA em publicações temáticas ou em seu informe anual Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, no qual podem ser verificadas as aplicações desses indicadores. Em relação à sustentabilidade dos recursos hídricos, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), constituído pela ANA e pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), instituiu o Índice de Segurança Hídrica (ISH) como indicador.

A formulação do ISH foi baseada no conceito de segurança hídrica apresentado pela ONU, o qual é composto pelas dimensões humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência. Assim, a ANA sintetiza o conceito de segurança hídrica como a “disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes ao atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos” (ANA, 2019c, p.13). Para tanto, define-se como quantidade adequada a vazão mínima necessária para atender às demandas para usos naturais (sobrevivência da biota aquática) em determinado trecho de curso d’água. A vazão mínima necessária é representada pela razão entre a vazão remanescente do trecho após as retiradas de usos consuntivos e a vazão natural com permanência de 95% no trecho ( $Q_{95\%}$ ).

Por outro lado, a qualidade proposta é avaliada por meio das análises das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos cursos d’água, com base nos padrões definidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). A DBO representa a quantidade de poluentes de origem orgânica presentes na água. Esses poluentes decorrem do lançamento de efluentes de fontes diversas, como esgotos domésticos e industriais. Referida normativa elaborada pelo CONAMA impõe o conjunto de condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos preponderantes. Além disso, as águas destinadas ao abastecimento público são submetidas aos critérios estabelecidos pela Portaria MS 5/2017 (BRASIL, 2017), na qual estão dispostos os requisitos de potabilidade da água.

No contexto das águas superficiais, Gunkel (2019) afirma que o monitoramento da qualidade da água deve incluir, além de parâmetros químicos

rigorosos, outros parâmetros de ordem hidromorfológica e de composição biológica. Nesse sentido, o autor indica a Diretiva 2000/60/CE da União Europeia como referencial de instrumento normativo para essa finalidade. Assim, ao comparar-se referida legislação da comunidade europeia com a norma brasileira equivalente (Resolução CONAMA 357/2005), verifica-se que os parâmetros de referência no que tange às substâncias com potencial tóxico determinados pela primeira norma são mais restritivos do que a segunda. Ademais, além da “concentração máxima admissível” (CMA) determinada para cada substância, a Diretiva 2000/60/CE estabelece médias anuais com valores muito inferiores à CMA (EU, 2000). Esse critério normativo mostra-se importante por prever a existência de eventos em que ocorrem picos de concentração de determinada substância, mas principalmente por garantir que seja restabelecida a qualidade anterior ao evento.

No que se refere aos parâmetros hidromorfológicos e biológicos, a Diretiva 2000/60/CE estabelece os parâmetros de qualidade para um “estado excelente” ou “estado bom” para as diferentes massas de água. Dentre os parâmetros hidromorfológicos, incluem-se o regime hidrológico, a continuidade do rio e as condições morfológicas. Por sua vez, a qualidade biológica é aferida por parâmetros como as taxas de fitoplâncton, macrófitos e fitobentos, invertebrados bentônicos e pela fauna piscícola. Nesse âmbito, o controle biológico requerido pela norma brasileira ora analisada (Resolução CONAMA 357/2005) limita-se à não observância de efeito tóxico crônico a organismos, conforme disposto em seu artigo 14 (BRASIL, 2015). No Quadro 1, estão descritos exemplos de indicadores utilizados na gestão de bacias hidrográficas no Brasil, dentre os quais incluem-se o ISH e a DBO, mencionados anteriormente:

**Quadro 1** - Indicadores utilizados na gestão de bacias hidrográficas no Brasil

Temas	Indicadores
Estoques hídricos	Densidade populacional; índice de urbanização.
Demandas	Índice de captação de água para o abastecimento urbano e irrigação.
Poluição	Índice de lançamento de matéria orgânica nas águas; índice de utilização de fosfato na agricultura.
Qualidade da água	Taxas de conformidade da água em relação à demanda biológica de oxigênio (DBO) e em relação ao oxigênio dissolvido (OD); índice de toxicidade das águas superficiais; índice de qualidade da água (IQA).
Quantidade de água	Vazão mínima; coeficiente de escoamento superficial.
Meios aquáticos	Índice de cobertura vegetal.
Serviços de abastecimento de água e saneamento	Índice de tratamento de esgotos coletados; índice de tratamento de esgoto em relação à água consumida; índice de atendimento urbano de coleta de esgotos; índice de lixo corretamente disposto.

Fonte: MALHEIROS *et al.*, 2019.

De forma geral, verifica-se que os indicadores são utilizados com a finalidade de avaliar se a quantidade e a qualidade da água disponível são compatíveis com a sua demanda e a finalidade atribuída. Embora exista uma convergência sobre esses objetivos, a análise da legislação sobre a água potável de diferentes países mostra que não há um consenso sobre os critérios que os definem, principalmente no que tange à qualidade da água. A disparidade se concentra sobretudo nos parâmetros de limite das substâncias com potencial tóxico, como os pesticidas. Por exemplo, enquanto países da União Europeia<sup>4</sup> e Suíça<sup>5</sup> restringem a concentração total de pesticidas a 0,5 µg/L, os montantes de 1000 µg/L e 500 µg/L apenas de Glifosato são legalmente aceitos na Austrália<sup>6</sup> e no Brasil<sup>7</sup>, respectivamente.

Ainda sobre a sustentabilidade das bacias hidrográficas, pode-se destacar que há uma vasta literatura, a qual trata o assunto sob diferentes abordagens e, portanto, com as mais variadas combinações de indicadores. Entretanto, há duas abordagens que se destacam pela repetição. Em uma delas, observa-se uma

<sup>4</sup> União Europeia - Diretiva 98/83/CE.

<sup>5</sup> 817.022.11 Ordonnance du DFI du 16 décembre 2016 sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPBD) – Anexo II.

<sup>6</sup> Australian Drinking Water Guidelines 6 – 2011 /Version 3.5 updated 08/2018.

<sup>7</sup> Portaria MS 5/2017 – Anexo XX.

preocupação em se contemplar as dimensões básicas da sustentabilidade, sobretudo com a formulação de um índice. Nesse modelo, tem-se como exemplo o trabalho de Chaves e Alipaz (2007), no qual o modelo de pressão-estado-resposta (OECD, 1998) foi aplicado aos indicadores propostos pelo programa HELP<sup>8</sup>: hidrologia (H – *hydrology*), meio ambiente (E – *environment*), vida (L – *life*) e política de recursos hídricos (P – *water resources policy*). Dessa forma, o mencionado trabalho resultou na formulação de um índice de sustentabilidade da bacia hidrográfica (WSI – *watershed sustainability index*), que é numericamente representado pela fórmula:

$$WSI = (H+E+L+P)/4.$$

Por sua vez, a segunda abordagem possui enfoque na esfera ambiental, principalmente no que corresponde à matéria da geomorfologia, como observado no estudo de Costa e Guimarães (2005). Nesse estudo, os autores aferiram o grau de vulnerabilidade aplicado em sub-bacias hidrográficas baseado em parâmetros morfométricos e de uso e cobertura da terra. Os parâmetros morfométricos utilizados foram a densidade de drenagem, o índice de circularidade, a declividade percentual média e o escoamento superficial máximo. Enquanto os parâmetros relacionados ao uso e cobertura da terra consistiram nos percentuais de cobertura vegetal, áreas agrícolas, áreas com pastagens e áreas urbanas.

Contudo, no que se refere à questão da gestão territorial, verificou-se nos trabalhos analisados que se enquadram na primeira abordagem uma fragilidade ou ausência de conexão explícita dos indicadores selecionados em relação ao ciclo hidrológico e à ocupação do solo. Por exemplo, no tema ambiental, nota-se a prevalência da adoção do critério “uso do solo” limitado ao cálculo percentual das áreas de cobertura vegetal, áreas destinadas à agropecuária e áreas urbanas, desconsiderando a posição dessas áreas no território da bacia e em relação aos corpos d’água. Por outro lado, apesar de não contemplar dimensões relevantes, como as sociais e as econômicas, a segunda abordagem permite uma análise ambiental mais precisa.

---

<sup>8</sup> HELP consiste em um programa transversal do Programa Hidrológico Internacional da UNESCO em contribuição ao Programa Mundial de Avaliação da Água (WWAP) e o Programa de Hidrologia e Recursos Hídricos da Organização Mundial de Meteorologia. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122948>.

Sob diferente perspectiva, Hoekstra *et al.* (2011) propõem que a avaliação da sustentabilidade de uma bacia hidrográfica seja feita através da comparação entre a soma das pegadas hídricas de todas as atividades que ocorrem dentro do seu território e a disponibilidade de água. O conceito “pegada hídrica” introduzido por Hoekstra (2003) refere-se à quantidade de água utilizada direta ou indiretamente em toda a cadeia de um produto ou de um processo. O resultado é geralmente representado por uma unidade de volume em determinado tempo ou quantidade de produção, por exemplo, m<sup>3</sup>/ano e m<sup>3</sup>/t. Nessa metodologia, são considerados três diferentes tipos de água, sendo eles: a água azul (que se constitui nos corpos hídricos superficiais e subterrâneos), a água verde (proveniente das chuvas e que se mantém disponível no solo) e a água cinza (água residual com contaminantes decorrentes do processo analisado).

Embora a metodologia acima descrita esteja fundamentada na utilização da água, a sustentabilidade é medida de acordo com os impactos gerados sobre as dimensões ambientais, sociais e econômicas de uma bacia hidrográfica. Além dos impactos primários, são consideradas também as derivações desses impactos. Segundo Hoekstra *et al.* (2011), o primeiro passo para avaliar a sustentabilidade desse espaço por meio da pegada hídrica consiste na identificação e quantificação dos critérios de sustentabilidade a serem analisados, os quais podem corresponder a quaisquer das dimensões acima mencionadas. Por exemplo, esses critérios podem incidir sobre a preservação da vida aquática, o acesso ao saneamento básico e à subsistência dos moradores das áreas ribeirinhas.

Em seguida, identificam-se os pontos críticos em que a pegada hídrica seja considerada insustentável, sejam eles um local específico ou um período do ano. Por fim, os próximos dois passos dedicam-se a identificar e quantificar os impactos primários e secundários sobre esses pontos críticos. Os impactos primários referem-se às alterações no fluxo e na qualidade da água comparadas às condições naturais, ou seja, sem a intervenção humana. Por sua vez, os impactos secundários identificam os bens ou serviços ecológicos, sociais e econômicos que são prejudicados como resultado dos impactos primários.

Dessa forma, ficou demonstrado que há diversas evidências sobre a relação do uso e ocupação do solo sobre a integridade das águas. Porto e Porto (2008) destacam que a bacia hidrográfica consiste em território onde são desenvolvidas diversas atividades humanas e seu exutório acaba por ser uma representação de

todos os processos existentes em referido território. Em outras palavras, o “que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem” (PORTO; PORTO, 2008, p.45). Nesse sentido, os parâmetros e indicadores baseados na gestão territorial podem auxiliar na verificação da sustentabilidade dos recursos hídricos, como é detalhado a seguir.

## **2.2 A bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial**

Como sinalizado nos estudos sobre a sustentabilidade, a gestão dos recursos hídricos é complexa, exigindo uma visão abrangente e um esforço compartilhado que não se encerram nos limites dos corpos d’água. Em regra, uma única bacia hidrográfica representa a base de recursos para os mais variados setores, dentre os quais podem ser mencionados o abastecimento de água potável, a agricultura, a piscicultura, a geração de energia, a recreação, o transporte, além da manutenção da natureza e da vida silvestre. Assim, o caráter multifuncional desse território é evidente e deve ser otimizado com vistas à sua sustentabilidade. De acordo com Uzêda *et al.* (2017), a multifuncionalidade pode ser considerada como uma característica emergente na escala da paisagem, mas sua consolidação é um desafio que exige estudos que integrem as relações entre os diferentes tipos de uso do solo inseridos nesse espaço.

Desse modo, administrar os interesses múltiplos e concorrentes da sociedade em relação aos recursos hídricos significa gerenciar conflitos que, por vezes, ultrapassam as barreiras geopolíticas. Esses conflitos emergem principalmente pela escassez hídrica, seja ela quantitativa ou qualitativa. Contudo, têm-se apontado que a crise hídrica é sobretudo uma crise de governança, a qual carece de coordenação e cooperação entre os países e/ou setores de interesse (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Nesse contexto, emergem duas tendências complementares para a gestão hídrica: (i) a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial e (ii) a integração da gestão com outros setores, em especial com o setor ambiental e de uso do solo. No que tange à primeira tendência de gestão dos recursos hídricos, verifica-se que a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial é um mecanismo amplamente empregado e pode ser observado em diferentes países. Por exemplo, a Diretiva-Quadro da Água da União Europeia (EU, 2000) aponta a bacia hidrográfica como a melhor forma de gestão de águas e instrui tal medida aos países-membros. No Brasil,

a Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997) instituiu a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A medida promoveu a divisão do território brasileiro em doze regiões hidrográficas, a partir da Resolução 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2003b). A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil foi retratada pela ANA (2002).

Em relação à segunda tendência, que se refere à gestão integrada, a Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997) estabelece como diretrizes a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental, com a gestão dos sistemas estuarinos e zonas costeiras e a articulação com a gestão do uso do solo. Sobre esse aspecto, a ANA entende que:

[...] a gestão integrada de recursos hídricos pressupõe a articulação e integração com outras áreas como: planejamento, uso e ocupação do solo; gestão ambiental; sistemas estuarinos e zonas costeiras; e políticas ligadas aos setores usuários (energia, transporte, saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento, etc). Por fim, a gestão integrada das águas deve ser adequada às diversidades físicas, bióticas, demográficas, sociais e culturais das diversas regiões, e em nenhuma hipótese deve dissociar os aspectos de quantidade e qualidade das águas (ANA, 2013, p.14).

Nos termos da legislação que normatiza a PNRH e da definição da ANA, pode-se observar que em ambas há o reconhecimento da necessidade de um enfoque sistêmico sobre os recursos hídricos, incluindo-se toda a complexidade das áreas adjacentes. Porém, ao analisarem o estatuto jurídico das águas no Brasil, Aith e Rothbarth (2015) concluíram que há uma considerável fragmentação institucional e normativa para a gestão dos recursos hídricos e saneamento básico no país. Isso resulta na necessidade de se ter que acessar um conjunto expressivo de normas para se compreender os principais instrumentos jurídicos que definem e regulam a natureza jurídica, o uso, o gozo e a disposição das águas.

Na prática, essa fragmentação institucional e normativa é refletida nas ações político-administrativas para a gestão das águas, como constataram Barros, Oliveira e Stortz (2019) ao examinarem os planos diretores setoriais da cidade de Joinville/SC. Nesse estudo, os autores identificaram a falta de coordenação entre o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano Diretor de Bacia Hidrográfica na elaboração dos planos de água, esgoto e drenagem, comprometendo assim a gestão integrada dos recursos hídricos do município. Desse modo, os autores apontaram a Gestão Integrada de Águas Urbanas (GIAU) como estratégia para a sustentabilidade dos

recursos hídricos dos municípios. Referido modelo de gestão tem por objetivo coordenar a gestão da água segundo uma visão holística e sustentável, com soluções de infraestrutura que trabalham com a natureza.

Segundo Philip (2011), o fator crítico para a GIAU é o envolvimento de todas as instituições relevantes. O autor incentiva a mudança de um modelo convencional de gestão hídrica para um modelo participativo, em que recomenda a adoção de um processo de planejamento estratégico de longo prazo para o sistema urbano de água como um todo. Para tanto, esse processo deve envolver questões como águas pluviais e drenagem, abastecimento, tratamento de águas e águas residuais e a reutilização da água.

Porém, Grisotto (2019) definiu como “imenso desafio” a tarefa de se garantir o ordenamento territorial aliado à sustentabilidade hídrica nas regiões metropolitanas e em grandes aglomerações urbanas. Da ausência de um planejamento integrado à falta de um plano de zoneamento ambiental decorrem os problemas de falta de abastecimento, enchentes e deslizamentos. Nesse sentido, têm-se como exemplos importantes ocorrências, como a crise hídrica com interrupção no fornecimento de água em São Paulo/SP entre os anos de 2014-2015 (MARENGO *et al.*, 2015) e Curitiba/PR (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2020), bem como as enchentes e deslizamentos de terra na Baixada Santista/SP (MAGRI, 2020) e em Belo Horizonte/MG (CHUVA, 2020), sendo que as três últimas ocorreram em 2020.

Em face da gestão integrada, Aquino e Mota (2019) classificaram o ordenamento territorial como importante instrumento, uma vez que tem por objeto a normatização do uso do solo com vistas à conservação ambiental e dos recursos hídricos. Segundo esses pesquisadores, áreas especiais em uma bacia hidrográfica como as áreas adjacentes aos cursos superficiais, áreas úmidas e de amortecimento de cheias, áreas de recarga de aquíferos, encostas, nascentes e olhos d'água precisam ser preservadas ou terem uso restrito, sendo que o disciplinamento do uso de algumas dessas áreas é previsto no Código Florestal (BRASIL, 2012). Ainda sobre o ordenamento territorial, Oliveira e Souza (2019) acrescentaram que referido instrumento depende da agregação das dimensões geoambiental e econômico-social. Ademais, como Aquino e Mota (2019), os autores mostraram o zoneamento ambiental como a principal ferramenta do ordenamento territorial.

Diversos estudos acerca da influência dos aspectos geográficos sobre os recursos hídricos sustentam as considerações de Aquino e Mota (2019) e de Oliveira

e Souza (2019). Como exemplo, Pessoa *et al.* (2006) constataram que a tendência potencial natural à contaminação das águas subterrâneas ou superficiais por agrotóxicos varia de acordo com o tipo do solo. Além disso, Merten e Minella (2002) demonstraram o potencial degradador sobre as águas da agricultura praticada em áreas ecologicamente frágeis.

Por outro lado, Queiroz *et al.* (2010) creditaram a qualidade da água na área investigada ao manejo do solo com práticas agrícolas preservadoras, como o plantio direto e sistema de terraços, assim como pela presença da mata ciliar. Os benefícios do manejo agroecológico também foram comprovados por Barbosa *et al.* (2017) e Carneiro, Cardoso e Moreira (2009). O primeiro estudo relatou o aumento de retenção de umidade no solo em um sistema agroflorestal. Por sua vez, no segundo estudo, identificou-se a restauração de nascentes e o aumento da vazão nos cursos de rios como decorrência da cobertura do solo e proteção das nascentes e cursos d'água.

Os conceitos tratados nesse tópico relativos à multifuncionalidade da bacia hidrográfica, à influência do uso do solo na integridade dos recursos hídricos, à gestão territorial e à gestão integrada podem ser ilustrados pela análise da bacia hidrográfica do Rio Tana, no Quênia. Nessa bacia, observa-se a dinâmica multifuncional desse tipo de território, em que existem desafios significativos para atender às demandas de produção de energia, de abastecimento urbano, de irrigação, além da manutenção de ecossistemas naturais importantes. O Rio Tana, principal leito de água da bacia, é responsável por 80% do abastecimento de água da capital Nairobi e de outras cidades como Thika, Nyeri e Karatina, por 70% da geração de energia para o país e pela irrigação de aproximadamente 645 km<sup>2</sup> de lavouras, que correspondem à 75% da demanda de água desse rio (BAKER *et al.*, 2015; UNESCO, 2018).

A bacia do Rio Tana também abriga dois grandes focos de biodiversidade. Em suas cabeceiras, estão as florestas Afromontanas da Cordilheira de Aberdare, que servem como um dos cinco principais reservatórios de água do Quênia. Por sua vez, à jusante, encontra-se um rico delta, fonte de subsistência e abrigo para várias espécies de plantas e animais endêmicas e ameaçadas de extinção. Contudo, o avanço da agricultura sobre as áreas íngremes de encostas e adjacentes aos rios resultou na erosão do solo e no aumento da sedimentação do Rio Tana. Esse fato comprometeu a capacidade dos reservatórios para a produção de energia e aumentou os custos de tratamento da água fornecida às cidades (BAKER *et al.*, 2015).

Com a finalidade de buscar soluções para esses problemas, Vogl *et al.* (2017) demonstraram como medidas restauradoras do ecossistema podem alterar as condições adversas da bacia do Rio Tana e contribuir para o retorno da eficiência das aludidas operações que ocorrem na bacia. Com foco na gestão territorial, o estudo consistiu na análise dos impactos de investimentos em práticas sustentáveis de uso da terra no Alto Tana sobre a disponibilidade de água para os usos consuntivos. Para tanto, foi aplicada uma estrutura de modelagem integrada, com o uso da ferramenta SWAT<sup>9</sup>, para vincular as mudanças biofísicas da paisagem aos benefícios econômicos.

Por meio da simulação de cenários em que houve implantação de atividades restauradoras, foram modelados benefícios derivados de mudanças nos fluxos de água ou na erosão do solo. Essas atividades consistiram (i) na restauração ou manutenção da vegetação nativa ao longo dos canais e riachos; (ii) na implantação de sistemas agroflorestais nas áreas de cultivo; (iii) no terraceamento em terras agrícolas; (iv) na inserção de faixas de grama para reduzir o escoamento e reter sedimentos em áreas de cultivo; (v) no reflorestamento de vegetação nativa ao longo das margens das Florestas Nacionais; e (vi) nas atividades de mitigação de escoamento nas estradas, como armadilhas de sedimentos em estradas não pavimentadas.

Os resultados desse estudo mostraram que referidas atividades são capazes de minimizar a perda de solo proveniente de erosão e do escoamento superficial, reduzir a quantidade de sedimentos suspensos em riachos e influenciar no fluxo sazonal de água. As contribuições observadas foram atribuídas à melhoria na infiltração e na regulação da água. Os benefícios da redução da erosão também refletiram no rendimento agrícola, resultando em aumento da produção em razão das perdas de solo evitadas e conseqüente crescimento da fertilidade. Em números, calculou-se uma redução na erosão entre 0.1 e >3.0 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Essas mudanças foram vistas principalmente em áreas agrícolas, em terras degradadas e em estradas não pavimentadas. Ademais, o controle da exportação de sedimentos incidiu na redução de 15% da taxa de sedimentação anual no principal reservatório à montante, Masinga, evitando a perda anual de aproximadamente 1,2 milhões de m<sup>3</sup> de água.

---

<sup>9</sup> SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) é uma ferramenta de avaliação que se utiliza da simulação da qualidade e quantidade da água para prever o impacto ambiental do uso da terra, práticas de gestão da terra e mudanças climáticas. Disponível em: <https://swat.tamu.edu>. Acesso em: 02 fev. 2021.

Do mesmo modo, foram verificadas vantagens para o fornecimento de água potável quando a simulação contemplou a implantação de todas as intervenções em seu potencial total para retenção dos sedimentos. Por consequência, a turbidez da água foi diminuída, necessitando menor uso de floculante e energia no processo de tratamento e diminuindo a frequência de retrolavagens dos filtros. Além de reduzir os gastos com floculantes e com energia, o número menor de retrolavagens representou uma economia de 30% da água processada que seria utilizada para esse fim. O cálculo monetário mostrou que um investimento de 10 milhões de dólares distribuídos ao longo de dez anos teria como rentabilidade aproximadamente 6 milhões de dólares em um período de trinta anos.

Segundo os pesquisadores, o impacto das intervenções nos fluxos dos rios foi menor do que as reduções na sedimentação, mas possuem implicações potencialmente significativas para a geração de energia e abastecimento de água. Em sua conclusão, os pesquisadores ressaltaram que o processo participativo dos atores da bacia no desenho do estudo pode ser um fator determinante para que se possa atingir resultados mais prováveis de serem relevantes e viáveis de serem implantados. A afirmação reforça as considerações de Philip (2011) sobre um modelo participativo de gestão e da gestão integrada dos recursos hídricos.

Como pode ser observado, a literatura analisada mostra a intrínseca relação entre as condições dos ecossistemas que compõem a bacia hidrográfica, sejam eles naturais ou modificados, e a qualidade dos recursos hídricos. Segundo Gliessman (2015), a interferência entre esses ecossistemas ocorre pelo fato deles serem intimamente ligados. Assim, quando bem estabelecida, essa interação proporciona a troca de serviços ecossistêmicos mutuamente benéficos. Do mesmo modo, dessas interações podem surgir serviços ecossistêmicos capazes de favorecer o ciclo hidrológico e a qualidade dos recursos hídricos, os quais devem ser considerados no planejamento dos agroecossistemas, bem como no ordenamento territorial, como foi demonstrado no estudo descrito acima. Dentre as atividades sugeridas, verifica-se a adoção de medidas compatíveis com os princípios agroecológicos, os quais serão vistos no próximo tópico.

### 2.3 Os princípios agroecológicos e os serviços ecossistêmicos

Os princípios agroecológicos são fundamentos que norteiam a conversão de um sistema convencional de produção agrícola para um sistema agroecológico (CAPORAL, 2011; GLIESSMAN, 2002; 2015). Baseada sobretudo na ecologia, a proposta agroecológica de manejo dedica-se à valorização da inter-relação entre os agroecossistemas e os ecossistemas naturais, a fim de favorecer a troca de serviços ecossistêmicos, assim como fomentar o potencial multifuncional da paisagem.

Os princípios agroecológicos podem ser identificados nas normativas nacionais e internacionais para a certificação da produção orgânica. Contudo, verifica-se que referidas legislações não contemplam a produção da água. Em contraponto, pesquisas no âmbito da Agroecologia e outras experiências de gerenciamento sustentável dos recursos hídricos podem indicar os parâmetros necessários de gestão territorial para a produção de água com qualidade equivalente aos produtos orgânicos e à sustentabilidade dos sistemas agroecológicos.

Segundo Gliessman (2002), os princípios agroecológicos baseiam-se em princípios ecológicos, os quais são utilizados para o desenvolvimento de práticas agrícolas com o intuito de reduzir o uso de insumos externos e, conseqüentemente, minimizar os impactos sobre o meio ambiente e sobre a economia dos agricultores e da comunidade local. Mencionado autor declara que, quanto maior a similaridade estrutural e funcional de um agroecossistema com os ecossistemas naturais em sua região biogeográfica, maior a probabilidade de que esse ecossistema seja sustentável. Ademais, mencionado autor cita, como exemplos de princípios ecológicos que orientam o manejo dos agroecossistemas, o fluxo de energia, a ciclagem de nutrientes, os mecanismos de controle de população e a resiliência.

Como explica Gliessman (2002), no desenho de um agroecossistema mais sustentável, busca-se otimizar o fluxo de energia para a produção de biomassa e, assim, reduzir a dependência por insumos não renováveis. A energia flui para dentro de um ecossistema pela captação de energia solar feita pelas plantas para a realização de fotossíntese. Por se tratar de um percurso acíclico, à medida que o fluxo de energia avança pelos níveis tróficos, a quantidade de energia disponível torna-se menor. Dessa forma, quanto maior a distância do nível trófico à fonte primária de energia, menor o número de indivíduos.

Diferentemente da energia, a matéria pode ser reciclada. Assim, de acordo com Gliessman (2002), o arranjo da unidade produtiva pode ser pensado para desenvolver e manter ciclos de nutrientes quase fechados dentro do sistema. Por exemplo, os nutrientes que saem do sistema como colheita podem ser substituídos pela decomposição da biomassa de culturas complementares. Em relação aos mecanismos de regulação de populações, arranjos com diferentes habitats que permitem a presença de inimigos naturais e antagonistas oferecem mais resistência a pragas e doenças. Por fim, de acordo com o autor, um agroecossistema que incorpora as qualidades de um ecossistema natural, como a resistência a perturbações, a estabilidade e a produtividade, proporciona as condições que asseguram o equilíbrio dinâmico necessário para se alcançar um sistema sustentável.

Para Altieri (2004), a biodiversidade é o princípio fundamental, a partir do qual outros princípios ecológicos são viabilizados. As interações biológicas e os sinergismos complementares entre os componentes da biodiversidade resultam em processos-chave para a manutenção ecossistêmica e aumentam a capacidade multifuncional do território (ALTIERI, 2004; CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2011). Contudo, o processo de urbanização e a conversão de grandes áreas de vegetação nativa em terras para o uso agrícola, para mineração ou geração de energia provocou a modificação de habitats em grande escala, contribuindo significativamente para a redução da biodiversidade (ARBENZ; GOULD; STOPES, 2016; GLIESSMAN, 2015). De acordo com Uzêda *et al.*, esse fenômeno é um reflexo da visão reducionista, segundo a qual “áreas antropizadas são encaradas como ameaças à conservação da biodiversidade, enquanto as áreas florestais, como entraves ao desenvolvimento agrícola” (UZÊDA *et al.*, 2017, p.9).

O processo de degradação da biodiversidade decorrente da conversão de áreas naturais é demonstrado por Vieira, Silva e Toledo (2005). Esses autores relataram os efeitos do desflorestamento da região amazônica como resultado da ocupação e do desenvolvimento regional. Como exemplo, os pesquisadores estimaram que, entre os anos de 2003 e 2004, foram cortadas aproximadamente 1.437.150.000 árvores, além de tantas outras espécies afetadas. Para esses autores, a perda de biodiversidade é a principal consequência do desflorestamento, visto que, quando ocasiona a extinção de espécies, torna-se efeito totalmente irreversível.

Por outro lado, Gliessman (2015) afirma que a proposta de manejo em bases agroecológicas, quando executada em nível de paisagem, é capaz de substituir o

antagonismo existente entre as necessidades dos ecossistemas naturais e dos sistemas de produção por uma relação mutuamente benéfica. Sob essa perspectiva, o desenho da paisagem é pensado no sentido de favorecer a inter-relação entre os sistemas e promover a troca de serviços ecossistêmicos, os quais também são encontrados sob os termos serviços ecológicos ou ambientais. Do mesmo modo, a natureza desempenha um papel fundamental no ciclo hidrológico, a qual atua na regulação, na purificação e na provisão de água. Os serviços ecossistêmicos emergentes dos sistemas naturais podem interferir no ciclo hidrológico em relação ao movimento da água (como exemplo: evapotranspiração, fluxo superficial e infiltração no solo), em relação ao armazenamento da água (no solo, nos lençóis freáticos e nas zonas úmidas) ou em relação à transformação da água (qualidade) (UNESCO, 2018).

No Quadro 2, estão listados exemplos citados por Gliessman (2015) de serviços ecossistêmicos e dos respectivos processos responsáveis que podem ser identificados em paisagens agroecológicas.

**Quadro 2 - Serviços ecossistêmicos e processos provedores em um ambiente agroecossistêmico**

Serviços ecossistêmicos	Processos ecológicos responsáveis
Produção de alimento	Produção primária, consumo pelos herbívoros, polinização
Produção de fibra ou látex	Produção primária, metabolismo secundário
Produção farmacêutica / agroquímica	Metabolismo secundário
Ciclagem de nutrientes	Consumo pelos herbívoros, predação, decomposição, mineralização, outros processos de transformação elementares
Regulação do fluxo de água e armazenamento, controle de inundação Regulação do solo, do movimento de sedimentos, controle de erosão	Síntese de matéria orgânica no solo, processos físicos e biológicos do solo, crescimento das plantas acima e abaixo do solo
Regulação da população biológica	Metabolismo secundário da planta, polinização, herbivoria, parasitismo, microsimbiose, predação.
Purificação da água e do solo	Metabolismo, decomposição, processos de transformação elementares
Regulação da composição atmosférica e do clima	Fotossíntese, metabolismo, produção primária

Fonte: Baseado em GLIESSMAN, 2015.

Gliessman (2015) reforça que, à medida que os insumos externos antropogênicos são reduzidos, pode-se esperar um retorno aos processos ecológicos mais naturais. Para que isso ocorra, o autor indica um conjunto de princípios agroecológicos que devem ser adotados no gerenciamento dos agroecossistemas. Esses princípios servem de guia para a conversão de sistemas de produção convencional para sistemas sustentáveis. A seguir, estão listados os princípios agroecológicos sugeridos pelo autor:

- Gerenciamento dos nutrientes através de um modelo de reciclagem, com maior dependência de processos naturais, como o nitrogênio biológico e relações micorrízicas;
- Utilização de fontes renováveis de energia em vez de fontes não renováveis;
- Eliminação do uso de insumos externos não-renováveis potencialmente prejudiciais ao meio ambiente ou a saúde dos agricultores, trabalhadores rurais ou consumidores. Quando muito necessária a utilização desses insumos, opta-se por materiais externos desenvolvidos naturalmente em substituição aos insumos sintéticos fabricados;
- Gerenciamento em vez de controle, no que se refere a pragas, doenças e ervas daninhas;
- Restabelecimento das relações biológicas que podem ocorrer naturalmente na fazenda, em vez da redução e simplificação das mesmas;
- Coordenação entre os padrões e espécies de cultura, o potencial produtivo e as limitações físicas da paisagem da fazenda;
- Utilização de uma estratégia de adaptação do potencial biológico e genético de plantas e espécies animais às condições ecológicas da fazenda, em vez da modificação da fazenda para atender às necessidades das culturas e dos animais;
- Valorização da saúde geral do agroecossistema, em detrimento do resultado de um determinado sistema agrícola ou estação do ano;
- Ênfase na conservação do solo, água, energia e recursos biológicos;
- Incorporação da ideia de sustentabilidade a longo prazo no projeto e gerenciamento geral do agroecossistema.

Nesse ambiente, a fertilidade do solo fundamenta-se nos ciclos de nutrientes, no conteúdo da matéria orgânica nele presente e na abundância e diversidade de sua biota. Para tanto, são indicadas as práticas de cobertura permanente do solo e de adubação por compostagem, enquanto outras práticas de sistemas convencionais, como a movimentação intensa do solo, são minimizadas ou não utilizadas.

Segundo Costabeber (2004), o processo de conversão dos sistemas convencionais para os sistemas agroecológicos tem como principal característica a ecologização da agricultura. Esse processo de conversão foi sistematizado por Altieri (2004) em quatro fases distintas: (i) a eliminação progressiva de insumos; (ii) a racionalização e melhoramento da eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de pragas e de nutrientes; (iii) a substituição de insumos, utilizando tecnologias alternativas e de baixo consumo de energia; e (iv) replanejamento do sistema agrícola diversificado, visando incluir uma ótima integração entre a plantação e os animais. Além das fases acima descritas, Gliessman (2015) acrescentou outras duas, que o autor descreveu como níveis, sendo eles: (v) o restabelecimento de uma conexão mais direta entre os produtores e os consumidores de alimentos; e (vi) a construção de um sistema alimentar global, baseado na equidade, na participação e justiça, que não seja apenas sustentável, mas também que ajude a restaurar e proteger os sistemas de suporte à vida na Terra.

Também com vistas a um processo de transição para uma agricultura sustentável, a IFOAM estabeleceu padrões básicos para a regulamentação e o trabalho de certificação da produção orgânica. Os parâmetros definidos pela IFOAM são baseados em quatro princípios, sendo eles o princípio da saúde, da ecologia, da justiça e da precaução. O princípio da saúde prevê que a agricultura deve manter e melhorar a qualidade dos solos, assim como a saúde das plantas, dos animais, dos seres humanos e do planeta como organismo uno e indivisível. Por sua vez, o princípio da ecologia orienta para a implantação de uma agricultura baseada nos sistemas ecológicos vivos e seus ciclos, com os quais deve trabalhar em conjunto, imitando-os e contribuindo para a sua sustentabilidade. Já o princípio da justiça determina que a agricultura deve fundamentar-se em relações justas no que diz respeito ao ambiente comum e às oportunidades de vida. Por fim, o princípio da precaução compreende uma agricultura gerida de uma forma cautelosa e responsável de modo a proteger o ambiente, a saúde e o bem-estar das gerações atuais e daquelas que virão (IFOAM, 2008).

No Brasil, a regulamentação da produção orgânica encontra-se na Lei 10.831/2003 (BRASIL, 2003), a qual define, em seu artigo 1º, o sistema de produção orgânica nos termos seguintes:

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

A legislação nacional também prevê, através de instruções normativas, o regulamento técnico para produção orgânica, bem como para o processo de transição. Como exemplo, a Instrução Normativa MAPA 46/2011 (BRASIL, 2011) define, em seu artigo 10, que o período de conversão tem como objetivo assegurar que as unidades de produção estejam aptas a produzir em conformidade com os regulamentos técnicos e a garantir a implantação de um sistema de manejo orgânico por meio da manutenção ou construção ecológica da vida e da fertilidade do solo, do estabelecimento do equilíbrio do agroecossistema e da preservação da biodiversidade dos ecossistemas naturais e modificados. Além das determinações que regulamentam o manejo da área com vistas à eliminação de contaminantes, tem-se como pré-requisito que essa área também esteja protegida da contaminação externa. Para isso, exige-se que sejam implantadas barreiras verdes em torno da área de produção.

Em relação à água, verifica-se que suas referências nas normativas relativas à produção orgânica ocorrem apenas como recurso natural a ser preservado ou como substância utilizada para as demais produções. Por exemplo, a IN MAPA 46/2011 (BRASIL, 2011) determina, em seu Anexo VIII, que a água somente pode ser utilizada na produção orgânica como insumo caso isenta de componentes não autorizados pela mesma Instrução Normativa, dentre os quais se encontram os agrotóxicos (exemplo: no manejo de pragas no cultivo vegetal, conforme art. 106 da IN MAPA 46/2011). Dessa forma, constata-se a existência de uma incoerência normativa quanto à qualidade da água quando comparadas a legislação da produção orgânica e os parâmetros legais de potabilidade que podem ser observados na Tabela 2, cujo

exemplo assemelha-se ao da Tabela 1 supracitada sobre os limites da presença de agrotóxicos na água potável:

**Tabela 2** - Limites regulamentados sobre a presença de agrotóxicos na água

Agrotóxico	Água potável União Europeia <sup>10</sup>	Água potável Brasil <sup>11</sup>	Água para a produção vegetal orgânica Brasil <sup>12</sup>
1) Glifosato	0,1 µg/L	500 µg/L	Proibido
2) 2,4D	0,1 µg/L	30 µg/L	Proibido
3) Acefato	0,1 µg/L – Uso proibido	Sem limite estabelecido	Proibido

Como demonstrado, não há parâmetros de qualidade da água ou normativas específicas de manejo da área de produção com o objetivo-fim de certificação orgânica da água. Porém, encontram-se na literatura diversas pesquisas que analisam as práticas de manejo que resultam na conservação e restauração dos recursos hídricos nos agroecossistemas e em outros ambientes. Também são verificados estudos com abordagem direcionada para as interações ecossistêmicas provenientes do ordenamento territorial que contemplam o ciclo hidrológico e favorecem os processos que o beneficie.

Nesse sentido, há uma série de conceitos e ferramentas similares ou compatíveis com a Agroecologia e com os princípios agroecológicos, os quais são voltados para a água. Por exemplo, de forma análoga à Agroecologia, tem-se a Ecohidrologia. Do mesmo modo, podem ser identificados processos com a mesma orientação dos princípios agroecológicos no espectro das infraestruturas verdes ou Soluções Baseadas na Natureza (SbN).

A Ecohidrologia consiste em uma ciência integradora concentrada na interação entre a hidrologia e os sistemas biológicos. Por exemplo, referida ciência abrange o conhecimento dos campos da hidrologia, ecologia e a geomorfologia (RINALDO; GATTO; RODRÍGUEZ-ITURBE, 2020). Por sua vez, as SbN são ações orientadas para proteção, gerenciamento sustentável e restauração de ecossistemas naturais e modificados com o intuito de regular diferentes elementos do ciclo da água

<sup>10</sup> União Europeia - Diretiva 98/83/CE. Disponível em:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0083-20151027&from=EN>.

<sup>11</sup> Brasil – Portaria MS 5/2017.

<sup>12</sup> Brasil – IN MS 46/2011.

por meio de ferramentas que adotam ou imitam processos da natureza (IUCN, 2020; UNESCO, 2018). Existem diversas SbN para água, que variam desde a escala micro, como um jardim de chuva, até as aplicações em nível de paisagem, que incluem a agricultura de conservação.

O Quadro 3 mostra exemplos de aplicação dessas ferramentas, denominadas como infraestrutura verde, de acordo com a sua finalidade e o contexto de implantação, comparando-as às infraestruturas convencionais na escala da bacia hidrográfica:

**Quadro 3 - Soluções de infraestrutura verde para a gestão dos recursos hídricos**

Problema de gestão de água (principal serviço a ser atendido)		Solução de infraestrutura verde	Local				Solução convencional / construída correspondente (no nível do serviço primário)		
			1	2	3	4			
Regulação do abastecimento de água		Reflorestamento e conservação florestal	x				Represas e bombeamento de águas subterrâneas para Sistemas de distribuição de água		
		Reconexão de rios a várzeas		x					
		Restauração / conservação de áreas úmidas	x	x	x				
		Construção de áreas úmidas	x	x	x				
		Captação de água	x	x	x				
		Espaços verdes (biorretenção e infiltração)			x				
		Pavimentos permeáveis			x				
Regulação da qualidade da água		Reflorestamento e conservação florestal	x				Estação de tratamento de água		
		Zonas ripárias		x					
		Reconexão de rios a várzeas		x					
		Restauração / conservação de áreas úmidas	x	x	x				
		Construção de áreas úmidas							
		Espaços verdes (biorretenção e infiltração)	x	x	x				
		Pavimentos permeáveis			x				
		Controle de erosão		Reflorestamento e conservação florestal	x				Reforço de encostas
				Zonas ripárias		x			
				Reconexão de rios a várzeas		x			
		Controle biológico		Reflorestamento e conservação florestal	x				Estação de tratamento de água
				Zonas ripárias		x			
				Reconexão de rios a várzeas		x			
				Restauração / conservação de áreas úmidas	x	x	x		
				Construção de áreas úmidas	x	x	x		
		Controle da temperatura da água		Reflorestamento e conservação florestal	x				Represas
				Zonas ripárias		x			
				Reconexão de rios a várzeas		x			
				Restauração / conservação de áreas úmidas	x	x	x		
				Construção de áreas úmidas	x	x	x		
				Espaços verdes (sombra em cursos d'água)			x		
Moderação de eventos extremos (inundações)		Reflorestamento e conservação florestal	x				Barragens e diques		
		Zonas ripárias		x					
		Reconexão de rios a várzeas		x					
		Restauração / conservação de áreas úmidas	x	x	x				
		Construção de áreas úmidas	x	x	x				
		Estabelecimento de desvios de inundação		x					
		Escoamento de águas pluviais urbanas		Telhados verdes			x		Infraestrutura urbana de águas pluviais
				Espaços verdes (biorretenção e infiltração)			x		
				Captação de água	x	x	x		
				Pavimentos permeáveis			x		
		Controle de inundação costeira		Proteção e restauração de manguezais, pântanos costeiros e dunas				x	Diques / Quebra-mares
				Proteção e restauração de recifes				x	

Local: 1: bacia hidrográfica; 2: várzea; 3: cidade; 4: costa marítima.

Fonte: UNESCO, 2018.

Como mostra o Quadro 3, a aplicação das SbN, seja em paisagens rurais ou urbanas, consiste essencialmente no manejo da vegetação, dos solos e das zonas úmidas. Uma característica importante desse mecanismo é a tendência em oferecer um conjunto de serviços ecossistêmicos, ainda que sua implantação tenha um objetivo específico. Assim, geralmente contribuem concomitantemente na disponibilidade e na qualidade da água, como também na mitigação de riscos relacionados à água. Outra vantagem importante é a sua contribuição para a construção de resiliência sistêmica generalizada.

Como exemplo, o reflorestamento e a conservação florestal podem ser empregados tanto para a função de armazenamento quanto de purificação da água. No que tange ao armazenamento, a cobertura vegetal essencialmente de florestas exerce um papel importante na dinâmica do escoamento superficial e no processo de infiltração (Balbinot *et al.*, 2008). Isso ocorre devido ao processo de interceptação, em que a cobertura e o piso florestal formam um sistema de amortecimento que direcionam e retêm as gotas que chegam ao solo.

Por sua vez, no que se refere à purificação de água, Cey *et al.* (1999) demonstraram que a vegetação posicionada em zonas ripárias (mata ciliar) atua como uma barreira hidráulica ao fluxo de água subterrânea contaminada por nitrato para o riacho, uma vez que direciona a drenagem da água proveniente dos campos agrícolas em um sentido vertical, em que ocorre a sua desnitrificação. A vegetação ciliar também contribui para a redução de nitratos por meio da absorção feita pelas raízes das plantas e pela ação microbiana.

Ademais, a vegetação nas zonas ripárias fornece um conjunto de serviços ecossistêmicos, dentre os quais podem ser citados a filtragem de sedimentos e contaminantes do escoamento de terras agrícolas, a estabilização de taludes e barrancos, o controle de enchentes e a mitigação da temperatura da água e do solo. Na mesma área, organismos aquáticos e animais selvagens encontram abrigo e alimentos. A vegetação ripária também pode desempenhar um papel social ao proporcionar oportunidade de renda para as comunidades circundantes e proprietários de terra, bem como por fornecer espaço para lazer e recreação.

Porém, vários fatores podem influenciar a eficácia dessa vegetação no cumprimento dos objetivos previstos que devem ser considerados no planejamento das áreas. Os fatores incluem as condições do local e da paisagem, as atividades desenvolvidas nas áreas adjacentes, o tamanho do rio, a topografia e o tipo de solo

(SILVA, 2003). Dessa forma, Johnson e Buffer (2008) recomendam a estruturação da zona ripária em três sub-zonas:

- Zona 1: área mais próxima ao rio, formada por árvores e arbustos de espécies nativas e plantas aquáticas ou tolerantes à água. A vegetação dessa área fornece habitat para a vida selvagem, alimento para organismos aquáticos e sombreamento para diminuir a temperatura da água. Essa zona também ajuda a estabilizar margens de rios e linhas costeiras.
- Zona 2: área intermediária com espécies florestais nativas ou introduzidas de rápido crescimento. As árvores e arbustos presentes nessa zona interceptam sedimentos, nutrientes, pesticidas e outros poluentes em fluxos de água superficiais e subterrâneos. A zona 2 pode ser gerenciada para fornecer produtos florestais como madeira, fibras e frutos.
- Zona 3: área formada essencialmente por plantas rasteiras, como herbáceas ou gramíneas. Essa zona providencia uma primeira defesa para garantir o funcionamento adequado das zonas 1 e 2.

Embora existam muitas evidências sobre a eficiência da vegetação ripária em conter o escoamento de contaminantes para o fluxo de água, a investigação realizada por Sun *et al.* (2013) traz um alerta em relação aos agrotóxicos. O estudo identificou a presença de herbicidas, incluindo atrazina e acetocloro, em solos ciliares e em sedimentos superficiais na bacia hidrográfica de Songhua, no nordeste da China. Em particular, o acetocloro foi detectado em quase todas as áreas das zonas ribeirinhas da bacia em questão. Ademais, o estudo mostrou que a reação dos agrotóxicos aos fatores hidrogeomorfológicos variam de acordo com suas propriedades físico-químicas.

A informação levantada pelos pesquisadores adverte sobre a impossibilidade de se generalizar o comportamento e os efeitos contaminantes dos agrotóxicos no ambiente. Por isso, o enfoque na precaução da contaminação mostra-se mais eficaz do que as estratégias para a purificação da água. Na prática, além da manutenção das matas ciliares, a adoção de técnicas agrícolas em base agroecológica apresenta-se como uma importante SbN para a qualidade da água. Dentre os estilos agroecológicos, a agricultura sintrópica destaca-se pelo seu desempenho sobre os recursos hídricos.

Também denominada como agrofloresta sucessional, a agricultura sintrópica baseia-se em processos naturais, em especial no processo de sucessão ecológica. De acordo com referido processo, tem-se o desenvolvimento de uma comunidade por meio da substituição de espécies. Isso acontece devido à tendência das populações em modificar o ambiente físico, criando condições favoráveis para outras populações, até que seja alcançado o equilíbrio entre o biótico e o abiótico (ODUM, 2001).

Nesse modelo, objetiva-se o plantio agrícola concomitante à regeneração do ecossistema, estimulando-se a construção da biodiversidade e tendo como consequência a oferta de serviços ecossistêmicos, como a estruturação de solo e a regulação do microclima. Ademais, esse modelo destaca-se pelo favorecimento do ciclo da água devido à abundância de biomassa, à cobertura de solo e à variedade de plantas de diferentes estratos (ANDRADE, 2019). A experiência de seu criador, Ernst Götsch, mostrou a eficiência do sistema proposto em sua propriedade na Bahia, onde a recomposição das terras degradadas fez ressurgir 14 nascentes e alterou o microclima no local (AGENDA GÖTSCH<sup>13</sup>).

Com uma abordagem compatível com os conceitos da agricultura sintrópica, Basche e Edelson (2017) demonstraram como o uso de plantas perenes ou práticas de cobertura contínua podem melhorar a resiliência das terras agrícolas. Referidos autores citam como exemplos dessas práticas os sistemas agroflorestais, as culturas de cobertura e as gramíneas perenes. Segundo os autores, essas práticas imitam a dinâmica ecológica da vegetação nativa perene por garantir copas e raízes vivas nos sistemas agrícolas ao longo do ano. Os benefícios observados foram o aumento do armazenamento de água no solo e a eficiência geral da água verde dos agroecossistemas.

Assim como nas áreas rurais, o ordenamento territorial e a gestão do uso do solo nas cidades são imprescindíveis para os objetivos da disponibilidade da água, uma vez que a maioria da população vive em sedes urbanas e exerce grande pressão sobre os recursos hídricos. Ademais, por meio da infraestrutura verde e dos serviços ecossistêmicos por ela gerados surgem oportunidades para o estabelecimento de novos padrões de relação entre as cidades e as águas.

Nesse contexto, Wong e Brown (2009) afirmam que o design urbano pode ser orientado para a conservação da água sob o conceito de *Water Sensitive Urban*

---

<sup>13</sup> A Agenda Götsch é o site oficial da agricultura sintrópica de Ernst Götsch. Disponível em: <https://agendagotsch.com/pt/>

*Design.* Para esses autores, uma cidade sensível à água é caracterizada por três atributos-chave: (i) cidades com função de bacias hidrográficas, com o acesso a uma diversidade de fontes de água; (ii) cidades que prestam serviços ao ecossistema para o ambiente construído e para o natural; e (iii) cidades que possuem capital sócio-político para a sustentabilidade e tomada de decisões e estimulam comportamentos sensíveis à água.

No trabalho de Wong e Brown (2009), os serviços ecossistêmicos também são ressaltados, visto que, segundo referidos autores, o design urbano deve preocupar-se com o ciclo hidrológico e prover os serviços ecossistêmicos que o beneficie. Esses serviços ecossistêmicos podem ser provenientes de áreas naturais integradas ao zoneamento urbano ou de áreas construídas de forma adaptada para além de sua função originária. Por exemplo, os parques, além das funções paisagística e de recreação, podem ser usados como áreas permeáveis, além de desenvolver funções indiretas à qualidade da água, como a regulação de microclima, captura de carbono e produção de alimentos. Um outro exemplo citado pelos autores é o aproveitamento das águas pluviais através da construção de redes de drenagem e do escoamento de telhados. Além de aumentar as fontes de abastecimento, essa medida possibilita a economia de água potável, uma vez que as águas pluviais podem ser usadas na irrigação de jardins, em descarga de vasos sanitários e lavanderias, quando disponibilizadas por uma rede tubular secundária.

Nesse sentido, Galbiati (2009) aponta o tanque de evapotranspiração (TEvap) como uma alternativa viável para o tratamento de esgotos residenciais, uma vez que reduz a carga poluidora sobre as águas receptoras. A autora descreve o mecanismo como um “tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água” (GALBIATI, 2009, p. 3). Os efluentes recebidos, inclusive de vasos sanitários, passam por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas.

Também no âmbito das áreas construídas, Wong, Breen e Lloyd (2000) tratam da contaminação proveniente do escoamento pluvial das rodovias e propõem medidas baseadas em infraestrutura verde para a retenção do transporte desses contaminantes para as águas receptoras. Segundo os autores, as medidas atuam nos fluxos das águas pluviais, desempenhando a função de retenção de partículas, drenagem e purificação da água. As medidas que envolvem a infraestrutura verde

citadas pelos autores consistem na construção de barreira de proteção vegetativa nas margens das rodovias, de bacias de drenagem e de zonas de biorretenção.

Dessa forma, com base na revisão da literatura acima, entende-se que, para se obter uma água potável com semelhante nível de qualidade e sustentabilidade dos produtos orgânicos, revela-se necessário estabelecer novos parâmetros de manejo, com atenção à gestão territorial. Do mesmo modo, permite-se constatar que esses parâmetros podem ser baseados nos princípios agroecológicos aplicados à produção agrícola, assim como em outras medidas da gestão sustentável dos recursos hídricos, uma vez que foi demonstrada a sua capacidade de promover serviços ecossistêmicos que contemplam o ciclo hidrológico e favorecem os processos de drenagem e de armazenagem da água, ao mesmo tempo que reduzem o escoamento superficial, a lixiviação, a evaporação e a contaminação dos lençóis freáticos e das águas superficiais. Para avaliar esse entendimento, este trabalho estabelece esses parâmetros e descreve sua aplicação em um Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema, conforme metodologia demonstrada no próximo tópico.

### 3 METODOLOGIA

Com base na compreensão de que parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos podem ser aplicados em bacias de captação superficial com a finalidade de se garantir a sustentabilidade do processo de produção de água e a qualidade de referido produto, esta pesquisa tem por objetivo estabelecer esses parâmetros e descrever a respectiva forma de aplicação por meio do desenvolvimento de um plano de manejo para a microbacia do Ribeirão Ema, localizada em Rolândia - PR. Assim, o presente trabalho constitui-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, a qual se desenvolve com (i) análise documental de atos normativos, estudos acadêmicos e publicações de institutos governamentais e de pesquisa, (ii) entrevistas com representantes de secretarias municipais, de institutos estaduais e da empresa concessionária de água e (iii) visitas *in loco*, realizadas de forma independente e supervisionada. Assim, de acordo com essa estrutura, a presente pesquisa divide-se nas seguintes etapas:

- 1) Diagnóstico da área de estudo: a microbacia do Ribeirão Ema;
- 2) Identificação dos princípios agroecológicos;
- 3) Análise da legislação relativa à água para consumo humano;
- 4) Definição e ordenamento dos parâmetros de gestão territorial para a produção sustentável de água;
- 5) Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema e elaboração do seu Plano de Manejo.

Na primeira etapa, o diagnóstico da área é realizado através da análise qualitativa das informações provenientes de 3 diferentes grupos de fontes, quais sejam: documentos, entrevistas e a visita *in loco*. A análise documental contempla a legislação municipal e federal, estudos desenvolvidos por pesquisadores acadêmicos e institutos governamentais e de pesquisa, bem como publicações diversas com registros da história da região. Por sua vez, as entrevistas são adotadas como complemento para obtenção de informações específicas não publicadas. Assim, foram desenvolvidas de forma não estruturada e aplicadas presencialmente, por telefone ou canais eletrônicos, como *e-mail* e aplicativo de mensagens. As entrevistas envolveram os representantes das secretarias do município de Rolândia, de institutos de pesquisa e desenvolvimento do estado do Paraná e da concessionária Sanepar. No que se refere à terceira fonte de informação, as visitas *in loco* ocorreram em

diferentes momentos, sendo que, em um deles, a visita foi monitorada por técnicos da Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria de Saúde do município de Rolândia. As demais visitas foram feitas de forma independente para o reconhecimento da área. Os resultados obtidos em cada uma dessas fontes estão descritos de forma simultânea ao se fazer a abordagem dos temas: histórico e desenvolvimento da região, uso e ocupação do solo, estrutura viária, hidrografia e as características da água, clima e solos e topografia. As informações descritas nessa etapa também servem como parte da resposta para o § 2º do artigo 8º da IN MAPA 46/2011 (I – histórico de utilização da área) (BRASIL, 2011), que orienta a formulação do plano de manejo.

Na segunda etapa, tem lugar a identificação dos princípios agroecológicos relativos à gestão territorial que sejam ao mesmo tempo pertinentes à produção de água e adequados à realidade da microbacia do Ribeirão Ema. A seleção desses princípios baseia-se no conteúdo exposto na revisão de literatura sobre esse tema, em que são descritos um conjunto de princípios agroecológicos. Do mesmo modo, são consideradas as determinações da legislação brasileira e da IFOAM para a produção orgânica.

A terceira etapa dedica-se a analisar diferentes normas sobre a qualidade ambiental, as quais são relativas à política dos recursos hídricos e à potabilidade da água. Nessa etapa, não se tem como objetivo estabelecer os critérios analíticos de referência da qualidade da água, uma vez que esse estudo tem como enfoque a gestão territorial. Portanto, busca-se identificar a legislação de referência para os critérios específicos da água que não são contemplados nas leis da produção orgânica como forma de orientação para o controle da qualidade proposto entre os parâmetros de sustentabilidade trabalhados na etapa quatro. Assim, no que tange à qualidade ambiental, os critérios de avaliação adotados foram a compatibilidade com o conceito de gestão integrada, em que se inclui a gestão territorial, e o controle de substâncias com potencial tóxico. Sob esses critérios, foi feita a comparação da Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) com a Diretiva 2000/60/CE (EU, 2000), como indicado por Gunkel (2019).

No caso dos critérios que definem a potabilidade da água, os países analisados foram selecionados seguindo o ranking *Better Life Index*, realizado pela OCDE<sup>14</sup>. Além do Brasil, foram selecionados 5 países dessa lista, tendo como critério

---

<sup>14</sup> Ranking *Better Life Index*, OCDE, disponível em: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/pt/quesitos/environment-pt/>.

a posição no ranking de acordo com a “satisfação em relação à água local”. Desse ranking, a Islândia e a Noruega não foram consideradas para a análise devido às particularidades das regiões em que esses países se localizam, o que pode acabar por gerar condições muito específicas dos recursos hídricos. Países da União Europeia foram representados pela organização. Este estudo também priorizou o Japão à Nova Zelândia a fim de se ampliar a representatividade continental, uma vez que a Oceania foi representada pela Austrália. Do mesmo modo, foram considerados os parâmetros propostos pela Organização Mundial da Saúde. Dessa forma, compuseram a análise: a Organização Mundial da Saúde (*Guidelines for Drinking-water Quality*, 4.ed.), a União Europeia (Diretiva 98/83/CE), a Suíça (*Ordonnance du DFI 817.022.11/2016*), a Austrália (*Australian Drinking Water Guidelines 6/2011 / Version 3.5 updated 08/2018*), o Canadá (*Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table - Health Canada*, 09/2020), o Japão (MHIW – *Diagram 13: Drinking Water Quality Standards in Japan*, 04/2015; *Diagram 14: Target Value for complementary Items*, 04/2015) e o Brasil (Anexo XX da Portaria MS 5/2017). Nessa análise comparativa, foi adotado o critério “valor máximo permitido” para as substâncias potencialmente tóxicas.

Em relação à quarta etapa, os parâmetros de gestão territorial são definidos a partir dos princípios agroecológicos identificados nas etapas anteriores. Os critérios para a definição desses parâmetros consistem na relevância para o ciclo hidrológico, na aplicabilidade na área de estudo e na compatibilidade com os critérios normativos igualmente tratados na segunda etapa. Em seguida, esses parâmetros são organizados em três níveis e cinco categorias. Os três níveis referem-se à implantação, sendo eles a microbacia, a propriedade rural e a residência. Por sua vez, as cinco categorias são divididas pela interferência que provocam sobre os recursos hídricos, estando classificadas como: proteção, produção, utilização, poluição e controle.

Na categoria Proteção, enquadram-se todas as medidas e infraestruturas destinadas à conservação das características qualitativas e quantitativas dos corpos hídricos. Como Produção, consideram-se os recursos capazes de aumentar as fontes de água, a recarga dos lençóis freáticos e a vazão do ribeirão. Já na categoria Utilização, os parâmetros estão vinculados à retirada de água do ambiente, enquanto na categoria Poluição são verificadas as fontes contaminantes e o tratamento dado aos seus efluentes. Por fim, na categoria Controle, constam as medidas de monitoramento dos recursos hídricos e das condições meteorológicas.

Para cada parâmetro é atribuída uma escala de conversão. As escalas servem para identificar a classificação da área em relação àquele parâmetro, podendo ser: irregular ou degradador (I), convencional (C) ou agroecológico (A). Portanto, as escalas permitem uma avaliação da área produtora de água, bem como orientam os processos de conversão. Ressalta-se que a avaliação de alguns parâmetros consiste na verificação da existência de algum requisito, tendo como resposta “não” ou “sim”. Por exemplo, no nível da residência, não há uma escala de conversão para o parâmetro “reutilização da água”, pois se trata da utilização de um mecanismo como um todo, desconsiderando-se a implantação por partes. Nesses casos, considera-se compatível com a proposta agroecológica as respostas “sim”. Do mesmo modo, para a conversão do sistema, orienta-se a adoção das medidas propostas nesses parâmetros.

Simultaneamente à descrição desses parâmetros, estão a avaliação da microbacia do Ribeirão Ema e a proposta agroecológica que orienta a elaboração do plano de manejo para referida área, compondo-se a quinta etapa deste estudo. A avaliação limita-se ao nível da microbacia, uma vez que é realizada na escala da paisagem. Contudo, entende-se que as características dos fragmentos que compõem a paisagem são igualmente relevantes. Por isso, são estabelecidos parâmetros para os outros dois níveis anteriormente mencionados: a propriedade rural e a residência. Do mesmo modo, os três níveis de implantação são incluídos na elaboração do plano de manejo.

Por sua vez, o plano de manejo consiste em uma ilustração, em que estão dispostas as propostas agroecológicas descritas para cada um dos parâmetros supracitados. No Plano de Manejo, encontram-se as respostas para os requisitos do artigo 8º da IN MAPA 46/2011 (BRASIL, 2011), dentre eles: manutenção ou incremento da biodiversidade, conservação do solo e da água, medidas para a prevenção e mitigação de riscos em relação às fontes contaminantes e o croqui da área.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste tópico, estão dispostos os resultados e a discussão das pesquisas realizadas de acordo com a metodologia apresentada anteriormente. Os resultados estão descritos em tópicos de acordo com cada etapa da pesquisa. Contudo, os resultados da quarta etapa e parte dos resultados da quinta estão agrupados no mesmo tópico. Essa forma de ordenamento mostra-se conveniente, uma vez que os mesmos temas são tratados simultaneamente em referidas etapas. Assim, nos parâmetros propostos para o nível da microbacia, encontram-se também os resultados das avaliações realizadas na microbacia do Ribeirão Ema. Ademais, o último tópico difere-se dos anteriores em relação à sua apresentação, a qual se configura em uma ilustração com textos indicativos. Essa apresentação permite que se visualize a aplicação dos parâmetros de gestão territorial descritos no tópico anterior conjuntamente com a proposta de manejo agroecológico para a microbacia do Ribeirão Ema.

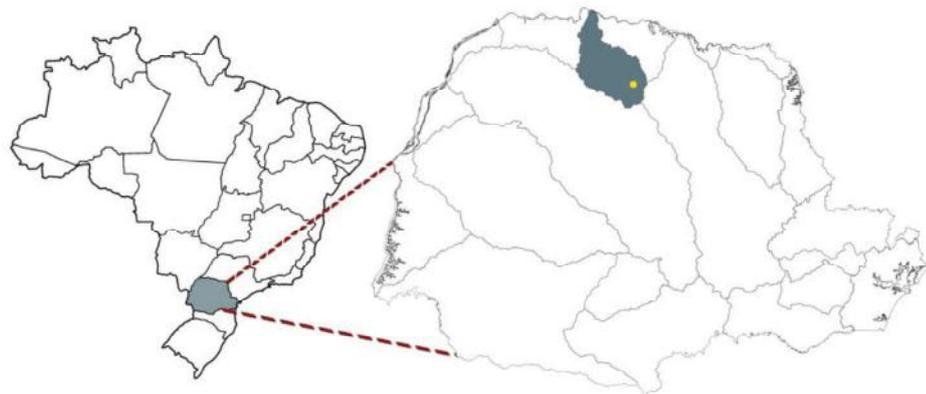
### **4.1 A microbacia do Ribeirão Ema e os desafios da gestão territorial**

A microbacia do Ribeirão Ema<sup>15</sup> integra a bacia hidrográfica do Rio Pirapó (PARANÁ, 2006b), localizada no estado do Paraná, região Sul do Brasil. Todo o território de 2.337 hectares dessa microbacia está inserido no município de Rolândia. Seu principal curso d'água, o Ribeirão Ema, nasce nas proximidades da divisa entre Rolândia e o município de Araongas e deságua no Rio Bandeirante do Norte. A Figura 2 mostra em destaque a bacia hidrográfica do Rio Pirapó e a localização da microbacia do Ribeirão Ema.

---

<sup>15</sup> Código Ottobacias: 844142981. Coordenadas geográficas do ponto central da microbacia: 23°20'46.02"S 51°26'51.01"W.

**Figura 2** - Bacia hidrográfica do Rio Pirapó e a microbacia do Ribeirão Ema



Legenda: ■ Estado do Paraná; ■ Bacia hidrográfica do Rio Pirapó;  
■ Microbacia do Ribeirão Ema.

De acordo com a Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, aproximadamente 65% da água que abastece a cidade de Rolândia provém do Ribeirão Ema. Aludida companhia possui um ponto de captação de água à jusante do ribeirão, da qual são retirados 470 m<sup>3</sup>/hora<sup>16</sup> de água para atender parte de uma população estimada em 67.383 pessoas<sup>17</sup>.

Devido à predominância da agricultura em todo território da microbacia, muitos dos problemas identificados são decorrentes das práticas empregadas nos sistemas de produção convencional, como o monocultivo, a movimentação do solo e o uso frequente de insumos e maquinários pesados, provocando a erosão do solo em muitos pontos das áreas de cultivo. Além dos processos erosivos, outros problemas relacionados ao uso e ocupação do solo foram observados, como a falta de vegetação florestal, incluindo as áreas de proteção ciliar, a instalação de indústrias próximas à nascente e ao ponto de captação e outras ilicitudes em obras de infraestrutura viária.

Um outro fator relevante é a pressão por expansão do perímetro urbano muito evidente na área, manifestada em instalações industriais, loteamentos e ocupações irregulares. Nesse sentido, pode ser observado o avanço das cidades de Rolândia e de Arapongas sobre a região onde está localizada a microbacia. Ademais, os efeitos da urbanização desordenada e desprovida dos serviços básicos de saneamento,

<sup>16</sup> Dados fornecidos pela Sanepar – Gerência Regional de Arapongas.

<sup>17</sup> Dados IBGE (2020). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rolandia/panorama>.

como a coleta de lixo por exemplo, podem ser vistos em vários pontos ao longo das estradas em que o descarte ocorre de modo indevido.

Como parte das extremidades da microbacia coincide com os limites entre os municípios de Rolândia e Arapongas, há uma confusão sobre a competência da gestão do território, tanto por parte dos moradores da área, quanto dos prestadores de serviços. Como exemplo, a distribuidora de energia Copel define o endereço de algumas unidades consumidoras como Arapongas, o que pode ser visto nas próprias faturas para pagamento. Paula (2009) também relata que pessoas que vivem na área dizem morar em Arapongas ou Sabáudia, uma vez que são nessas cidades que realizam atividades como compras e estudos. Nessas áreas limítrofes, a resolução de questões críticas de responsabilidade compartilhada é afetada pela falta de coordenação entre as administrações municipais, estendendo os problemas por longos períodos, como é o caso da expansão urbana e da coleta de lixo.

Nesse levantamento também se constatou a deficiência de sistemas de controle e informações sobre a área e os recursos hídricos do local. Por exemplo, dados climáticos e pluviométricos não são aferidos e armazenados. Tampouco há um monitoramento ou registro histórico sobre a vazão do ribeirão e seus afluentes. Essas e outras questões são tratadas nos tópicos adiante.

#### **4.1.1 Histórico e desenvolvimento da região**

A Companhia de Terras Norte do Paraná (atual Companhia Melhoramentos Norte do Paraná - CMNP) foi uma das principais responsáveis pela colonização da região norte do Paraná, onde está localizado o município de Rolândia, tendo suas origens na antiga empresa de capital britânico *Paraná Plantations*. Entre os anos de 1920 e 1930, a Companhia de Terras Norte do Paraná adquiriu do Governo do Estado do Paraná mais de 1,2 milhão de hectares, com direito de parcelamento e venda de terras com o compromisso do prolongamento da estrada de ferro na região.

Historicamente, a ocupação e uso da terra tiveram estreita relação com a hidrografia do local, como pode ser observado no plano de colonização concebido e executado por aludida companhia. A organização territorial prevista nesse plano consistiu na formação de cidades como núcleos econômicos a cada 100 quilômetros. Entre elas, com um distanciamento médio de 12,5 quilômetros, seriam fundados os patrimônios, centros comerciais e abastecedores intermediários. Ao redor da área

urbana se situariam cinturões verdes, com chácaras destinadas à produção de gêneros alimentícios para o consumo local. A área rural seria cortada por estradas vicinais, abertas preferencialmente ao longo dos espigões, permitindo a divisão da terra em pequenos lotes de 24, 36 ou 48 hectares, com frente para a estrada de acesso e fundos para um ribeirão (CMNP, 2013).

De acordo com CMNP (2013), esse formato de propriedade foi idealizado para a plantação de café na parte alta, deixando a parte baixa, próxima ao ribeirão, para a casa, as hortas e a criação de animais para a subsistência e para a venda dos excedentes. O plano também previa que as casas de vários lotes contíguos, alinhados nas margens dos cursos d'água, formariam comunidades que evitariam o isolamento das famílias e favoreceriam o trabalho em mutirão, principalmente na época da colheita do café. Esse produto seria vendido aos pequenos maquinistas locais, que comercializariam o produto em cidades maiores. Portanto, pretendia-se estimular o comércio local e o desenvolvimento da região.

Segundo Schwengber (2003), a ocupação da microbacia do Ribeirão Ema fez parte desse movimento de colonização, que ocorreu na década de 1930. A autora relata que muitos colonos, principalmente proveniente dos estados de São Paulo e de Minas Gerais, além de pessoas de origem italiana e japonesa, vieram motivados pela qualidade do solo para dar início à formação das primeiras lavouras cafeeiras da região.

Atualmente, o café não é mais o principal produto, mas as atividades na microbacia mantêm-se essencialmente agrícolas. Ademais, sua composição fundiária permanece semelhante ao plano originário, ainda que possam ser percebidas algumas exceções. No entanto, esse longo período de exploração da terra, principalmente sob métodos convencionais de produção agrícola, tem causado a erosão do solo e o transporte de sedimentos para o ribeirão, como é demonstrado no tópico seguinte.

#### **4.1.2 Uso e ocupação do solo**

A microbacia do Ribeirão Ema está inserida na zona rural de Rolândia. O uso e ocupação do solo nessa área são regulamentados principalmente pelas seguintes normas municipais: Lei Complementar 17/2006, que dispõe sobre o Código de

Posturas do município de Rolândia, e a Lei 2.855/2001, que instituiu o Código Ambiental de referido município.

Dentre as determinações do Código de Posturas (ROLÂNDIA, 2006), destacam-se os seguintes artigos:

- Art. 380 – Na área rural não é permitida a localização de fossas ou cisternas, chiqueiros, estábulos e assemelhados, a menos de 70 (setenta) metros dos cursos d'água.
- Art. 384 – Fica proibida a utilização de produtos agrotóxicos nas proximidades de rios, córregos e lagoas e de fontes de captação de água para abastecimento público ou privado.
- Art. 394 – Parágrafo Único: Fica proibida a derrubada de mata se considerada de utilidade pública, estiver em área de preservação permanente, ou constituir-se em reserva legal.

As áreas de preservação permanente e reserva legal estão sob a regulamentação da Lei Federal 12.651/2012 – Código Florestal. De forma suplementar, o Código Ambiental Municipal (ROLÂNDIA, 2001) regulamenta o uso do solo na região conforme os artigos abaixo:

- Art. 25 – Fica proibida qualquer atividade ou obra na bacia do Ribeirão Ema (manancial de captação do Município) e do Ribeirão Jaú (futuro manancial de captação do Município), bem como outros potenciais mananciais de captação, que possam degradar ou comprometer a qualidade da água servida à população.
- Art. 27 – É assegurada a proteção às florestas, matas, bosques e demais formas de vegetação que, por sua localização, servirem a quaisquer dos fins seguintes:
  - a) Conservação do regime das águas;
  - b) Evitar erosão das terras pela ação de agentes naturais;
- Art. 32 – Fica estabelecida uma faixa "*non aedificandi*" de 100 (cem) metros de largura, de cada lado e ao longo das margens dos córregos, ribeirões, lagos e veios d'água existentes em todo o Município, como forma de garantir, além das exigências ambientais vigentes, a futura adequação do Plano Diretor do Município, quando das futuras expansões urbanas.

- Art. 38 – São instrumentos da política de conservação do solo agrícola de Rolândia: [...]

II – O zoneamento agrícola, tendo as microbacias como unidades de planejamento e a execução de programas municipais, estaduais e federais.

O uso do território da microbacia do Ribeirão Ema é dividido entre as seguintes atividades: agricultura e pecuária, Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais, indústrias e estradas. Referido uso atende às proporções descritas na Tabela 3:

**Tabela 3 - Uso e ocupação do solo na microbacia do Ribeirão Ema**

Uso e ocupação do solo	Área (ha)	Área (%)
Culturas anuais	1.337,77	57,24
Culturas permanentes	186,26	7,97
Culturas florestais	26,00	1,11
Pastagens cultivadas	265,00	11,34
APP e Reserva Legal	282,57	12,09
Outras áreas	239,40	10,25
Total	2.337,00	100,00

Fonte: ROLÂNDIA, 2019.

A agricultura é a principal atividade econômica desenvolvida no território da microbacia. Do total da área, 65,21% são dedicados à essa atividade, com predominância de culturas anuais. As principais culturas anuais são a soja, o trigo e o milho, além da olericultura e outras atividades de menor expressão. As práticas de sucessão de culturas são principalmente: binômio soja/trigo, soja/milho safrinha e milho/trigo (ROLÂNDIA, 2019). Em poucas propriedades, encontra-se produção de aveia na entressafra para melhoria das condições do solo. Dentre as culturas perenes, têm-se o café, os cítricos e o abacate, sendo o primeiro o de maior importância. As pastagens cultivadas abrangem uma área de 265 hectares, os quais são destinados principalmente ao gado de corte.

Como consequência da prática agrícola predominante, verifica-se dois problemas mais graves relativos à conservação dos recursos hídricos: a erosão do solo e o déficit de biodiversidade. O levantamento realizado pela Câmara Técnica do Conselho Municipal de Desenvolvimento do Meio Ambiente – CONDEMA (ROLÂNDIA,

2019) identificou 29 pontos com processo erosivo entre linhas de nível nas áreas de cultivo agrícola. Em referido relatório, também foi citada a prática de plantio “morro abaixo”, ou seja, sem implantação dos terraços em níveis, em quatro propriedades. Por outro lado, a biodiversidade é prejudicada pela limitada variedade de culturas. Práticas de rotação de culturas ou consórcios não são adotadas nos cultivos anuais. Ademais, na maior parte dessas áreas, assim como nas culturas perenes, são utilizados agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, comprometendo também a biodiversidade no solo.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal somadas às áreas de culturas florestais totalizam 308,57 hectares de florestas, sendo 26 hectares de área de reflorestamento, 24,57 hectares de remanescente florestal e 258 hectares de proteção ciliar (ROLÂNDIA, 2019). As áreas de florestas correspondem a 13,20% da área das propriedades rurais da microbacia, valor muito aquém dos 20% exigidos como Reserva Legal pela Lei 12.651/2012. Ademais, há diversos pontos ao longo dos corpos hídricos com faixas de mata ciliar inferiores aos 30 metros como determina referida legislação.

Em relação às nascentes, verificou-se que a proteção prevista na legislação também não é cumprida. Por exemplo, na nascente do Ribeirão Ema foi observada a presença de pegadas e dejetos de bovinos, o que mostra o acesso desses animais à área, como mostra a Figura 3:

**Figura 3** - Nascente do Ribeirão Ema - janeiro de 2021



A conduta dos proprietários em manter pequenas faixas de mata ciliar é respaldada pelo artigo 61 da Lei 12.651/2012. Em seu § 2º, consta que, para imóveis rurais consolidados em Área de Preservação Permanente com área entre 1 e 2 módulos fiscais, a obrigação de manter ao longo de cursos d'água naturais faixas marginais com mata ciliar reduz-se para 8 metros, independentemente da largura do curso d'água. Do mesmo modo, o § 3º desse mesmo artigo regulamenta os imóveis rurais com área entre 2 e 4 módulos fiscais, determinando que podem ser mantidos apenas 15 metros de mencionadas faixas (BRASIL, 2012). Contudo, as diretrizes do Código Ambiental Municipal que asseguram a proteção às florestas e matas com finalidade à conservação do regime das águas são ignoradas. Em contrapartida, a concentração da vegetação florestal nas áreas ciliares forma um corredor ecológico. Essa vegetação, conectada às matas ciliares do Rio Bandeirante do Norte, caracteriza-se como um importante corredor para a vida silvestre, ultrapassando 100 quilômetros de extensão.

Por sua vez, as indústrias e estradas presentes na área estão representadas na Tabela 3 como “outras áreas”, sendo equivalentes a 10,24% da área da microbacia. Há um conjunto de indústrias localizado próximo à nascente do Ribeirão Ema, destacando-se uma fábrica moveleira. No outro extremo do mesmo ribeirão, muito próximo à sua foz, está instalado um complexo industrial de couros, formado por um

curtume e uma fábrica de processamento de couros. Ademais, tem-se uma indústria de fertilizantes orgânicos e organominerais, a qual está localizada em área de declive próxima ao Córrego Inhanguti, que se trata de um afluente do Ribeirão Ema. As localizações dessas fábricas estão identificadas na Figura 4:

**Figura 4** - Localização das indústrias na microbacia do Ribeirão Ema



A estrutura fundiária da microbacia é composta por 131 propriedades rurais. A maior parte dessas propriedades possui um tamanho de até 1 módulo fiscal<sup>18</sup> (39,6%), seguida pelas propriedades com medidas entre 1 e 2 módulos fiscais (35,9%), como demonstrado na Tabela 4:

---

<sup>18</sup> O módulo fiscal no município de Rolândia corresponde a 12 hectares. O parcelamento mínimo é de 2 hectares. Disponível em: [http://www.incra.gov.br/media/docs/indices\\_basicos\\_2013\\_por\\_municipio.pdf](http://www.incra.gov.br/media/docs/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf)

**Tabela 4** - Estrutura fundiária da microbacia do Ribeirão Ema

Tamanho da propriedade (módulo fiscal)	Número de propriedades	Área (ha)	Área (%)
Até 1	52	281,19	12,13
1 - 2	47	660,93	28,5
2 - 3	17	445,7	19,22
3 - 4	8	313,67	13,52
4 - 5	4	194,45	8,38
Acima de 5	3	423,27	18,25
<b>Total</b>	<b>131</b>	<b>2.319,21</b>	<b>100,00</b>

Fonte: ROLÂNDIA, 2019

Segundo Paula (2009), existe uma diversidade social e cultural considerável entre os proprietários que formam o universo da microbacia. A autora classificou esses proprietários como:

- Agricultores que herdaram a propriedade e se preocupam em preservá-la e mantê-la com a família;
- Agricultores que adquiriram as terras na década de 70 por valores baixos e investiram na recuperação da área;
- Pequenos produtores que residem na área e têm nela sua fonte de renda;
- Grandes produtores que ao longo dos anos foram se capitalizando e adquirindo mais lotes, transformando pequenos sítios em grandes fazendas;
- Proprietários que têm seus lotes arrendados. Alguns desses proprietários acompanham os tratos culturais e visitam esporadicamente a área;
- Donos de lotes que moram em outros municípios como Londrina, Arapongas, Curitiba, entre outros.

Além dos perfis citados por Paula (2009), foram identificados mais dois tipos de proprietários de lotes: trabalhadores assalariados que residem no local e têm seus empregos na cidade de Arapongas e outros que adquiriram terrenos para fins de lazer. Embora as características desses dois grupos sejam diferentes, eles assemelham-se pelo fato da ocupação irregular da área. Os lotes onde esses grupos estão instalados consistem em subdivisão de propriedades sob regime de condomínio rural, mas que, na prática, assemelham-se a imóveis urbanos, sem atender aos equipamentos

previstos na legislação e violando a regra do fracionamento mínimo da zona rural desse município, o qual corresponde a 2 hectares.

Esses loteamentos concentram-se em duas áreas, quais sejam: 1) na Estrada “U” do Ema, especificamente na Estrada da Lagoa, e em 2) estrada sem denominação próximo à nascente. Referidas áreas podem ser identificadas na Figura 5:

**Figura 5** - Localização dos loteamentos irregulares na microbacia do Ribeirão Ema



Os loteamentos localizados na área 1 caracterizam-se pela construção de casas de alto padrão, incluindo espaços de lazer, como piscinas e quadras esportivas. Essas construções são relativamente novas, sendo que algumas teriam sido embargadas pela Secretaria do Planejamento de Rolândia, conforme informações prestadas pela responsável pela pasta. De forma oposta, a área 2 é composta por pequenas casas construídas próximas umas das outras, compondo uma pequena comunidade. Segundo Paula (2009), essa área foi loteada e subdividida há aproximadamente 20 anos. Além das casas, há um estabelecimento comercial onde funciona um salão de beleza, o que demonstra a consolidação da comunidade. Ambas áreas não são atendidas por serviços de saneamento básico. Dessa forma, seus moradores utilizam poços rasos ou poços artesianos para o abastecimento de água e fossas sépticas ou rudimentares para destinação do esgoto.

#### 4.1.3 Estrutura viária

As principais estradas da microbacia são a Ema e a Begali, que estão localizadas em seus espigões. Essas estradas delimitam a maior parte da área da

microbacia. A estrutura viária é composta principalmente pelas seguintes estradas, ilustradas na Figura 6:

- Estrada do Ema: 8.220 m de estrada de terra;
- “U” do Ema: 3.196 m de estrada de terra;
- Braço I do U do Ema: 750 m;
- Braço II do Ema: 420 m;
- Trecho PR 444: 1.570 m de pavimentação asfáltica;
- Trecho PR 218 (estrada para Sabáudia): 880 m de pavimentação asfáltica;
- Estrada Velha para Sabáudia: 3.557 m de estrada de terra;
- Acesso para Granja Pedroso: 700 m de estrada de terra;
- Acesso para propriedade Ademir Guizelini: 1.580 m de estrada de terra;
- Estrada Begali: 8.377 m de estrada de terra.

**Figura 6** - Principais estradas da microbacia do Ribeirão Ema



Fonte: ROLÂNDIA, 2019.

De acordo com o relatório da Câmara Técnica do CONDEMA (ROLÂNDIA, 2019), as estradas rurais encontram-se em bom estado de conservação. Contudo, foram identificados alguns locais em que ocorre a entrada de água na estrada, havendo a necessidade de manutenção e readequações com a construção de “lombadas”, abaulamento e cascalhamento. O estudo também apontou a necessidade de adequações em um trecho da estrada do Ema que passa dentro de uma área de Reserva Legal com declividade acentuada.

Recentemente, em 2020, foi realizada uma obra de manutenção na Estrada Velha para Sabáudia. Na obra, foram construídas caixas de retenção e colocados cascalhos sobre o leito da estrada. Porém, algumas caixas de retenção têm servido para o descarte de lixo doméstico, comprometendo sua função. Nessa via, também foi observado o aprofundamento da estrada, formando taludes nas laterais. Os taludes impedem a dissipação do escoamento da água pluvial, agravando os pontos de alagamento e degradando a estrada.

Em relação às rodovias PR 444 e PR 218, a extensão dessas vias sobre a área da microbacia é relativamente pequena. Porém, elas exigem atenção devido à sua localização, uma vez que se encontram nos espigões da microbacia próximos da nascente do Ribeirão Ema. Dessa forma o escoamento da água pluvial direciona-se para esse ponto do ribeirão. Por esse motivo, a Secretaria do Meio Ambiente de Rolândia exigiu da concessionária de rodovias Viapar a construção de duas bacias de acumulação com capacidade aproximada de 12.500m<sup>3</sup> e 9.500m<sup>3</sup>, como mostra o projeto no Anexo A desse trabalho. As obras para a construção dessas bacias de acumulação encontram-se em estágio inicial. Um outro ponto relevante é a construção de um viaduto na intersecção dessas duas rodovias. Na obra, ainda em andamento, observa-se uma grande movimentação de terra, com áreas íngremes descobertas, suscetível ao escoamento superficial. A localização dessas bacias de acumulação e a construção do viaduto podem ser visualizadas na Figura 7.

**Figura 7 -** Bacias de acumulação e construção do viaduto na PR 444 e PR 218



#### 4.1.4 Hidrografia e as características das águas

A microbacia objeto deste estudo compõe-se do Ribeirão Ema e seus afluentes: o córrego Perdizes e o córrego Inhanguti. O Ribeirão Ema é o principal curso d'água, com uma extensão de 8.860 metros. Os córregos Perdizes e Inhanguti medem respectivamente 1.000 metros e 1.700 metros (ROLÂNDIA, 2019). Existem outros córregos de menor expressão que não receberam denominação na carta topográfica brasileira, mas que somados atingem uma extensão relevante próxima de 3.500 metros (PAULA, 2009). O Ribeirão Ema e seus afluentes estão representados na Figura 8:

**Figura 8 - Hidrografia da microbacia do Ribeirão Ema**



Fonte: ROLÂNDIA, 2019

Por caracterizarem-se como mananciais de abastecimento público e estarem localizados em uma bacia com área inferior a 50 km<sup>2</sup>, o Comitê de Bacias Hidrográficas Piraponema<sup>19</sup> determinou, através da Deliberação 1/2019, que o Ribeirão Ema e seus afluentes atendam aos requisitos da Classe 1 de enquadramento.

Os critérios para a classificação a que são submetidos os cursos d'água são estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). As classes representam um conjunto de condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos preponderantes atuais e futuros. Segundo o artigo 4º dessa resolução, a Classe 1 refere-se às águas destinadas “(a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; (b) à proteção das comunidades aquáticas; (c) à recreação de contato primário, tais como natação [...]; (d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; (e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas”. Para tanto, exige que essas águas cumpram os requisitos qualitativos e quantitativos expressos em seu artigo 14.

Assim, o controle de qualidade da água do Ribeirão Ema é realizado por duas instituições: a Sanepar e a Vigilância em Saúde Ambiental do município de Rolândia. As análises feitas pela Sanepar são realizadas a partir de amostras retiradas no ponto de captação e consistem em análises mensais simplificadas da água *in natura* (água bruta), em que são verificados os parâmetros microbiológicos e físico-químicos. Os

<sup>19</sup> Comitê responsável pela bacia hidrográfica do Rio Pirapó, Rio Paranapanema 3 e Paranapanema 4.

demais parâmetros, como os agrotóxicos, são medidos semestralmente. Segundo informação obtida em entrevista realizada com o responsável técnico pelo ponto de captação, eventos adversos que podem interferir na qualidade da água e no respectivo tratamento são identificados nas rotinas de vistoria e limpeza das grades e chicanas, ficando as análises diárias sob a responsabilidade da estação de tratamento de água (ETA), localizada na cidade de Rolândia.

De acordo com os resultados dos testes realizados em agosto de 2020, as águas no ponto de captação do Ribeirão Ema atendem quase todos os critérios da Classe 1 da Resolução CONAMA 357/2005, como também os critérios do Anexo XX da Portaria MS 5/2017. Por sua vez, os critérios que não foram atendidos são os seguintes: presença elevada de *Escherichia coli* (considerando os critérios das duas legislações) e a quantidade dos agrotóxicos DDT+DDE+DDD e Endrin (em relação à norma do CONAMA). Contudo, nessa análise não foram contemplados todos os parâmetros dessas legislações. Por exemplo, no que se refere aos agrotóxicos, de uma lista de 27 substâncias, apenas 13 foram testadas, como consta do Anexo B.

Por sua vez, a Vigilância em Saúde Ambiental faz um acompanhamento da qualidade das águas de poços e minas que servem para o abastecimento de propriedades rurais, através do programa Vigiágua da Secretaria de Saúde do município. Nas respectivas análises, são verificados os parâmetros: Fluoreto, Turbidez, Coliformes Totais ou *Escherichia coli* e cloro residual livre (quando a água é tratada). Devido ao fato desse programa ser direcionado às propriedades rurais, que podem estar localizadas na microbacia ou em outras regiões, ele não se caracteriza como um monitoramento sistemático da microbacia propriamente dito. Por exemplo, entre os meses de julho e dezembro de 2020, não foram realizadas análises nas propriedades localizadas na microbacia.

Dessa forma, foi solicitada para este estudo a análise da água de dois pontos específicos: uma nascente localizada na chácara São Francisco de Assis, que deságua no Ribeirão Ema, e na nascente de referido ribeirão. Os resultados das análises indicaram uma qualidade de água “insatisfatória” em ambas as nascentes devido ao índice de Coliformes Totais. Além disso, na nascente localizada na chácara São Francisco de Assis também foi identificada a presença de *Escherichia coli*. Os resultados das referidas análises estão dispostos nos Anexos C e D.

As análises realizadas demonstraram que as águas do Ribeirão Ema não atendem todos os requisitos normativos de qualidade. Ademais, existem alguns

fatores que são desconsiderados no controle de qualidade que podem comprometer a garantia de segurança para a saúde das pessoas e do meio ambiente. Dentre esses fatores destacam-se: os eventos meteorológicos e as fontes de poluição nas áreas adjacentes. Como mencionado, as análises ocorrem seguindo um cronograma baseado no tempo, ou seja, uma vez ao mês ou a cada seis meses dependendo dos critérios. Portanto, são desconsiderados eventos que podem influenciar nas características da água como, por exemplo, períodos de chuva, em que o escoamento ocorre de forma mais acentuada, e períodos de seca, quando a assimilação de poluentes fica comprometida.

No caso dos períodos de chuva, o problema configura-se pelos pontos com conteúdo tóxico passíveis de escoamento nas áreas adjacentes à bacia. Um desses pontos consiste no complexo industrial de couros à jusante. Outro ponto relevante é a estação de tratamento de esgoto (ETE) Bandeirantes Cervin (Rolândia), como está representado na Figura 9.

**Figura 9** - Localização do complexo industrial de couros e ETE Bandeirantes Cervin



Em entrevista realizada com o atual Secretário de Agricultura e Meio Ambiente de Rolândia, foi afirmado que os efluentes dessa empresa e da ETE são despejados no Rio Bandeirante do Norte e não influenciam na qualidade das águas do Ribeirão Ema. Essa informação foi confirmada em outras entrevistas, as quais foram feitas com o responsável técnico do ponto de captação da Sanepar e com o agente da Vigilância em Saúde Ambiental de Rolândia, que também assegurou a não ocorrência de escoamentos desses pontos para a área da microbacia. Porém, não existem estudos ou monitoramento específico que confirmem essa informação, além dos testes convencionais realizados no ponto de captação.

Contudo, ainda que não ocorra a contaminação por escoamento, ela pode acontecer na confluência entre o Rio Bandeirante do Norte e o Ribeirão Ema, como afirmam Rinaldo, Gatto e Rodríguez-Iturbe (2020). Nesse caso, o ponto de confluência está aproximadamente 100 metros distante do ponto de captação da Sanepar. Ademais, o complexo industrial de couros está muito próximo desse ponto e a ETE Bandeirantes Cervin localiza-se a menos de 3 quilômetros. Além dos efluentes mencionados, referido rio recebe os efluentes da ETE Bandeirantes – Arapongas (à montante) e os efluentes de um abatedouro de aves, logo após a indústria de couros. Dessa forma, as águas do Rio Bandeirante do Norte representam um fator crítico para a garantia da qualidade da água do Ribeirão Ema. O Rio Bandeirante do Norte enquadra-se na Classe 4 no que se refere ao atendimento do uso preponderante, cujas características são incompatíveis com os padrões exigidos para a microbacia em questão.

Assim, entende-se que o modelo de monitoramento realizado na área da microbacia sobre a qualidade da água apresenta três fragilidades: a frequência, os critérios de análise e os locais de coleta. A periodicidade das análises é baixa, principalmente no que tange às análises semestrais. Ademais, não são considerados os períodos de cheias e estiagens, como também o calendário agrícola, quando são utilizados insumos poluentes. Por sua vez, os critérios analisados não priorizam o histórico e as atividades que ocorrem na área. Por exemplo, substâncias potencialmente tóxicas utilizadas nos processos industriais não são rastreadas. Por fim, o local de coleta é restrito ao ponto de captação. Nesse sentido, o cenário tendencial para 2030 sobre a qualidade da água, em que aponta o Ribeirão Ema com características relativas à Classe 4 (PARANÁ, 2016), reforça a necessidade de readequações nos sistemas de monitoramento e controle da qualidade da água.

Em relação às características quantitativas dos corpos hídricos da microbacia, o controle é ainda mais comprometido quando comparado ao monitoramento das características qualitativas. Para tanto, não existem informações ou aferição da vazão do Ribeirão Ema e seus afluentes, bem como dados sobre o fluxo de água do lençol freático sob a área da microbacia<sup>20</sup>. Os dados disponíveis referem-se apenas à retirada de água por meio das outorgas.

---

<sup>20</sup> De acordo com as informações cedidas pelo Instituto Água e Terra – PR, pelo Instituto de Desenvolvimento Rural – PR, pela Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Rolândia, pela Secretaria de Planejamento de Rolândia, pela Secretaria de Saúde de Rolândia e pela Sanepar.

Assim, de acordo com os relatórios fornecidos pelo Instituto Água e Terra do Estado do Paraná (IAT), foram concedidas três outorgas para captação da água superficial na microbacia. Uma delas refere-se à captação de água para abastecimento público concedida à Sanepar. A liberação prevê a retirada de 225 m<sup>3</sup>/hora no Ribeirão Ema. As demais outorgas são destinadas à irrigação, sendo a primeira no afluente Perdiz e a segunda em outro afluente sem nomenclatura, com concessões para retirada de 10 m<sup>3</sup>/hora e 30 m<sup>3</sup>/hora, respectivamente.

Do mesmo modo, estão vigentes quatro outorgas para o bombeamento de água subterrânea. Dentre elas, destaca-se a outorga cedida à Sanepar, em que é autorizada a retirada de 33 m<sup>3</sup>/hora de água, também para o abastecimento público. A soma das demais outorgas representa 13,5 m<sup>3</sup>/hora, divididas entre processo industrial, dessedentação animal e utilização residencial.

Segundo o IAT, outros 5 poços artesianos foram perfurados sob a dispensa de outorga. Contudo, há evidências da existência de diversos outros poços que não receberam a devida outorga ou a dispensa da mesma. Por exemplo, a Vigilância em Saúde Ambiental indicou 5 poços artesianos e 3 poços rasos em propriedades rurais que foram atendidas pelo programa Vigiágua e que não constam da lista do IAT. Do mesmo modo, em visita *in loco*, moradores do loteamento (classificado como “Área 2”) disseram ter poços rasos como fonte de água para consumo.

Na Figura 10, estão indicados os pontos de captação superficial de água, os poços artesianos e poços rasos presentes na área da microbacia do Ribeirão Ema e suas adjacências que se têm conhecimento. Como pode ser observado, três poços artesianos (próximos da estrada Velha para Sabáudia) estão fora dos limites da microbacia. Porém, devido à sua proximidade da área da microbacia, eles foram considerados na análise.

**Figura 10** - Mapeamento dos poços artesianos, poços rasos e pontos de captação superficial



Legenda:  Poço artesiano com outorga.  Poço artesiano sem outorga.  
 Captação superficial com outorga.  Poço raso.

Embora não exista um controle sistemático da vazão do Ribeirão Ema e de seus afluentes, representantes da Sanepar e da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Rolândia confirmaram uma visível tendência de estreitamento do leito. Paula (2009) também já havia relatado em seu estudo uma alteração na profundidade do leito do rio em diversos pontos causada por assoreamento. Na visita *in loco*, foram observados pontos com sinais de depósito de sedimentos e assoreamento, como pode ser observado na Figura 11 registrada próxima à nascente do Ribeirão Ema.

**Figura 11** - Sinais de assoreamento na nascente do Ribeirão Ema (janeiro de 2021)



A ausência de informações sobre a vazão dos corpos hídricos impossibilita medir o impacto da retirada de água praticada atualmente, bem como estabelecer um planejamento de longo prazo. Nesse sentido, não é possível o cálculo da pegada hídrica das atividades que ocorrem na microbacia e, por conseguinte, a verificação de sua sustentabilidade utilizando-se dessa metodologia. Ademais, a carência de informações não se restringe às questões hidrológicas, mas também com relação à meteorologia, conforme está descrito em seguida.

#### **4.1.5 Clima**

Devido à inexistência de estações meteorológicas e pluviométricas na área da microbacia do Ribeirão Ema, este trabalho utilizou-se de dados das estações mais próximas e com características semelhantes. Como exemplo dessas características, tem-se a altitude. Nesse sentido, referidos dados foram aqueles colhidos na estação meteorológica de Apucarana e na estação pluviométrica de Araçongas.

Ademais, os dados climáticos descritos neste trabalho foram divulgados pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (atual Instituto Água e Terra – IAT), os quais correspondem à média do período compreendido entre os anos 1976 e 2015. De acordo com esses dados, a temperatura média anual da região foi de 20° Celsius (°C),

tendo atingido máximas de 36°C no verão e mínimas de 2°C no inverno. Além disso, foram reportadas ocorrências de geadas e veranicos entre os meses de junho e agosto (NITSCHKE *et al.*, 2019).

Segundo a média histórica mensurada pelo IAPAR, a precipitação média anual variou entre 1.400 e 1.600 milímetros. De forma geral, o verão costuma ser mais úmido e chuvoso, enquanto o inverno tem se revelado como o período mais seco. Do mesmo modo, nos meses de janeiro e fevereiro, observaram-se índices de umidade relativa do ar entre 75,1 e 80%, ao passo que esses índices se concentraram entre 65,1 e 70% nos meses de agosto e setembro. Ainda, tem-se que a disponibilidade hídrica aferida, a qual é representada pela diferença entre a precipitação e a evapotranspiração, foi maior no verão, com marcas entre 340 e 360mm, enquanto no inverno esses números variaram entre 140 e 160mm.

Contudo, ao se analisar os registros das precipitações feitas na estação pluviométrica de Arapongas nos últimos 10 anos, pode-se observar que o volume de chuvas é bastante irregular quando comparados os mesmos meses de cada ano. Por exemplo, nos anos de 2012 e 2013, o mês com maior intensidade de chuvas foi junho, em que se verificou precipitação acima de 300 mm. Em 2015, por sua vez, o mês de julho foi o mais chuvoso, apresentando o volume de 391,5 mm. De forma oposta, em 2018, a soma das chuvas desses dois meses não atingiu 30 mm. De forma mais detalhada, os valores de precipitação em cada um desses anos estão reproduzidos na Tabela 5, em milímetros.

**Tabela 5** - Histórico de chuvas da estação pluviométrica de Arapongas (em milímetros) (continua)

Período	Média histórica	2020	2019	2018	2017	2016
janeiro	200,1 - 220	136,1	177,1	296,5	165,2	501,1
fevereiro	180,1 - 200	50,5	200,0	165,2	74,1	371,1
março	120,1 - 140	77,2	179,5	268,0	133,6	60,3
abril	100,1 - 120	47,2	59,4	9,6	125,4	84,1
maio	100,1 - 120	-	71,7	39,3	243,1	274,8
junho	80,1 - 100	-	128,8	25,6	97,5	105,2
julho	60,1 - 80	-	40,2	3,1	0,0	46,7
agosto	40,1 - 60	143,9	2,5	220,1	160,6	131,1
setembro	120,1 - 140	12,1	71,8	143,6	36,1	38,2
outubro	140,1 - 160	103,3	111,6	272,4	333,9	133,6
novembro	140,1 - 160	79,9	56,9	128,1	207,1	84,8
dezembro	180,1 - 200	-	200,2	80,9	194,5	185,0
	1460 - 1700	-	1299,7	1652,4	1771,1	2016,0

**Tabela 5** - Histórico de chuvas da estação pluviométrica de Arapongas (em milímetros) (conclusão)

Período	Média histórica	2015	2014	2013	2012	2011
janeiro	200,1 - 220	206,4	79,8	146,6	213,7	195,8
fevereiro	180,1 - 200	187,3	197,2	265,0	60,2	250,7
março	120,1 - 140	132,7	159,9	143,1	155,1	118,8
abril	100,1 - 120	60,6	146,1	177,4	132,0	103,2
maio	100,1 - 120	150,9	125,5	140,5	60,1	14,9
junho	80,1 - 100	14,1	61,2	304,3	315,4	108,1
julho	60,1 - 80	391,5	112,5	89,7	31,2	105,9
agosto	40,1 - 60	35,1	32,6	4,6	0,0	75,4
setembro	120,1 - 140	202,0	207,3	64,3	72,2	10,4
outubro	140,1 - 160	276,9	19,1	156,7	63,0	247,7
novembro	140,1 - 160	339,8	174,4	66,3	162,7	116,8
dezembro	180,1 - 200	266,1	142,0	104,4	137,4	52,3
	1460 - 1700	2263,4	1457,6	1662,9	1403,0	1400,0

Fonte: Adaptado de NITSCHE, 2019; Instituto das Águas do Paraná<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Instituto Águas do Paraná – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasDiariasPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>. Acesso em janeiro de 2020.

#### 4.1.6 Solos e Topografia

O território da microbacia do Ribeirão Ema está inserido na Formação Serra Geral (JKsg), com uma pequena parcela sobre a Formação Botucatu (JKb) (PARANÁ, 2006a). O solo da microbacia é predominantemente composto por Latossolos Vermelhos (BHERING *et al.*, 2007). Os dados da Tabela 6 mostram a divisão da área pelas diferentes classes de solo.

**Tabela 6** - Áreas de solos da microbacia do Ribeirão Ema

Solos	Área (ha)	Área (%)
Latossolo Vermelho distrófico	177	7,57
Latossolo Vermelho distroférico	1.068	45,71
Latossolo Vermelho eutroférico	422	18,06
Nitossolo Vermelho eutroférico	670	28,66
Total	2.337	100

Fonte: ROLÂNDIA, 2019

Portanto, tem-se que os Latossolos Vermelhos estão presentes em 71,34% da área. Referidos solos caracterizam-se pela cor vermelha acentuada decorrente do alto teor e da natureza dos óxidos de ferro presentes, bem como pela uniformidade da cor, da textura e da estrutura em profundidade, com pouca diferenciação entre os horizontes (SANTOS; ZARONI; CLEMENTE, 2013a). De acordo com Santos, Zaroni e Clemente (2013a), os Latossolos Vermelhos ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, esses solos apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, com destaque para os solos eutróficos (de fertilidade alta). No entanto, há duas situações desses solos que prejudicam o desenvolvimento radicular das plantas: a concentração de alumínio e os baixos valores da soma de bases (especialmente o cálcio), classificando-os respectivamente como álicos e ácidos. Além dos aspectos apresentados, esses solos apresentam baixos níveis de fósforo.

Além dos Latossolos Vermelhos, parte do território é composto por Nitossolos Vermelhos, que correspondem ao que se denominava Terra Roxa Estruturada. Segundo Santos, Zaroni e Clemente (2013b), referidos solos caracterizam-se pelas

cores vermelhas e vermelho-escuras, textura argilosa ou muito argilosa e estrutura em blocos fortemente desenvolvidos. Os Nitossolos Vermelhos são derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notável. Os referidos autores afirmam que esse tipo de solo possui uma grande importância agrônômica, uma vez que responde bem à aplicação de corretivos. Contudo, os Nitossolos Vermelhos apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estão associados. Abstraindo-se o relevo, aludidos solos são aptos a todos os usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas.

Ademais, pode-se destacar as seguintes características específicas dos tipos de solos presentes na microbacia, no que tange à fertilidade e teor de ferro:

- Latossolo Vermelho Distrófico: solo de baixa fertilidade;
- Latossolo Vermelho Distroférico: solo de baixa fertilidade e alto teor de ferro;
- Latossolo Vermelho Eutroférico: solo de alta fertilidade e alto teor de ferro;
- Nitossolo Vermelho Eutroférico: solo de alta fertilidade e alto teor de ferro.

Quanto à textura dos solos da microbacia, há uma predominância da textura argilosa, a qual está presente em 2.015 ha (86,24%). Por sua vez, os demais 321,6 ha (13,76%) possuem solos de textura média (ROLÂNDIA, 2019), como ilustrado na Figura 12. Nesse sentido, revela-se importante salientar que os solos de textura argilosa possuem maior capacidade de retenção de água, mas são mais suscetíveis à compactação.

**Figura 12** - Área da microbacia do Ribeirão Ema por tipo de textura do solo



Fonte: ROLÂNDIA, 2019.

Quanto à declividade, tem-se que a declividade média perpendicular aos cursos d'água é de 8%. Sendo que a declividade da parte do território do ponto da cabeceira até 2/3 de distância é inferior a esse valor. Em contrapartida, o último 1/3, em direção ao fundo do vale, apresenta declividades da ordem de 20%. Por sua vez, em relação à altitude, a Tabela 7 mostra a divisão da área a área em relação à altitude:

**Tabela 7** - Divisão topográfica da área da microbacia do Ribeirão Ema

Altitude	Área (ha)	Área (%)
600 – 700 metros	16	0,69
700 – 800 metros	1.743	74,58
800 – 900 metros	578	24,73

Fonte: ROLÂNDIA, 2019.

De acordo com Gomes, Spadotto e Pessoa (2002), as características do solo e a topografia podem determinar o risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais de uma bacia hidrográfica. Segundo esses autores, o grau de vulnerabilidade natural do solo à lixiviação e escoamento superficial estão diretamente relacionados à condutividade hidráulica e à declividade do terreno, como mostram as Tabelas 8 e 9:

**Tabela 8** - Potencial de infiltração em relação à condutividade hidráulica e declividade do solo

Condutividade hidráulica	Declividade do solo		
	Baixa (<3%)	Suave (3 a 8%)	Acentuada (8 a 20%)
Baixa	Médio	Baixo	Baixo
Média	Alto	Médio	Baixo
Alta	Alto	Alto	Médio

Fonte: GOMES *et al.*, 1996 (apud GOMES; SPADOTTO; PESSOA, 2002).

**Tabela 9** - Potencial de escoamento superficial em relação à condutividade hidráulica e declividade do solo

Condutividade hidráulica	Declividade do solo		
	Baixa (<3%)	Suave (3 a 8%)	Acentuada (8 a 20%)
Baixa	Médio	Alto	Alto
Média	Baixo	Médio	Alto
Alta	Baixo	Baixo	Médio

Fonte: GOMES et al., 1996 (apud GOMES; SPADOTTO; PESSOA, 2002).

O fato de os solos predominantes da microbacia do Ribeirão Ema (latossolos vermelhos de textura argilosa e nitossolos vermelhos) possuírem uma alta condutividade hidráulica e estarem associados, na maior parte, à uma declividade suave indica que o grau de vulnerabilidade do solo à lixiviação é alto, enquanto o de escoamento superficial é baixo. Portanto, tem-se que essa área da microbacia apresenta um risco alto de contaminação por agrotóxicos das águas subterrâneas e um risco baixo das águas superficiais. Contudo, na parte próxima à foz do ribeirão, com declividade acentuada, o grau de vulnerabilidade do solo ao escoamento superficial é médio, aumentando assim o risco de contaminação das águas superficiais que passam por esse ponto.

Tendo em vista as características de ocupação e uso do solo e as condições ambientais da microbacia que foram obtidas por meio do levantamento realizado neste tópico, a etapa seguinte deste estudo dedica-se a elencar os princípios agroecológicos capazes de sanar ou minimizar os problemas identificados, como a sedimentação do ribeirão e a contaminação de suas águas, bem como a propor outros princípios que possam contribuir para o ciclo hidrológico do território da microbacia do Ribeirão Ema.

#### **4.2 Os princípios agroecológicos para a gestão territorial da microbacia do Ribeirão Ema**

Como mostra a revisão de literatura, existe um conjunto de princípios agroecológicos que são capazes de interferir no ciclo hidrológico, os quais podem ser aplicados com a finalidade de conservação e restauração dos recursos hídricos. Nesse sentido, identificou-se os seguintes princípios como os mais relevantes para a realidade da microbacia do Ribeirão Ema: (i) o agroecossistema, (ii) a biodiversidade, (iii) a ênfase na conservação e proteção dos recursos hídricos e (iv) do solo, (v) a

utilização do solo como reservatório e das plantas como recicladoras da água, (vi) a proteção do sistema contra a contaminação e (vii) o protagonismo dos produtores rurais e proprietários de terra. Dentre esses, há princípios que se encontram inclusive consagrados na legislação. A seguir, este tópico descreve referidos princípios, salientando suas particularidades mais importantes para o território em estudo, conforme mencionado no capítulo da metodologia.

O primeiro princípio evidenciado por esta pesquisa refere-se à definição da microbacia como o agroecossistema para a produção sustentável de água. Nesse sentido, entende-se como necessária a instituição de uma Área de Proteção Ambiental (APA) nos moldes da Lei 9.985/2000 para referida microbacia. De acordo com o artigo 15 da aludida lei, a APA tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Portanto, o planejamento passa a ser feito para a microbacia como um todo, ainda que parte das medidas sejam direcionadas às propriedades rurais e às residências. Assim, essas medidas configuram-se como fragmentos de um plano de manejo elaborado no nível da paisagem. Consequentemente, tem-se como propósito a conversão de toda a área da microbacia para um sistema agroecológico. Do mesmo modo, as medidas propostas nesse plano de manejo possibilitam aos produtores rurais submeterem suas propriedades a um processo de certificação orgânica, uma vez que são compatíveis com a Lei 10.831/2003. Contudo, propõe-se nesse processo a inclusão da água como um produto orgânico.

Com relação ao segundo princípio destacado neste estudo, tem-se que a biodiversidade se constitui como o princípio fundamental, uma vez que contribui para a aplicação de outros princípios, conforme mencionado na revisão da literatura. Nesse sentido, a biodiversidade deve ser incrementada, sendo prevista em todas as áreas da microbacia e empregada para diversas funções. Por exemplo, parte das estratégias para a proteção e conservação dos recursos hídricos e do solo dá-se pelo incremento da biodiversidade. Nesse sentido, a ampliação da vegetação, tanto em área quanto em diversidade, configura-se na estratégia adotada para a restauração da biota do solo e o retorno gradual da fauna nativa. Do mesmo modo, a proteção do ribeirão e seus afluentes e a melhoria do solo são atribuídas, respectivamente, à presença de florestas e à cobertura vegetal estratificada.

Ademais, a biodiversidade no campo proporciona benefícios adicionais, como o controle de pragas, de doenças e do desenvolvimento de plantas não desejadas. Por outro lado, a biomassa produzida é empregada como recurso para a nutrição e fertilidade do solo. A diversificação de espécies nas áreas de cultivo deve ser estabelecida por meio das técnicas de rotação de culturas e consórcios. Por fim, também deve ser estimulada a integração entre animais e plantas.

Além das medidas relativas à biodiversidade, o terceiro princípio elencado, que se refere à conservação e proteção dos recursos hídricos, também orienta para o uso responsável da água. De acordo com esse princípio, a irrigação e a aplicação de insumos, quando necessárias, devem ser realizadas de forma a se evitar o desperdício e a poluição da água superficial e do lençol freático. Ademais, esse princípio também se coaduna com medidas como a reciclagem da água da chuva e da água cinza, bem como o controle da extração de água dos corpos hídricos. Nesse sentido, cabe destacar que, no que tange às fontes de abastecimento, entende-se que a chuva se equipara à uma nascente, uma vez que é a principal fonte de água para a irrigação das lavouras e a matriz para a recarga dos corpos d'água na microbacia do Ribeirão Ema. Portanto, trata-se de um importante recurso hídrico para o local e deve receber a mesma atenção das nascentes desse ribeirão.

Ainda com relação ao princípio relativo aos recursos hídricos, ressalta-se a necessidade do prolongamento do ciclo da água. Nos termos desse princípio, a água deve ser reutilizada quantas vezes for possível antes de retornar para o ambiente. Como exemplo, os efluentes domésticos, que não possuem contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, são tratados e reutilizados para lavagem de calçadas, irrigação de jardins e descarga em vasos sanitários. Esse mesmo conceito pode ser aplicado nas áreas de criação de animais e plantações, permitindo-se observar resultados semelhantes. Assim, quanto maior o percurso da água, menor será a necessidade de retirada de água. Conseqüentemente, o gasto de energia será menor, correspondendo a um impacto ambiental também reduzido.

O quarto princípio agroecológico identificado por esta pesquisa, a conservação e proteção do solo, destaca-se por priorizar a saúde do solo e por exigir manejo desenvolvido para a prevenção da erosão, a redução da perda superficial e o aumento da umidade. Dentre as medidas aplicáveis, incluem-se a manutenção permanente da cobertura vegetal, a diminuição da movimentação da terra e a seleção

de culturas. Também estão previstas medidas para a preservação da vida no solo, como o aumento da matéria orgânica e a eliminação de insumos tóxicos.

Levando-se em conta ainda a importância do solo, tem-se o quinto princípio salientado no âmbito deste estudo, em que se entende o solo como importante reservatório de água juntamente com a atuação das plantas como recicladoras. Dessa forma, embora seja indicado o uso de cisterna para as residências, a prioridade de armazenamento da água da chuva é dada ao solo. Assim, os esforços são orientados para a sua descompactação e estruturação de modo que ocorra a infiltração da água para a recarga dos lençóis freáticos, bem como para a disponibilização para as plantas. De forma complementar, as plantas atuam na estruturação desse solo e no processo de infiltração da água, além de agirem na filtragem da água, como demonstrado na revisão de literatura.

Em consonância com as exigências da legislação para a produção orgânica, o sexto princípio ora em estudo refere-se à proteção do sistema em relação à contaminação. Constam desse princípio a proibição de uso de determinadas substâncias e de determinadas técnicas de manejo, bem como a implantação de mecanismos de contenção da poluição. Dentre os primeiros, destacam-se os agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, as radiações ionizantes, os organismos geneticamente modificados (OGM), assim como os ingredientes, aditivos ou auxiliares de processamento derivados de OGM. No que tange às técnicas, pode-se ressaltar a proibição das práticas de preparo do solo por meio da queima de vegetação ou dos resíduos da colheita e a esterilização térmica de solos.

Ainda de acordo com o princípio acima, destaca-se, de acordo com a IFOAM (2019), a vedação ao uso de nanomateriais (materiais projetados e produzidos para serem utilizados em nanoescala: 1-300 nm) na produção e no processamento orgânico. Ademais, na implantação de um processo dessa ordem, todos os ingredientes introduzidos na área não podem ser cancerígenos, teratogênicos, mutagênicos ou neurotoxinas. Assim, as substâncias utilizadas em qualquer processo de produção dentro da área da microbacia devem estar em conformidade com a IN MAPA 46/2011 (BRASIL, 2011) e com as Normas para a Produção e Processamento de Orgânicos elaboradas pela IFOAM (2019).

Além da proteção da contaminação direta nos termos do princípio acima e da legislação supracitada, tem-se a proteção da contaminação externa. Conforme esse princípio, devem ser tomadas todas as medidas relevantes para garantir que o solo e

os produtos orgânicos, dentre os quais se pode incluir a água, sejam protegidos da contaminação externa. Referidas medidas incluem a implantação de barreiras e zonas tampão para limitar a contaminação por deriva e escoamento, bem como a separação das áreas do agroecossistema destinadas à produção orgânica das demais áreas, de forma clara e contínua.

Por fim, o sétimo princípio ressaltado por este trabalho trata-se do protagonismo dos proprietários de lotes e dos produtores rurais. Esse princípio deve estar presente na totalidade dos projetos agroecológicos, sendo visto como imprescindível para a respectiva implantação e para o cumprimento de uma gestão integrada. Assim, levando-se em consideração esse princípio, entende-se que as propostas feitas neste estudo podem se constituir como a primeira etapa de um processo de construção compartilhado e contínuo entre os produtores e proprietários de imóveis localizados na microbacia do Ribeirão Ema e demais instituições relevantes para a produção de água.

Os princípios agroecológicos tratados nesse tópico correspondem sobretudo à gestão territorial da microbacia. Contudo, existem padrões específicos relativos à produção de água para o consumo humano que precisam ser considerados para a determinação dos parâmetros e desenvolvimento do Plano de Manejo. Desse modo, o tópico seguinte dedica-se à uma breve análise dos atos normativos quanto à qualidade ambiental relativa à política dos recursos hídricos e a potabilidade da água.

### **4.3 Análise dos parâmetros de referência para a qualidade ambiental e potabilidade da água**

Nos termos da literatura acima revisada, pode-se compreender que as leis da produção orgânica se mostram mais eficazes para a preservação da saúde dos consumidores e para a conservação do meio ambiente do que outros atos normativos que regulamentam a água para o abastecimento público. Porém, existem critérios específicos de qualidade da água que não são contemplados nas normas da produção orgânica. Esses critérios são importantes na verificação dos impactos das medidas de gestão territorial sobre a qualidade ambiental e da água, motivo pelo qual fazem parte dos parâmetros descritos no tópico 4.4. Dessa forma, busca-se identificar neste tópico as legislações cujos parâmetros de referência possam atender às exigências desses

critérios e aos objetivos deste estudo por meio da análise de diferentes normas, conforme descrito na metodologia.

Os critérios analíticos relativos à qualidade da água são encontrados em dois tipos de normas, quais sejam: (i) normas que estabelecem as diretrizes da qualidade ambiental para os corpos d'água e (ii) normas que definem o padrão de potabilidade da água. De forma geral, os critérios que compõem o primeiro tipo tratam do ambiente aquático como um todo, podendo ser agrupados nas seguintes categorias: biológica, hidromorfológica e físico-química. Por sua vez, os critérios que fazem parte do segundo tipo de normas acima se concentram na composição da água, antes e após o respectivo tratamento. Ademais, os dois tipos de normas diferem-se não somente no enfoque, mas também nos parâmetros, uma vez que nesses são observados valores diferentes para os mesmos critérios. Devido a essas diferenças, a análise feita neste tópico é realizada de forma separada para cada um desses dois tipos de normas.

No que se refere ao primeiro tipo de norma analisada, a revisão da literatura mostrou que a legislação da União Europeia que dispõe sobre normas de qualidade ambiental no domínio da política da água (Diretiva 2000/60/CE) se revela adequada para o monitoramento da qualidade ambiental e da água (GUNKEL, 2019), motivo pelo qual poderia vir a ser uma opção para substituir a norma brasileira equivalente (Resolução Conama 357/2005). Dentre os fatores que fazem referida norma se sobressair, destacam-se os seguintes (i) os critérios de análise: que englobam a qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química e (ii) os parâmetros para as substâncias de potencial toxicidade: com valores para as concentrações máximas e médias anuais. Ademais, aludida diretiva europeia também prevê a gestão dos recursos hídricos de forma integrada à gestão ambiental e do solo, ao determinar a identificação de pressões em que é incluída a avaliação dos padrões de utilização dos solos (EU, 2000). Nesse particular, deve-se destacar inclusive uma maior afinidade da legislação europeia com a lei brasileira que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), mesmo em face da Resolução CONAMA 357/2005, tendo em vista as diretrizes constantes da segunda que se referem à gestão integrada dos recursos hídricos à ambiental e do uso do solo. Dessa forma, entende-se que, embora possam existir outras leis que atendam igualmente aos requisitos de qualidade ambiental dos corpos d'água, os parâmetros presentes na Diretiva 2000/60/CE são suficientes e compatíveis com os objetivos deste trabalho, sendo assim considerados como parâmetros de referência.

Por sua vez, no que tange ao segundo tipo de normas mencionado acima, tem-se que a análise dos padrões de potabilidade das legislações constantes do Apêndice A permite afirmar que todas as leis analisadas se harmonizam com as recomendações da Organização Mundial da Saúde. Contudo, há uma ampla variação entre o valor máximo permitido sobre as mesmas substâncias entre essas diferentes legislações. Do mesmo modo, elas se diferem no número de critérios exigidos para análise. Por exemplo, a lei australiana destaca-se pela abrangência de critérios, mas os parâmetros são mais permissivos quando comparados aos países da União Europeia e à Suíça. De forma semelhante à lei da Austrália, a legislação do Canadá, do Japão e do Brasil orientam-se pelas recomendações da OMS ao determinarem os valores máximos permitidos para cada substância. Portanto, assim como a OMS, esses países não se valem do princípio da precaução, ou seja, não são determinadas a proibição ou restrição nos parâmetros para todas as substâncias cujos estudos de risco para a saúde humana não são conclusivos. Do mesmo modo, a OMS desconsidera a necessidade de atribuir “valores máximos permitidos” para as substâncias cujas concentrações usualmente encontradas na água não representam, de acordo com o que é considerado por referida organização, uma preocupação à saúde. Por exemplo, tem-se o glifosato e heptacloro, sendo que, de modo contrário à OMS, a última substância é classificada como prioritária e perigosa pela Diretiva 2000/60/CE.

Assim, tendo em vista o critério adotado (valor máximo permitido para as substâncias com potencial tóxico), verifica-se que as normas estabelecidas pela União Europeia e Suíça são semelhantes, já que ambas se utilizam de parâmetros mais rigorosos. Ademais, referidas legislações estabelecem limites para a soma de alguns grupos de substâncias potencialmente tóxicas. Por exemplo, a quantidade de pesticidas não deve ultrapassar 0,5 µg/L. Contudo, a norma suíça (*Ordonnance du DFI* 817.022.11/2016) revela-se ainda mais adequada, pois inclui limites para as substâncias orgânicas com potencial genotóxico sem dados suficientes e para as substâncias orgânicas sem potencial genotóxico, mas com potencial de toxicidade elevada, média ou baixa. Os números para esses parâmetros correspondem respectivamente a 0,1 µg/L e 10 µg/L.

Por se tratar de uma pesquisa com enfoque na gestão territorial direcionada à uma microbacia, tem-se que os parâmetros que constam das normas do primeiro tipo são mais relevantes para a presente pesquisa do que o conteúdo do segundo tipo

de normas. Assim, este estudo utiliza prioritariamente os parâmetros definidos na Diretiva 2000/60/CE, deixando a lei suíça (*Ordonnance du DFI 817.022.11/2016*) como uma ferramenta de apoio para os critérios que não são contemplados na primeira ou cujo parâmetro seja limitante para a potabilidade. Contudo, cabe ressaltar que os parâmetros dessas normativas não podem ser utilizados em prejuízo do cumprimento da legislação brasileira (Lei 10.831/2003 e respectivas instruções normativas), bem como das Normas para a Produção e Processamento de Orgânicos – IFOAM (2019). Nesse sentido, as Tabelas 10, 11 e 12 descrevem a legislação que prevê os parâmetros de referência considerados como mais adequados no âmbito do presente estudo para os respectivos elementos de qualidade das três categorias de critérios mencionadas no início do presente tópico:

**Tabela 10 - Elementos de qualidade biológica**

Elemento	Parâmetro
Fitoplâncton	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Macrófitos e fitobentos	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Invertebrados bentônicos	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Fauna piscícola	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Microorganismo e parasitas (ex. <i>E. coli</i> )	<i>Ordonnance du DFI 817.022.11/2016</i> (Suíça)

**Tabela 11 - Elementos de qualidade hidromorfológica**

Elemento	Parâmetro
Regime hidrológico	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Continuidade do rio	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)
Condições morfológicas	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)

**Tabela 12 - Elementos de qualidade físico-química**

Elemento	Parâmetro
Condições gerais (nutrientes, salinidade, pH, balanço de oxigênio, capacidade de neutralização dos ácidos, temperatura)	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)*
Gosto, cheiro, turbidez	<i>Ordonnance du DFI</i> 817.022.11/2016 (Suíça)
Poluentes sintéticos específicos	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)*
Poluentes não sintéticos específicos	Diretiva 2000/60/CE - Estado excelente (UE)*

\* Prevalece a Lei 8.831/2003 e respectivas instruções normativas quanto à proibição do uso de algumas substâncias. Os parâmetros não devem comprometer o padrão de potabilidade da água.

Portanto, levando-se em consideração os princípios agroecológicos e os critérios de qualidade vistos acima, este estudo passa a estabelecer os parâmetros de gestão territorial pertinentes à análise da produção sustentável de água na microbacia do Ribeirão Ema.

#### **4.4 Parâmetros para análise da produção sustentável de água no contexto da gestão territorial**

No presente tópico, estão elencados os parâmetros de gestão territorial baseados nos princípios agroecológicos e nos critérios de qualidade ambiental e da água acima identificados. Referidos parâmetros estão organizados em três níveis e cinco categorias. Os três níveis referem-se à implantação, sendo os seguintes: microbacia, propriedade rural e residência. Por sua vez, as cinco categorias são divididas pela interferência que provocam sobre os recursos hídricos, estando classificadas como: proteção, produção, utilização, poluição e controle. Os referidos parâmetros podem ser visualizados de forma resumida na Quadro 4, representado abaixo.

**Quadro 4 -** Parâmetros de gestão territorial organizados por categorias e níveis

Categorias	Níveis		
	Microbacia	Propriedade rural	Residência
Proteção	Mata ciliar; Nascentes e olhos d'água; Área Florestal.	Mata ciliar e reserva legal; Nascentes e olhos d'água; Manejo do solo e contenção do escoamento	Áreas permeáveis
Produção	Diversidade de vegetação; Barreiras e quebra-ventos.	Sistema de cultivo.	Captação da chuva; Reutilização da água.
Utilização	Retirada da água superficial e subterrânea.	Irrigação.	Irrigação e limpeza.
Poluição	Efluentes industriais; Escoamento de estradas (terra e rodovias); Resíduos sólidos.	Insumos agrícolas; Resíduos e efluentes de granjas e currais.	Esgoto doméstico; Resíduos sólidos; Fontes de energia.
Controle	Qualidade e quantidade da água superficial e subterrânea; Dados meteorológicos.	Qualidade da água das nascentes; Análise de solo; Retirada da água.	Retirada da água; Qualidade da água (caixas d'água e cisternas)

Ademais, uma escala para análise da sustentabilidade ambiental e dos recursos hídricos é estabelecida para cada parâmetro. As escalas servem para identificar a classificação da área em relação àquele parâmetro, podendo ser: irregular ou degradador (I), convencional (C) ou agroecológico (A), sendo a proposta agroecológica o padrão que compõe o Plano de Manejo desenvolvido em seguida. Destaca-se que a avaliação de alguns parâmetros consiste na verificação da existência de algum requisito, tendo como resposta “não” ou “sim”. Nesses casos, considera-se compatível com a proposta agroecológica as respostas “sim”. Do mesmo modo, para a conversão do sistema, orienta-se a adoção das medidas propostas nesses parâmetros.

Concomitantemente à proposta dos parâmetros, tem-se a avaliação da microbacia do Ribeirão Ema de acordo com as informações obtidas na etapa 1 e

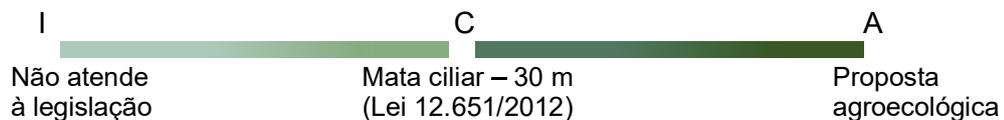
descritas no tópico 4.1. Porém, ressalta-se que a avaliação se limita ao nível da microbacia, conforme exposto na metodologia.

#### 4.4.1 Nível da microbacia

a) Proteção:

- **Mata ciliar:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I-C. Possui características de um sistema irregular/degradador, assim como, de um sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.2.

Proposta agroecológica: A faixa marginal do curso d'água é dividida em 3 zonas. A zona 1 consiste na área mais próxima ao ribeirão, com uma largura de 30 metros medida desde a borda da calha maior do leito. Essa zona é composta por espécies florestais nativas sem manejo. Em seguida, tem-se a zona 2, que mede 70 metros. Nessa área, admite-se a implantação de um sistema agroflorestal com predominância de espécies arbóreas, com manejo e exploração controlados. Por sua vez, na zona 3 são introduzidas gramíneas e herbáceas no sistema, as quais estão combinadas com espécies arbóreas. A zona 3 coincide com as áreas de cultivo das propriedades rurais, por isso não é estabelecida uma medida fixa. As dimensões das zonas podem variar de acordo com a exigência topográfica do local, porém a soma das duas primeiras zonas não deve ser inferior a 100 metros.

- **Proteção de nascentes e olhos d'água:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.2.

Proposta agroecológica: A composição da vegetação em torno das nascentes e dos olhos d'água assemelha-se à dos demais corpos d'água. No entanto, referidas composições diferem-se na largura da zona 1, que nesse caso possui obrigatoriamente um raio de 50 metros.

- **Área florestal:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.2.

Proposta agroecológica: Pelo menos 20% da área total da microbacia é destinada para florestas. A maior parte da área florestal concentra-se na zona ripária de modo a formar um corredor ecológico, como indicado no artigo 14 da Lei 12.651/2012. Essas áreas são compostas pelos sistemas agroflorestais presentes na zona 2 da mata ciliar e outras áreas que requerem medidas de proteção e manejo controlado, como as bacias de contenção do escoamento viário e nas adjacências das áreas industriais. Na proposta agroecológica, contudo, desconsidera-se a possibilidade da redução da área florestal para propriedades rurais consolidadas em Reserva Legal, como é previsto na lei supracitada.

b) Produção:

- **Diversidade de vegetação:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

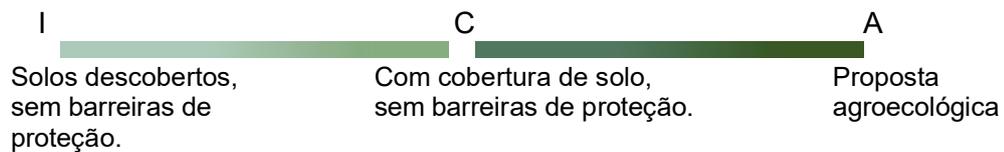


Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: C. Sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.2.

Proposta agroecológica: A composição vegetativa na área da microbacia é uma combinação de áreas de mata nativa com áreas agrícolas diversificadas. Nas áreas de produção agrícola, prioriza-se a adoção de lavouras perenes com diversidade por estratificação, como exemplo os Sistemas Agroflorestais ou sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

#### - **Barreiras e Quebra-ventos**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



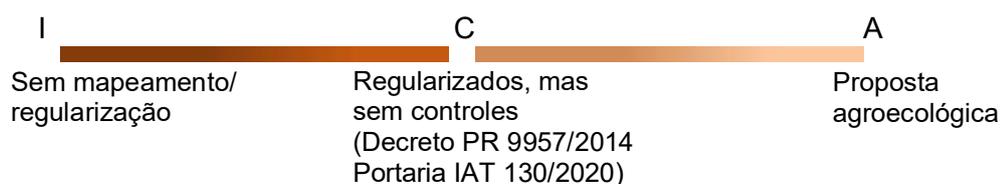
Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: C. Sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.2.

Proposta agroecológica: As barreiras consistem em uma estrutura formada por três linhas de árvores com diferentes alturas, sendo que a primeira linha é a mais baixa, a segunda é a mais alta (15 metros) e a terceira possui altura intermediária. As barreiras exercem duas funções: (i) a de contenção da contaminação por deriva e escoamento e (ii) de quebra-vento, com o intuito de minimizar a evaporação da água do solo. No primeiro caso, elas são dispostas em todo o perímetro da microbacia e em torno das áreas industriais, cumprindo-se as normas da produção orgânica. Para a segunda função, as barreiras são posicionadas a cada 600 metros, aproximadamente, coincidindo com a divisa entre propriedades.

c) Utilização:

#### - **Retirada da água superficial e subterrânea**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



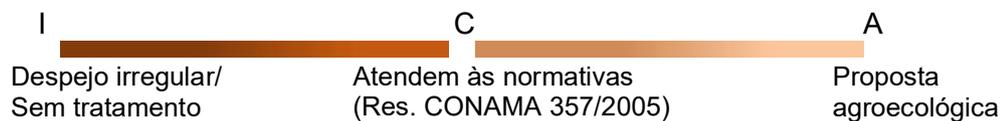
Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I-C. Possui características de um sistema irregular/degradador, assim como, de um sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: Os pontos de captação superficial, poços artesanais e poços rasos são mapeados e vistoriados para a regularização das outorgas e controle da quantidade retirada. Ademais, o controle da retirada de água garante a vazão mínima necessária para o atendimento das demandas do ecossistema.

d) Poluição:

- **Efluentes industriais:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: C. Sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: Ainda que os efluentes industriais não sejam lançados dentro da área da microbacia, eles passam por tratamento avançado para a eliminação de substâncias tóxicas. Do mesmo modo, é mantido um monitoramento permanente sobre o conteúdo do efluente e sobre o risco de escoamento. Contudo, as indústrias devem, preferencialmente, reutilizar e manter um sistema fechado de água e estarem conectadas à rede de esgoto.

- **Escoamento das estradas de terra:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

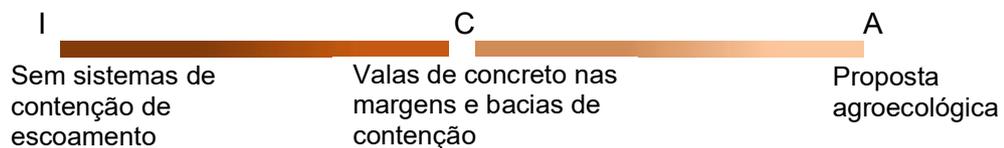


Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I-C. Possui características de um sistema irregular/degradador, assim como, de um sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.3.

Proposta agroecológica: As estradas de terra atendem aos seguintes requisitos: nivelamento com áreas adjacentes para a dissipação da água da chuva (sem formar taludes nas laterais), leito em formato convexo coberto por cascalhos, sistema de drenagem e dissipadores de energia nas laterais compostos por vegetação com raízes profundas; caixas de contenção / infiltração com vegetação rasteira dispostas nos locais de acumulação de água. A capacidade das caixas de contenção deve atender ao maior volume de água constatado nos períodos chuvosos. A manutenção do sistema viário é preventiva e realizada de forma contínua.

- **Escoamento das rodovias:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

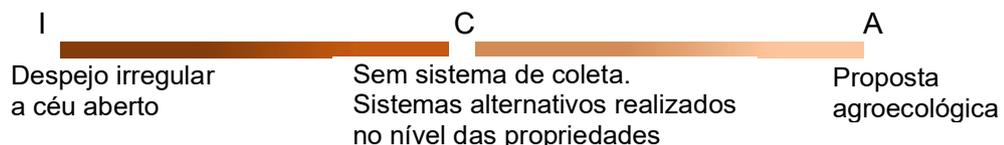


Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I-C. Possui características de um sistema irregular/degradador, assim como, de um sistema convencional, conforme descrito no tópico 4.1.3.

Proposta agroecológica: Além das barreiras presentes nas margens das rodovias, que coincidem com o perímetro da microbacia, a vegetação está presente no entorno das bacias de contenção e no seu interior. Nesse caso, as plantas são selecionadas para a função de filtragem da água.

- **Resíduos sólidos:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.

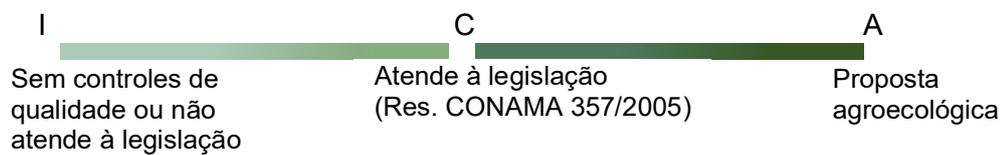
Proposta agroecológica: A área é atendida por um serviço de coleta seletiva com pontos de coleta localizados próximos aos locais em que há maior concentração

de residências e de fácil acesso para os prestadores do serviço. Os pontos possuem espaços adequados para o descarte, os quais impossibilitam o vazamento de líquidos. Do mesmo modo, a frequência das coletas está de acordo com o volume de lixo descartado, evitando o transbordamento, a proliferação de insetos e outros animais e o mau cheiro.

e) Controle:

- **Qualidade da água superficial**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

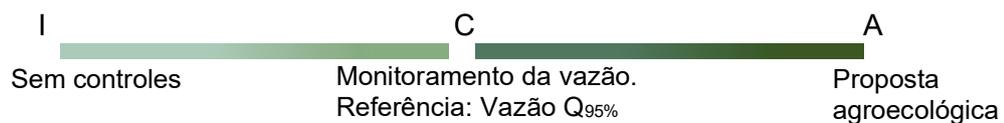


Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: A frequência das análises sobre a qualidade da água considera, além do cronograma previsto na legislação, os eventos climáticos e as atividades que ocorrem na bacia (exemplos: períodos de chuvas e o calendário rural). Ademais, as coletas contemplam diferentes pontos do ribeirão e de seus afluentes. Do mesmo modo, os critérios de análise abrangem as substâncias utilizadas nas indústrias e os insumos aplicados nas lavouras (antes e depois do período de conversão). Como parâmetros de referência, têm-se o disposto no tópico 4.3. A qualidade das análises e a veracidade dos resultados são controlados pelas organizações sociais (comunidade ou comitê da microbacia).

- **Quantidade da água superficial**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

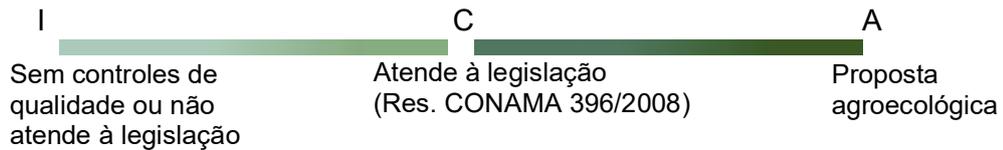


Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: É realizado um controle sistemático da vazão do Ribeirão Ema e seus afluentes, o qual é capaz de gerar um hidrograma. Também é feito o mapeamento e acompanhamento das condições das nascentes e olhos d'água.

- **Qualidade das águas subterrâneas:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: I. Sistema irregular/degradador, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: Seguem as mesmas determinações das águas superficiais, com exceção das características biológicas.

- **Quantidade das águas subterrâneas**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: N. Não possui monitoramento, conforme descrito no tópico 4.1.4.

Proposta agroecológica: Um ponto de monitoramento é implantado para aferição do nível da água.

- **Dados meteorológicos:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Avaliação da microbacia do Ribeirão Ema: N. Não possui estação para monitoramento, conforme descrito no tópico 4.1.5.

Proposta agroecológica: Os dados meteorológicos são medidos e registrados a fim de disponibilizar informações para o gerenciamento da microbacia e auxiliar no planejamento das propriedades. São exemplos de dados a serem mensurados: a precipitação pluviométrica, a temperatura, a velocidade do vento, a umidade relativa do ar, a insolação, a evapotranspiração e a produção de balanços hídricos.

De acordo com os parâmetros propostos, a microbacia do Ribeirão Ema apresenta características de um sistema de produção “irregular ou degradador” no que tange à proteção e controle dos recursos hídricos, uma vez que não atende aos requisitos mínimos para um sistema “convencional”. Por sua vez, em relação às categorias de utilização, as características assemelham-se a um sistema em conversão de “irregular ou degradador” para “convencional”. Nesse sentido, verifica-se que, de forma geral, mencionada microbacia atende aos requisitos de um sistema convencional, mas existem alguns pontos a serem corrigidos dentro de cada parâmetro. Contudo, dentro da categoria poluição, tem-se como exceção o parâmetro que trata dos resíduos sólidos, em que referida área é classificada como “irregular ou degradadora”. Por outro lado, a microbacia pode ser considerada como um sistema “convencional” de produção de água no que se refere à categoria produção.

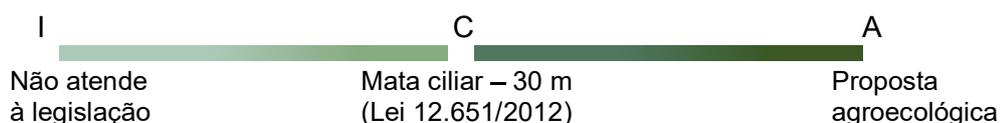
Os parâmetros propostos a seguir referem-se aos níveis de propriedade rural e residência. Embora não sejam limitadores para a avaliação da microbacia, eles se mostram importantes por caracterizarem-se como parte da área em questão, bem como por comporem a paisagem. Assim, as atividades que ocorrem nesses níveis interferem igualmente nas condições dos corpos d’água.

#### 4.4.2 Nível da propriedade rural

a) Proteção:

- **Mata ciliar:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: Assim como no nível da microbacia, a faixa marginal do curso d’água no nível da propriedade rural é dividida em 3 zonas. Dessa forma, as

recomendações para as zonas 1 e 2 desse segundo nível coincidem com as elaboradas para o primeiro nível. Porém, deve ser ressaltado que a zona 2 pode se configurar como a área de Reserva Legal da propriedade. Dessa forma, a composição dessa área deve atender às exigências previstas na legislação, podendo ter uma largura igual ou maior que 70 metros, em que se admite a implantação de um sistema agroflorestal com predominância de espécies arbóreas para a extração sustentável de madeira, frutos e a produção de mel. Por sua vez, a zona 3 configura-se como uma área de amortecimento. Nessa área, são introduzidas espécies rasteiras de gramíneas ou herbáceas ao sistema agroflorestal. Essa zona corresponde à área de cultivo da propriedade, razão pela qual o arranjo das espécies pode ser estabelecido de acordo com as características e aptidão do local e do produtor.

- **Proteção das nascentes e olhos d'água:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

I	C	A
 Não atende à legislação	 Mata ciliar – raio: 50 m (Lei 12.651/2012)	 Proposta agroecológica

Proposta agroecológica: A composição da vegetação em torno das nascentes e olhos d'água coincide com a dos demais corpos d'água. No entanto, há uma diferença na largura da zona 1, que possui um raio de 50 metros para as nascentes e olhos d'água. Ademais, essas áreas devem estar protegidas com relação ao acesso de animais.

- **Manejo do solo e contenção de escoamento:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

I	C	A
 Sistemas com práticas degradadoras (solos expostos, revolvimento intenso da terra, plantio morro abaixo)	 Monoculturas com técnicas conservacionistas (cobertura de solo e menor revolvimento da terra). Construção de terraços.	 Proposta agroecológica

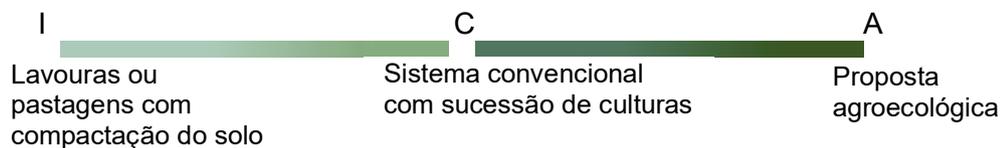
Proposta agroecológica: Nas áreas agrícolas, priorizam-se as culturas perenes consorciadas com vegetação de crescimento rápido para a manutenção da

cobertura do solo e para a produção de adubo verde. As práticas de manejo consistem sobretudo na poda e na roçagem, evitando-se assim a movimentação da terra. O terraceamento da área de lavoura é feito de acordo com a exigência topográfica do local, sendo determinados pela sua declividade. Contudo, o incremento da biodiversidade acima e abaixo do solo é a principal ferramenta para a contenção do escoamento superficial e da lixiviação, uma vez que contribui para a estruturação do solo.

b) Produção:

- **Sistemas de cultivo**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



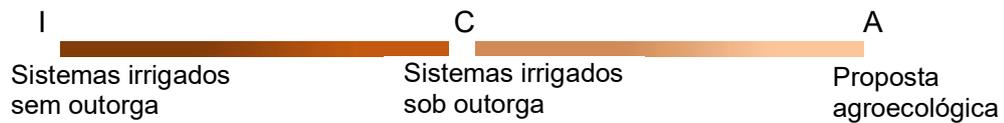
Proposta agroecológica: A seleção das culturas prioriza a diversidade de estratificação com o objetivo de se obter uma variedade de raízes tanto no sentido da profundidade como da área radicular. Por exemplo, o arranjo pode ser uma combinação entre plantas com raízes pivotantes profundas, fasciculadas e tuberiformes. As raízes auxiliam no processo de infiltração e armazenamento de água no solo. Outros critérios para a definição das culturas são a adaptação da espécie para as condições locais e a inexistência de modificações genéticas (OGM). A cobertura vegetal também atua no sentido de mitigar a evaporação de água do solo. Como exemplo de um sistema adequado para essa proposta, tem-se um arranjo de agrofloresta sucessional desenvolvido e implantado pela Terra Planta<sup>22</sup>, detalhado no Apêndice B.

c) Utilização:

- **Irrigação:**

<sup>22</sup> Empresa produtora de alimentos orgânicos em sistemas Agroflorestais. Informações sobre a empresa disponível em: <http://www.terraplantaorganicos.com.br>. O modelo de sistema de cultivo foi fornecido para esta pesquisa por meio de entrevista com o proprietário Eduardo Carriça.

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: Prima-se pela criação de um sistema de cultivo que preserve a umidade no solo e a mantenha disponível para as plantas como, por exemplo, a agrofloresta. Nos casos em que seja necessário irrigar a área, como na fase de plantio e adaptação das plantas, a irrigação é feita de modo a evitar desperdícios, com adoção da técnica mais adequada e que privilegie o uso racional e sustentável da água, como o sistema de gotejamento, por exemplo.

d) Poluição:

- **Insumos agrícolas:**

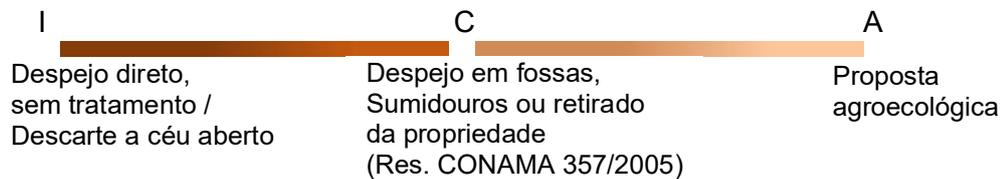
Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: O desenho da propriedade é pensado no sentido de favorecer a integração entre ecossistemas e culturas, assim como o arranjo das espécies nas áreas de produção, a fim de promover a prestação de serviços ecossistêmicos. Por exemplo, as áreas florestais servem de abrigo para predadores naturais de pragas nas lavouras. Ademais, as plantas de cobertura impedem o desenvolvimento de outras plantas indesejadas. Contudo, caso a aplicação de insumos seja necessária, ela deve estar de acordo com a norma da produção orgânica e ser utilizada de forma a evitar a contaminação do ambiente e das águas subterrâneas.

- **Resíduos e efluentes de granjas e currais:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: Os resíduos das granjas e currais, bem como outros produtos gerados por descarte de produção, são compostados ou reciclados. Os excrementos são transformados em adubo ou gás pelos processos de compostagem e biodigestão, respectivamente. Do mesmo modo, os efluentes são tratados antes de retornarem ao ambiente. Nesse caso, é utilizado o tanque de evapotranspiração (TEvap), com o devido monitoramento e controle de qualidade.

e) Controle:

- **Qualidade da água (nascentes)**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: As análises da qualidade da água contemplam as nascentes que abastecem as propriedades. Embora esteja no nível da propriedade, as análises podem ser realizadas pelo poder público como, por exemplo, pelo programa Vigiágua do município de Rolândia.

- **Análise de solo**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: As análises consideram os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo com a finalidade de avaliar a sua fertilidade e a retenção de umidade. Os resultados obtidos nesses testes servem de subsídio para o

planejamento da produção, evitando a falta ou o excesso de insumos e energia, por exemplo, nas medidas de correção aplicadas.

#### - Retirada de água

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



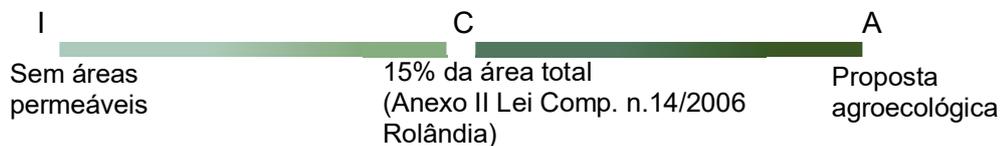
Proposta agroecológica: A quantidade de água retirada dos corpos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos, é medida por meio de hidrômetros.

#### 4.4.3 Nível da residência

a) Proteção:

##### - Áreas permeáveis

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: A área em que se localiza a residência contém áreas permeáveis com cobertura vegetal estratificada. Considera-se a utilização de árvores para a infiltração da água no solo como também para promover maior conforto térmico. Nas áreas externas pavimentadas, o piso é permeável.

b) Produção:

##### - Captação de água da chuva

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: O armazenamento da água da chuva é feito em cisternas por meio da captação do escoamento dos telhados. A água armazenada é

utilizada para a irrigação de jardins e hortas, para limpeza de calçadas, entre outras atividades que não exijam água de qualidade compatível à potável.

- **Reutilização da água**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

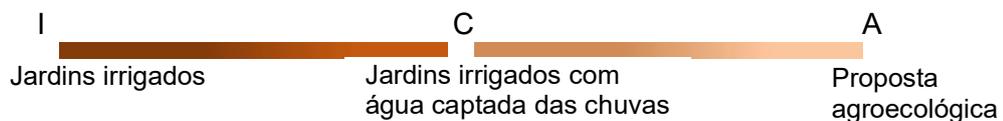


Proposta agroecológica: As residências são providas de sistemas de reciclagem da água para o reuso em situações semelhantes à da água da chuva armazenada.

c) Utilização:

- **Irrigação e limpeza:**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

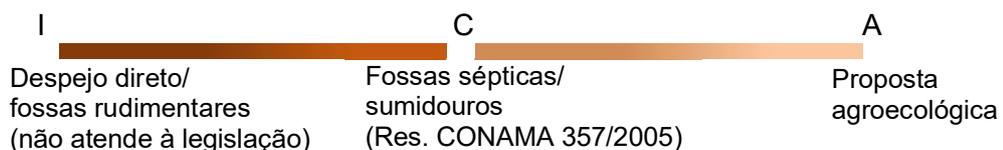


Proposta agroecológica: O paisagismo é projetado com plantas adaptadas que não exijam regas frequentes. Do mesmo modo, as hortas possuem arranjos que contribuem para retenção de umidade. Quando necessária, a irrigação é feita com água reciclada ou da cisterna. A mesma fonte de água é utilizada para a limpeza das áreas construídas.

d) Poluição:

- **Esgoto doméstico**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: Os efluentes domésticos que não são passíveis de tratamento simplificado para o reuso são direcionados ao tanque de evapotranspiração (TEvap).

- **Resíduos sólidos:**

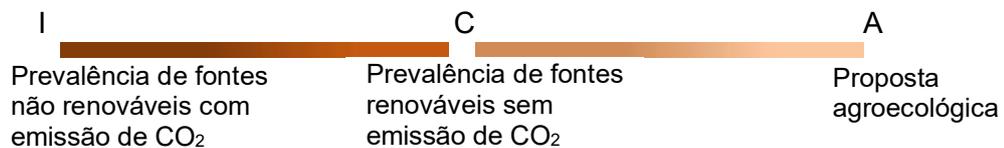
Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: Os materiais orgânicos são compostados e os demais resíduos são separados e descartados nos pontos de coleta, conforme descrito no nível da microbacia.

- **Fontes de energia**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: São priorizadas fontes renováveis de energia produzidas com vistas na redução de emissão de gases de efeito estufa. Quando possível, a energia é produzida no próprio local. Como exemplo, destacam-se a energia solar e gases produzidos por biodigestores.

e) Controle:

- **Medição da retirada de água**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:



Proposta agroecológica: A medição da água retirada para o uso residencial é realizada por hidrômetro.

- **Qualidade da água (caixas d'água e cisternas)**

Parâmetros para a análise de sustentabilidade:

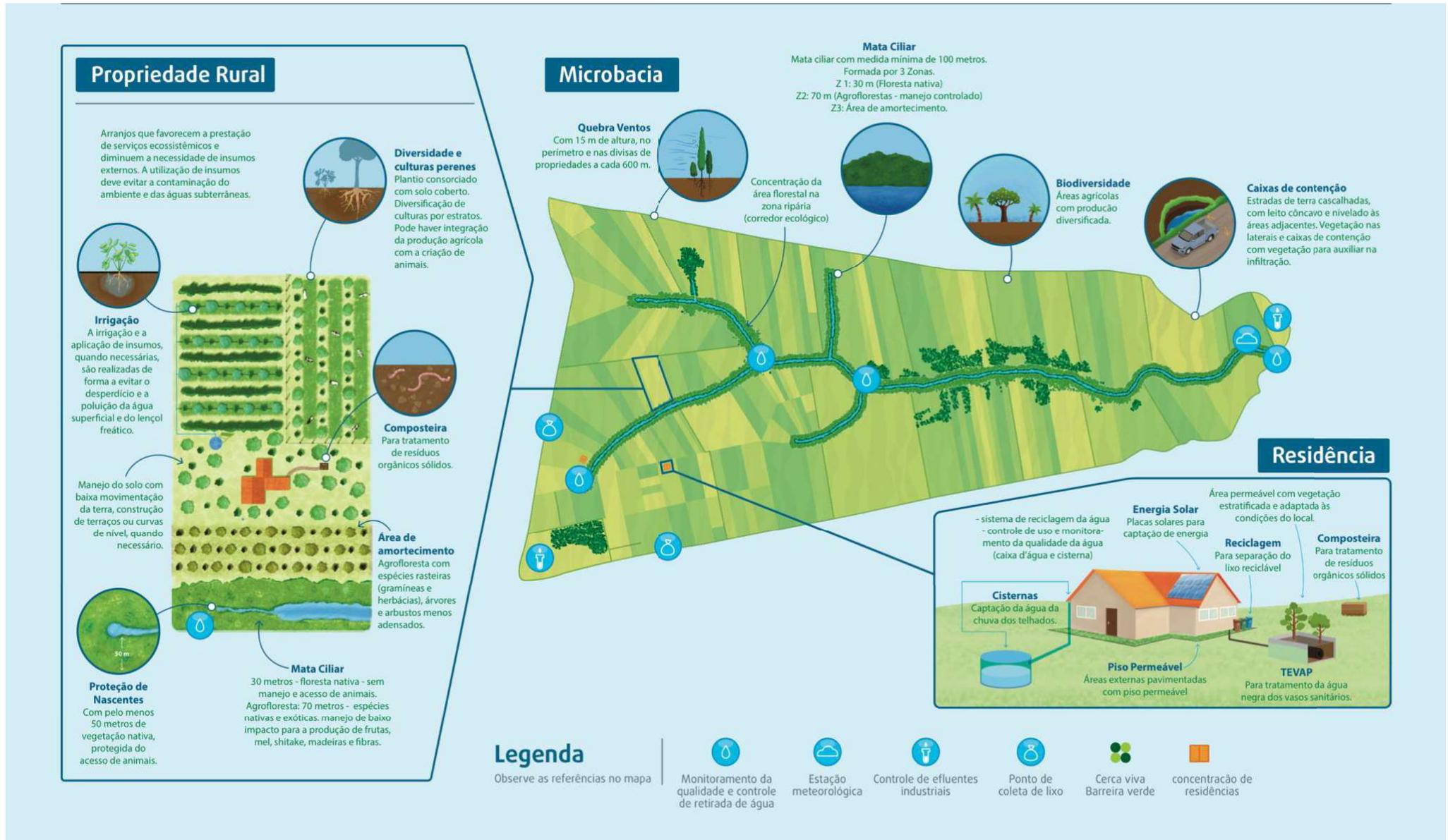


Proposta agroecológica: As análises são realizadas de forma complementar às realizadas na nascente de onde a água é captada. Dessa forma, sua periodicidade pode ser menor do que a recomendada para as nascentes. Contudo, recomenda-se os cuidados padrões de limpeza e proteção das caixas d'água e cisternas.

#### **4.5 Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema**

O Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema é composto pelas Propostas Agroecológicas descritas no tópico anterior. Essas propostas seguem as orientações do Capítulo III da IN 46/2011/MAPA (BRASIL, 2011) e estão ilustradas de modo a atender o § 2º do artigo 4º dessa Instrução Normativa (Figura 13).

Figura 13 - Plano de Manejo para a microbacia do Ribeirão Ema



## 5 CONCLUSÃO

No presente estudo, demonstrou-se que há evidências suficientes para se sugerir a hipótese de que parâmetros de gestão territorial baseados em princípios agroecológicos podem ser aplicados nas bacias de captação superficial com a finalidade de se garantir a sustentabilidade do processo de produção de água, bem como a qualidade do produto. Assim, tendo em vista que o uso e a ocupação do solo exercem grande influência sobre as características dos corpos d'água, a aplicação desses princípios na gestão territorial de mananciais de abastecimento revelou-se compatível e pertinente aos objetivos da sustentabilidade.

De acordo com os objetivos deste trabalho, foram identificados os princípios agroecológicos e os critérios de qualidade ambiental e de água relevantes à produção de água e adequados à realidade da microbacia do Ribeirão Ema, principal manancial de abastecimento da cidade de Rolândia - PR. A partir de referidos princípios e critérios de qualidade, estabeleceu-se no presente estudo os parâmetros agroecológicos para produção sustentável de água. Desse modo, a integração desses princípios às estratégias de gestão territorial resultou na definição de parâmetros que permitiram avaliar a microbacia do Ribeirão Ema e propor um Plano de Manejo para esse local.

A avaliação da microbacia do Ribeirão Ema revelou que referida área possui características de um sistema que em parte se assemelha a um sistema “irregular ou degradador” e em parte a um sistema “convencional”. Destaca-se que muito dos problemas identificados são gerados ou agravados pela falta de sistemas de informação e controle pelos órgãos responsáveis pela gestão do local. Por exemplo, não há monitoramento e registros sobre a vazão do Ribeirão Ema e seus afluentes, embora existam evidências sobre um declínio contínuo do volume de água ao longo dos anos decorrente sobretudo das atividades realizadas na área.

Assim, o Plano de Manejo desenvolvido no âmbito do presente trabalho consistiu em uma proposta preliminar de ordenamento territorial em que são sinalizados os pontos sensíveis que exigem tratamento específico, juntamente com as respectivas soluções, à luz das exigências legais. Por exemplo, medidas de contenção da erosão e do escoamento superficial foram conduzidas de acordo com princípios agroecológicos como a biodiversidade e a ênfase na proteção e

conservação do solo. Além disso, referido plano sugere alternativas de cultivos que devem ser avaliadas e definidas pelos produtores para sua futura implantação.

Contudo, deve ser ressaltado que este estudo teve como foco uma das dimensões da sustentabilidade, que se trata daquela relacionada às questões de natureza ambiental. Dessa forma, sugere-se estudos futuros relativos à proposta de outros parâmetros que contemplem as dimensões sociais e econômicas da sustentabilidade como, por exemplo, as formas de reconhecimento e compensação aos proprietários de terras e produtores rurais pelos serviços ambientais prestados. Do mesmo modo, entende-se pertinente sugerir estudos de ordem quantitativa para a avaliação dos impactos da aplicação desses parâmetros sobre a qualidade ambiental e da água.

Compreende-se que a água é um requisito imprescindível para a maioria das formas de vida que conhecemos. Nesse sentido, a preservação da água deve ser uma questão de máxima importância para a perpetuação de todas as vidas e em todos os âmbitos, do local, como uma microbacia, ao global. Portanto, este estudo propôs uma discussão sobre a qualidade da água potável com vistas à criação de normas equivalentes às da produção orgânica para que todas as pessoas, desta e das futuras gerações, possam ter garantido o seu direito universal de acesso à uma água segura e em quantidade suficiente.

## REFERÊNCIAS

[ADAPAR] AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. **Agrotóxicos no Paraná: Dados do SIAGRO**. [2020]. Disponível em:

<http://www.adapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=389>. Acesso em: 20 jul. 2020.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS (Paraná). Crise hídrica amplia rodízio de água na região de Curitiba. Curitiba, 17 mai. 2020.

<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=107025&tit=Crise-hidrica-amplia-rodizio-de-agua-na-regiao-de-Curitiba>. Acesso: 06 jun. 2020.

AITH, F. M. A; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo: IEA-USP, v. 29, n. 84, 2015, p. 163-177.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

[ANA] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

\_\_\_\_\_. Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água. **Caderno de capacitação em recursos hídricos**, v. 5. Brasília: ANA, 2013.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Brasília: ANA, 2019a

\_\_\_\_\_. **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília: ANA, 2019b

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019c.

[ANA] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); [SNSA] SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Atlas Esgotos: despolição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017.

ANDRADE, D. **O que é agricultura sintrópica?**. Agenda Götsch, 3 ago. 2019. Disponível em: <https://agendagotsch.com/pt/what-is-syntropic-farming/>. Acesso em: 03 jul. 2020.

AQUINO, M.D.; MOTA, S. Planejamento ambiental e ordenamento territorial em bacias hidrográficas. *In*: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p.186-204

ARANHA, A.; ROCHA, L. “Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios. **Por trás do alimento**. São Paulo, 15 abr. 2019. Disponível em: <https://portrasdoalimento.info/2019/04/15/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>. Acesso em: 15 set. 2019.

ARBENZ, M.; GOULD, D.; STOPES, C. **Organic 3.0**: for truly sustainable farming & consumption. 2 ed. Bonn: IFOAM, 2016. Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-05/Organic3.0\\_v.2\\_web.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-05/Organic3.0_v.2_web.pdf). Acesso em: 6 jul. 2020.

BASCHE, A.D.; EDELSON, O.F. Improving water resilience with more perennially based agriculture. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, n. 7, jul. 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21683565.2017.1330795>. Acesso em: 27 dez. 2020.

BAKER, T. *et al.* **Baseline review and ecosystem services assessment of the Tana River Basin, Kenya**. Colombo: International Water Management Institute (IWMI) – Working Paper 165, 2015. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/78579>. Acesso em: 11 dez. 2020.

BALBINOT, R. *et al.* O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, jan-abr 2008, p. 131-149. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BARBOSA, J. S. *et al.* Atributos físico-hídricos de um Cambiossolo Húmico sob sistema agroflorestal no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-80872017000100153&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-80872017000100153&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 11 set. 2019.

BARROS, V. G.; OLIVEIRA, T. M. N.; STORTZ, T. G. Fragmentação na gestão das águas urbanas. *In*: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p.245-273.

BHERING, S.B. *et al.* **Mapas de solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 22 mapas. Escalas: 1:600.000 e 1:250.000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505>. Acesso em: 02 out. 2020.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BORSATTO, R.S.; CARMO, M.S. Agroecologia e sua epistemologia. **Interciência**, Caracas, v. 37, n. 9, p. 711-716, sep. 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33925502010>. Acesso em: 16 abr. 2020.

BRAGAGNOLO, N. Planejamento do uso da terra em microbacias hidrográficas. *In*: PRADO, R.B.; TURETTA, A.P.D.; ANDRADE, A.G. (org.) **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p.137-139. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859117/manejo-e-conservacao-do-solo-e-da-agua-no-contexto-das-mudancas-ambientais>

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, [...]. Brasília: Presidência da República, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 03 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 10.831 de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2003a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/l10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm). Acesso em: 15 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 32 de 15 de outubro de 2003**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003b. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file>. Acesso em: 22 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, [...]. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 28 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa n. 46 de 06 de outubro de 2011**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 15 out. 2019.

\_\_\_\_\_. [Código Florestal]. **Lei n.12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 13 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Portaria de Consolidação n.5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Lei 14.119 de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais; [...]. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm). Acesso em: 15 mar. 2021.

CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. *In*: CAPORAL, F.R.; AZEVEDO, E.O. (Orgs) **Princípios e perspectivas da Agroecologia**. Instituto Federal do Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Educação à distância, 2011. p. 83-122. *E-book*.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. *In*: CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural**: Contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Emater, 2004. p. 79-93. Disponível em:

[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/agroecologia%20e%20extensao%20rural%20contribuicoes%20para%20a%20promocao%20de%20desenvolvimento%20rural%20sustentavel.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/agroecologia%20e%20extensao%20rural%20contribuicoes%20para%20a%20promocao%20de%20desenvolvimento%20rural%20sustentavel.pdf). Acesso em: 26 jun. 2020.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. *In*: CAPORAL, F.R.; AZEVEDO, E.O. (Orgs) **Princípios e perspectivas da Agroecologia**. Instituto Federal do Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Educação à distância, 2011. p. 45-80. *E-book*.

CARNEIRO, J. J.; CARDOSO, I. M.; MOREIRA, V. D. L. Agroecologia e Conservação de água: um estudo de caso no município de Araponga – MG. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, dez. 2009. Disponível em:

<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7822>. Acesso em: 15 out. 2019.

CEY, E.E. *et al.* Role of the riparian zone in controlling the distribution and fate of agricultural nitrogen near a small stream in southern Ontario. **Journal of Contaminant Hydrology**. v. 37, abril, 1999, p. 45–67 Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169772298001624?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2020.

CHAVES, H. M. L.; ALIPAZ, S. An Integrated Indicator Based on Basin Hydrology, Environment, Life, and Policy: The Watershed Sustainability Index.

**Water Resources Management**. n. 21, 2007, p. 883-895. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9107-2>. Acesso em: 13 abr. 2020

CHUVA destrói parte de BH; MG tem 55 mortos em 6 dias. **G1 Minas**, Belo Horizonte, 29 jan. 2020. Disponível em:

<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/01/29/apos-mais-um-temporal-com-enchentes-bh-e-regiao-metropolitana-contabilizam-mais-estragos.ghtml>. Acesso em: 06 jun. 2020.

[CMNP] COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. **Colonização e desenvolvimento do Norte do Paraná**: depoimentos sobre a maior obra no gênero realizada por uma empresa privada. 3 ed. CMNP, 2013.

[CONAB] COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira**: Grãos. v. 7, Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, Brasília, set. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 30 out. 2020.

COSTA, T. C. C.; GUIMARÃES, S. P. Delineamento e Parametrização Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas para o Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 84. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145018/1/BPD-84-Delineamento-Ambiental-BH-RJ.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

COSTABEBER, J. A. Transição agroecológica: do produtivismo à ecologização. In: CAPORAL, F. R. C.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e Extensão Rural: Contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: Emater, 2004, p. 17-48

Disponível em:

[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/agroecologia%20e%20extensao%20rural%20contribuicoes%20para%20a%20promocao%20de%20desenvolvimento%20rural%20sustentavel.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/agroecologia%20e%20extensao%20rural%20contribuicoes%20para%20a%20promocao%20de%20desenvolvimento%20rural%20sustentavel.pdf). Acesso em: 26 jun. 2020.

[EU] EUROPEAN UNION. Directive 2000/60/EEC. Framework for Community action in the field of water policy. **Official Journal of European Communities**, L 327/1, 2000.

Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2000:327:FULL&from=ES>. Acesso em: 01 fev. 2021.

[FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Status of the World's Soil Resources: Main report**. Rome: FAO, 2015

GALBIATI, A.F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanques de evapotranspiração**. Orientador: Paula Loureiro Paulo, 2009, 38 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turrialba: Catie, 2002.

\_\_\_\_\_. **Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems**. Boca Raton: CRC Press, 2015. *E-book*.

GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; PESSOA, M.C.P.Y. Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio a avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 12, jan/dez 2002, p. 169-179. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/3158>. Acesso em: 03 out. 2020

GRISOTTO, L. E. G. Água no contexto das bacias urbanas. In: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p. 205-246.

GUNKEL, G. Água no contexto das bacias hidrográficas: qualidade, contaminação e monitoramento. In: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p.54-87.

HOEKSTRA, A.Y. Virtual water: an introduction. *In*: HOEKSTRA, A.Y. (ed.) **Virtual water trade**: proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Delft: IHE, 2003.

HOEKSTRA, A.Y. *et al.* **The water footprint assessment manual**: setting the global standard. London, Washington: Earthscan, 2011.

[IBGE] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo Agropecuário 2017**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2019a.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b.

\_\_\_\_\_. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2015. **Estudo e Pesquisa**: Informações Geográficas, n. 10. Rio de Janeiro, 2015.

[IFOAM] INTERNATIONAL FEDERATION ORGANIC AGRICULTURE MOVIMENTS. **Principles of organic agriculture**. Bonn: IFOAM, 2008. Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-03/poa\\_english\\_web.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-03/poa_english_web.pdf). Acesso em: 6 jul. 2020.

[IFOAM] INTERNATIONAL FEDERATION ORGANIC AGRICULTURE MOVIMENTS. **The IFOAM norms for organic production and processing**. Version 2014 edited 2019. Germany: IFOAM, 2019. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/sites/default/files/202009/IFOAM%20Norms%20July%202014%20Edits%202019.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2020.

[IUCN] INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **IUCN Global standard for nature-based solutions**: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. 1. ed. Gland: IUCN, 2020. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/49070>. Acesso em: 28 nov. 2020.

JOHNSON, C.W.; BUFFER, S. **Riparian buffer design guidelines**: for water quality and wildlife habitat functions on agricultural landscapes in the Intermountain West. Fort Collins: USDA - Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2008. Disponível em: [https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/research/publications/2008rmrs\\_gtr203.pdf](https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/research/publications/2008rmrs_gtr203.pdf). Acesso em: 03 jan. 2021.

LIMA, E. A.; CANO, H.; NASCIMENTO, J. A. S. Uma contribuição à geografia dos recursos hídricos. *In*: IBGE. **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016, p. 321-357.

MAGRI, D. Com 39 mortos e 41 desaparecidos, tragédia na Baixada Santista pode ser três vezes maior que Mariana. **El País – Brasil**. São Paulo, 06 mai. 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2020-03-06/com-31-mortos-e-39-desaparecidos-tragedia-na-baixada-santista-pode-ser-tres-vezes-maior-que-mariana.html>. Acesso em: 06 jun. 2020.

MALHEIROS, T. F. *et al.* Indicadores de sustentabilidade aplicados à gestão dos recursos hídricos. *In*: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p.879-907.

MARENGO, J. A. *et al.* A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. Dossiê Crise Hídrica. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 31-44, jul-ago-set 2015.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Science**, 25 maio 2011. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/15/1577/2011/>. Acesso em: 20 out. 2020.

MERRETT, S.; ALLAN, J.A.; LANT, C. Virtual Water - the water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor? **IWRA, Water International**, v. 28, n. 1, mar. 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/241604848\\_Virtual\\_Water\\_-\\_the\\_Water\\_Food\\_and\\_Trade\\_Nexus\\_Useful\\_Concept\\_or\\_Misleading\\_Metaphor](https://www.researchgate.net/publication/241604848_Virtual_Water_-_the_Water_Food_and_Trade_Nexus_Useful_Concept_or_Misleading_Metaphor). Acesso em: 28 out. 2020.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4. Porto Alegre: Emater, out/dez 2002

NITSCHKE, P.R. *et al.* **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. *E-book*.

[OECD] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Towards Sustainable Development: Environmental Indicators**. Paris: OECD, 1998.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

OLIVEIRA, V. P. V.; SOUZA, M. J. N. Enfoque geoambiental no ordenamento territorial de bacias hidrográficas. *In*: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p. 274-292.

[ONU] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. ONU, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 29 out. 2019.

PARANÁ. **Descrição das Unidades Litoestratigráficas**. Londrina: Folha de Londrina, 2006a. 1 mapa. Escala: 1:250.000. Disponível em: [http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-07/sf22\\_y\\_d.pdf](http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/sf22_y_d.pdf). Acesso em: 02 out. 2020.

PARANÁ. **Resolução n. 49 CERH/PR de 20 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a instituição de Regiões Hidrográficas, Bacias Hidrográficas e Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2006b. Disponível em: [http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/migrados/File/r492006.pdf](http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/r492006.pdf). Acesso em: 29 set. 2019.

PARANÁ. **Elaboração do Plano das Bacias do Pirapó e Paranapanema 3 e 4: Produto 05 – Parte A: Estudos específicos – Reenquadramento de corpos d'água e plano para efetivação do enquadramento**. [Curitiba]: Águasparaná, 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1kcCj48J78DUSYuk79FgOGhcO7ePxRmUw/view>. Acesso em: 30 fev. 2021.

PAULA, M. O. M. A. **Ribeirão Água do Ema em Rolândia: uma abordagem ambiental**. Orientadora: Nilza Aparecida Freres Stipp, 2009, 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

PESSOA, M. C. P. Y. *et al.* Vulnerabilidade natural das grandes bacias hidrográficas brasileiras à tendência de contaminação de águas por agrotóxicos em função dos tipos de solos predominantes. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 16, jan-dez 2006, p. 39-52.

PHILIP, R. Module 1: Strateg planning. **Switch training kit: Integrated urban water management in the city of the future**. Freiburg: Iclei, 2011.

PORTO, F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo: IEA-USP, v. 22, n. 63, 2008, p. 43-60.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

QUEIROZ, M. M. F. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 4, out-dez 2010, p. 200-210. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/407>. Acesso em: 23 jun. 2020.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. 2. ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 1996.

RIBEIRO, M.M.R. *et al.* Bacias hidrográficas compartilhadas no Brasil e na Península Ibérica: buscando consensos via mecanismos de resolução de conflitos. *In*: PHILIPPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (ed.) **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p.1020-1046.

RINALDO, A.; GATTO, M.; RODRÍGUEZ-ITURBE, I. **River networks as ecological corridors: species, populations, pathogens**. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

ROLÂNDIA. **Lei n. 2.855 de 2001**. Cria o código ambiental do Município de Rolândia. Rolândia, PR: Câmara Municipal, 2001. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/r/rolandia/lei-ordinaria/2001/285/2855/lei-ordinaria-n-2855-2001-cria-o-codigo-ambiental-do-municipio-de-rolandia>. Acesso em: 30 set. 2020.

\_\_ \_\_ \_\_ \_\_. **Lei Complementar n.17 de 2006**. Dispõe sobre o código de posturas do Município de Rolândia, Estado do Paraná e dá outras providências. Rolândia, PR: Câmara Municipal, 2006. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/r/rolandia/lei-complementar/2006/1/17/lei-complementar-n-17-2006-dispoe-sobre-o-codigo-de-posturas-do-municipio-de-rolandia-estado-do-parana-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 30 set. 2020.

\_\_ \_\_ \_\_ \_\_. Conselho Municipal de Desenvolvimento do Meio Ambiente. **Pré-plano de ação da microbacia do Ribeirão do Ema – Rolândia**, Rolândia: CONDEMA, 2019. Relatório cedido pelo Instituto de Desenvolvimento Rural – Rolândia/PR.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986.  
SANTOS, H.G.; ZARONI, M.J.; CLEMENTE, E.P. Latossolos Vermelhos. **Árvore do conhecimento**: solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013a. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html)

SANTOS, H.G.; ZARONI, M.J.; CLEMENTE, E.P. Latossolos Vermelhos. **Árvore do conhecimento**: solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013b. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn362ja102wx5ok0liq1mqelqj5hh.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn362ja102wx5ok0liq1mqelqj5hh.html)

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHWENGBER, Cláudia Portellinha. **Aspectos históricos de Rolândia**. Cambé: W. A. Ricieri, 2003.

SEVILLA GUZMÁN, E. Sobre as perspectivas teórico-metodológicas da Agroecologia. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, maio-ago 2017.

SILVA, R.V. Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão. *In*: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias, 2003, Alfredo Wagner. **Anais** [...]. Florianópolis: PPGEA-UFSC, 2003. p. 74-86.

[SOAAN] SUSTAINABLE ORGANIC AGRICULTURE ACTION NETWORK. **Best practice guideline for agriculture & value chains**. version 1. Bonn: IFOAM, 2013. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/best-practice-guideline>. Acesso em:

SUN, X. *et al.* Influence of hydro-geomorphology, land-use and riparian zone characteristics on herbicide occurrence and distribution in sediments in Songhua River Basin, northeastern China. **Geoderma**, v. 193-194, fev. 2013, p. 156-164. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001670611200314X?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, ABRH, 2012.

[UN] UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. 3. ed. New York: UN, 2007.

[UNESCO] UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. Paris, 2018. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261424>. Acesso em: 25 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind**. Paris, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>. Acesso em: 25 ago. 2019.

[UNGA] UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY. **The Human Right to Water and Sanitation - A/RES/64/292**. United Nations, 2010. Disponível em: [https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/un\\_resolutions/a\\_res\\_64\\_292\\_e.pdf](https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/un_resolutions/a_res_64_292_e.pdf). Acesso em: 03 ago. 2019.

UZÊDA, M. C. *et al.* Paisagens agrícolas multifuncionais: intensificação ecológica e segurança alimentar. **Texto para discussão**, Brasília: EMBRAPA, n. 48, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1074186>. Acesso em: 24 abr. 2020.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo: IEA-USP, v. 19, n. 54, 2005, p. 153-164.

VILLALOBOS, J. *et al.* **Plano Municipal de recursos Hídricos**. Sarandi, Prefeitura Municipal de Sarandi - Pr, 2008.

VOGL, A.L. *et al.* Valuing investments in sustainable land management in the Upper Tana River basin, Kenya. **Journal of Environmental Management**, v. 195, jun. 2017, p. 78-91.

[WCED] WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report: Our Common Future**. Oslo: United Nations, 1987.

WONG, T. H. F.; BROWN, R. R. The water sensitive city: principles for practice. **Water Science & Technology – WST**, 60.3, p.673-682. London: IWA Publishing, 2009. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-pdf/60/3/673/448889/673.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

WONG, T.; BREEN, P.; LLOYD, S. **Water sensitive road design: design options for improving stormwater quality of road runoff**. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Technical report 00/1. Australia, ago. 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/265310419\\_Water\\_Sensitive\\_Road\\_Design\\_-\\_Design\\_Options\\_for\\_Improving\\_Stormwater\\_Quality\\_of\\_Road\\_Runoff](https://www.researchgate.net/publication/265310419_Water_Sensitive_Road_Design_-_Design_Options_for_Improving_Stormwater_Quality_of_Road_Runoff). Acesso em: 02 jun. 2020.

## APÊNDICE A – Comparativo das normas de potabilidade da água

### Normas que compõem a tabela:

- Organização Mundial da Saúde [OMS]: Guidelines for Drinking-water Quality, 4.ed.;
- União Europeia [EU]: Diretiva 98/83/CE;
- Suíça: Ordonnance du DFI 817.022.11/2016;
- Austrália: Australian Drinking Water Guidelines 6/2011 / Version 3.5 updated 08/2018;
- Canadá: Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table - Health Canada, 09/2020;
- Japão: MHIW – Diagram 13: Drinking Water Quality Standards in Japan, 04/2015; Diagram 14: Target Value for complementary Items, 04/2015);
- Brasil: Anexo XX da Portaria MS 5/2017.

**Tabela 1** - Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
<i>Enterococos</i>	n/100 ml	-	0	0	-	-	-	-
<i>Escherichia coli (E. coli)</i>	n/100 ml	-	0	0	0	0	0	0
Aerobic mesophilic germs	n/100 ml	-	-	20	-	-	-	-
<i>Clostridium perfringens (including spores)</i>	n/100 ml	-	0	-	-	-	-	-
Common bacteria	n/100 ml	-	-	-	-	-	10	-
Coliform bacteria	n/100 ml	-	0	-	-	-	-	-
Total coliforms	n/100 ml	-	-	-	-	0	-	-
Acephate	µg/l	-	-	-	8	-	-	-
Acrylamide	µg/l	0,5	0,1	0,1	0,2	-	-	0,5
Alaclor	µg/l	20	-	-	-	-	-	20

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Aldicarb	µg/l	10	-	-	4	proibido	-	10: somado a Aldicarbe-sulfona e Aldicarbe-sulfoxido
Aldrin	µg/l	0,03:somado a Dieldrin	0,03	0,03	0,03:somado a Dieldrin	proibido	-	0,03: somado a Dieldrin
Aluminium	µg/l	200 VO	200	200	200 OE	200 VO	200	200
Ametryn	µg/l	-	-	-	70	-	-	-
Amitraz	µg/l	R	-	-	9	-	-	-
Amitrole	µg/l	-	-	-	0,9	-	-	-
Ammonia (NH3)	mg/l	NE	-	0,1-0,5	0,5 OE	-	-	1,5
Ammonium	µg/l	-	500	-	-	-	-	-
Antimony	µg/l	20	5	5	3	6	-	5
Arsenic	µg/l	10	10	10	10	10	10	10
Asulam	µg/l	-	-	-	70	-	-	-
Atrazine	µg/l	100	-	-	20	5	-	2
Azinphos-methyl	µg/l	-	-	-	30	20	-	-
Barium	mg/l	1,3	-	-	2,0	2,0	-	0,7
Benomyl	µg/l	-	-	-	90	-	-	120: somado a Carbendazim
Bentazone	µg/l	500 HB	-	-	400	-	-	-
Benzene	µg/l	10	1	1	1	5	10	5
Benzo-(a)-pyrene	µg/l	-	-	0,01	-	0,04	-	0,7
Beryllium	µg/l	NE	-	-	60	-	-	-
Bioresmethrin	µg/l	-	-	-	100	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Boron	mg/l	2,4	1	1	4	5	1	-
Bromacil	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Bromate	µg/l	10	10	10	20	10	10	10
Bromodichloromethane (BDCM)	µg/l	60	-	-	-	-	30	-
Bromoform	µg/l	100	-	-	-	-	90	-
Bromophos-ethyl	µg/l	-	-	-	10	-	-	-
Bromoxynil	µg/l	-	-	-	10	5	-	-
Cadmium	µg/l	3	5	3	2	7	3	5
Captan	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Carbaryl	µg/l	NE	-	-	30	90	-	-
Carbendazim	µg/l	-	-	-	90	-	-	120: somado a Benomil
Carbofuran	µg/l	7	-	-	10	90	-	7
Carbon tetrachloride	µg/l	4	-	-	3	2	2	4
Carbophenothion	µg/l	-	-	-	0,5	-	-	-
Carboxin	µg/l	-	-	-	300	-	-	-
Carfentrazone-ethyl	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Chloramines	mg/l	-	-	-	-	-	-	4
Chlorantraniliprole	mg/l	-	-	-	6	-	-	-
Chlorate	mg/l	0,7	-	0,2	-	1	0,6	-
Chlordane	µg/l	0,2	-	-	2	proibido	-	0,2
Chlorfenvinphos	µg/l	-	-	-	2	-	-	-
Chloride	mg/l	NE	250	-	250 OE	250	200	250
Chlorine	mg/l	5	-	0,1	5 / 0,6 OE	NE	1	5
Chlorine dioxide	µg/l	NE	-	50	400 OE	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Chlorite	mg/l	0,7	-	0,2	0,8	1,0	-	1,0
Chloroacetic acid	µg/l	-	-	-	150	-	20	-
Chlorobenzene	µg/l	-	-	-	300 /10 OE	-	-	-
Chloroform	µg/l	300	-	-	-	-	60	-
2-Chlorophenol	µg/l	NE	-	-	300 /0,1 OE	-	-	-
Chlorothalonil	µg/l	R	-	-	50	-	-	-
Chlorotoluron	µg/l	30	-	-	-	-	-	-
Chloroxuron	µg/l	-	-	-	10	-	-	-
Chlorpyrifos	µg/l	30	-	-	10	90	-	30: somado a Chloripyrifos- oxon
Chlorsulfuron	µg/l	-	-	-	200	-	-	-
Chromium (Cr(VI))	µg/l	50	50	50 (VI = 20)	50	50	50	50
Clopyralid	mg/l	-	-	-	2,0	-	-	-
Cloral hydrate (Trichloroacetaldehyde)	µg/l	NE	-	-	100	-	-	-
Colour (true)	HU / TCU	-	aceitável ao consumidor e sem alteração anormal	-	15	15	5 degree	15
Conductivity		-	2500 µg/S cm-1 at 20oC	-	-	-	-	-
Copper	mg/l	2	2	1	2 / 1 OE	2	1	2
Cyanazine	µg/l	0,6	-	-	-	-	-	-
Cyanide	µg/l	NE	50	50	80	200	-	70
Cyanide ions	µg/l	-	-	-	-	-	10	-
Cyanobacterial toxins	µg/l	-	-	-	-	1,5	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Cyanobacterial toxins - Microcystins	µg/l	1	-	-	1,3	-	-	1
Cyanogen chloride	µg/l	NE	-	-	80	-	10	-
Cyanuric acid	mg/l	40	-	-	-	-	-	-
Cyfluthrin, Beta-cyflutrin	µg/l	-	-	-	50	-	-	-
Cypermethrin isomers	µg/l	R	-	-	200	-	-	-
Cyprodinil	µg/l	-	-	-	90	-	-	-
2,4-D [(2,4-Diclorophenoxy) acetic acid]	µg/l	30	-	-	30	100	-	30: somado a 2,4,5T
2,4-DB	µg/l	90	-	-	-	-	-	-
DDT	µg/l	1	-	-	9	proibido	-	1: somado a DDD e DDE
Deltamethrin	µg/l	R	-	-	40	-	-	-
Di(2-ethylhexyl) phthalate	µg/l	8	-	-	10	-	-	8
Diazinon	µg/l	R	-	-	4	20	-	-
1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	µg/l	1	-	-	-	-	-	-
Dibromochloromethane (DBCM)	µg/l	100	-	-	-	-	100	-
1,2-Dibromoethane	µg/l	0,4	-	-	-	-	-	-
Dicamba	µg/l	-	-	-	100	120	-	-
Dichlobenil	µg/l	-	-	-	10	-	-	-
Dichloroacetic acid (DCA)	µg/l	50	-	-	100	-	30	-
Dichloroacetonitrile	µg/l	20	-	-	-	-	-	-
1,2-Dichlorobenzene	mg/l	1	-	-	1,5 / 0,001 OE	0,2 / 0,003 OE	-	0,01
1,3-Dichlorobenzene	µg/l	NE	-	-	20 OE	-	-	-
1,4-Dichlorobenzene	µg/l	300	-	-	40 / 0,3 OE	5 / 1 OE	-	30,0
1,2-Dichloroethane	µg/l	30	3	20	3	5	-	10

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
1,1-Dichloroethene	µg/l	NE	-	-	30	-	-	30
1,2-Dichloroethene	µg/l	50	-	-	60	-	-	50
1,1-Dichloroethylene	µg/l	-	-	-	-	14	-	-
1,2-Dichloroethylene (cis, trans)	µg/l	-	-	-	-	-	40	-
Dichloromethane (methylene chloride)	µg/l	20	-	20	4	50	20	20
2,4-Dichlorophenol	µg/l	NE	-	-	200 / 0,3 OE	900 / 0,3 OE	-	-
1,2-Dicloropropane (1,2 DCP)	µg/l	40	-	-	-	-	-	-
1,3-Dichloropropene	µg/l	20	-	-	100	-	-	-
Dichlorprop / Dichlorprop-P	µg/l	100	-	-	100	-	-	-
Dichlorvos	µg/l	20 HB	-	-	5	-	-	-
Diclofop-methyl	µg/l	-	-	-	5	9	-	-
Dicofol	µg/l	10 HB	-	-	4	-	-	-
Dieldrin	µg/l	-	0,03	0,03	ver Aldrin	-	-	ver Aldrin
Diethylexyl phtalate	µg/l	-	-	-	-	-	-	-
Difenzoquat	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Diflubenzuron	µg/l	NEA	-	-	70	-	-	-
Dimethoate	µg/l	6	-	-	7	20	-	-
Dimethylbenzene	µg/l	-	-	3	-	-	-	-
1,4-Dioxane	µg/l	50	-	6	-	-	50	-
Diphenamid	µg/l	-	-	-	300	-	-	-
Diquat	µg/l	30 HB	-	-	7	70	-	-
Dissolved oxygen	%	-	-	-	> 85%	-	-	-
Disulfoton	µg/l	-	-	-	4	-	-	-
Diuron	µg/l	-	-	-	20	150	-	90

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
2,2-DPA	µg/l	-	-	-	500	-	-	-
EDB	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Edetic acid (EDTA)	µg/l	600	-	-	-	-	-	-
Endosulfan	µg/l	NE	-	-	20	-	-	20
Endothal	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Endrin	µg/l	0,6	-	-	-	proibido	-	0,6
Epichlorohydrin (chloromethyloxirane)	µg/l	0,4	0,1	0,1	0,5	-	-	-
EPTC	µg/l	-	-	-	300	-	-	-
Esfenvalerate	µg/l	-	-	-	30	-	-	-
ETBE	µg/l	-	-	5 somado a MTBE	-	-	-	-
Ethion	µg/l	-	-	-	4	-	-	-
Ethoprophos	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Ethylbenzene	µg/l	300	-	3	300 / 3 OE	140 / 1,6 OE	-	200
Ethylene thiourea	µg/l	R	-	-	9	-	-	-
Ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA)	µg/l	-	-	200	250	-	-	-
Etridiazole	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Fenamiphos	µg/l	R	-	-	0,5	-	-	-
Fenarimol	µg/l	-	-	-	40	-	-	-
Fenitrothion	µg/l	NE	-	-	7	-	-	-
Fenoprop	µg/l	9	-	-	10	-	-	-
Fensulfothion	µg/l	-	-	-	10	-	-	-
Fenthion	µg/l	-	-	-	7	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Fenvalerate	µg/l	-	-	-	60	-	-	-
Fipronil	µg/l	-	-	-	0,7	-	-	-
Flamprop-methyl	µg/l	-	-	-	4	-	-	-
Fluometuron	µg/l	-	-	-	70	-	-	-
Fluoride	mg/l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8	1,5
Fluproponate	µg/l	-	-	-	9	-	-	-
Formaldehyde	µg/l	NE	-	-	500	-	80	-
Formothion	µg/l	R	-	-	50	-	-	-
Fosamine	µg/l	-	-	-	30	-	-	-
Geosmin	µg/l	-	-	-	-	-	0,01	-
Glyphosate	mg/l	NE	-	-	1	0,28	-	0,5: somado a Aminomethylp hosponic
Haloacetic acids (HAAs) - total	µg/l	-	-	-	-	80	-	80
Halogenated hydrocarbons	µg/l	-	-	10	-	-	-	-
Haloxypop	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Hardness (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	NE	-	-	200 OE	800-1000 OE	300	500
Heptachlor	µg/l	NE	0,03	0,03	0,3	proibido	-	-
Heptachlorepoide	µg/l	NE	0,03	0,03	-	proibido	-	-
Hexachlorobutadiene	µg/l	0,6	-	-	0,7	-	-	-
Hexaflurate	µg/l	-	-	-	30,0	-	-	-
Hexazinone	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Hydrocarbon index	µg/l	-	-	20	-	-	-	-
Hydrogen sulfide	µg/l	NE	-	-	50 OE	-	-	100
Hydroxyatrazine	µg/l	200	-	-	-	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Imazapyr	mg/l	-	-	-	9	-	-	-
Iodide	µg/l	-	-	-	500	-	-	-
Iprodione	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Iron	µg/l	NE	200	200	300 OE	300 OE	300	300
Isoproturon	µg/l	9	-	-	-	-	-	-
Lanthanum	µg/l	-	-	-	2	-	-	-
Lead	µg/l	10	10	10	10	5	10	10
Lindane	µg/l	2	-	-	10	proibido	-	2
Malathion (Maldison)	µg/l	NE	-	-	70	190	-	-
Mancozeb	µg/l	-	-	-	-	-	-	180
Manganese	µg/l	NE	50	50	500 / 100	120 / 20 OE	50	100
MCPA	µg/l	700 HB	-	-	40	100	-	-
Mecropop	µg/l	10	-	-	-	-	-	-
Mercury	µg/l	6	1	1	1	1	0,5	1
Metaldhyde	µg/l	-	-	-	20	-	-	-
Methamidophos	µg/l	R	-	-	-	-	-	12
Methidathion	µg/l	-	-	-	6	-	-	-
Methiocarb	µg/l	-	-	-	7	-	-	-
Metholachlor	µg/l	10	-	-	-	-	-	-
Methomyl	µg/l	R	-	-	20	-	-	-
Methoxychlor	µg/l	20	-	-	300	proibido	-	-
Methyl bromide	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Methylbenzene	µg/l	-	-	3	-	-	-	-
2-Methylisobolneol	µg/l	-	-	-	-	-	0,01	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Methylisothiocyanate	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Metolachlor / s-Metolachlor	µg/l	-	-	-	300	50	-	10
Metribuzin	µg/l	-	-	-	70	80	-	-
Metsulfuron-methyl	µg/l	-	-	-	40	-	-	-
Mevinphos	µg/l	-	-	-	5	-	-	-
Molinate	µg/l	6	-	-	4	-	-	6
Molybdenum	µg/l	NE	-	-	50	-	-	-
Monochloramine	mg/l	3	-	-	3	-	-	-
Monochloroacetic acid	µg/l	20	-	-	-	-	-	-
Monochlorobenzene	µg/l	NE	-	-	-	80 / 30 OE	-	120
Monocrotophos	µg/l	R	-	-	2	-	-	-
MTBE	µg/l	-	-	ver ETBE	-	15 OE	-	-
N-Nitrosodimethylamine (NDMA)	µg/l	0,1	-	-	0,1	0,04	-	-
Napropamide	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Nicarbazin	mg/l	-	-	-	1	-	-	-
Nickel	µg/l	70	20	20	20	-	-	70
Nitralin	µg/l	-	-	-	500	-	-	-
Nitrate	mg/l	50	50	40	50	45	10	10
Nitrate-nitrogen	mg/l	-	-	-	-	10	-	-
Nitrilotriacetic acid (NTA)	µg/l	200	-	200	200	400	-	-
Nitrite	mg/l	3	0,5	0,1	3	3	10	1
Nitrite-nitrogen	µg/l	-	-	-	-	1000	40	-
Nonionic surface active agent	µg/l	-	-	-	-	-	20	-
Norflurazon	µg/l	-	-	-	50	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Omethoate	µg/l	-	-	-	1	-	-	-
Organic carbon total	mg/l	-	sem alteração anormal	≤ 2	-	-	3	-
Oryzalin	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Oxamyl	µg/l	R	-	-	7	-	-	-
Oxidisability (O2)	mg/l	-	5	-	-	-	-	-
Ozone	µg/l	-	-	50	-	-	-	-
Paraquat	µg/l	-	-	-	20	-	-	-
Paraquat dichloride	µg/l	-	-	-	-	10	-	-
Paraquathion	µg/l	-	-	-	-	7	-	-
Parathion	µg/l	NE	-	-	20	proibido	-	-
Parathion-methyl	µg/l	-	-	-	0,7	proibido	-	9
Pebulate	µg/l	-	-	-	30	-	-	-
Pendimethalin	µg/l	20	-	-	400	-	-	20
Pentachlorophenol	µg/l	9	-	-	10	60 / 30 OE	-	9
Perchlorate	µg/l	70	-	4	-	-	-	-
Perfluorohexane sulfonate (PFHxS)	µg/l	-	-	0,3	ver PFOS	-	-	-
Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	µg/l	-	-	0,3	0,07: somado PFHxS	0,6	-	-
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	µg/l	-	-	0,5	0,56	0,2	-	-
Permethrin	µg/l	NR	-	-	200	-	-	20
Pesticides	µg/l	-	0,1	0,1	-	-	-	-
Pesticides (sum)	µg/l	-	0,5	0,5	-	-	-	-
pH	µg/l	NE	6,5 - 9,5	-	6.5 - 8.5	7 - 10,5	5,8 - 8,6	-
Phenols	µg/l	-	-	-	-	-	5	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Phorate	µg/l	R	-	-	-	2	-	-
Phosphate	mg/l	-	-	1	-	-	-	-
Picloram	µg/l	-	-	-	300	190	-	-
Piperonyl butoxide	µg/l	-	-	-	600	-	-	-
Pirimicarb	µg/l	-	-	-	7	-	-	-
Pirimiphos methyl	µg/l	NR	-	-	90	-	-	-
Pirimiphos-ethyl	µg/l	-	-	-	0,5	-	-	-
Polihexanide	µg/l	-	-	-	700	-	-	-
Polycyclic-benzo[a]pyrene	µg/l	0,7	-	-	-	-	-	-
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	µg/l	-	0,1	0,1	0,01	-	-	-
Profenofos	µg/l	-	-	-	0,3	-	-	60
Propachlor	µg/l	-	-	-	70	-	-	-
Propanil	µg/l	NE	-	-	700	-	-	-
Propargite	µg/l	-	-	-	7	-	-	-
Propazine	µg/l	-	-	-	50	-	-	-
Propiconazole	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Propyzamide	µg/l	-	-	-	70	-	-	-
Pyrasulfotole	µg/l	-	-	-	40	-	-	-
Pyrazophos	µg/l	-	-	-	20	-	-	-
Pyroxsulam	mg/l	-	-	-	4	-	-	-
Quintozene	µg/l	R	-	-	30	-	-	-
Saxitoxins	µg/l	-	-	-	-	-	-	3
Selenium	µg/l	40	10	10	10	50	10	10
Silica	mg/l	-	-	-	80 OE	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Silicate	mg/l	-	-	5	-	-	-	-
Silver	µg/l	NE	-	100	100	-	-	-
Simazine	µg/l	2	-	-	20	10	-	2
Sodium	mg/l	NE	200	200	180 OE	200 OE	200	200
Sodium dichloroisocyanurate	mg/l	50	-	-	-	-	-	-
Spirotetramat	µg/l	-	-	-	200	-	-	-
Strontium	mg/l	-	-	-	-	70	-	-
Styrene (vinylbenzene)	µg/l	20	-	-	30 / 4	-	-	20
Sulphate	mg/l	NE	250	-	250 OE	500 OE	-	250
Sulphide	µg/l	-	-	-	-	50 OE	-	-
Sulprofos	µg/l	-	-	-	10	-	-	-
Surfactants (Anionic surface agent)	µg/l	-	-	-	-	-	200	500
2,4,5-T (2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid)	µg/l	9	-	-	100	proibido	-	ver 2,4D
Taste and odour	µg/l	-	aceitável ao consumidor e sem alteração anormal	-	-	inofensivo	não anormal	intensidade 6
Tebuconazole	µg/l	-	-	-	-	-	-	180
Temephos	µg/l	NEA	-	-	400	proibido	-	-
Temperature	°C	-	-	-	-	≤ 15 °C	-	-
Terbacil	µg/l	-	-	-	200	-	-	-
Terbufos	µg/l	-	-	-	0,9	1	-	1,2
Terbutylazine	µg/l	7	-	-	10	-	-	-
Terbutryn	µg/l	-	-	-	400	-	-	-
Tetrachloroethane	µg/l	-	10	-	-	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Tetrachloroethene	µg/l	40	-	-	50	-	-	40
Tetrachloroethylene	µg/l	-	-	10	-	10	10	-
Tetrachloromethane	µg/l	-	-	2	-	-	-	-
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	µg/l	-	-	-	-	100 / 1 OE	-	-
Tetrachlorvinphos	µg/l	-	-	-	100	-	-	-
Thiobencarb	µg/l	-	-	-	40	-	-	-
Thiometon	µg/l	-	-	-	4	-	-	-
Thiophanate	µg/l	-	-	-	5	-	-	-
Thiram	µg/l	-	-	-	7	-	-	-
Toltrazuril	µg/l	-	-	-	4	-	-	-
Toluene	µg/l	700	-	-	800 / 25 OE	60 / 24 OE	-	170
Total dissolved solids	mg/l	NE	-	-	600 OE	500 OE	500	1000
Triadimefon	µg/l	-	-	-	90	-	-	-
Tributyltin oxide	µg/l	R	-	-	1	-	-	-
Trichlorfon	µg/l	R	-	-	7	-	-	-
Trichloroacetic acid	µg/l	200	-	-	100	-	30	-
1,2,3-Trichlorobenzenes (TCB)	µg/l	-	-	-	-	-	-	20
1,2,4-Trichlorobenzenes (TCB)	µg/l	-	-	-	-	-	-	20
1,3,5-Trichlorobenzenes (TCB)	µg/l	-	-	-	-	-	-	20
Trichlorobenzenes (totais)	µg/l	NE	-	-	30 / 5 OE	-	-	-
Trichloroethane	µg/l	-	10	-	-	-	-	-
Trichloroethene	µg/l	20	-	-	-	-	-	20
Trichloroethylene	µg/l	-	-	10	-	5	10	-
2,4,6-Trichlorophenol	µg/l	200	-	-	20 / 2 OE	5 / 2 OE	-	20

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (continua)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Triclopyr	µg/l	-	-	-	20	-	-	-
Trifluralin	µg/l	20	-	-	90	45	-	20
Trihalomethanes (THMs) (Total)	µg/l	-	100	50	250	100	100	100
Turbidity	não específico	-	aceitável ao consumidor e sem alteração anormal	-	5 uT	≤ 1 uT	2 degree	5 uT
Uranium	µg/l	30	-	30	17	20	-	30
Vernolate	µg/l	-	-	-	40	-	-	-
Vinyl chloride (chloroethene)	µg/l	0,3	0,5	0,5	0,3	2	-	2
Xylene	µg/l	500	-	-	600 / 20 OE	90 / 20 OE	-	300
Zinc	mg/l	NE	-	5	3 OE	5 OE	1	5
Americium-241	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Caesium-134	Bq/l	10	-	-	-	-	-	-
Caesium-137	Bq/l	10	-	-	-	10	-	-
Carbon-14	Bq/l	100	-	-	-	-	-	-
Iodine-131	Bq/l	10	-	-	-	6	-	-
Lead-210	Bq/l	0,1	-	-	-	0,2	-	-
Plutonium-239	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Polonium-210	Bq/l	0,1	-	-	-	-	-	-
Radium-226	Bq/l	1	-	-	-	0,5	-	1
Radium-228	Bq/l	0,1	-	-	-	-	-	0,1
Radon	Bq/l	0,1	-	≤100	-	x	-	-
Strontium-90	Bq/l	10	-	-	-	5	-	-
Uranium-234	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Uranium-238	Bq/l	10	-	-	-	-	-	-

**Tabela 13 – Comparativo das normas de potabilidade da água (conclusão)**

Substância	Unidade	OMS	UE	Suíça	Austrália	Canadá	Japão	Brasil
Thorium-228	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Thorium-230	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Thorium-232	Bq/l	1	-	-	-	-	-	-
Tritium	Bq/l	10000	100	≤100	-	7000	-	-
DI (dose global)	msv/year	0,1	0,1	≤0,1	-	-	-	-
Substâncias orgânicas com potencial genotóxico sem dados suficientes	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Substâncias orgânicas sem potencial genotóxico, mas com potencial de toxicidade elevada, média ou baixa	-	-	-	10	-	-	-	-

Legenda:

NE = valor de orientação não estabelecido.

R = removido da lista de valores de referência. Improvável de ser encontrado na água potável.

HB (health-based) = valor baseado na saúde. Quando um valor de orientação formal não é estabelecido, mas houver motivo de preocupação no local.

NEA = valor de orientação não estabelecido para tratamento de vetores em água potável.

NR = não recomendado para o tratamento de água potável.

OE = valor para objetivo estético.

VO = valor para objetivo operacional.

HU (Hazen unit) e TCU (true colour units) = valores numéricos idênticos.

## **APÊNDICE B – Sistema Agroflorestal desenvolvido por Terra Planta**

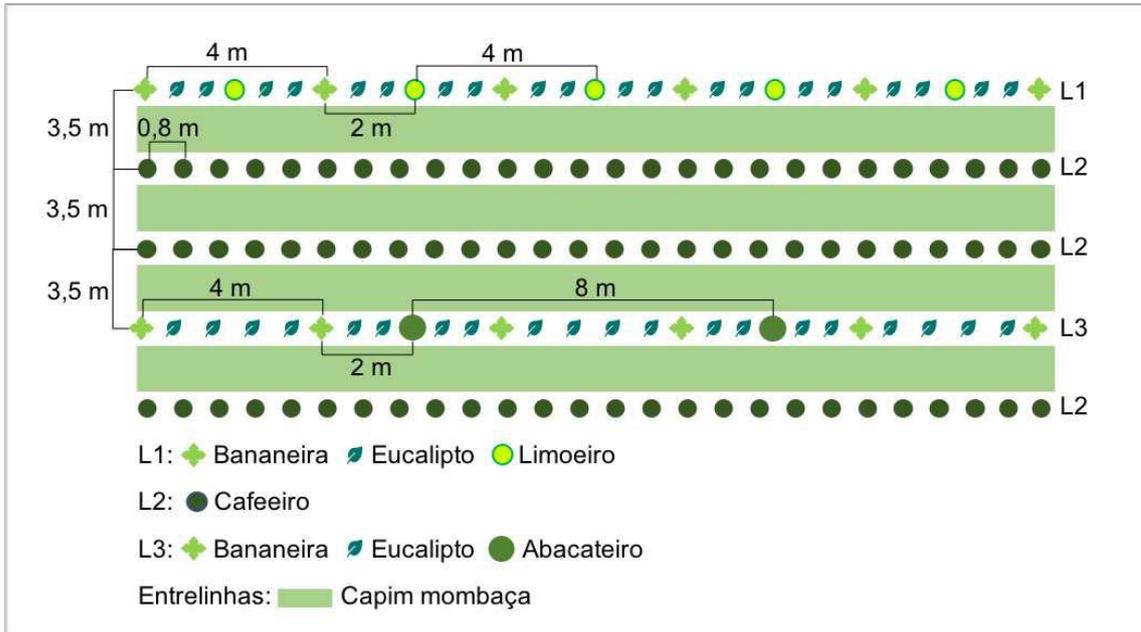
Os detalhes do sistema de cultivo desenvolvido e implantado pela empresa produtora de alimentos orgânicos, Terra Planta, foram concedidos por seu proprietário Eduardo Carriça, por meio de uma entrevista não estruturada realizada através do aplicativo de mensagens WhatsApp. De acordo com Carriça, o sistema de cultivo agroflorestal desenvolvido pela Terra Planta e implantado na Fazenda Santa Rosa baseia-se no conceito de agrofloresta sucessional, sendo que os detalhes de referido conceito estão detalhados na revisão de literatura. Dessa forma, embora a implantação de mencionado sistema seja realizada em um só momento, a escolha das culturas é feita de modo que se obtenha a produção em três etapas distintas e sucessivas, nos termos seguintes: (i) culturas de crescimento rápido, com ciclo inferior a um ano, (ii) culturas perenes e (iii) culturas de plantas madeireiras.

As culturas de crescimento rápido foram introduzidas no sistema com o intuito de construir-se as condições necessárias para as culturas perenes. Nesse sentido, as culturas de crescimento rápido correspondem às espécies pioneiras de um sistema de sucessão ecológica (GLIESSMAN, 2015). Dentre as espécies selecionadas para esta categoria, encontram-se o feijão, o milho e a mandioca. Embora tenha um ciclo mais longo comparada às demais espécies pioneiras, a bananeira também foi utilizada no sistema com a mesma finalidade.

Por sua vez, as culturas perenes utilizadas foram o café, o abacate e o limão, sendo que o primeiro é o principal produto. Em todo o sistema foram semeadas plantas madeireiras como o jatobá e o araribá. Essas árvores são manejadas com podas durante todo o ciclo produtivo das culturas perenes. Após a retirada das culturas perenes, as plantas madeireiras apresentam seu desenvolvimento mais acentuado, sendo cortadas em seguida. Ademais, tem-se nas entrelinhas o capim mombaça, que é utilizado para cobertura do solo e produção de biomassa para a adubação de todo o sistema.

Nas figuras abaixo, encontra-se a representação do arranjo adotado pela Terra Planta para o cultivo de café sombreado. Constam da Figura 14 as culturas perenes juntamente com a bananeira, enquanto a Figura 15 apresenta em detalhe as plantas de crescimento rápido colocadas entre as plantas perenes da L1 e L3. Por sua vez, na figura 16 têm-se o arranjo detalhado das linhas do tipo L2.

**Figura 14** - Representação do arranjo do sistema agroflorestal: culturas perenes

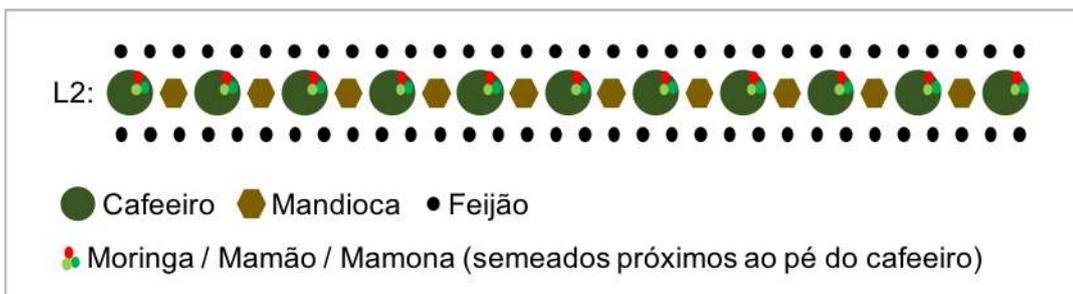


**Figura 15** - Representação em detalhe da L1: espécies de crescimento rápido entre as culturas perenes



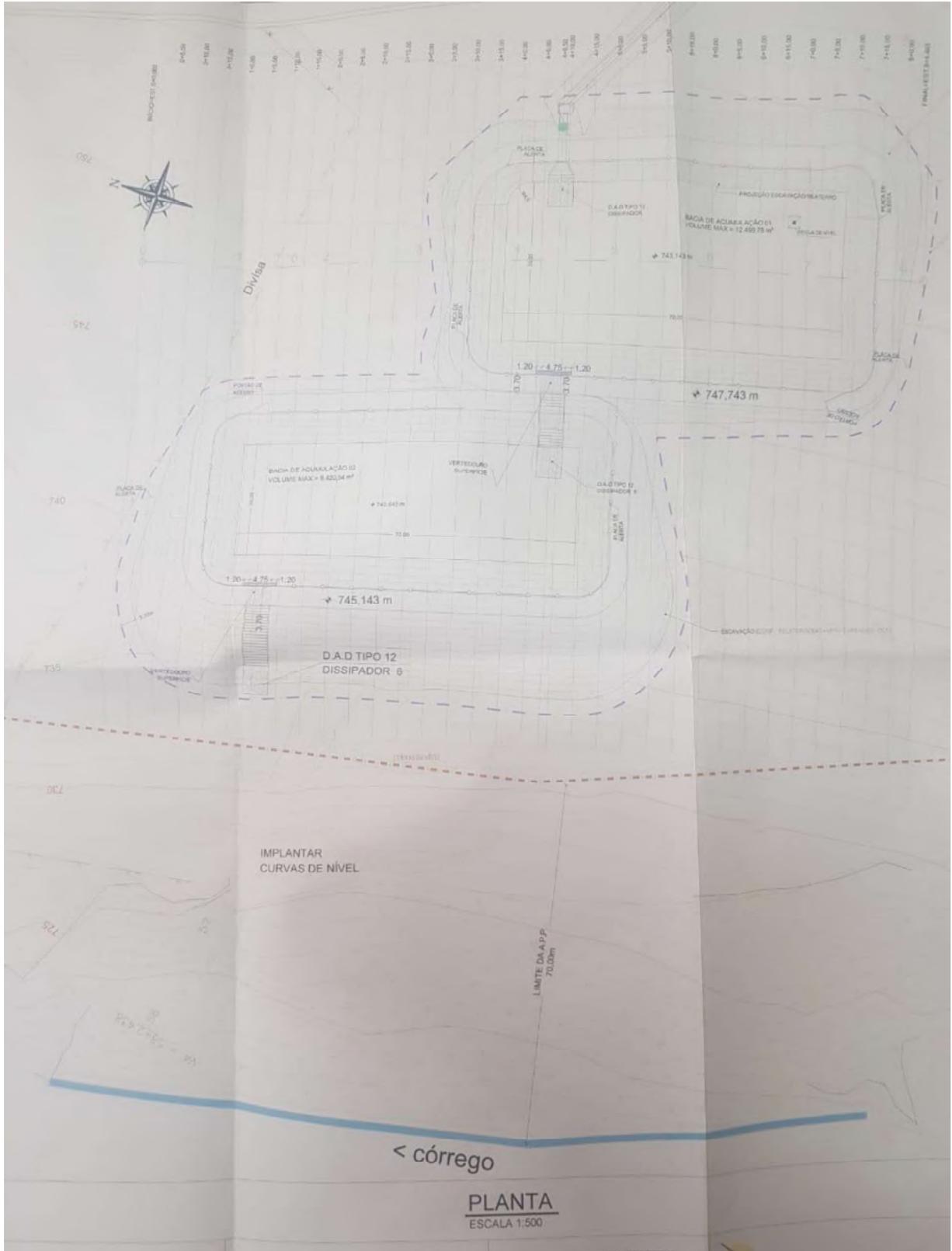
A mesma ordem das espécies de crescimento rápido descrita na L1 foi aplicada na L3, tendo as duas linhas arranjos semelhantes.

**Figura 16** - Representação em detalhe da L2: linhas de cafeeiros com espécies de crescimento rápido



Segundo Carriça, embora a produção de grãos como a soja, por exemplo, seja bastante comum na região em que se localizam a Fazenda Santa Rosa e a microbacia do Ribeirão Ema, esse tipo de cultura não é indicado como o principal produto de um sistema agroflorestal. Carriça justifica que a viabilidade econômica desse tipo de cultura ainda depende do plantio adensado e de tecnologias incompatíveis com o sistema agroflorestal, como os grandes e pesados maquinários agrícolas. Dessa forma, as práticas necessárias para a produção da soja acabam por comprometer o trabalho de reestruturação do solo e restauração do ecossistema.

**ANEXO A – Projeto das bacias de contenção para PR 444**  
(Viapar e Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município de Rolândia)



Fonte: Documento fornecido pela Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município de Rolândia

**ANEXO B – Análise da água do ponto de captação da Sanepar**  
(Fornecido pela Sanepar)

	<b>GACF Curitiba</b> Rua Engenheiro Antonio Batista Ribas nº 151 - CEP: 82800-130 tel:(41)3330-7151 - Tarumã - Curitiba																									
	<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-47 Versão 00</b>																									
<b>Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.</b>																										
<b>Número da amostra:</b> 18550/20 <b>Cliente:</b> GRAR - 420 <b>Endereço:</b> Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR <b>Tipo de Amostra:</b> Captação Ema - In natura <b>Ponto de Coleta:</b> I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia <b>Unidade de Tratamento:</b> 2301	<b>Id. Pto:</b> I 001  <b>Localidade:</b> 230 Rolândia																									
<b>Data/horário de coleta:</b> 04/08/2020 - 09:5 <b>Data/horário do recebimento:</b> 04/08/2020 - 15:40	<b>Chuvas:</b> Não	<b>Coletor:</b> Newton Toshio Egashira																								
<b>Dados Referentes aos Ensaios</b>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensaio</th> <th>Resultado</th> <th>Unidade de Medida</th> <th>Método</th> <th>LQM</th> <th>LDM</th> <th>Data</th> <th>Sala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cloreto</td> <td>&lt; 1,52</td> <td>mg/L</td> <td>IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993</td> <td>5,00</td> <td>1,52</td> <td>08/08/20</td> <td>CWB-FQA</td> </tr> <tr> <td>Sulfato</td> <td>&lt; 1,52</td> <td>mg/L</td> <td>IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993</td> <td>5,00</td> <td>1,52</td> <td>08/08/20</td> <td>CWB-FQA</td> </tr> </tbody> </table>	Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala	Cloreto	< 1,52	mg/L	IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993	5,00	1,52	08/08/20	CWB-FQA	Sulfato	< 1,52	mg/L	IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993	5,00	1,52	08/08/20	CWB-FQA		
Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala																			
Cloreto	< 1,52	mg/L	IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993	5,00	1,52	08/08/20	CWB-FQA																			
Sulfato	< 1,52	mg/L	IC - EPA 300.0 - Revisão 2.1 - 1993	5,00	1,52	08/08/20	CWB-FQA																			
<b>Observações:</b> - Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório. - Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado. - Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados. - Amostragem realizada pelo cliente.																										
<b>Endereço das Salas de Ensaios</b> Curitiba - Tarumã - Rua Engenheiro Antonio Batista Ribas nº 151 CEP: 82800-130 IAPCCL 026 CWB-FQA - GACF Curitiba - Físico-Químico Água																										
<b>Legendas e Informações</b> Legendas e Informações: LQM - Limite de Quantificação do Método LDM - Limite de Detecção do Método																										
<b>Autenticação:</b> 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2																										
<b>Data</b> 02/10/2020																										



## GACF Londrina

Avenida Presidente Juscelino Kubitschek nº 1132 - CEP: 86020-381  
tel:(43)3373-4313 - Jardim Los Angeles - Londrina

### RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-48 Versão 00

Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.							
Número da amostra:	18550/20						
Cliente:	GRAR - 420						
Endereço:	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR						
Tipo de Amostra:	Captação Ema - In natura					Id. Pto: 1 001	
Ponto de Coleta:	1 001 Rio Ema-Centro-Rolândia						
Unidade de Tratamento:	2301					Localidade: 230 Rolândia	
Data/horário de coleta:	04/08/2020 - 09:5	Chuvas:	Não				Coletor: Newton Toshio Egashira
Data/horário do recebimento:	04/08/2020 - 15:40						
Dados Referentes aos Ensaio							
Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala
Acrilamida	< 0,060	ug/L	LC-MS - IT nova LDA e CAC	0,200	0,060	21/08/20	LDA-GCM S
Alaclor	< 0,060	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,200	0,060	26/08/20	LDA-GCM S
Aldrin+Dieldrin	< 0,006	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,020	0,006	26/08/20	LDA-GCM S
Atrazina	< 0,060	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,200	0,060	26/08/20	LDA-GCM S
Benzeno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Benzo(a)pireno	< 0,030	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,100	0,030	26/08/20	LDA-GCM S
Clordano (isômeros)	< 0,015	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,050	0,015	26/08/20	LDA-GCM S
DDT (p,p'DDT+p,p'DDE+p,p'DDD)	< 0,030	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,100	0,030	26/08/20	LDA-GCM S
Diclorometano	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Endossulfan(I+II+Sulfato)(a,b,sais)	< 0,030	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,100	0,030	26/08/20	LDA-GCM S
Endrin	< 0,0300	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,1000	0,0300	26/08/20	LDA-GCM S
Estireno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Etilbenzeno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Glifosato	< 30,000	ug/L	LC-MS - IT/LAB/1832	100,000	30,000	21/08/20	LDA-GCM S
Lindano (g-HCH)	< 0,006	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,020	0,006	26/08/20	LDA-GCM S
Metolacoloro	< 0,030	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,100	0,030	26/08/20	LDA-GCM S
Pentaclorofenol	< 0,750	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	2,500	0,750	21/08/20	LDA-GCM S
Simazina	< 0,060	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,200	0,060	26/08/20	LDA-GCM S
Tetracloreto de Carbono	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Tetracloreto de eteno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Tolueno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S

É permitida a reprodução total deste documento. Reprodução parcial somente com a autorização por escrito do emitente.

	<b>GACF Londrina</b>
	Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck nº 1132 - CEP: 86020-381 tel:(43)3373-4313 - Jardim Los Angeles - Londrina
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-48 Versão 00</b>	

<b>Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.</b>	
Número da amostra:	18550/20
Cliente:	GRAR - 420
Endereço:	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR
Tipo de Amostra:	Captação Ema - In natura <span style="float: right;">Id. Pto: 1 001</span>
Ponto de Coleta:	1 001 Rio Ema-Centro-Rolândia
Unidade de Tratamento:	2301 <span style="float: right;">Localidade: 230 Rolândia</span>
Data/horário de coleta:	04/08/2020 - 09:5 <span style="float: right;">Chuvras: Não</span>
	<span style="float: right;">Coletor: Newton Toshio Egashira</span>
Data/horário do recebimento:	04/08/2020 - 15:40

<b>Dados Referentes aos Ensaios</b>							
Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala
Triclorobenzenos	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23º Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Tricloroeteno	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23º Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
Trifluralina	< 0,030	ug/L	GC-MS - 192/193 - IT/LAB/1372	0,100	0,030	26/08/20	LDA-GCM S
Xilenos	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23º Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
1,1 Dicloroeteno	< 0,30	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23º Edição - 2017	1,00	0,30	24/08/20	LDA-GCM S
1,2 Dicloroetano	< 0,300	ug/L	GC-MS - 193 - VOL - HS - 6200B - SMEWW - 23º Edição - 2017	1,000	0,300	24/08/20	LDA-GCM S
2,4-D	< 1,50	ug/L	LC-MS - IT/LAB/1831	5,00	1,50	21/08/20	LDA-GCM S
2,4,5-T	< 1,50	ug/L	LC-MS - IT/LAB/1831	5,00	1,50	21/08/20	LDA-GCM S
2,4,6 Triclorofenol	< 15,15	ug/L	LC-MS - IT/LAB/1831	50,00	15,15	21/08/20	LDA-GCM S

<b>Observações:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.</li> <li>- Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.</li> <li>- Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados.</li> <li>- Amostragem realizada pelo cliente.</li> </ul>

<b>Endereço das Salas de Ensaios</b>
Londrina - Jardim Los Angeles - Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck nº 1132 CEP: 86020-000 LDA-GCMS - GACF Londrina - Cromatografia

<b>Legendas e Informações</b>
Legendas e Informações: LQM - Limite de Quantificação do Método LDM - Limite de Detecção do Método

	<b>GACF Londrina</b>	
	Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck nº 1132 - CEP: 86020-381 tel:(43)3373-4313 - Jardim Los Angeles - Londrina	
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-48 Versão 00</b>		
<b>Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.</b>		
Número da amostra:	18550/20	
Cliente:	GRAR - 420	
Endereço:	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR	
Tipo de Amostra:	Captação Ema - In natura	Id. Pto: I 001
Ponto de Coleta:	I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia	
Unidade de Tratamento:	2301	Localidade: 230 Rolândia
Data/horário de coleta:	04/08/2020 - 09:5	Chuvvas: Não
		Coletor: Newton Toshio Egashira
Data/horário do recebimento:	04/08/2020 - 15:40	
Autenticação: 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2		Data 02/10/2020

	<b>GACF Londrina</b>																																																									
	Avenida Presidente Juscelino Kubitschek nº 1132 - CEP: 86020-381 tel:(43)3373-4313 - Jardim Los Angeles - Londrina																																																									
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-48 Versão 00</b>																																																										
<b>Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.</b>																																																										
<b>Número da amostra:</b> 18550/20 <b>Cliente:</b> GRAR - 420 <b>Endereço:</b> Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR <b>Tipo de Amostra:</b> Captação Ema - In natura <b>Ponto de Coleta:</b> I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia <b>Unidade de Tratamento:</b> 2301	<b>Id. Pto:</b> I 001 <b>Localidade:</b> 230 Rolândia																																																									
<b>Data/horário de coleta:</b> 04/08/2020 - 09:5 <b>Chuvus:</b> Não <b>Coletor:</b> Newton Toshio Egashira <b>Data/horário do recebimento:</b> 04/08/2020 - 15:40																																																										
<b>Dados Referentes aos Ensaios</b>																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensaio</th> <th>Resultado</th> <th>Unidade de Medida</th> <th>Método</th> <th>LQM</th> <th>LDM</th> <th>Data</th> <th>Sala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cianeto Total</td> <td>&lt; 0,002</td> <td>mg/L</td> <td>Colorimétrico - Destilação alcalina</td> <td>0,002</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> <tr> <td>Nitrato (como N)</td> <td>0,51</td> <td>mg/L</td> <td>Colorimétrico - UV</td> <td>0,05</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> <tr> <td>Nitrito (como N)</td> <td>&lt; 0,005</td> <td>mg/L</td> <td>Colorimétrico - Sulfanilamida</td> <td>0,005</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Dissolvidos Totais</td> <td>42,26</td> <td>mg/L</td> <td>Condutivimétrico - 2510B - SMEWW - 23ª Edição - 2017</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> <tr> <td>Sulfeto de Hidrogênio</td> <td>&lt; 0,100</td> <td>mg/L</td> <td>Fotométrico - por Kit</td> <td>0,100</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> <tr> <td>Surfactantes (como LAS)</td> <td>&lt; 0,025</td> <td>mg/L MBAS</td> <td>Fotométrico - por Kit</td> <td>0,025</td> <td>-</td> <td>07/08/20</td> <td>LDA-FQA</td> </tr> </tbody> </table>	Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala	Cianeto Total	< 0,002	mg/L	Colorimétrico - Destilação alcalina	0,002	-	07/08/20	LDA-FQA	Nitrato (como N)	0,51	mg/L	Colorimétrico - UV	0,05	-	07/08/20	LDA-FQA	Nitrito (como N)	< 0,005	mg/L	Colorimétrico - Sulfanilamida	0,005	-	07/08/20	LDA-FQA	Sólidos Dissolvidos Totais	42,26	mg/L	Condutivimétrico - 2510B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	-	-	07/08/20	LDA-FQA	Sulfeto de Hidrogênio	< 0,100	mg/L	Fotométrico - por Kit	0,100	-	07/08/20	LDA-FQA	Surfactantes (como LAS)	< 0,025	mg/L MBAS	Fotométrico - por Kit	0,025	-	07/08/20	LDA-FQA		
Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala																																																			
Cianeto Total	< 0,002	mg/L	Colorimétrico - Destilação alcalina	0,002	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
Nitrato (como N)	0,51	mg/L	Colorimétrico - UV	0,05	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
Nitrito (como N)	< 0,005	mg/L	Colorimétrico - Sulfanilamida	0,005	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
Sólidos Dissolvidos Totais	42,26	mg/L	Condutivimétrico - 2510B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	-	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
Sulfeto de Hidrogênio	< 0,100	mg/L	Fotométrico - por Kit	0,100	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
Surfactantes (como LAS)	< 0,025	mg/L MBAS	Fotométrico - por Kit	0,025	-	07/08/20	LDA-FQA																																																			
<b>Observações:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.</li> <li>- Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.</li> <li>- Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados.</li> <li>- Amostragem realizada pelo cliente.</li> </ul>																																																										
<b>Endereço das Salas de Ensaios</b>																																																										
Londrina - Jardim Los Angeles - Avenida Presidente Juscelino Kubitschek nº 1132 CEP: 86020-000 IAPCCL 027R LDA-FQA - GACF Londrina - Físico-Químico Água																																																										
<b>Legendas e Informações</b>																																																										
Legendas e Informações: LQM - Limite de Quantificação do Método LDM - Limite de Detecção do Método																																																										
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> <b>Responsável</b>																																																										
<b>Autenticação:</b> 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2		<b>Data</b> 02/10/2020																																																								



## GACF Londrina

Avenida Presidente Juscelino Kubitschek nº 1132 - CEP: 86020-381  
tel:(43)3373-4313 - Jardim Los Angeles - Londrina

### RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-48 Versão 00

**Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.**

Número da amostra: 18550/20  
 Cliente: GRAR - 420  
 Endereço: Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR  
 Tipo de Amostra: Captação Ema - In natura Id. Pto: I 001  
 Ponto de Coleta: I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia  
 Unidade de Tratamento: 2301 Localidade: 230 Rolândia  
 Data/horário de coleta: 04/08/2020 - 09:5 Chuvas: Não Coletor: Newton Toshio Egashira  
 Data/horário do recebimento: 04/08/2020 - 15:40

#### Dados Referentes aos Ensaios

Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala
E. coli	261	NMP/100	Substrato Enzimático - (Quantificável) - 9223 B - SMEWW - 23ª Edição - 2017	-	-	06/08/20	LDA-MICR

#### Observações:

- Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.  
 - Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.  
 - Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados.  
 - Amostragem realizada pelo cliente.

#### Endereço das Salas de Ensaios

Londrina - Jardim Los Angeles - Avenida Presidente Juscelino Kubitschek nº 1132 CEP: 86020-000 IAPCCL 027R  
 LDA-MICR - GACF Londrina - Microbiologia

#### Legendas e Informações

Legendas e Informações:  
 LQM - Limite de Quantificação do Método  
 LDM - Limite de Detecção do Método

Autenticação: 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2

Data 02/10/2020

	<b>GACF Maringá</b> Rua Caracas nº 164 - CEP: 87040-010 tel:(44)3293-1057 - Vila Morangureira - Maringá
	<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-50 Versão 00</b>

**Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.**

Número da amostra:	18550/20		
Cliente:	GRAR - 420		
Endereço:	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR		
Tipo de Amostra:	Captação Ema - In natura	Id. Pto:	I 001
Ponto de Coleta:	I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia		
Unidade de Tratamento:	2301	Localidade:	230 Rolândia
Data/horário de coleta:	04/08/2020 - 09:5	Chuvvas:	Não
		Coletor:	Newton Toshio Egashira
Data/horário do recebimento:	04/08/2020 - 15:40		

**Dados Referentes aos Ensaios**

Ensaio	Resultado	Unidade de Medida	Método	LQM	LDM	Data	Sala
Alumínio Dissolvido	0,058	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET
Antimônio Total	< 0,0003	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0010	0,0003	21/08/20	MGA-MET
Arsênio Total	< 0,0003	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0010	0,0003	21/08/20	MGA-MET
Bário Total	< 0,010	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET
Cádmio Total	< 0,0006	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0020	0,0006	21/08/20	MGA-MET
Chumbo Total	< 0,0006	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0020	0,0006	21/08/20	MGA-MET
Cobre Dissolvido	< 0,0015	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0050	0,0015	21/08/20	MGA-MET
Cromo Total	< 0,0015	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0050	0,0015	21/08/20	MGA-MET
Ferro Dissolvido	0,149	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET
Manganês Total	0,025	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET
Mercúrio Total	< 0,0001	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0001	0,0000	21/08/20	MGA-MET
Níquel Total	< 0,003	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET
Selênio Total	< 0,0009	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0030	0,0009	21/08/20	MGA-MET
Urânio Total	< 0,0003	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,0010	0,0003	21/08/20	MGA-MET
Zinco Total	< 0,003	mg/L	ICP-MS - IT/LAB/1711	0,010	0,003	21/08/20	MGA-MET

**Observações:**

- Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.
- Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.
- Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados.
- Amostragem realizada pelo cliente.

**Endereço das Salas de Ensaios**

Maringá - Vila Morangureira - Rua Caracas nº 164 CEP: 87040-010  
MGA-MET - GACF Maringá - Metais



## GACF Maringá

Rua Caracas nº 164 - CEP: 87040-010 tel:(44)3293-1057 - Vila Morangueira -  
Maringá

### RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-50 Versão 00

**Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.**

<b>Número da amostra:</b>	18550/20		
<b>Cliente:</b>	GRAR - 420		
<b>Endereço:</b>	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR		
<b>Tipo de Amostra:</b>	Captação Ema - In natura	<b>Id. Pto:</b>	I 001
<b>Ponto de Coleta:</b>	I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia	<b>Localidade:</b>	230 Rolândia
<b>Unidade de Tratamento:</b>	2301		
<b>Data/horário de coleta:</b>	04/08/2020 - 09:5	<b>Chuvvas:</b>	Não
		<b>Coletor:</b>	Newton Toshio Egashira
<b>Data/horário do recebimento:</b>	04/08/2020 - 15:40		

#### Legendas e Informações

Legendas e Informações:

LQM - Limite de Quantificação do Método

LDM - Limite de Detecção do Método

Autenticação: 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2

Data 02/10/2020

	<b>GACF Maringá</b>						
	Rua Caracas nº 164 - CEP: 87040-010 tel:(44)3293-1057 - Vila Morangureira - Maringá						
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº GACF 18550/20-50 Versão 00</b>							
<b>Dados Referentes a Amostra: coleta realizada pelo cliente e os dados são de sua inteira responsabilidade.</b>							
Número da amostra:	18550/20						
Cliente:	GRAR - 420						
Endereço:	Companhia de Saneamento - PR - SANEPAR						
Tipo de Amostra:	Captação Ema - In natura	Id. Pto: I 001					
Ponto de Coleta:	I 001 Rio Ema-Centro-Rolândia						
Unidade de Tratamento:	2301	Localidade: 230 Rolândia					
Data/horário de coleta:	04/08/2020 - 09:5	Chuvas: Não					
		Coletor: Newton Toshio Egashira					
Data/horário do recebimento:	04/08/2020 - 15:40						
<b>Dados Referentes aos Ensaios</b>							
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade de Medida</b>	<b>Método</b>	<b>LQM</b>	<b>LDM</b>	<b>Data</b>	<b>Sala</b>
Contagem de Cianobactérias	0	cel/mL	Contagem - Utermohl - L5.303 - 2005	-	-	28/08/20	MGA-HID R
<b>Observações:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.</li> <li>- Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.</li> <li>- Quando aplicável, o plano de amostragem segue as legislações vigentes, e são utilizados métodos de amostragem de normas nacional ou internacionalmente reconhecidos e/ou validados.</li> <li>- Amostragem realizada pelo cliente.</li> </ul>							
<b>Endereço das Salas de Ensaios</b>							
Maringá - Vila Morangureira - Rua Caracas nº 164 CEP: 87040-010							
MGA-HIDR - GACF Maringá - Hidrobiologia							
<b>Legendas e Informações</b>							
Legendas e Informações:							
LQM - Limite de Quantificação do Método							
LDM - Limite de Detecção do Método							
<b>Autenticação: 89023EB53C419CB3EBD1BB21BFC2E2369B03FBF2</b>						<b>Data 02/10/2020</b>	

**ANEXO C – Análise da água da nascente do Ribeirão Ema**  
(Fornecido pelo Vigiágua – Secretaria da Saúde do Município de Rolândia)



Rede Estadual de Laboratórios  
Universidade Estadual de Londrina  
UEL - Universidade Estadual de Londrina

**RELATÓRIO DE ENSAIOS**

**Nº211723000001**

Nº Vigilância: 001ROL21

**DADOS DO SOLICITANTE**

**Nome:** SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE (CNES: 2774127)  
**Município:** ROLANDIA / PR  
**Telefone:** 4339061126 / **E-mail:** VIGILANCIA.AMBIENTAL@ROLANDIA.PR.GOV.BR  
**Natureza:** PÚBLICA **Origem:** VIGIAGUA

**DADOS DA COLETA**

**Finalidade:** VIGIAGUA MENSAL  
**Motivo:** POTABILIDADE  
**Local:** GRUPO DE CASAS  
**Endereço:** ROD PR 218 KM 03 - CHÁCARA GRANJA PEDROSO  
**Município:** ROLANDIA / PR  
**Zona:** RURAL **Latitude:** -23,37312 **Longitude:** -51,45868  
**Referência do Local da Coleta:** JOAO PEDROSO 3274-6714  
**Procedência da Coleta:** SOLUÇÃO ALTERNATIVA  
**Ponto da Coleta:** PONTO DE CAPTAÇÃO  
**Informações Adicionais do Ponto da Coleta:** DIRETO DA MINA  
**Forma de Abastecimento:** SAI - I412240000037 - COMUNIDADE BELANCAO  
**Ponto de Captação:** FONTE CHÁCARA GRANJA PEDROSO (NASCENTE/MINA/FONTE)  
**Área:** NÚCLEO/PROPRIEDADE RURAL - COMUNIDADE BELANCAO  
**Responsável:** SATURNINOC CARLOS DE MORAES **Documento:** RG 17979337 **Telefone:** 39061126

**DADOS DA AMOSTRA**

**Tipo da Amostra:** ÁGUA NÃO TRATADA **Apresentação:** 400 mL **Acondicionamento:** GELO RECICLADO  
**Data da Coleta:** 11/01/2021 **Hora da Coleta:** 09h 50min **Chuva nas últimas 48hs:** SIM

**ANÁLISE DE CAMPO**

Não informado pelo responsável da coleta.

**RECEBIMENTO DA AMOSTRA**

**Data:** 11/01/2021 **Hora:** 15h 00min **Entregue por:** SATURNINO **Recebido por:** LUANA

**OBSERVAÇÃO**

água não tratada - encaminhado 1 frasco para microbiológica e 2 frascos para físico química

**RESULTADO DAS ANÁLISES**

**FÍSICO-QUÍMICA**

**Ensaio:** FLUORETO **Data Final Processamento:** 08/02/2021 23h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 1,5 mg/L  
**Metodologia:** Método do Eletrodo Ion-Seletoivo SMEWW, 23ª Ed. 4500-F-C  
**Resultado:** 0,028 mg/L  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:12:09.*



Rede Estadual de Laboratórios  
Universidade Estadual de Londrina  
UEL -Universidade Estadual de Londrina

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº211723000001

Nº Vigilância: 001ROL21

**Ensaio:** TURBIDEZ **Data Final Processamento:** 08/02/2021 18h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 5 uT  
**Metodologia:** Método Nefelométrico SMEWW, 23ª Ed. 2130 B  
**Resultado:** 0,17 uT  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:11:02.*

### MICROBIOLÓGICA

**Ensaio:** COLIFORMES TOTAIS **Data Final Processamento:** 08/02/2021 17h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Presença **Quantidade:** 104,8  
**Conclusão:** Insatisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:11:02.*

**Ensaio:** ESCHERICHIA COLI **Data Final Processamento:** 08/02/2021 17h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Ausência  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:11:02.*

### CONCLUSÃO FINAL

#### **INSATISFATÓRIA**

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 19:45:24.*

**Notas:** 1 - VMP: Valor Máximo Permitido | VR: Valor de Referência;  
2 - LQM: Limite de Quantificação do Método | LDM: Limite de Detecção do Método;  
3 - SAA: Sistema de Abastecimento de Água | SAC: Solução Alternativa Coletiva | SAI: Solução Alternativa Individual;  
4 - SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater | APHA: American Public Health Association | NBR: Norma Brasileira;  
5 - São de responsabilidade do solicitante o plano amostral, os dados da coleta, a coleta, o acondicionamento, o transporte e análise de campo;  
6 - O relatório não pode ser utilizado em publicidade, propaganda e/ou para fins comerciais. Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra encaminhada pelo solicitante.

**ANEXO D – Análise da água na nascente Chácara São Francisco de Assis  
(Fornecido pelo Vigiágua – Secretaria da Saúde do Município de Rolândia)**



Rede Estadual de Laboratórios  
Universidade Estadual de Londrina  
UEL - Universidade Estadual de Londrina

**RELATÓRIO DE ENSAIOS**

**Nº211723000002**

Nº Vigilância: 002ROL21

**DADOS DO SOLICITANTE**

**Nome:** SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE (CNES: 2774127)  
**Município:** ROLANDIA / PR  
**Telefone:** 4339061126 / **E-mail:** VIGILANCIA.AMBIENTAL@ROLANDIA.PR.GOV.BR  
**Natureza:** PÚBLICA **Origem:** VIGIAGUA

**DADOS DA COLETA**

**Finalidade:** VIGIAGUA MENSAL  
**Motivo:** POTABILIDADE  
**Local:** GRUPO DE CASAS  
**Endereço:** ESTRADA DO BANDEIRANTES- CHÁCARA SÃO FRANCISCO DE ASSIS  
**Município:** ROLANDIA / PR  
**Zona:** RURAL **Latitude:** -23,35964 **Longitude:** -51.54922  
**Referência do Local da Coleta:** GUERINO DARIO NETO - 44 99986-0201  
**Procedência da Coleta:** SOLUÇÃO ALTERNATIVA  
**Ponto da Coleta:** PONTO DE CAPTAÇÃO  
**Informações Adicionais do Ponto da Coleta:** DIRETO DA MINA  
**Forma de Abastecimento:** SAI - I412240000037 - COMUNIDADE BELANCAO  
**Ponto de Captação:** FONTE CHÁCARA SÃO FRANCISCO DE ASSIS - GUERINO DAR (NASCENTE/MINA/FONTE)  
**Área:** NÚCLEO/PROPRIEDADE RURAL - COMUNIDADE BELANCAO  
**Responsável:** SATURNINOC CARLOS DE MORAES **Documento:** RG 17979337 **Telefone:** 39061126

**DADOS DA AMOSTRA**

**Tipo da Amostra:** ÁGUA NÃO TRATADA **Apresentação:** 400 mL **Acondicionamento:** GELO RECICLADO  
**Data da Coleta:** 11/01/2021 **Hora da Coleta:** 11h 00min **Chuva nas últimas 48hs:** SIM

**ANÁLISE DE CAMPO**

Não informado pelo responsável da coleta.

**RECEBIMENTO DA AMOSTRA**

**Data:** 11/01/2021 **Hora:** 15h 00min **Entregue por:** SATURNINO **Recebido por:** LUANA

**OBSERVAÇÃO**

água não tratada - encaminhado 1 frasco para microbiológica e 2 frascos para físico química

**RESULTADO DAS ANÁLISES**

**FÍSICO-QUÍMICA**

**Ensaio:** FLUORETO **Data Final Processamento:** 08/02/2021 23h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 1,5 mg/L  
**Metodologia:** Método do Eletrodo Ion-Seletoivo SMEWW, 23ª Ed. 4500-F-C  
**Resultado:** 0,027 mg/L  
**Conclusão:** Satisfatório

Conferido e liberado por **SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521)**, em 09/02/2021 02:11:01.



Rede Estadual de Laboratórios  
Universidade Estadual de Londrina  
UEL -Universidade Estadual de Londrina

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº211723000002

Nº Vigilância: 002ROL21

**Ensaio:** TURBIDEZ **Data Final Processamento:** 08/02/2021 18h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 5 uT  
**Metodologia:** Método Nefelométrico SMEWW, 23ª Ed. 2130 B  
**Resultado:** 1,44 uT  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:11:01.*

### MICROBIOLÓGICA

**Ensaio:** COLIFORMES TOTAIS **Data Final Processamento:** 08/02/2021 17h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Presença **Quantidade:** 153,9  
**Conclusão:** Insatisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:10:46.*

**Ensaio:** ESCHERICHIA COLI **Data Final Processamento:** 08/02/2021 17h 00min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Presença **Quantidade:** 1,0  
**Conclusão:** Insatisfatório

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 02:11:00.*

### CONCLUSÃO FINAL

#### **INSATISFATÓRIA**

*Conferido e liberado por SERGIO PAULO DEJATO DA ROCHA(CRBM 0521), em 09/02/2021 19:45:00.*

**Notas:** 1 - VMP: Valor Máximo Permitido | VR: Valor de Referência;  
2 - LQM: Limite de Quantificação do Método | LDM: Limite de Detecção do Método;  
3 - SAA: Sistema de Abastecimento de Água | SAC: Solução Alternativa Coletiva | SAI: Solução Alternativa Individual;  
4 - SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater | APHA: American Public Health Association | NBR: Norma Brasileira;  
5 - São de responsabilidade do solicitante o plano amostral, os dados da coleta, a coleta, o acondicionamento, o transporte e análise de campo;  
6 - O relatório não pode ser utilizado em publicidade, propaganda e/ou para fins comerciais. Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra encaminhada pelo solicitante.