



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



INSTITUTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais

LINHA DE PESQUISA: Estudos Ambientais e Geotecnologias

**A AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA EM
UBERLÂNDIA (MG)**

Uma Análise Ambiental por meio do Método PEIR

MARIA TERESA RIBEIRO

Uberlândia - MG

2025

MARIA TERESA RIBEIRO

**A AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA: UM
ESTUDO SOBRE PRODUTORES DE UBERLÂNDIA-MG**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da Universidade
Federal de Uberlândia.

**Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e
Estudos Ambientais**

**Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais e
Geotecnologias.**

**Orientadora: Professora Dr^a Gelze Serrat de
Souza Campos Rodrigues**

Uberlândia - MG

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R484a
2025 Ribeiro, Maria Teresa, 1996-
 A agricultura familiar de base agroecológica [recurso eletrônico] : um
 estudo sobre produtores de Uberlândia-MG / Maria Teresa Ribeiro. -
 2025.

Orientadora: Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Geografia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.5092>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. geografia. I. Rodrigues, Gelze Serrat de Souza Campos, 1965-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

André Carlos Francisco
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3408


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppgeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br


ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

| | | | | | |
|------------------------------------|---|-----------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Programa de Pós-Graduação em: | GEOGRAFIA | | | | |
| Defesa de: | Dissertação de Mestrado Acadêmico; Número 565, PPGEO | | | | |
| Data: | 13 de março de 2025 | Hora de início: | 14h:00min | Hora de encerramento: | 16h:00min |
| Matrícula do Discente: | 12312GEO011 | | | | |
| Nome do Discente: | MARIA TERESA RIBEIRO | | | | |
| Título do Trabalho: | A AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA EM UBERLÂNDIA (MG) - Uma Análise Ambiental por meio do Método PEIR | | | | |
| Área de concentração: | DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS | | | | |
| Linha de pesquisa: | ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOTECONOLOGIAS | | | | |
| Projeto de Pesquisa de vinculação: | | | | | |

Reuniu-se na Sala [On-line - www.conferenciaweb.rnp.br], no Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: [Marcelo Cervo Chelotti - UFSM-RS](#); [Cristiane Betanho - FAGEN-UFU](#) e [Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues - IGESC/UFU](#) orientador(a) do(a) candidato(a). A Defesa aconteceu de forma remota.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). [Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues - IGESC/UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalho. Foi lavrada a presente ata que após lida foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/03/2025, às 16:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Betanho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/03/2025, às 16:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Cervo Chelotti, Usuário Externo**, em 13/03/2025, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6132227** e o código CRC **36F40980**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof.^a Gelze pela oportunidade e confiança de ter me recebido como orientanda, por seu incentivo, motivação, pela paciência e todas as orientações ao longo desses dois anos de realização desta pesquisa.

Em especial agradeço a minha mãe, Brígida, ao meu pai, Romero e ao meu irmão, Hugo, por seu carinho, presença e amor. Por confiarem nas minhas escolhas e por me incentivarem a me aperfeiçoar.

Agradeço as minhas amigas e amigos que Uberlândia trouxe, vocês deixam o caminhar mais leve e os passos mais seguros.

Agradeço aos agricultores agroecológicos do Núcleo agroecológico da COOPERSAFRA e ao coletivo Mutirão na Agroflorestra Carinhosa - MAC, por terem me recebido e contribuído com a realização dessa pesquisa. O trabalho de vocês é fundamental e mantém viva a esperança de que outras narrativas são possíveis, outra agricultura é possível, baseada na produção de alimentos saudáveis, na coletividade e na cooperação.

Agradeço a toda equipe do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFU, professores, técnicos administrativos e aos colegas da pós-graduação que me acompanharam.

Agradeço a FAPEMIG pelo apoio na realização desta pesquisa.

Por fim, a todos que de alguma maneira estiveram presentes contribuindo tanto com a realização desse trabalho quanto com o meu desenvolvimento.

Obrigada!

Um forte abraço!

REFAZENDA

Gilberto Gil (1975)

*“Abacateiro, acataremos teu ato
Nós também somos do mato como o pato e o leão
Aguardaremos, brincaremos no regato
Até que nos tragam frutos teu amor, teu coração*

*Abacateiro, teu recolhimento é justamente o significado
Da palavra temporão
Enquanto o tempo não trazer teu abacate
Amanhecerá tomate e anoitecerá mamão*

*Abacateiro, sabes ao que estou me referindo
Porque todo tamarindo tem
O seu agosto azedo, cedo, antes que o janeiro
Doce manga venha ser também*

*Abacateiro, serás meu parceiro solitário
Nesse itinerário da leveza pelo ar
Abacateiro, saiba que na Refazenda
Tu me ensina a fazer renda, que eu te ensino a namorar*

*Refazendo tudo
Refazenda
Refazenda toda
Guariroba.”*

*"A gente precisa de outras narrativas, de outras formas de ver o mundo, que não sejam apenas as que
nos foram impostas."*

Ailton Krenak.

RESUMO

A crise ambiental desafia os paradigmas econômicos que entendem a natureza como uma fonte de recursos a ser explorada. Na agricultura, a Revolução Verde, que ocorreu entre as décadas de 1960 e 1970, introduziu práticas e tecnologias que aumentaram a produtividade, mas também geraram problemas ecológicos e sociais, como a degradação de recursos naturais, a emissão de gases de efeito estufa e a desarticulação de culturas e modos de vida locais. Como contraponto, a agroecologia surge, baseando-se na ecologia e na ciência agrícola, como uma combinação capaz de contribuir com a transição para uma agricultura sustentável. O objetivo geral desta pesquisa é de aplicar o método de avaliação de impactos ambientais de Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) para estudar um lote, de um assentamento em Uberlândia-MG, onde o plantio agroecológico vem sendo utilizado como forma de recuperação ambiental e geração de renda, por meio da agricultura familiar. Os resultados indicaram que o Método PEIR foi eficaz para a proposta da pesquisa auxiliando na compreensão de como a prática agroecológica contribui com a recuperação ambiental de uma área impactada por atividades agrossilvipastoris. Os componentes selecionados para análise foram a qualidade da água e uso do solo, e os resultados mostraram que a qualidade da água atende os parâmetros físicos e químicos estabelecidos pela CONAMA nº357/05 para águas utilizadas para fins de irrigação, quanto ao parâmetro biológico, foi identificada a presença de coliformes na água, para lidar com esse aspecto foram propostas respostas relacionadas a práticas que reduzem chances de contaminação. Quanto ao uso da terra, o mapeamento diacrônico da ocupação da área contribuiu para o entendimento das mudanças da paisagem, tendo sido observado um aumento da cobertura de vegetação na área do assentamento durante o período analisado. Os dados gerados com esse estudo podem contribuir com a gestão pública local, no que se refere a ações voltadas para pequenos agricultores agroecológicos e a melhor compreensão da realidade de componentes ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho.

Palavras chave: Agroecologia. Agricultura Familiar. Método PEIR. Avaliação de impactos ambientais.

ABSTRACT

The environmental crisis challenges economic paradigms that understand nature as a source of resources to be exploited. In agriculture, the Green Revolution, which occurred between the 1960s and 1970s, implemented practical dynamics and technologies that increased productivity, but also generated ecological and social problems, such as the manipulation of natural resources, the emission of greenhouse gases and the disarticulation of local cultures and ways of life. As a counterpoint, the emergence of agroecology, based on ecology and agricultural science, as a combination capable of contributing to the transition to sustainable agriculture. The general objective of this research is to apply the Pressure-State-Impact-Response (PEIR) environmental impact assessment method to study a plot of land in a settlement in Uberlândia-MG, where agroecological planting has been used as a form of environmental recovery and income generation through family farming. The results indicated that the PEIR Method was effective for the research proposal, helping to understand how agroecological practices contribute to the environmental recovery of an area impacted by agroforestry activities. The components selected for analysis were water quality and land use, and the results demonstrated that the water quality meets the physical and chemical specifications established by CONAMA nº357/05 for water used for safety purposes. Regarding the biological parameter, the presence of coliforms in the water was identified. To deal with this aspect, responses related to practices that have a chance of contamination were used. Regarding land use, the diachronic mapping of the area's occupation contributed to the understanding of landscape changes, with an increase in vegetation cover in the settlement area being observed during the analyzed period. The data generated by this study can contribute to local public management, with regard to external actions for small agroecological farmers and a better understanding of the reality of environmental components of the Ribeirão Douradinho River Basin.

Keywords: Agroecology. Family farming. PEIR Method. Environmental impact assessment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Etapas do Método PEIR..... | 36 |
| Figura 2 - Quadro dos componentes da metodologia PEIR..... | 36 |
| Figura 3 - Quadro com agrupamentos dos artigos, conforme o tema. | 38 |
| Figura 4 - Quadro com artigos selecionados para a revisão. | 38 |
| Figura 5 - Matriz PEIR com indicadores organizados conforme sua influência. | 41 |
| Figura 6- Matriz de influência direta dos indicadores PEIR | 41 |
| Figura 7 - Matriz de indicadores PEIR identificados por Abarca e Moraes (2019). | 46 |
| Figura 8 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos..... | 55 |
| Figura 9 - Entrada na área do Projeto de Assentamento Celso Lúcio. | 56 |
| Figura 10 - Localização da área de estudo. | 57 |
| Figura 11 - Canteiros dos Sistemas Agroflorestais – SAFs..... | 63 |
| Figura 12 - Área do SAF, em diferentes dias de mutirão. | 64 |
| Figura 13 - Componentes do método PEIR..... | 66 |
| Figura 14 - Cobertura vegetal e uso do solo da bacia do Ribeirão Douradinho..... | 68 |
| Figura 15 - Localização do lote objeto da pesquisa no PA Celso Lúcio..... | 71 |
| Figura 16 - Canteiros do Sistema agroflorestal..... | 73 |
| Figura 17 - Os princípios agroflorestais aplicados no plantio. | 75 |
| Figura 18 - Captação de água no Córrego das Pedras..... | 76 |
| Figura 19 - Antes e depois das atividades de um dia de mutirão..... | 78 |
| Figura 20 - Área de mata ciliar, do lote, protegida por cerca..... | 79 |
| Figura 21 - Área do PA Celso Lúcio em 2004. | 83 |
| Figura 22 - Área do PA Celso Lúcio em 2024. | 84 |
| Figura 23 - Registros da primeira coleta de amostras. | 93 |
| Figura 24 - Registros da segunda coleta de amostras..... | 94 |
| Figura 25 - Registros da terceira coleta de amostras. | 94 |
| Figura 26 - Localização do PA celso Lúcio, Córrego das Pedras e Ribeirão Douradinho. | 100 |
| Figura 27 - Impactos resultantes das atividades relacionadas aos aspectos ambientais. | 103 |
| Figura 28 - Matriz PEIR da área agroflorestal em estudo. | 113 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 16 |
| 2.1 A Agricultura convencional..... | 17 |
| 2.2 A agricultura familiar e a Agroecologia | 19 |
| 2.3 Avaliação Ambiental | 27 |
| 3. O MÉTODO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (PEIR) APLICADO EM ESTUDOS AMBIENTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. | 33 |
| 3.1 Introdução | 33 |
| 3.2 Etapas Do Método PEIR..... | 35 |
| 3.3 Resultados e Discussão | 39 |
| 3.4 Conclusões | 51 |
| 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 55 |
| 4.1 Estudo de Caso..... | 55 |
| 4.2 Sistema de indicadores PEIR | 59 |
| 4.2.1 Componente Ambiental: Água | 60 |
| 4.2.2 Componente Ambiental: Uso da terra | 61 |
| 4.3 Trabalho de campo..... | 62 |
| 5. OS INDICADORES PEIR DA ÁREA EM ESTUDO..... | 66 |
| 5.1 Forças Motrizes..... | 66 |
| 5.1.1 O contexto local | 66 |
| 5.1.3 O plantio agroecológico | 69 |
| 5.2 Pressões..... | 80 |
| 5.3 Estado..... | 82 |
| 5.3.1 Componente: Uso do Solo..... | 82 |
| 5.3.2 Componente: Água..... | 86 |
| 5.4 Impactos..... | 99 |
| 5.5 Respostas | 104 |
| 5.5.1 As contribuições da Agroecologia | 104 |
| 5.5.2 Ações locais e gestão política..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| 5.6 Matriz PEIR do estudo..... | 112 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 114 |
| REFERÊNCIAS | 117 |
| APÊNDICE I: ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA | 123 |
| APÊNDICE II: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE | 125 |
| ANEXO A - CERTIFICADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA | 127 |

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação é resultado de uma pesquisa científica desenvolvida pela pesquisadora no Curso de Mestrado em Geografia, do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG.

Os dados apresentados foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica, leituras e atividades de campo desenvolvidas principalmente através da participação nos mutirões agroecológicos em áreas de Sistemas Agroflorestais de agricultores que são incubados pelo CIEPS - Centro de Incubação de Empreendimentos Populares e Solidários, da UFU.

Esse contato entre a pesquisadora e esse grupo de agricultores ocorreu pela primeira vez em 2016 quando, ainda na graduação, a pesquisadora conheceu e participou de atividades propostas pelo grupo GUARAS – Grupo Universitário de Agricultura com Responsabilidade Ambiental e Social, sendo o primeiro contato com experiências agroecológicas. Assim, em 2023 ao iniciar sua trajetória no mestrado esse contato foi retomado através das vivências práticas possibilitadas pelos mutirões agroflorestais.

As motivações por determinados objetos de pesquisa são diversas e podem vir desde experiências pessoais até motivações profissionais e/ou acadêmicas. Neste caso, o interesse pelo tema de Agricultura agroecológica veio da própria história da pesquisadora, que cresceu na zona rural e durante a graduação, através da agroecologia pode conhecer outras formas de uso e ocupação dos espaços rurais, nos quais a produção de alimentos tem como objetivo não só a geração de renda, mas o desenvolvimento de uma outra relação com o meio, sob outra perspectiva, na qual a recuperação da qualidade ambiental é um de seus objetivos.

Nesse sentido, a agroecologia questiona o modelo de produção agrícola atual e propõe outras formas de relação com a natureza e com a produção de alimentos. Num contexto de crise ambiental, Leff (2013), afirma que à medida que essa crise se intensifica os paradigmas que impulsionam e justificam o crescimento econômico, que consideram a natureza enquanto uma externalidade e um recurso a ser explorado, passam a ser questionados.

Leff (2013) entende a crise ambiental sob dois pontos de vista: sob a ótica da racionalidade econômica que aponta que estamos vivendo uma crise ambiental e sob a

ótica da racionalidade ecológica, que aponta para uma crise mais abrangente, que seria civilizacional. Assim, segundo Leff, os conflitos ambientais surgem de conflitos éticos, culturais e das lutas pela apropriação da natureza, de forma que, tanto o discurso quanto as políticas da sustentabilidade são marcados por conflito de interesses em torno de sua apropriação.

Na América Latina, o conceito de ambiente que vem sendo construído, é entendido de acordo com seu potencial produtivo, que surge da integração de processos ecológicos, culturais e tecnológicos:

[...] nos países Tropicais do terceiro mundo surge um paradigma de produção baseado no potencial ecológico geográfico e na pluralidade étnica [...] No Sul o ambientalismo não surge da abundância, mas da luta pela sobrevivência em condições de crescente degradação socioambiental (Leff, 2013, p. 47).

Entre as décadas de 1960 e 1970, ocorreu no setor agrícola a Revolução Verde, que fundou um paradigma tecnológico e científico que transformou as formas de se fazer agricultura expandindo-se globalmente. Essa revolução articulou seis práticas principais: as monoculturas, o revolvimento dos solos, o uso de fertilizantes químicos, o controle químico de pragas e doenças, a irrigação e a manipulação genética de plantas e animais domésticos. Essas práticas são combinadas criando um sistema técnico pouco flexível e muito dependente da indústria e do sistema financeiro (Petersen, Marc Von Der Weid e Fernandes, 2009).

Apesar do aumento significativo de produtividade dos cultivos e sistemas economicamente rentáveis proporcionados por esse modelo agrícola, ele tem sido questionado por estar associado a uma série de problemas ecológicos e socioambientais (Abreu *et al*, 2012). Petersen, Marc Von Der Weid e Fernandes (2009) apontam para três fontes de impactos negativos sobre o ambiente provocados pela agricultura moderna e industrial: a degradação e a perda de bens naturais essenciais; a emissão de gases de efeito estufa e a desarticulação de culturas e modos de vida locais responsáveis pelo uso social e pela conservação ambiental a longo prazo.

Para Porto-Gonçalves (2004), o sucesso da Revolução Verde é contraditório, pois para além de mudanças na produtividade de alimentos, essa revolução trouxe transformações relevantes para o mundo rural, tanto ecológicas, quanto sociais, culturais e políticas. Porto-Gonçalves afirma que, à medida que o componente técnico-científico se torna mais importante no processo produtivo, mais as indústrias de alta tecnologia têm

poder sobre processos de normatização, isto é, sobre as normas de qualidade. Essas se tornam padrões que os produtores devem alcançar para se adequar ao mercado.

Desse modo, para Porto-Gonçalves (2004) o sucesso da produtividade proporcionado pela Revolução Verde é extremamente desigual visto que vem crescendo a diferença de produtividade entre segmentos mais avançados e mais pobres da agricultura. A expansão e melhoria da rede de transportes e comunicações, as tecnologias químicas de fertilizantes e controle de pragas, a expansão das áreas cultivadas contribuem tanto para o aumento do volume de produção como para a queda dos preços dos cultivos (principalmente grãos). Isso culmina com uma concentração de renda da produção, de forma que, agricultores que não tem condições de investir para obter esses ganhos de produtividade saem cada vez mais prejudicados.

Segundo Altieri e Yuveric (1991), na América Latina a distribuição de benefícios, como terras, recursos econômicos e ambientais, foi extremamente desigual, beneficiando agricultores que possuem mais capital, terras de melhor qualidade e outros recursos. Em diversas áreas isso resultou no aumento na concentração de terras, na divisão e estratificação camponesa, que culmina em desigualdades sociais, e no aumento de camponeses sem terra.

O aporte tecnológico proporcionado com as tecnologias da Revolução Verde, beneficia os grandes proprietários visto que trazem uma tendência à modernização além da alta dependência de insumos. Outro aspecto que favorece grandes proprietários do modelo agrícola convencional é que essas tecnologias são impulsionadas por instituições com políticas que perpetuam as condições de manutenção da terra por meio financiamentos por crédito agrícola, assistência técnica, infraestrutura etc (Altieri e Yuveric, 1991).

Por ser um padrão de produção ambientalmente insustentável, e devido ao fato de muitos produtores menos favorecidos não conseguirem acessar as tecnologias e os insumos onerosos, ocorreu uma busca por outras formas de produção agrícola que superassem essas questões (Altieri, 2004). Assim, os modelos de agricultura apontados como alternativas ao modelo convencional são consideradas como potencialmente capazes de contribuir para enfrentar esses desafios. Dentre elas estão aquelas relacionadas à segurança alimentar e à conservação do ambiente, tais como a Agroecologia e a Agricultura Orgânica.

De acordo com Altieri (2004), o modo de fazer agricultura sustentável geralmente se refere a uma procura por assegurar produtividades sustentadas a longo prazo, com uso de práticas de manejo ecologicamente seguras. Para isso, a agricultura deve ser vista como um ecossistema (daí o termo agroecossistema) e as práticas agrícolas e pesquisas devem se preocupar, para além de níveis de produtividade de determinada mercadoria, com a otimização do sistema como um todo.

Dessa forma, os princípios básicos de um agroecossistema sustentável buscam a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade, enfatizando a sustentabilidade ecológica de longo prazo, e não a produtividade de curto prazo (Altieri, 2004; Gliessman, 1990).

À medida que a agricultura convencional passou a ser vista estritamente como um sistema de produção impulsionado principalmente por pressões econômicas, se perdeu a base ecológica sobre a qual a agricultura se desenvolveu e da qual depende.

A agroecologia é um campo que está em fase de formação. Ela se baseia nos campos da ecologia e da ciência agrícola, combinação que pode contribuir com a transição para uma agricultura sustentável. Nesse sentido, uma abordagem agroecológica assume uma perspectiva cultural à medida que compreende os seres humanos e seus impactos nos sistemas agrícolas, visto que eles se desenvolvem como resultado da coevolução que ocorre entre a cultura e meio ambiente (Gliessman, 1990).

Nesse cenário diversas iniciativas de construção de modos de produção agrícola alternativos ao convencional e que buscam ser mais sustentáveis vêm sendo colocadas em prática, como por exemplo, a do Núcleo Agroecológico de produtores cooperados da Cooperativa de Economia Popular Solidaria da Agricultura Familiar Reflorestamento e Agroecologia – COOPERSAFRA, em Uberlândia - MG. Eles são incubados CIEPS – UFU, que contribui com o processo de transição agroecológica, oferecendo assistência técnica, cursos de formação e auxílio na articulação dos produtores.

Para além da forma de produção, a agricultura familiar trata-se de um modo de vida, e ao longo dos anos, tem resistido e se mantido firme diante dos modelos de desenvolvimento da agricultura moderna (Paula, Kamimura e Silva, 2014).

Nessa pesquisa são considerados estabelecimentos agropecuários da Agricultura Familiar, aqueles que atendem aos princípios estabelecidos na Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006- Lei da Agricultura Familiar (Brasil, 2006):

- I. não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II. utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III. tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- IV. dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Ao reconhecer os desafios enfrentados por produtores familiares que optaram por modelos de produção que vão contra o movimento hegemônico, como a agricultura agroecológica e a fim de identificar contribuições geradas com essa forma de agricultura e as dificuldades enfrentadas na sua realização, é que se propõe essa dissertação.

Conforme Sánchez (2013) a locução “impacto ambiental” é usada com frequência associada a ocorrência de danos à natureza, ou a impactos ambientais derivados de situações indesejadas. Entretanto, Sánchez assinala a possibilidade de ocorrerem impactos ambientais positivos a partir da ação humana (Sánchez, 2013, p. 18):

Um exemplo corriqueiro de impacto positivo, encontrado em muitos estudos de impacto ambiental, é descrito como “criação de empregos”. Trata-se, como é evidente, de um impacto social e econômico, campo em que é relativamente fácil compreender que possa haver impactos benéficos. Mas também há impactos positivos sobre componentes físicos e bióticos do meio. Um projeto que envolva a coleta e o tratamento de esgotos resultará em melhoria da qualidade das águas, em recuperação do habitat aquático e em efeitos benéficos sobre a saúde pública.

Westman (1985) pontua cinco técnicas principais de identificação de impactos: checklists (listas de verificação), matrizes, networks (rede de impactos), sobreposição de mapas e método ad hoc (utilização do conhecimento empírico de profissionais, adquirido com experiências técnicas). As matrizes, segundo Westman, são as listas de verificação expandidas para um formato bidimensional, em que os impactos e ações são associados.

Motivada por essas questões esta pesquisa de mestrado desenvolveu o estudo ambiental de uma área em transição agroecológica. As atividades iniciais relacionadas à pesquisa foram as disciplinas cursadas no ano de 2023, estas auxiliaram com o referencial teórico relacionado ao tema da pesquisa, contribuíram na escolha do método de pesquisa e no levantamento de quais dados seriam trabalhados, além disso também contribuíram com a construção do projeto de pesquisa seguindo o viés da geografia, principalmente no que se refere a questão ambiental. No segundo semestre de 2023, foi desenvolvida uma

pesquisa de revisão bibliográfica sobre o método de avaliação de impactos ambientais PEIR. Essa pesquisa resultou em um artigo científico que foi publicado na Revista Londrina, em 2025, e aqui é apresentado como o capítulo 3. Além disso em 2023 foi iniciado o trabalho de campo por meio dos mutirões com o coletivo MAC – Mutirão na Agrofloresta Carinhosa em Uberlândia - MG.

Em 2024, além do acompanhamento nos mutirões foi realizada a entrevista semiestruturada e a coleta dos dados em campo, as variáveis estudadas foram: água e uso do solo. Por fim, a construção da matriz PEIR e a elaboração da dissertação constituíram a última etapa da pesquisa.

Assim, a presente pesquisa de mestrado teve como objetivo geral: aplicar o método de avaliação de impactos ambientais de Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) para estudar um lote, de um assentamento em Uberlândia-MG, onde o plantio agroecológico vem sendo utilizado como forma de recuperação ambiental e geração de renda, por meio da Agricultura familiar.

Como objetivos específicos foram elencados os seguintes pontos:

- Identificar as principais Pressões que afetam a área onde a atividade é realizada e caracterizar o Estado ambiental da área antes (2004) e depois (2024) da transição agroecológica;
- Selecionar componentes ambientais para identificação de impactos ambientais que estejam afetando a área onde a produção agroecológica é desenvolvida;
- Compreender os resultados dessa prática de agricultura no ambiente no qual ela tem sido desenvolvida;
- Analisar como o fazer agroecológico, baseado nos saberes dos pequenos produtores familiares e das contribuições técnicas, constrói respostas para a melhoria das condições ambientais de uma área, a luz do método PEIR.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, que contou com a elaboração e aplicação de uma entrevista semiestruturada (Apêndice I) e respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice II), o projeto foi submetido ao Comitê de Ética (Número do Parecer: 6.932.955).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Souza (2019), nossas relações com a natureza não humana sempre foram mediadas por relações sociais, nos sentidos cultural, geográfico e histórico, de maneira que, à medida que as sociedades humanas se tornaram mais complexas, as relações com a natureza também se complexificaram. Desse modo, a “natureza” é parte da realidade social, repleta de valores e interpretações socialmente construídos e o ambiente é compreendido na totalidade das interações entre organismos vivos com o meio físico e as interrelações entre essas esferas.

Assim, Souza (2019) considera que o ambiente para a humanidade é tudo aquilo com o que ela interage, percebe, significa e transforma. Logo, o ambiente no estado que se encontra é fruto de todas as transformações, (re)significações, (re)apropriações incessantes que são estabelecidas nas relações sociais. Conforme Souza (2019, p. 79): “O ambiente não é algo que “nos envolve”: o ambiente somos também nós, histórica e culturalmente situados”.

O espaço geográfico abrange desde as dinâmicas e processos geoecológicos até as transformações causadas pelas relações sociais sobre o espaço. O termo ambiente conecta as ideias de espaço e de natureza, sendo que, a presença humana e suas marcas são indissociáveis nesse espaço (Souza, 2019). Discussões relacionadas ao ambiente, ao seu uso e ocupação, aos impactos decorrentes, sempre estarão atreladas ao aspecto social. A própria discussão em torno de questões ambientais não teria sentido se não houvesse uma relação social envolvida, visto que, a transformação dos espaços envolve a capacidade humana de modificar e criar ambientes (Souza, 2019), tanto em meio rural quanto em meio urbano. E, em casos de transformações que sejam naturais, envolve a capacidade humana de interpretá-las.

Segundo Souza (2019), onde há sociedades há relações de poder sobre o espaço, portanto, formam-se territórios. Essa interpretação do espaço dentro de uma categoria geográfica, seja ambiente ou território, aponta para as relações, conflitos, lutas, que se estabelecem em torno da permanência de modos de vida, sentimentos pertencimento ao lugar, estratégias de sobrevivência. Nesse sentido, Souza (2019) ressalta que assim como as relações sociais, os modos de produção também diferem entre si na forma como as interações entre sociedade e natureza se dão, o modo de produção capitalista baseado na acumulação de lucros e na mercantilização, é apontado por Souza como antiecológico,

pois, as consequências da execução desse sistema colocam o ambiente num estado de degradação.

[...] as sociedades e culturas se constituem não somente sobre o espaço, mas também por meio do espaço, o que inclui, com destaque, os processos de territorialização. No decorrer desses processos de auto instituição da sociedade, de criação de imaginários e culturas, de cosmologias, de modos de vida, (geo)ecossistemas são muito mais que “palcos” para a vida e relações sociais: fornecem recursos, inspiração, impregnam experiências quotidianas, estabelecem limites [...] Territorialidades [...] se desenvolvem em íntima conexão com os ambientes em suas dimensões paisagística (aparência, espaço visível) e diretamente material ou tangível. (Souza, 2019, p. 84).

Territórios são, portanto, espaços marcados por relações de poder que estabelecem limites, fronteiras que podem se alterar à medida que as próprias relações sociais se transformam.

O estudo de caso proposto nessa dissertação tem como cenário um lote, que faz parte do Projeto de Assentamento (PA) Celso Lúcio, localizado em Uberlândia – MG. Trata-se de um local marcado por processos de territorialização. O foco que se propõe aqui é no sentido de verificar o estado ambiental da área considerando seu contexto anterior e o atual processo de transição agroecológica que está em curso. Portanto, a dimensão considerada para este estudo é a de ambiente, considerando a natureza e o estado em que ela se encontra a partir da realidade social que nela está sendo construída.

2.1 A Agricultura convencional

O lote analisado se localiza dentro do Bioma Cerrado, que, com a sua enorme diversidade biológica e cultural, vem se transformando, numa área de expansão de latifúndios produtivos, devido às vantagens que oferece como, por exemplo, por sua riqueza hídrica e topografia plana (Porto-Gonçalves, 2004).

As dinâmicas de ocupação, uso e produção agrícola no campo brasileiro passaram por transformações ao longo do século XX. No período pós II Guerra Mundial, a atividade industrial foi direcionada para a produção de maquinário, agrotóxicos e fertilizantes químicos para a agricultura. Houve um favorecimento também dos processos de mecanização agrícola e êxodo rural, com vistas a favorecer a produção em larga escala (Rosa, 2019). Essas transformações modificaram as formas de se fazer agricultura e a vida no campo brasileiro.

Durante a segunda metade do século XX muitos países da América Latina aderiram aos ideários produtivos propostos pela Revolução Verde, elaborada e

implementada por países desenvolvidos no pós - II Guerra Mundial. Como a meta desse modelo produtivo era aumentar a produtividade agrícola, para além do uso intensivo de insumos químicos, também começaram a ser desenvolvidas variedades geneticamente modificadas de espécies cultiváveis visando alto rendimento, entre outras técnicas e tecnologias desenvolvidas (Altieri, 2004).

Segundo Altieri (2004), políticas públicas nacionais foram criadas, tendo a pesquisa agrícola e a extensão rural, aliadas geralmente ao crédito agrícola subsidiado, como os principais instrumentos para sua concretização.

Conforme Petersen, Marc Von Der Weid e Fernandes (2009), a expansão das monoculturas, a nível global, gerou um movimento de padronização da ocupação dos espaços rurais, o que levou a redução da diversidade de espécies alimentícias tradicionais. Ao longo da história da agricultura, cerca de 7 mil espécies comestíveis foram domesticadas e cultivadas, porém, atualmente, apenas 120 são cultivadas de forma sistemática.

Para Petersen, Marc Von Der Weid e Fernandes (2009), um dos argumentos de defesa da Revolução Verde é o aumento substancial na produção de alguns cultivos. Entretanto, ao mesmo tempo, milhares de outras espécies alimentícias que integram o patrimônio cultural da humanidade estão em risco de extinção ou já foram perdidas, o que ameaça a soberania alimentar dos povos.

Ademais, Porto-Gonçalves (2004) considera que o mercado mundializado e voltado para a produção de *commodities*, como grãos por exemplo, impõe à agricultura um elevado padrão científico e tecnológico que a torna profundamente dependente do capital e de recursos externos. Por exemplo, os itens que mais pesam para a produção nesse modelo de agricultura além da terra, são fertilizantes, herbicidas, inseticidas, sementes e maquinário.

Conforme Altieri (2004), a Revolução Verde concentrou seus esforços em agricultores que possuíam mais recursos, financeiros/técnicos, esperando que esses “agricultores avançados” se tornassem exemplos. Entretanto, apesar do aumento significativo de produtividade dos cultivos e sistemas economicamente rentáveis proporcionados por esse modelo agrícola, ele tem sido questionado por estar associado a uma série de problemas ecológicos e socioambientais (Abreu *et al*, 2012).

Assim, o foco da investigação científica agrícola moderna tem sido voltado para buscar meios para maximizar a produção, em vez de otimizá-la, dentro dos limites do agroecossistema de determinada exploração agrícola. Isso ocorre principalmente devido à busca por retorno econômico a curto prazo e não na sustentabilidade a longo prazo. Essas questões de investigação têm sido direcionadas para a resolução de problemas de produção imediatos e não visando a futura saúde e manutenção de sistemas agrícolas. Como resultado, o que ocorreu foi o desenvolvimento de uma agricultura industrial de alto rendimento que enfrenta dificuldades em responder a preocupações como a qualidade ambiental, a conservação de recursos ambientais, a segurança alimentar e a qualidade de vida no meio rural (Gliessman, 1990).

2.2 A agricultura familiar e a Agroecologia

Historicamente, a agricultura familiar é chamada também por outros termos, como agricultura de subsistência, pequena produção ou pequena agricultura. A resiliência demonstrada pelos agricultores familiares frente aos avanços da produção agrícola de larga escala indica que este modelo de produção é um componente estrutural que exerce dupla função dentro do processo de produção agrícola capitalista: ela é ao mesmo tempo responsável pela produção de grande parcela dos alimentos e por frear os avanços de atividades típicas do capitalismo no campo (Ortega, 2008 apud Tanure 2020).

O termo “agricultura familiar”, passou a ser utilizado no Brasil na década de 90, fazendo referência ao termo norte-americano *family farms*. Posteriormente passou a ser utilizado por movimentos sociais e sindicais, no meio acadêmico e governamental a fim de reforçar o processo político de resistência e luta entre a agricultura patronal (*agrobusiness*) e o pequeno agricultor. Diversos estudos vêm apontando para uma situação de vulnerabilidade econômica e social na agricultura familiar do Brasil. (Hein e Silva, 2019).

O Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo IBGE, verificou aproximadamente 5 milhões de propriedades rurais no Brasil e apontou que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país são classificados como de agricultura familiar, isto é, são cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos. Estes empregam mais de 10 milhões de pessoas, e são responsáveis por 23% da produção agrícola total no Brasil (IBGE, 2019).

De acordo com Ellis (2000) os agricultores familiares são atingidos por vulnerabilidades consequentes de mudanças ocorridas em seus meios de vida, causadas por crises que desencadeiam carências no acesso à qualidade de vida, saúde, segurança financeira etc. Essas crises podem levar a reações que culminam com o abandono das atividades rurais.

No contexto das mudanças climáticas sobre a agricultura, a agricultura familiar se posiciona como um agente central. As alterações nos níveis de precipitação e temperatura, afetam diretamente a produção e consequentemente o modo de vida dos agricultores familiares. Neste sentido, o risco climático associa-se à histórica fragilidade econômica e social desses produtores e amplia sua posição de vulnerabilidade (Tanure, 2020).

Tanure (2020) ao analisar os impactos futuros das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola de cultivos vinculados à agricultura familiar e patronal no Brasil, no horizonte de 2021 a 2080, verificou que a produtividade dos agricultores familiares é mais sensível às mudanças climáticas, sendo que os cultivos de mandioca, milho e feijão, típicos da agricultura familiar, seriam em média, impactados com perda de produtividade. Tanure afirma que esses cultivos são importantes para a subsistência de grande parte de agricultores familiares, logo, esse impacto sobre sua produtividade pode contribuir para a deterioração da segurança alimentar de agricultores familiares.

De acordo com Brandenburg (2017), durante a década de 1970, período de modernização intensiva da agricultura, aconteceu a difusão da chamada agricultura ecológica. Conforme Brandenburg, a ecologização da agricultura partiu da ideia de transição de um paradigma de produção agrícola moderno (convencional) para um paradigma de produção ecológico ou sustentável, do paradigma de produção agroindustrial para um paradigma agroecológico.

Esses processos de ecologização da agricultura na modernidade surgiram após o primeiro período da modernização agrícola, em consequência da degradação dos sistemas de produção agrícola, tais como simplificação dos ecossistemas, poluição do solo, água, intoxicação dos produtos agrícolas e efeitos nocivos à saúde, decorrentes do uso intenso de agrotóxico (Brandenburg, 2017).

Brandenburg (2017), ao discutir a ecologização da agricultura familiar contemporânea, afirma que a opção por esse modo de agricultura e de vida, não se trata de uma simples reprodução social e produtiva, mas de uma forma de viver e fazer

agricultura que é fruto de escolhas, de processos de tomada de decisão consciente e relacionado com projetos ou políticas de vida.

Nessa perspectiva agricultores que constroem projetos que se contrapõem à lógica dominante do sistema, reagem a um processo de dominação técnica e à condição de objeto de interesses mercantis e econômicos. Para isso, formulam novos projetos e constroem uma nova cultura que integra natureza e interesses sociais, racionalidade e subjetividade (Touraine, 1995 apud Brandenburg, 2017).

Assim, a agroecologia passa a ser desenvolvida como contraponto ao crescimento do modelo hegemônico do agronegócio, alavancado pela Revolução Verde. Para isso ela propõe a redescoberta e valorização de conhecimentos tradicionais e populares dos agricultores (Rosa, 2019). Segundo Altieri (2004), a agroecologia foca seus esforços para o desenvolvimento ocorrer a partir de pequenos agricultores e do conhecimento agrícola tradicional, combinando isso com as tecnologias e os elementos da ciência agrícola moderna.

Segundo Assis e Romeiro, (2002) práticas agrícolas alternativas à agricultura moderna vêm sendo desenvolvidas desde a década de 1920, alcançando âmbito mundial a partir dos anos 60. Elas surgiram como movimento contrário às inovações relacionadas ao uso de adubação química, prática que hoje é amplamente utilizada e difundida.

Na década de 20 surgiram, quase simultaneamente, alguns movimentos contrários à adubação química que valorizavam o uso da matéria orgânica e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos. Esses movimentos "rebeldes" podem ser agrupados em quatro grandes vertentes. Na Europa tem-se: a agricultura biodinâmica, iniciada por Rudolf Steiner em 1924; a agricultura orgânica, cujos princípios foram fundamentados entre os anos de 1925 e 1930 pelo pesquisador inglês Sir Albert Howard e disseminados, na década de 40, por Jerome Irving Rodale nos E. U.A.; e a agricultura biológica, inspirada nas ideias do suíço Hans Peter Müller e mais tarde difundida, na França por Claude Auber. A outra vertente, a agricultura natural, surgiu no Japão a partir de 1935 e baseava-se nas ideias de Mokiti Okada." (Ehlers, 1994, p. 232 *apud* Assis, Romeiro, 2002)

Essas práticas agrícolas alternativas vêm sendo utilizadas como sistemas de produção que buscam compreender o funcionamento dos ecossistemas e as interações presentes neles, fazendo uso de serviços ecossistêmicos e da própria biodiversidade para produzir nos sistemas agrícolas, sob novas bases tecnológicas e econômicas (Assis e Romeiro, 2002).

Os serviços (funções) ecossistêmicos se referem às interações entre os elementos de um ecossistema. Alguns exemplos destas funções são a transferência de energia, a ciclagem de nutrientes, a regulação de gases, a regulação climática e o ciclo da água. Assim, os serviços ecossistêmicos ou ambientais são definidos como benefícios obtidos direta ou indiretamente do funcionamento natural de um ecossistema, sendo fundamentais para a manutenção da vida no planeta (MMA, 2024).

O modelo agroecológico adota princípios básicos que visam a menor dependência de insumos externos e a conservação dos bens naturais para viabilizar agroecossistemas sustentáveis. Os sistemas agroecológicos procuram maximizar a reciclagem de energia e nutrientes, reduzindo a perda de recursos durante processos produtivos. Estratégia que é viabilizada com o desenho de sistemas produtivos complexos e diversificados através de policultivos, que podem ser anuais e perenes. A diversificação proporciona maior estabilidade a estes sistemas elevando sua capacidade de absorver perturbações inerentes ao processo produtivo da agricultura (como flutuações de mercado, questões climáticas), contribuindo com sua auto-regulação (Assis e Romeiro, 2002).

De acordo com a Associação Brasileira de Agroecologia – ABA (2023), a agroecologia pode ser definida como ciência, movimento político e prática social. Ela é portadora de um enfoque científico, teórico, prático e metodológico que articula diferentes áreas do conhecimento de forma transdisciplinar e sistêmica, norteadas para desenvolver sistemas agroalimentares sustentáveis em suas diversas dimensões.

Além disso, a agroecologia tem como princípio epistemológico a articulação entre os conhecimentos científicos e populares. Para isso exige uma pesquisa contextualizada e que utilize metodologias específicas que oportunizem o diálogo entre os diferentes saberes (Laranjeira *et al.*, 2019).

Uma metodologia que valoriza e contribui com os saberes dos pequenos agricultores familiares em processo de transição agroecológica é a Metodologia “De Camponês a Camponês” (CaC). Segundo Rosset e Barbosa (2021), esta metodologia consiste em uma resposta ao modelo convencional de assistência técnica, em que o técnico é o sujeito ativo do processo que levam instruções técnicas para manter um padrão da produção agropecuária.

A estratégia central em um processo CaC ocorre quando um camponês com um problema produtivo visita o roçado de outro camponês que já implementou com êxito

uma solução agroecológica para o mesmo problema. Esse momento permite a troca pedagógica de saberes camponeses na resolução de problemas relacionados à produção agropecuária em perspectiva agroecológica, possibilitando uma aprendizagem horizontalizada, de camponês(a) a camponês(a). O diálogo é a base dessa troca de saberes entre camponeses, e entre camponeses e técnicos-facilitadores de processos (Rosset; Barbosa, 2021).

Essa metodologia busca superar os métodos verticais da extensão agrícola convencional, nos quais o técnico é o sujeito detentor do reconhecimento do saber considerado legítimo sobre a produção. Desse modo a Metodologia CaC propõe a participação coletiva, que considere os saberes de vida e tradicionais de camponeses, na qual estes são os sujeitos centrais na transformação de sua realidade, através de momentos de diálogo que promovam o enfoque agroecológico, visto que, este depende da aplicação de princípios de acordo com a realidade local de cada estabelecimento rural camponês e de cada cooperativa. A abordagem agroecológica requer criatividade, conhecimento local, inovação e inteligência camponesa, que muitas vezes não são reconhecidas pela assistência técnica (Rosset; Barbosa, 2021).

Nesse sentido, as próprias famílias camponesas, detentoras de seus saberes de vida, obtidos por tradição, por observação prática e pelas trocas de informações com vizinhos e comunidade, são capazes de elaborar respostas e soluções para problemas práticos enfrentados em sua produção agrícola. Principalmente com enfoque agroecológico, visto que, este propõe o uso de recursos locais e tecnologias disponíveis e acessíveis para esses agricultores.

No que se refere às questões socioeconômicas, Altieri (2004) enfatiza a importância da agricultura agroecológica, pois além de ser um processo ecológico, é um processo social, sendo o resultado da coevolução dos sistemas naturais e sociais. Nesse sentido, a agroecologia pode ser compreendida enquanto um novo campo de conhecimento pois, além de considerar as dimensões do ambiente biofísico, ela também leva em conta as esferas sociológica e política (Abreu *et al.*, 2012).

No Brasil, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PNAPO foi instituída em 2012, pelo Decreto nº 7.794/2012. Em seu Art. 1º aponta o objetivo de:

[...] integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da

população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis.

Segundo o Art. 2º, inciso III, do decreto anteriormente citado, a produção agroecológica é definida como:

Aquela que busca otimizar a integração entre capacidade produtiva, uso e conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais, equilíbrio ecológico, eficiência econômica e justiça social, abrangida ou não pelos mecanismos de controle de que trata a Lei nº 10.831, de 2003, e sua regulamentação.

A Lei nº 10831/2003 dispõe sobre a agricultura orgânica, definindo em seu Art. 1º os sistemas orgânicos como:

[...] 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.

§ 1º, a finalidade de um sistema de produção orgânico é:

I – a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;

II – a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção;

III – incrementar a atividade biológica do solo;

IV – promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas; [...]

§ 2º O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, **agroecológicos**, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta Lei.

Assim, conforme essas definições sobre agroecologia e agricultura orgânica, percebe-se que, em oposição à crescente artificialização dos agroecossistemas, está o caminho de reaproximação entre a atividade de agricultura e a natureza, além da desindustrialização da agricultura. Essa estratégia implica na redução do emprego de energia fóssil e outros insumos externos nos sistemas agrícolas (Petersen, Weid, Fernandes, 2009).

Para compensar a eliminação do uso de insumos industriais e compatibilizar eficiência produtiva com conservação ambiental, os sistemas agroflorestais se baseiam no emprego dos recursos naturais por meio da articulação de conhecimentos da Ecologia com saberes populares aplicados nos métodos tradicionais de agricultura. Assim, como

ciência emergente, a Agroecologia carrega conceitos e métodos que surgem do diálogo entre o saber popular e o científico (Petersen, Weid, Fernandes, 2009).

Segundo Altieri (2004) a agroecologia propõe uma abordagem que integra princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos, utilizando agroecossistemas como unidade de estudo que inclui as dimensões ecológica, social e cultural. De forma que, a abordagem agroecológica incentiva pesquisadores a adentrarem no campo do conhecimento e nas técnicas dos agricultores a fim de desenvolverem agroecossistemas com mínima dependência de insumos externos, isto é, sistemas agrícolas mais sustentáveis.

Assim, a agricultura sustentável refere-se a um modelo de agricultura que busca assegurar produtividades sustentadas a longo prazo. Isso requer que a agricultura seja vista como um ecossistema e que as práticas agrícolas e a pesquisa, para além do interesse pela produtividade de uma mercadoria, busquem garantir a otimização de todo o sistema de plantio, visando sua estabilidade e sustentabilidade ecológicas (Altieri, 2004).

Para contribuir com o fazer agroecológico os mutirões são uma estratégia de trabalho coletivo que permite o diálogo, a troca de experiências e ajuda mútua. Segundo Andrade (2015), a prática dos mutirões é uma estratégia de reprodução social do conhecimento, que ultrapassa a natureza econômica, pois trata-se de um espaço onde se estabelecem e se afirmam relações sociais. Caldeira (1956, apud Andrade, 2016, p.19) define o termo mutirão como:

[...] uma prática de trabalho coletivo alicerçada em formas de cooperação de ajuda mútua, estabelecidas a partir das relações de reciprocidade. Tal prática é desenvolvida envolvendo relações de amizade, parentesco, vizinhança e compadrio.

Quanto às práticas de manejo de agroecossistemas, Altieri (2004, p 66), aponta que seus componentes básicos incluem:

- a) *cobertura vegetal como meio eficaz de conservar o solo e a água*: pode ser obtida através de práticas de cultivo que não movam o solo, uso de cobertura morta, cultivos de cobertura viva, etc.;
- b) *suprimento regular de matéria orgânica*: obtido com a incorporação regular de matéria orgânica (esterco, composto) e promoção da atividade biológica do solo;
- c) *mecanismos eficazes de reciclagem dos nutrientes incluindo*: rotações de culturas, sistemas mistos de cultivos/criação, agroflorestamento e sistemas de consorciação baseados em leguminosas;

- d) *regulação de pragas*: as práticas de manipulação da biodiversidade e a introdução e/ou conservação dos inimigos naturais fornecem os agentes biológicos necessários para o controle delas.

A aplicação dessas práticas visa atender aos princípios de autossustentabilidade do agroecossistema, que seja diversificado, adaptado ao meio natural local e as condições socioeconômicas, com baixa dependência de insumos externos, tudo isso a fim de aumentar a eficiência desse sistema, tornando-o mais resiliente e reduzir danos que coloquem em risco a qualidade ambiental do meio.

Deve-se destacar que a lógica expansionista da agricultura industrial vem promovendo um rápido avanço das fronteiras agrícolas sobre ecossistemas naturais, resultando em impactos diretos sobre o ambiente, como a perda da agrobiodiversidade, a contaminação de corpos d'água por fertilizantes sintéticos. Estima-se que apenas 50% dos nutrientes contidos nesses fertilizantes sejam absorvidos pelas plantas cultivadas, sendo a outra metade absorvida por plantas espontâneas ou carregada pela água até os corpos hídricos (Petersen, Weid, Fernandes, 2009).

Assim, um aspecto importante para a construção de estilos de agricultura mais sustentáveis é o aumento da eficiência do uso da água. O manejo conservacionista dos solos, os cultivos de cobertura, as variedades locais, os espaçamentos mais adensados e os sistemas agroflorestais estão entre as práticas que ajudam a regular os ciclos hidrológicos locais, ao favorecer a infiltração da água e a penetração profunda das raízes dos cultivos, reter maiores teores de umidade nos solos e ao reduzir as perdas por escoamento superficial e evaporação (Petersen, Weid, Fernandes, 2009).

Diante da magnitude das alterações climáticas [...], a atitude mais ingênua é insistir que as soluções serão encontradas por meio do progresso tecnológico, sem que os padrões de produção e consumo nas sociedades modernas sejam profundamente alterados. O enfoque agroecológico [...] aponta para um princípio fundamental para a reorientação dos sistemas agroalimentares: a realocação da produção, do comércio e do consumo de alimentos. (Petersen et al., p. 7. 2009)

Petersen *et al.* (2009) afirmam que o modelo hegemônico da agricultura industrial e corporativista se sustenta graças à aliança entre as elites agrárias, as agroindústrias e instituições financeiras que tem na agricultura um agronegócio e influenciam a concepção de legislações em torno dessa atividade. Por exemplo, na tomada de decisões sobre

subsídios estatais que criam condições econômicas e institucionais necessárias para viabilizar o agronegócio.

Segundo Rosa (2019) dentro do modo de produção capitalista não há espaço ou possibilidade concreta de construção de um capitalismo sustentável, fator apontado como barreira para a implementação da agroecologia como substitutivo do agronegócio. Não por incapacidade técnica do modelo agroecológico, mas sim pela própria estrutura de funcionamento do capital, que limita a agroecologia devido à lógica de acumulação do capital, que visa a ampliação do consumo e da produção a fim de gerar mais lucro. Assim, Rosa (2019) ressalta a necessidade de superação do atual modelo de produção capitalista, para que então a agroecologia possa contribuir com a construção de novas formas de organização político social.

2.3 Avaliação Ambiental

O termo impacto diz respeito ao efeito de uma ação humana induzida sobre um sistema (Westman, 1985). Logo, uma análise de impactos busca identificar e avaliar atividades e seus possíveis efeitos sobre o ambiente. Essa avaliação, para Westman (1985), é um conceito subjetivo que depende da aplicação de valores sociais, isto é, o valor atribuído à significância de um efeito depende de quais valores são empregados, estes por sua vez, dependem do momento histórico, da cultura e, portanto, não são padronizados, são diversos.

Segundo Sánchez (2020) o conceito de impacto ambiental pode ser entendido como o efeito resultante da ação humana sobre um ecossistema, um ambiente, de forma que, os impactos ambientais podem ser adversos ou benéficos.

Souza (2019) afirma que trabalhos que abordam “impactos ambientais” muitas vezes colocam as relações e influências sociais com o meio, como algo homogêneo ou simplificado, não levando em conta a complexidade que envolve a construção da sociedade, além disso, também aponta para a dificuldade em trabalhos que envolvem variáveis qualitativas, que estão ligadas a esses valores empregados nas análises.

Sánchez (2020, p. 26) afirma que o “[...] impacto ambiental é uma consequência de atividades, produtos, serviços (sociais)”, assim, o caráter positivo ou negativo depende de como essas atividades são feitas e dos seus resultados sobre o ambiente. Sánchez cita, por exemplo, projetos de tratamento de águas residuais (esgoto), que visam melhorar a

qualidade das águas, melhorar condições de saneamento e consequentemente saúde pública, enfim, trazem melhorias se comparados à situação pré-projeto. Nesse sentido cabe ressaltar que o impacto também depende do estado inicial do meio.

Essa interpretação sobre impactos ambientais supera o sentido comum que associa o termo impacto a um efeito negativo, reforçando que as ações e a presença humana podem trazer benefícios ao ambiente. Sánchez (1994) afirma existir um amplo espectro de entendimentos sobre o conceito de impacto ambiental. Mas, de maneira geral, há uma predominância no paradigma naturalístico que associa impacto ambiental às mudanças ocorridas no ambiente natural, deixando de lado alterações de cunho social.

Na área da agricultura discussões vêm sendo realizadas sobre a necessidade do desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis. Modelos agrícolas que sejam capazes de gerar externalidades positivas no meio.

Para Altieri e Nicholls (2011) os sistemas agroflorestais aumentam a multifuncionalidade da agricultura, contribuindo para a soberania alimentar, a geração de renda e economia comunitária, além da proteção da biodiversidade. Desse modo, os sistemas agroflorestais são apontados como capazes de gerar impactos benéficos sobre as áreas onde são implantados ao gerar externalidades positivas sobre o meio.

Conforme Lunelli, Ramos e Júnior (2013) dentre as externalidades sobre os recursos naturais, os benefícios proporcionados aos solos pelas agroflorestas são os mais bem documentados sendo a presença de indicadores na análise da qualidade dos solos bastante frequente quando comparado a outros serviços ambientais. Lunelli, Ramos e Júnior citam benefícios relacionados à redução de processos de erosão, aumento da capacidade de retenção de água em função do aumento de matéria orgânica de cobertura e o aumento da biodiversidade de organismos do solo.

Num cenário de riscos intensificados pelo contexto de mudanças climáticas globais, as discussões sobre a segurança hídrica se tornam necessárias e as análises sobre segurança hídrica desafiadoras. O uso de indicadores e índices se apresentaram como ferramentas úteis na mensuração da segurança hídrica, uma vez que, permitem reunir uma série de dados e informações acerca das condições relativas à água, tais como: disponibilidade, demanda e qualidade, bem como, variáveis que indicam condições de acesso à mesma, representadas por dados econômicos e sociais. Ademais, esse recurso

permite analisá-la ao longo do tempo, ao passo que novos dados e informações vão sendo produzidos (Barbosa, 2022).

É sobre a área definida como bacia hidrográfica que se desenvolvem as atividades humanas (Valera, 2023), portanto o entendimento do contexto de uma bacia hidrográfica é relevante para compreender as dinâmicas das atividades socioeconômicas que são desenvolvidas nessa área.

A bacia hidrográfica trata-se de uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Ela é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exultório (Tucci, 1997 apud Valera, 2023).

Assim, ações de controle de uso e preservação das áreas de captação de água são importantes para a proteção dos recursos hídricos. A avaliação ambiental da bacia é um importante instrumento capaz de contribuir não só para a avaliação da qualidade da água e o entendimento da dinâmica do sistema, mas também para a escolha de medidas de manejo e recuperação do ecossistema (Valera, 2023).

A água, devido suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas pode incorporar em si moléculas, íons, partículas, impurezas, as quais vão definir sua qualidade. Conforme Von Sperling (2005), a qualidade de uma determinada água é resultante de condições naturais e do uso e ocupação da unidade territorial que é a bacia hidrográfica, ou seja, da ação humana sobre essa área.

Mesmo com a bacia hidrográfica preservada em suas condições naturais, a qualidade da água dos corpos hídricos dessa área é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração da água no solo, resultantes da ação das chuvas. Havendo forte influência da cobertura e composição do próprio solo. A interferência humana também afeta a qualidade das águas, de acordo com os usos e ocupação do solo (Von Sperling, 2005).

As águas têm usos múltiplos que vão desde o abastecimento doméstico, industrial, uso em irrigação, dessedentação de animais, até a preservação de fauna e flora, atividades de recreação, geração de energia elétrica, navegação, entre outros. Dessa maneira, os

corpos d'água tem usos múltiplos diversos, decorrendo daí a necessidade da satisfação simultânea de diversos critérios de qualidade (Von Sperling, 2005).

De acordo com a ANA (2021), no Brasil, atualmente a irrigação é responsável por cerca de 50% da captação de água bruta em mananciais superficiais e subterrâneos no Brasil. A utilização de água para irrigação é um uso consuntivo da água, isto é, altera suas condições conforme é armazenada, retirada do ambiente e a maior parte consumida pela evapotranspiração das plantas, não retornando diretamente aos corpos hídricos. Esse consumo significa que a água é indisponibilizada para outros usos naquela local e tempo.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2024), as três principais atividades que aumentaram expressivamente a demanda por água mundialmente são: expansão agrícola, atividades industriais e crescimento populacional. Na América Latina e no Caribe o PNUD indica que a demanda hídrica continuará aumentando, crescendo 43% até 2050, quase o dobro da média global de crescimento, de 20-25%. Esses valores foram calculados utilizando dados do *World Resources Institute* e considera cenários de mudança do clima e aumento das temperaturas globais.

Em 2019, a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ) da Câmara dos Deputados aprovou a proposta de incluir o risco de escassez de água entre os itens abrangidos pelo conceito de segurança alimentar, a qual é baseada na concretização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, tendo como base práticas alimentares que promovam a saúde, respeitem a diversidade cultural e que sejam sustentáveis (Agência Câmara de Notícias, 2019). Com isso, a Lei nº 11.346, de 2006 referente ao Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN, passou a abranger em seu Art. 4º, parágrafo I:

[...] a ampliação das condições de acesso aos alimentos por meio da produção, em especial da agricultura tradicional e familiar, do processamento, da industrialização, da comercialização, incluindo-se os acordos internacionais, do abastecimento e da distribuição de alimentos, **incluindo-se a água, bem como das medidas que mitiguem o risco de escassez de água potável**, da geração de emprego e da redistribuição da renda. (Grifo nosso)

O crescimento da prática da irrigação resulta no aumento do uso da água, e benefícios podem ser observados, como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos, a redução de custos unitários, a atenuação dos impactos da variabilidade climática e a otimização de insumos e equipamentos. A irrigação permite, portanto, o aumento e a estabilidade da oferta de alimentos e consequente aumento da segurança alimentar e nutricional da população brasileira (ANA, 2021).

Por outro lado, a irrigação não planejada é capaz de desencadear impactos sobre os usos múltiplos, presentes ou potenciais, dos recursos hídricos, isto é, o regime hídrico da área onde o projeto de irrigação é inserido deve ser observado. A disponibilidade espacial e temporal de água em termos de quantidade e de qualidade deve ser levada em consideração para o planejamento da irrigação (Rodrigues e Irias, 2004).

Conforme Mourelli (2008), a irrigação é uma das práticas agrícolas mais importantes, para a olericultura, que é o cultivo de hortaliças. A qualidade da água que se utiliza em hortaliças, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, deve atender a determinados parâmetros que serão discutidos adiante.

Os sistemas agroflorestais são plantios realizados com o consórcio de espécies, com funções diversas para gerar um agroecossistema no qual tanto estão presentes espécies com fins agrícolas, para que os agricultores tenham um produto e um retorno financeiro, quanto espécies nativas, árvores, que vão cumprir a função de recompor a vegetação nativa, de enriquecer a biodiversidade, além de outros benefícios. Por exemplo: espécies de diferentes estratos (tamanhos) tem finalidades específicas, as mais altas fornecem sombra, as forrageiras fazem a cobertura do solo, as leguminosas contribuem com a ciclagem de nitrogênio para o solo, entre outras, a depender das características da área.

Nesse contexto, métodos de identificação e avaliação de impactos ambientais são ferramentas úteis para compreender como práticas agrícolas como a agroecologia, que propõe uma agricultura sustentável, pode contribuir com o ambiente.

Westman (1985) pontua cinco técnicas principais de identificação de impactos: checklists (listas de verificação), matrizes, networks (rede de impactos), sobreposição de mapas e método ad hoc (conhecimento empírico de profissionais, adquirido com experiências técnicas). As matrizes, segundo Westman, são as listas de verificação em formato bidimensional, em que os impactos e ações são associados.

O método PEIR é um método de avaliação de impactos ambientais baseado no conceito de causalidade, propondo uma análise ambiental a partir do estudo dos fatores que exerçam pressão sobre determinado meio causando seu estado atual, caracterizado por meio de indicadores. Com isso é possível avaliar impactos ambientais decorrentes de determinada situação. A última etapa desse método é a elaboração de respostas, que podem envolver ações individuais e/ou coletivas, visando mitigar, ou prevenir impactos negativos além de reconhecer e colaborar com aqueles benéficos, gerados sobre o

ambiente e para as pessoas. Os indicadores de Pressão, Estado, Impacto e Resposta são organizados de maneira lógica em matrizes, que permitem relacionar os indicadores relacionados aos componentes em estudo. (Oliveira, 2017; Santos et al., 2020).

A fim de conhecer melhor o método PEIR e aprofundar em aspectos como seu histórico, desenvolvimento e aplicações em estudos ambientais, foi desenvolvida uma pesquisa de revisão bibliográfica sistemática sobre este método. Como resultado foi desenvolvido o artigo de revisão sistemática de obras constantes na Plataforma Capes Café, intitulado “O método pressão-estado-impacto-resposta (PEIR) aplicado em estudos ambientais: uma revisão sistemática.”, publicado na Revista Geografia (Londrina), em janeiro de 2025, e apresentado no capítulo 3. Este artigo forneceu subsídios para direcionar a aplicação do método no estudo de caso proposto.

3. O MÉTODO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (PEIR) APLICADO EM ESTUDOS AMBIENTAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

Artigo publicado em janeiro de 2025. Referência:

Ribeiro, M. T., & Rodrigues, G. S. de S. C. (2024). O Método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) Aplicado em Estudos Ambientais: uma revisão sistemática. *Geografia (Londrina)*, 34(1), 49–69. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2025v34n1p49>

RESUMO: A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCED) formulou, em 1993, os indicadores ambientais Pressão-Estado-Resposta (PER). Posteriormente, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) adaptou esse método que passou a ser chamado PEIR. É um método de avaliação de impactos ambientais baseado no conceito de causalidade, pois propõe que a análise ambiental ocorra a partir do estudo dos fatores que exerçam PRESSÃO sobre determinado meio causando seu ESTADO atual, caracterizado por meio de indicadores. Com isso é possível avaliar IMPACTOS ambientais decorrentes de determinada situação. Para lidar com o estado ambiental a sociedade oferece RESPOSTAS, incluindo ações individuais e coletivas, visando mitigar, adaptar ou prevenir impactos negativos no ambiente. Este artigo apresenta uma revisão sistemática acerca desse método, realizada por meio de um levantamento de literatura utilizando a plataforma 'Portal de Periódicos da Capes'. O objetivo foi levantar informações sobre a aplicabilidade desse método em estudos ambientais referentes a atividades econômicas e contextos diversos. Os resultados apontam para o caráter adaptável do método PEIR para diferentes locais e contextos geográficos, e sua utilidade é observada em processos de gestão ambiental e identificação de impactos ambientais e suas causas, a qual possibilita a compreensão do ambiente enquanto sistema de múltiplas interações.

PALAVRAS-CHAVE: método PEIR; revisão sistemática; avaliação de impactos socioambientais.

3.1 Introdução

Após a criação e difusão do conceito de Desenvolvimento Sustentável, ocorrido durante as décadas de 1970 e 1980, tornou-se necessário a elaboração de ferramentas que possibilitassem avaliar o estado ambiental de determinada área ou os impactos ambientais decorrentes de certas atividades. O método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) é uma ferramenta de avaliação de impactos ambientais, baseado no conceito de causalidade, que vem sendo muito utilizado. Entende-se que o método PEIR é capaz de contribuir com o estudo de impactos ambientais que estão em ocorrência, ou mesmo estudos de caráter preventivo, sendo uma ferramenta para a gestão ambiental. Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sistemática a fim de compreender como esse método vem sendo aplicado em estudos ambientais e refletir sobre sua eficácia.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi introduzido por Maurice Strong, durante a Conferência de Estocolmo, na década de 1970, e difundido por Ignacy Sachs (Montibeller Filho, 1993). O conceito buscava preencher a lacuna criada pelos questionamentos de grupos ambientalistas sobre as consequências ambientais negativas de projetos de desenvolvimento de governos e instituições financeiras internacionais, especialmente com relação às estratégias de modernização voltadas para países de Terceiro Mundo.

Na década de 1980, países membros da Organização de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) demandavam a criação de indicadores ambientais que permitissem integrar o ambiente na tomada de decisões econômicas mensurando a influência das ações humanas sobre o ambiente (OCDE, 1993). Mas, já na década de 1970, havia sido elaborada pelos cientistas Anthony Friend e David Rapport, da Statistics Canada, uma estrutura de indicadores ambientais, que seguem uma cadeia de causalidade, conhecida como Stress-Response. A abordagem Stress-Response surgiu com o propósito de integrar as atividades estressoras com as respostas ambientais a elas. O Stress ambiental pode ser definido pelos elementos que colocam pressão sobre o meio e contribuem com sua degradação, já o termo Response, ou resposta ambiental, se refere aos efeitos desse estresse que são observados sobre o ambiente natural ou artificial, ou seja, a resposta do próprio sistema (Rapport e Friend, 1979). Baseando-se nesse modelo, a OCDE adaptou esses indicadores em 1993 gerando o sistema de indicadores Pressão-Estado-Resposta, que propõe um diagnóstico baseado em três aspectos: estado atual da situação; forças e atividades que mantêm ou causam o estado; respostas para melhorar, manter ou reverter o estado.

Oliveira e Faria (2008) definem indicadores como valores medidos ou derivados de mensurações quantitativas e/ou qualitativas os quais são passíveis de padronização e comparáveis entre si. De acordo com Carvalho, Garcez e Santiago (2020), os indicadores são ferramentas analíticas de avaliação que informam sobre as condições e tendências ao desenvolvimento sustentável de determinado local.

A OCDE propôs uma variação do método PEIR, substituindo o termo “Pressão” por “Força motriz”. Nessa variação considera-se que o impacto sobre o desenvolvimento sustentável pode ser positivo ou negativo (Ariza e Araujo Neto, 2010). Depois, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) adaptou o sistema PER incluindo as variáveis “Forças Motrizes e Impactos” ampliando o método para Força

Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta – PEIR (Lima, Costa e Ribeiro, 2017). O PNUMA aplica o PEIR no Programa de Avaliação Ambiental Integrada: Global Environment Outlook - GEO Cidades.

Com o intuito de compreender os componentes do PEIR, é necessário definir o conceito de impacto. Segundo Sánchez (2020) impacto ambiental pode ser entendido como o efeito resultante de uma ação humana sobre um ecossistema ou ambiente o qual pode ser adverso ou benéfico. Conforme o autor (2020, p. 26) “[...] impacto ambiental é uma consequência de atividades, produtos, serviços (sociais)”, logo, o caráter positivo ou negativo depende de como são feitas as atividades e seus resultados sobre o ambiente.

Trabalhos que tratam de “impactos ambientais” lidam com interesses divergentes e objetivos conflitantes. Uma lacuna recorrente em estudos de impactos ambientais é o tratamento homogêneo dado à sociedade (Souza, 2019). Nesses casos a presença humana, suas relações e influências, são interpretadas como um fator categorizado nos estudos. Assim, uma característica relevante do PEIR é sua análise a partir da verificação das forças motrizes que pressionam o ambiente e forças vindas da ação humana sendo imperativo considerar o contexto social, econômico e a qualidade de vida da população ou local.

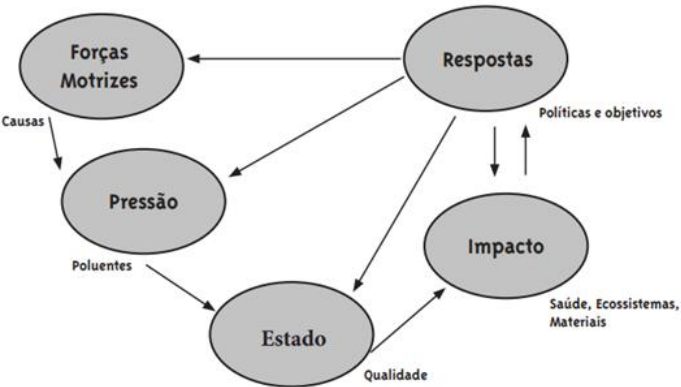
No Brasil a avaliação de impactos ambientais é estabelecida como um dos instrumentos da Lei nº 6.938, 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Empreendimentos com impactos significativos, isto é, elevado potencial de degradação ambiental, possuem como exigência estudos prévios de impactos ambientais. Porém, há situações que envolvem ambientes degradados e comunidades em situação vulnerável onde não houve qualquer estudo prévio ou instalação de infraestruturas necessárias para garantir a qualidade de vida nesses locais e para essas populações. Trabalhos como o de Abarca e Moraes (2021) e de Silva et al. (2022), entre outros desta revisão, relatam tais situações e demonstram como o método PEIR contribuiu com o estudo ambiental desses contextos fomentando informações para uma melhor tomada de decisões por parte da gestão pública.

3.2 Etapas Do Método PEIR

O método PEIR (Figura 1) se organiza de modo a gerar uma matriz estruturada a partir da identificação das atividades causais que produzem pressões e impactos alterando o estado do ambiente. Para auxiliar na mitigação desses impactos são elaboradas respostas

pela sociedade ou poder público (Oliveira, 2017). Segundo Santos et al. (2020), os indicadores de Pressão, Estado, Impacto e Resposta são organizados de maneira lógica em matrizes, as quais os pesquisadores têm autonomia para desenvolver. As matrizes permitem identificar os indicadores relacionados ao meio e o estabelecimento de ações que reduzam impactos ambientais negativos.

Figura 1 - Etapas do Método PEIR.



Fonte: Lima, Costa e Ribeiro, 2017.

Abarca e Moraes (2019), baseando-se em materiais do PNUMA, elaboraram um quadro no qual os componentes se referem a diferentes propostas de análise, detalhando das variáveis do método PEIR. Cada análise responde uma questão que vai caracterizar o evento e o local de estudo de acordo com os elementos de influência (Figura 2).

Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre o método PEIR, por meio do levantamento e leitura de artigos que o utilizaram em pesquisas ambientais, a fim de verificar como o PEIR vem sendo desenvolvido. A análise relaciona-se principalmente ao contexto brasileiro, aplicabilidade, dificuldades de utilização e levantamento das observações de autores basilares no desenvolvimento da metodologia. A revisão de literatura foi realizada no acervo digital disponibilizado na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Periódicos).

Figura 2 - Quadro dos componentes da metodologia PEIR

| Componente | Análise | Questão |
|------------|---|---|
| Pressão | Forças econômicas e sociais implícitas. Sob uma perspectiva política, a pressão constitui o ponto de partida para o enfrentamento dos problemas ambientais. | Por que isto está acontecendo? |
| Estado | Condição do meio ambiente, resultante das pressões ambientais, econômicas e sociais. | O que está acontecendo com o ambiente? |
| Impacto | Efeito produzido pelo estado ambiental sobre: a qualidade de vida, o próprio meio ambiente e o ambiente construído. | Qual é o impacto causado pelo estado do ambiente? |

| | | |
|-----------------|--|------------------------------------|
| Resposta | Ações coletivas ou individuais que atenuam ou previnem impactos ambientais negativos, corrigem danos provocados ao meio ambiente, preservam os recursos naturais e contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população local. | O que está sendo feito a respeito? |
|-----------------|--|------------------------------------|

Fonte: Abarca e Moraes, 2019. Adaptação: as autoras, 2024.

A revisão sistemática se deu por meio do levantamento da literatura sobre o método de pesquisa PEIR. Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011) a abordagem sistemática, para revisões, é uma forma de obter maior rigor e melhores níveis de confiabilidade ao definir uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados.

Neste estudo, a estratégia iniciou-se pela escolha da plataforma utilizada para a pesquisa e o período que seria considerado no levantamento de informações. A opção foi pelo Portal de Periódicos da CAPES – CAFE, de acesso exclusivo para cadastros institucionais, e o período estipulado foi de 1991 a 2023. A pesquisa foi realizada em janeiro/2024 conforme o seguinte procedimento:

- 1) Seleção do campo “Acervo” > “Buscar Assunto”;
- 2) Palavras-chave: “Método PEIR” e “Metodologia PEIR”;

Foram encontrados 62 resultados ao todo, e estes passaram pelos seguintes filtros:

- 2a) Tipo de recurso: “Artigos”;

2b) Data de criação: com relação à data de criação o ano inicial do recorte temporal - 1991 - se deu porque é o ano inicial da inclusão de artigos no repositório da CAPES, sendo que o artigo mais antigo que trata da aplicação do método PEIR, com enfoque ambiental, data de 2010. Assim, o período estipulado foi de 1991-2023;

- 3) “Método PEIR”= 26 resultados, “Metodologia PEIR”= 29 resultados, 55 ao todo;

Seleção de artigos que utilizaram o sistema de indicadores PEIR para estudo de questões ambientais: leitura dos títulos e resumos. Foram selecionados 14 artigos.

Deve-se destacar que nesta pesquisa não foram indicados idiomas específicos a fim de se obter o maior número de resultados, abrangendo estudos desenvolvidos em diferentes países. Artigos analisados que utilizaram o método PEIR na área da saúde foram excluídos da revisão, pois a proposta é verificar sua aplicação em estudos ambientais.

Ressalta-se que, na literatura, os termos “método” e “metodologia” são utilizados para se referir ao PEIR. Segundo o Dicionário Aurélio, de língua portuguesa, o termo “método” vem do grego *methodos* e significa caminho para chegar a um fim, ou seja, um conjunto de etapas para alcançar um objetivo. Já o termo “metodologia” se refere ao estudo dos caminhos ou estudo dos métodos usados para alcançar um objetivo. Dessa forma, o termo utilizado nesta revisão é “Método PEIR”, pois se trata de técnicas aplicadas em estudos ambientais. Os artigos foram agrupados de acordo com as aplicações dadas ao PEIR (Figura 3). No quadro da Figura 4 são apresentados os artigos selecionados para a revisão.

Figura 3 - Quadro com agrupamentos dos artigos, conforme o tema.

| | |
|------|--|
| I. | Análise da qualidade ambiental de Bacias Hidrográficas; |
| II. | Avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas; |
| III. | Avaliação de impactos ambientais causados por atividades variadas. |

Fonte: As autoras, 2024.

Figura 4 -Quadro com artigos selecionados para a revisão.

| GRUPO | TÍTULO | AUTORES | PERIÓDICO | ANO |
|-------|---|---|---|------|
| I | El análisis estructural para evaluar indicadores dentro de la GIRH en la microcuenca “Villa Victoria” (Estado de México) | LUNA-PÉREZ, ZEPEDA-MONDRAGÓN, CANCHOLA-PANTOJA. | Ingeniería del Agua | 2022 |
| II | Percepção dos Ribeirinhos da colônia de pescadores Z-9 sobre impactos ambientais no Rio Ji-Paraná - RO | SILVA <i>et al.</i> | ACTA Geográfica | 2022 |
| II | A ecologia política no estudo da segregação urbana: um estudo de caso da estruturação de muros na periferia de Lima, Peru | ABARCA e MORAES. | Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS | 2021 |
| I | Bacia hidrográfica do Rio Roosevelt: um território fluvial integrador na Pan-Amazônia | SOUZA <i>et al.</i> | Nature and Conservation | 2021 |
| III | Análise de impactos ambientais na lavra de areia desativada na região administrativa de Santa Maria/DF, sob a ótica da metodologia P.E.I.R | GUILHERME <i>et al.</i> | Entorno Geográfico | 2020 |
| III | Percepção sobre tecnologias, sustentabilidade e indicadores ambientais no baixo São Francisco/ SE | SANTOS <i>et al.</i> | Revista INGI | 2020 |
| I | Governança das Águas e indicadores de Pressão-Estado-Impacto-Resposta na Bacia Hidrográfica do Rio Tracuateua (Pará-Brasil) | SILVA <i>et al.</i> | Boletim de geografia | 2020 |
| II | Construção de uma matriz de Indicadores para diagnóstico ambiental e sua aplicação em comunidade inserida em Área de Proteção Ambiental (APA) | CARVALHO, GARCEZ e SANTIAGO. | Revista Brasileira de Meio Ambiente | 2020 |

| | | | | |
|-----|---|-------------------------|--|------|
| III | Logística reversa de pneus inservíveis: diagnóstico situacional com aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará | GONÇALVES <i>et al.</i> | NAVUS, Revista de Gestão e Tecnologia | 2019 |
| II | Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil -Angra dos Reis e Paraty | RIBEIRO <i>et al.</i> | Revista Internacional de Ciências | 2019 |
| II | Saneamento em áreas urbanas na Amazônia: aplicação do sistema de indicadores PEIR | DUTRA <i>et al.</i> | Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental | 2018 |
| II | Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, PA | LIMA, COSTA e RIBEIRO. | Saúde Sociedade | 2017 |
| II | Contribuições da Geografia para avaliação de impactos ambientais em Áreas urbanas, com o emprego da metodologia Pressão - Estado Impacto - Resposta (P.E.I.R.) | ARIZA e ARAUJO NETO. | Caminhos da Geografia | 2010 |
| II | Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis | SCHNEIDER <i>et al.</i> | Revista Brasileira de Ciências Ambientais | 2010 |

Fonte: Periódicos CAPES, 2024. Elaboração: as autoras, 2024.

3.3 Resultados e Discussão

Entre os artigos revisados 12 foram desenvolvidos no Brasil, um no Peru e um no México. Este tópico tem o intuito de apresentar os trabalhos analisados e refletir sobre pontos positivos e negativos do método na aplicabilidade em estudos ambientais.

Os fatores da variável ‘Pressão’ são relacionados aos elementos que levam a uma tensão sobre recursos ambientais. Em decorrência tem-se a variável ‘Estado’, que representa como o ambiente se encontra no momento em função dos elementos que estão atuando sobre ele. Assim, é possível identificar a variável ‘Impactos’. Por fim, são identificados mecanismos de Resposta, as quais são propostas estratégias para o restabelecimento ambiental ou para direcionamento de ações a fim de chegar à situação desejável (SILVA *et al.*, 2020).

Análise da qualidade ambiental de bacias hidrográficas

Dos 14 artigos abordados para a revisão, três utilizaram o método PEIR para conduzir estudos sobre a qualidade ambiental de bacias hidrográficas. De acordo com Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja (2022), a ferramenta de avaliação

PEIR contribui para a análise integrada de bacias hidrográficas ao gerar um sistema de informações que auxilia na sua gestão ambiental.

Os autores desenvolveram sua pesquisa em San José del Rincón, México, utilizando o método PEIR para analisar sistematicamente a microbacia “Villa Victoria”. A equipe selecionou e buscou identificar a relação entre 20 indicadores; verificou as pressões a que o ambiente estava sujeito para compreender a dinâmica do sistema; qualificou o estado da qualidade ambiental da microbacia e quais os impactos gerados sobre o local e população.

Esses indicadores foram organizados dentro de duas Áreas Estratégicas de Planejamento e Articulação (AEPAs) do estudo. A AEPA 1 considerando os aspectos socioeconômicos da bacia e a AEPA 2 considerando a esfera hidrológica ambiental.

No local do estudo a população é marcada por desigualdades sociais, alto índice de marginalização e desigualdade na distribuição de água potável. Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja (2022) justificam o uso do sistema PEIR pela possibilidade de diagnosticar relações de causa e efeito entre diferentes fontes de impacto. Ademais, o estudo busca contribuir com a formulação de estratégias de gestão da bacia a fim de melhorar a distribuição da água para a população. Na Figura 5 é apresentada a árvore de problemas a qual compôs a matriz com os indicadores desse estudo, eles foram dispostos para se conectar com as diferentes partes da árvore. Os indicadores de 1 a 8 se referem a AEPA 1 e os de 9 a 20 a AEPA 2, seguindo a relação de causalidade em ambas as esferas. Nas raízes estão os indicadores de Pressão (causa), no tronco estão os de Estado e nos galhos e folhas estão os indicadores de Impactos (efeitos).

Figura 5 - Matriz PEIR com indicadores organizados conforme sua influência.



Fonte: Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja, 2022. Organização: as autoras, 2024.

No estudo os autores avaliaram os indicadores determinantes no sistema através da Matriz de influência direta (Figura 6) que apresenta uma comparação de matrizes cruzadas. A interpretação é da seguinte forma: o indicador do eixo x teria influência direta no indicador do eixo y, considerando “0” (não relacionado) ou “1” (relacionado). Gera-se resultados que apontam relações de influência ou dependência entre os indicadores analisados.

Figura 6- Matriz de influência direta dos indicadores PEIR

| Indicador /AEPA | Socioeconómica | | | | | | | | | | Hidrológico-ambiental | | | | | | | | | | Suma de la influencia directa |
|--------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| Socioeconómica | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 13 |
| | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Hidrológico-Ambiental | 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| | 11 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| | 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 14 |
| | 13 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| | 16 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 |
| | 19 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Suma de la dependencia directa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |

Fonte: Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja, 2022. Organização: as autoras,

Segundo Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja, (2022) os indicadores que têm maior relação com os demais são cobertura de água potável e crescimento populacional, que são os que apresentam maior número de influência e dependência. Portanto, implicam e correspondem aos maiores desafios do sistema para promoção de mudanças. Além destes, poderia ser acrescentado o indicador número 13 que diz respeito às fontes de abastecimento de água potável, visto que ele também teve o mesmo número de influência e dependência que os apontados pelos autores. Ressaltam ainda que uma boa governança é condição prévia para a implementação de estratégias que viabilizem a sustentabilidade da microbacia “Villa Victoria”. O planejamento e alocação de recursos entre os municípios ribeirinhos, a fim de minimizar a marginalização e equilibrar as necessidades dos diferentes grupos que compartilham recursos hídricos, necessita da participação do governo e dos diferentes atores na tomada de decisões.

O estudo de Souza et al. (2021) desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Roosevelt, território integrador dos estados Amazonas, Rondônia e Mato Grosso, identificou que o aumento populacional, que pode estar relacionado à instalação de indústrias e fábricas e avanço da agricultura, contribui com o crescimento de fatores de pressão sobre o ambiente. Os impactos encontrados foram: contaminação da água/solo e poluição atmosférica por indústrias e automóveis. Com relação ao estado, foram utilizados indicadores de densidade demográfica (hab./km²), que gera pressões de uso do território, e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, que evidencia o desenvolvimento da população. Observou-se que taxas de escolarização mais altas levam a maior valor de IDH.

Quanto à saúde da população, foi observada uma possível relação entre esgotamento sanitário e taxas de mortalidade infantil. A falta de saneamento pode ser um agente causador da alta taxa observada nos municípios. Souza et al. (2021) afirmam que o agrupamento de indicadores proposto pelo PEIR permitiu discutir os dados representativos dos municípios pertencentes à bacia em estudo. As principais pressões em sua área, relacionadas principalmente ao aumento populacional, são o uso do solo, a economia e o esgotamento sanitário.

Indicadores semelhantes foram observados por Silva et al. (2020) ao aplicaram o PEIR para estudar a bacia do Rio Tracuteua - PA, Brasil. O método PEIR foi aplicado para avaliar fatores de demanda e disponibilidade hídrica para o uso múltiplo da água na bacia. As fontes de pressão identificadas estão relacionadas ao crescimento urbano sem

ordenamento em função do espaço físico da bacia hidrográfica e sem suporte do saneamento básico, o qual envolve abastecimento e esgotamento sanitário. Identificaram, também, que não há uma quantificação precisa dos usos de água para os setores urbano e rural, ademais foram encontrados pontos de lançamento de efluentes doméstico e industriais não tratados. Alguns impactos observados foram: poluição das águas, incidência de doenças de veiculação hídrica, redução do volume de água disponível para captação e alterações da cobertura florestal.

As Respostas sugeridas por Silva et al. (2020) foram a necessidade de melhorar a coleta e a quantificação de dados sobre os usos da água. Tal quantificação deveria definir o consumo adequado pelo setor produtivo, caracterizar usos múltiplos, além de fortalecer institucionalmente a integração Estado-Município, e a necessidade de tratamento da qualidade das águas garantindo demandas ecológicas.

É possível perceber que os trabalhos discutidos neste tópico, referente às bacias hidrográficas de diferentes locais, apresentam problemáticas semelhantes. O crescimento urbano e populacional é apontado como fonte de pressão que desencadeia impactos sobre a qualidade ambiental e uso das águas. A falta de infraestrutura de abastecimento de água e saneamento básico é outro aspecto desencadeador de diversos impactos sobre populações e meio ambiente. O método PEIR foi eficaz nos três trabalhos ao apresentar a relação de causalidade entre esses fatores de pressões e impactos ambientais e contribuir com a proposição de estratégias de melhorias.

Avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas

A fim de contribuir com o processo de gestão ambiental urbana mais eficiente, Carvalho, Garcez e Santiago (2020), Abarca e Moraes (2021), Ribeiro et al. (2019), Silva et al. (2022), Dutra et al. (2018), Lima, Costa e Ribeiro (2017), Schneider et al. (2010), e Ariza e Araujo Neto (2010) utilizaram o método PEIR para investigar ambientes urbanos, de diferentes regiões brasileiras e uma cidade peruana, com o intuito de identificar os impactos e danos ambientais e ações desenvolvidas para a melhoria da qualidade de vida e preservação ambiental. O Programa GEO-Cidades, desenvolvido pelo PNUMA (2004), foi adotado como referência em comum dessas pesquisas. O programa aplica o PEIR no levantamento de indicadores e diagnóstico ambiental de diferentes cidades em âmbito global.

O presente tópico possui oito pesquisas desenvolvidas em contextos geográficos diversos: um dos estudos foi desenvolvido no interior do estado de São Paulo, outro em zonas costeiras do Rio de Janeiro, quatro foram desenvolvidos na região Norte do Brasil, um estudo foi desenvolvido em um local de vulnerabilidade social de uma cidade do Peru e um artigo discute contribuições da Geografia para estudo de impactos ambientais em espaços urbanos.

As cidades, as configurações do espaço urbano e suas constantes transformações resultam de processos históricos. Nos países da América Latina, a rápida urbanização é o principal vetor das pressões e consequentes impactos sofridos nos ambientes urbanos como desigualdades sociais e fragmentação do espaço, sendo que a parcela que sofre com a exclusão social se torna mais vulnerável. Tanto o desenvolvimento urbano afeta a qualidade de vida da população quanto a fragmentação social contribui com desequilíbrios ambientais. Assim, para que a gestão dos espaços urbanos seja eficiente deve-se considerar o planejamento de ações futuras, ademais o método PEIR pode contribuir com a construção de cenários. O método PEIR é vantajoso pois pode ser aplicado em diversos níveis de escalas geográficas (local, regional, nacional, internacional). A matriz resultante do levantamento de indicadores é uma forma de organizar o trabalho de avaliação do ambiente ao representar o espaço geográfico buscando compreender as consequências e relações de causa e efeito das ações humanas sobre o meio. Há uma possível convergência entre a Geografia e a estrutura do PEIR, visto que ambas lidam com as relações que ocorrem e transformam o espaço geográfico (Ariza e Araujo Neto, 2010).

Schneider et al. (2010) utilizaram o PEIR em um estudo de caso sobre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Carlos - SP a fim de propor e discutir indicadores para melhorar a gestão pública dos serviços de saneamento básico para populações vulneráveis em áreas urbanas. Os autores ressaltam a necessidade de se escolher um “[...] sistema adequado de indicadores que proporcione uma visão integrada do funcionamento e exponha as fragilidades e potencialidades dos serviços de saneamento” (Schneider et al, 2010, p. 67). Esses indicadores devem permitir a avaliação dos fatores de pressão resultantes do contexto demográfico, do impacto na saúde pública e das respostas dos atores do setor.

Os mesmos autores (2010, p. 71) afirmam que o PEIR possibilita definir cenários, “[...] tanto positivos, de acordo com as respostas e ações das variadas formas de

participação, como negativos caso existam pressões e impactos maiores que as respostas dadas”, corroborando com Ariza e Araujo Neto (2010) que também relatam a construção de perspectivas futuras como um aspecto relevante do método. Schneider et al. (2010) observaram um enfoque analítico do PEIR, que favorece a visualização integrada dos aspectos ambientais envolvidos nos serviços de saneamento em áreas de populações vulneráveis.

Já no estudo desenvolvido na periferia da cidade de Lima, capital do Peru, o método PEIR foi aplicado por Abarca e Moraes (2021) para avaliar e caracterizar um assentamento social ambientalmente segregado, denominado Pamplona Alta, parte do distrito San Juan de Miraflores, vulnerável socioeconomicamente, limítrofe ao distrito de alto padrão econômico Santiago de Surco. Pamplona Alta se caracteriza pelo processo de urbanização precário em função do crescimento da população em situação de extrema pobreza. A expansão urbana levou à degradação do ecossistema local e existe um muro que separa Santiago de Surco e San Juan de Miraflores.

Ariza e Araujo Neto (2010) consideram que a fragmentação social contribui com desequilíbrios ambientais e, nesse caso, um muro foi construído por um grupo social privilegiado para segregar fisicamente a população que vive em situação de pobreza. Nesse sentido, o método PEIR foi usado para analisar as informações e diagnosticar conflitos do contexto. A opção pelo método foi com intuito de:

[...] visualizar as dinâmicas da problemática socioambiental no local escolhido para pesquisa. Essa matriz tem a capacidade de dispor os elementos transdisciplinares de uma forma que facilita a interpretação. Isso permitiu considerar os aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, com base em uma perspectiva ecopolítica das dinâmicas, dos cenários e das problemáticas (Abarca e Moraes, 2021. p. 8).

Um histórico sobre a colonização do Peru foi apresentado por Abarca e Moraes (2021) para contextualizar o leitor sobre a realidade de segregação da população local. O local de estudo, Pamplona Alta, apresenta características de extrema vulnerabilidade. Além disso, um dos maiores problemas relatados é o abastecimento de água, o qual é realizado por meio de caminhões pipa. Cada estudo analisado nesta revisão utilizou os recursos do método PEIR de forma singular. Os autores elaboraram um quadro sinóptico com os indicadores e organizaram os dados de maneira lógica o que facilitou a leitura e compreensão das variáveis do PEIR (Figura 7).

No estudo de Abarca e Moraes (2021), o aspecto histórico foi utilizado como indicador de Pressão por ser uma pesquisa com perspectiva ecológica. É interessante esse indicador ser apontado como um indicador de Pressão, pois qualquer fenômeno social tem suas raízes históricas e, no caso da América Latina, o processo de colonização tem efeitos presentes ainda hoje, como ressaltam Abarca e Moraes (2021). Em estudos desenvolvidos no Brasil e em outros países da América Latina (Silva et al. 2020; Souza et al., 2021; Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón, Canchola-Pantoja, 2022; Lima, Costa e Ribeiro, 2017) foram identificadas questões ambientais análogas, que relacionam aspectos socioeconômicos, infraestrutura e saneamento muitas vezes precários que impactam o ambiente e a saúde.

Figura 7 - Matriz de indicadores PEIR identificados por Abarca e Moraes (2019).

| PRESSÃO | Pressões diretas | ESTADO | | IMPACTO | |
|------------------------------|--|------------------|--|----------------|---|
| Evolução Histórica da cidade | <ul style="list-style-type: none"> • Surgimento Colonialista; • Histórico social racista e classista; • Segregacionista. | Saneamento | <ul style="list-style-type: none"> • Escassez de água; • Baixa qualidade da água; • Aglomeração de resíduos sólidos em área pública; • Presença de maus odores; • Águas residuais sem tratamento. | Ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Diminuição de áreas de ecossistemas naturais; • Perda de biodiversidade. |
| Estrutura administrativa | <ul style="list-style-type: none"> • Descentralizado; • Desintegrado; • Autônomo; • Gestão Ineficiente. | | | | |
| Fatores Socioeconômicos | <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento desregrado da população; • Fluxo migratório; • Urbanização informal, ocupação intensa das periferias; • Conflitos sociais na ocupação do espaço; • Alta desigualdade econômica; • Contraste no acesso a serviços urbanos. | Ocupação do solo | <ul style="list-style-type: none"> • Ocupação em áreas verdes; • Moradias precárias; • Áreas de vulnerabilidade sísmica ocupadas; • Estruturação física de demarcações territoriais. | Socioeconômico | <ul style="list-style-type: none"> • Predisposição a doenças: de veiculação hídrica / respiratórias; • Predisposição a acidentes e desastres naturais; • Alto custo para obtenção de água; • Perda de arrecadação fiscal; • Baixa qualidade de vida da população; • Grupos sociais invisibilizados. |
| Ação | | RESPOSTA | | Informação | |

| | |
|----------------|--|
| Ambiental | Proposta de Legislação para proteção de áreas naturais por parte do município metropolitano. |
| | Conscientização ambiental entre moradores. |
| Socioeconômica | Criação de movimentos socioambientais. |
| | Proposta de readequação do zoneamento de acordo com a realidade. |
| | Uso de tecnologias alternativas para acesso ao saneamento. |
| | Projeto de empreendedorismo social para melhorar qualidade de vida dos moradores. |
| | Proposta para visibilizar a realidade do local para toda a cidade. |

Fonte: Abarca e Moraes, 2019. Adaptado: as autoras, 2024.

Lima Costa e Ribeiro (2017), Carvalho, Garcez e Santiago (2020) e Silva et al. (2022), aplicaram o PEIR para estudar cidades do norte do Brasil. Carvalho, Garcez e Santiago (2020) realizaram um diagnóstico ambiental de comunidades inseridas em Área de Proteção Ambiental em Manaus-AM, na região do Tarumã. O PEIR foi aplicado para avaliar o potencial e as limitações dos indicadores ambientais relacionados à área. Para selecionar os indicadores, e partiram das seguintes questões norteadoras: O indicador possui expressão local e potencial de espacialização frente à caracterização da realidade da área analisada?; O indicador atende diretamente ao tema?; O indicador é transversal ao tema?; O indicador pode ser classificado frente ao modelo PEIR?.

Esses indicadores elaborados por Carvalho, Garcez e Santiago (2020) foram organizados em quatro dimensões: social, ambiental, econômica e institucional. Nota-se uma possível associação entre essas dimensões e os componentes da PEIR, sendo as dimensões social e econômica vinculadas à componente Pressão, a dimensão ambiental pode ser vinculada às componentes Estado e Impacto e a dimensão institucional ligada a componente Resposta. Para compor a matriz PEIR, os autores elencaram indicadores que fossem passíveis de quantificação, isto é, possuísem banco de dados e informações. Com os indicadores selecionados, os autores elaboraram duas matrizes PEIR, uma relacionando meio ambiente com urbanização e outra com infraestrutura sanitária.

Os artigos de Lima Costa e Ribeiro (2017), no Pará, e de Silva et al. (2022), em Rondônia, verificaram comunidades inseridas em municípios da Amazônia que têm forte relação com os rios amazônicos. Lima Costa e Ribeiro (2017) afirmam que as pequenas cidades amazônicas apresentam desenvolvimento e geração de renda precários e carência em infraestrutura. Silva et al. (2022) destacam a relação dos povos ribeirinhos com os rios, que além de fonte de sobrevivência, é local onde se estabelecem relações comerciais.

Silva et al. (2022) dedicaram-se a investigar a percepção de pescadores de uma comunidade no município de Ji-Paraná, em Rondônia, a respeito dos indicadores PEIR e

traçar o perfil socioambiental dos moradores dessa comunidade. Já Lima Costa e Ribeiro (2017) procuraram relacionar aspectos da urbanização e saúde da população do município de Ponta de Pedras, no Pará, a fim de compreender os impactos na saúde da população a partir do acesso à infraestrutura básica como saneamento e abastecimento de água.

Silva et al. (2022) aplicaram o PEIR em duas etapas. Na primeira, em uma oficina com a comunidade, possibilitou-se a socialização dos olhares dos próprios moradores sobre a realidade vivenciada. Na segunda, para traçar o perfil socioeconômico das famílias dos pescadores, aplicou-se questionários com as seguintes perguntas norteadoras: O que está acontecendo com o meio ambiente? (Pressão); Por que isto está acontecendo? (Estado); Qual o impacto causado pelo estado do meio ambiente? (Impacto); O que estamos fazendo a respeito? O que acontecerá se não agirmos agora? (Resposta).

Os pesquisadores realizaram uma palestra sobre o que são indicadores e organizaram os participantes em grupos para elencar respostas para as perguntas. Os próprios pescadores destacaram a poluição dos rios e citaram impactos relacionados à redução das matas ciliares e desmatamento. Assim, Silva et al. (2022) levantaram os indicadores socioambientais da área.

Os indicadores de pressão estão relacionados à falta de coleta de resíduos sólidos. A situação é análoga ao identificado por Lima Costa e Ribeiro (2017) em Ponta de Pedras - PA. Ao responderem “Por que isso está acontecendo?”, os entrevistados citam os incentivos do governo, sem mencionar em qual esfera. Além disso, para que ocorra desmatamento e ocupação da terra, os entrevistados mencionam a falta de responsabilidade e cuidado com áreas de preservação, além do uso de agrotóxicos os quais acabam poluindo cursos d’água. Os autores afirmam que as populações tradicionais são “[...] importantes agentes para a proteção de áreas naturais, visto que apresentam modos de vida humana capaz de coexistir dentro de certo equilíbrio com a natureza” (Silva et al., 2022. p. 171).

Os impactos observados foram acúmulo de lixo nos rios e respectivo assoreamento, falta de mata ciliar e disseminação de doenças por veiculação hídrica. Tais observações corroboram os resultados observados por Lima Costa e Ribeiro (2017) em Ponta de Pedras - PA. Silva et al. (2022) citam a diminuição da renda, ocasionada pela poluição dos rios e redução da pesca, como impacto direto sobre as famílias. As respostas

apontadas pelos pescadores evidenciam que o auxílio prestado pelos órgãos públicos não é suficiente para atender as demandas e que a ação da população é essencial para a construção de um sistema equilibrado.

Já Ribeiro et al. (2019) estudaram zonas costeiras de Angra dos Reis e Paraty (RJ), em região que apresenta grande parte da área dos municípios como Unidades de Conservação (UC's). O processo de urbanização dessas áreas leva a interferências negativas como poluição, ocupação desordenada e extração de recursos naturais, entre outros. Os autores aplicaram o método PEIR para reconhecer as potencialidades dos recursos naturais disponíveis e consequências decorrentes de seu uso.

Segundo Ribeiro et al. (2019) para compreender a variável Pressão é fundamental a análise da dinâmica populacional do local de estudo. A análise do crescimento populacional foi o ponto de partida do estudo em cada município. Também analisaram o Índice de Desenvolvimento Humano, que considera dados de educação, longevidade e renda per capita. Para a variável Estado, foram considerados aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos naturais locais.

Além da perspectiva ambiental é importante considerar o acesso da população aos serviços urbanos básicos, visto que condições habitacionais interferem na ocorrência de doenças e qualidade de vida. O estudo de Ribeiro et al. (2019) considerou os Planos de Manejo das UC's, áreas com grande biodiversidade, que possuem dados sobre fauna e flora.

Ribeiro et al. (2019) investigaram a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, assim como Silva et al. (2020), Souza et al. (2021) e Lima, Costa e Ribeiro (2017), analisando o abastecimento de água e o esgotamento sanitário dos municípios. O crescimento rápido e desordenado da população contribui com o lançamento clandestino de efluentes em corpos hídricos. Para avaliar a variável Estado foi considerada a geração de resíduos e os sistemas de coleta de lixo. Quanto aos indicadores de Impactos, foram identificados conflitos ambientais relacionados ao uso do território que atingem principalmente comunidades tradicionais, além da disposição inadequada de resíduos que contamina o solo, a pesca industrial que prejudica pescadores e comunidades que dependem da pesca para sobreviver, e outros fatores.

Como Respostas, Ribeiro et al. (2019) citam estratégias políticas e ações coletivas que visam atenuar ou prevenir impactos negativos, como o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro, que contribui com a gestão ambiental do município.

A relação entre a qualidade de vida e aspectos ambientais é evidente. As esferas social e ambiental são, portanto, indissociáveis. Ribeiro et al. (2019) mostram o quanto populações vulneráveis são mais expostas a danos ambientais, análises semelhantes às apresentadas por Abarca e Moraes (2021), no Peru, e Ariza e Araujo Neto (2010). No geral, os estudos desse tópico ressaltam a relação que ocorre tanto no Brasil quanto em outros países da América Latina entre aspectos socioeconômicos, infraestrutura e saneamento, o qual é muitas vezes precário, resultando em impactos sobre o ambiente e a saúde.

Os resultados obtidos com a aplicação do método PEIR nesses estudos contribuíram com o diagnóstico de problemas ambientais e com o planejamento para investimentos e metas de avanços, resultados os quais visam à melhoria da qualidade de vida nos contextos analisados e possuem potencial para auxiliar com a avaliação ambiental integrada, na discussão de ações a serem implementadas a curto prazo e a médio e longo prazo com o monitoramento das situações em estudo e com o avanço na formulação de políticas públicas.

Avaliação de impactos ambientais causados por atividades variadas

Guilherme et al. (2020) utilizaram o método PEIR para o estudo de impactos ambientais de uma lavra de areia desativada na Região Administrativa de Santa Maria/DF. A atividade de extração de areia implica em impactos diretos na paisagem. Os autores aplicaram a matriz PEIR e apontaram que a retirada de vegetação e exposição do solo são fundamentais para compreender o estado da área. Mesmo com a exploração de areia desativada, a área permanece com solo exposto, lençol freático aflorado e mananciais assoreados. Guilherme et al. (2020) apontam como principal Resposta a recuperação da vegetação, visto que esse é o aspecto catalisador.

Já na Foz do Rio São Francisco em Sergipe, nordeste do Brasil, Santos et al. (2020) aplicaram o método PEIR para avaliar impactos causados pelo turismo fluvial na região. As fontes de pressão identificadas por Santos et al. (2020) referem-se principalmente à estrutura turística, atividades envolvidas e ao número de turistas e embarcações. Os principais impactos decorrentes são: poluição sonora, erosão do solo, poluição das águas e agressões sobre fauna e flora. As respostas para mitigar esses

impactos foram: ações de educação ambiental, instituição de políticas públicas e ações/projetos de preservação ambiental.

Gonçalves et al. (2019) utilizaram o PEIR para diagnosticar a logística reversa (LR) de pneus inservíveis nos municípios de Belém e Ananindeua (PA). A análise gerou uma matriz com 22 indicadores de sustentabilidade envolvidos com a destinação dos resíduos de pneus. O aumento da frota de veículos foi o primeiro indicador de pressão apontado por Gonçalves et al. (2019) somado à coleta e disposição irregulares dos resíduos. Novamente é apontada a relação entre ambiente e saúde, visto que a proliferação de vetores de doenças é favorecida com os resíduos de pneus. As principais respostas sugeridas envolvem ação da gestão pública e atividades de educação ambiental para que a comunidade participe da LR.

Com os trabalhos apresentados nesta revisão é possível notar que a aplicação do PEIR contribui com a prospecção de cenários, indicando respostas efetivas para as questões observadas. O método PEIR pode contribuir com a gestão pública na resolução de impactos ambientais em diversos contextos, com diversas possibilidades de utilização.

3.4 Conclusões

A revisão sistemática contribuiu ao direcionar a etapa de buscas bibliográficas para a questão colocada, referente a como o método PEIR pode ser aplicado a estudos ambientais. Os artigos revisados tratam de temáticas e contextos geográficos diferentes entre si, todos diagnosticaram o cenário ambiental do local, apresentando dados que auxiliam na tomada de decisões a fim de minimizar impactos negativos e apontar oportunidades de melhoria. Essa revisão permitiu compreender as utilizações do PEIR para diferentes realidades.

A forma como a matriz de indicadores é apresentada é fundamental para contribuir, ou não, com a compreensão dos componentes. É interessante verificar as influências e dependências dos indicadores de cada componente do PEIR; isso contribui com a proposição de medidas mais efetivas para solucionar pressões e impactos prejudiciais ao sistema. As principais fontes de pressão estão relacionadas ao crescimento populacional e à falta de planejamento prévio de infraestruturas adequadas para as populações. Quando é verificado um quadro de degradação ambiental, as populações mais vulneráveis economicamente, ou comunidades tradicionais, sentem diretamente os impactos dessa degradação, inclusive sobre sua saúde, ou seja, o estado ambiental. A saúde do ambiente está diretamente conectada à saúde da população. As respostas

propostas, no geral, incluem principalmente a ação da esfera pública, em investimentos, infraestruturas e formulação de políticas públicas.

Ressalta-se a contribuição do sistema de indicadores PEIR para processos de gestão ambiental e estratégias de governança, por permitir a visualização integrada de indicadores ambientais. Uma lacuna identificada no método PEIR é sua suscetibilidade à interpretação e intenção da pesquisa, em consonância com Souza (2019), segundo o qual, trabalhos sobre “impactos ambientais” lidam com temas de interesses divergentes e objetivos conflitantes.

A maioria dos artigos revisados utilizaram o PEIR para investigar questões ambientais relacionadas a ambientes urbanos, o que pode ser devido à utilização do PEIR pelo PNUMA no Programa Geo-Cidades. Uma proposta da revisão sistemática é apontar novas possibilidades de pesquisa, assim uma possibilidade é o uso do PEIR para estudos de ambientes, comunidades e atividades rurais, visto que essa não foi uma temática amplamente explorada nos trabalhos.

REFERÊNCIAS

ABARCA, Aura Luz Fernandez; MORAES, Lucia Maria. A ecologia política no estudo da segregação urbana: um estudo de caso da estruturação de muros na periferia de Lima, Peru. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 10(1), 1-31, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/18350/9307>>. Acesso em 22 nov. 2023.

ARIZA, Camila Guedes; ARAUJO NETO, Mário Diniz de. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com o emprego da metodologia pressão - estado impacto - resposta (PEIR). *Caminhos da Geografia, Uberlândia*, v. 11, n. 35, p. 128-139, set. 2010.

BRASIL. Lei nº 6983, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Lei Nº 6.938. Brasília. 1981.

CAPES. Ministério da Educação. Portal Capes: periódicos. Periódicos. Brasil. 2024. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscar.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CARVALHO, Luana Borba T. de; GARCEZ, Lilyanne Rocha; SANTIAGO, Erimar P. Construção de uma matriz de indicadores para diagnóstico ambiental e sua aplicação em comunidade inserida em Área de Proteção Ambiental (APA). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 8, n. 4, p. 225 – 244. 2020. Disponível em: <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/632>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º CBGDP, Porto Alegre, v. 0, n. 0, p. 1-12, set. 2011.

DUTRA, Vítor Abner Borges; GONÇALVES, Paulo Vitor dos Santos; CAMPOS, Marcus Victor Almeida; TAVARES, Paulo Amador; BELTRÃO, Norma Ely Santos. Saneamento em áreas urbanas na Amazônia: aplicação do sistema de indicadores PEIR. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 652 – 671, 27 abr. 2018. *Anima Educação*. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018652-671>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

GUILHERME, Ordália Dias da Silva; CANGIANO, Marina Rique; PARO, Polyana Cristina; LARANJA, Ruth Elias de Paula. Análise de impactos ambientais na lavra de areia desativada na região administrativa de Santa Maria/DF, sob a ótica da metodologia P.E.I.R. Entorno Geográfico, [S.L.], n. 19, p. 19-39, 2020. Universidad del Valle. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.25100/eg.v0i19.9485>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

GONÇALVES, Paulo Vitor dos Santos; TAVARES, Paulo Amador; BELTRÃO, Norma Ely Santos; FERREIRA FILHO, Hélio Raymundo. Logística reversa de pneus inservíveis: diagnóstico situacional com aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará. Navus - Revista de Gestão e Tecnologia, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 165-181, 1 jan. 2019. Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial / SENAC SC. Disponível em: <<https://navus.sc.senac.br/navus/article/view/806/pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

LIMA, Viviana Mendes; COSTA, Sandra Maria Fonseca da; RIBEIRO, Helena. Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, Pará. Saúde e Sociedade, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 1071-1086, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902017170861>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

LUNA-PÉREZ, Dafne, ZEPEDA-MONDRAGÓN, Francisco, CANCHOLA-PANTOJA, Yered Giibram. Structural analysis to evaluate indicators within IWRM in the “Villa Victoria” watershed (Estado de México). Ingeniería del agua, 26(4), 245-260, 2022. Disponível em: <<https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/16832>>. Acesso em: 29 mai. 2023

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. ECODESENVOLVIMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: conceitos e princípios. Textos de Economia, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142, 1993.

OCDE. Organisation for Economic Co-operation and Development. Core set of Indicators for Environmental performance reviews. Paris, 1993. Disponível em: <[https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)>. Acesso em 1 nov. 2023.

OLIVEIRA, Indiara da S. Aplicação da metodologia P.E.I.R na análise da qualidade Socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Mocajuba-PA. Belém - PA. Dissertação (Mestrado). UFPA. PPGeo. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/9448>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

OLIVEIRA, Mara Lúcia Carneiro; FARIA, Sueli Corrêa de. INDICADORES DE SAÚDE AMBIENTAL NA FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, [s. l], n. 11, p. 16-22, dez. 2008. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/414. Acesso em: 12 ago. 2024.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Metodologia para elaboração de Relatórios GEO cidades. Cidade do México: Consórcio Parceira, 2004. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4218641/mod_resource/content/1/356_Manual_GEO_Cidades_port.pdf>. Acesso em 1 nov. 2023.

RAPPORT, David; FRIEND, Anthony. Toward a comprehensive framework for environmental statistics: A stress-response approach. Ottawa: Statistics Canada, 1979. 90 p. Disponível em: <https://publications.gc.ca/site/eng/9.896799/publication.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RIBEIRO, Bianca Alves Lima; WOLFF, Nicole Martins; SILVA, Elenice Rachid da; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Avaliação de Impactos e Danos Ambientais em Zonas Costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty. Revista Internacional de Ciências, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 53-71, 17 abr. 2019. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12957/ric.2019.36712>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SÁNCHEZ, Luiz E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, Maraiza S.; HOLANDA, Francisco S. R.; SANTOS, Luiz D. V.; SANTOS, Antônio P.; LIMA, Flávia de Jesus. Percepção sobre indicadores tecnológicos, sustentáveis e ambientais do turismo fluvial do Baixo São Francisco/SE. REVISTA INGI (2020), vol. 4, n. 1, p.595-606. Jan/Fev/Mar. Disponível em: <<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscar-primario.html>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SCHNEIDER, Danieli D.; SANTOS, Raquel dos; MARTINEZ, Ruby C.; COUTINHO, Sonia M. V.; MALHEIROS, Tadeu F.; TEMÓTEO, Tássia G. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltado às populações vulneráveis. *Rev. Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 17, p. 65 – 76, set. 2010. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/380>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SILVA, Decaíta Poliana Peixoto; LAUREANO, Josilena Jesus; GONÇALVES, Ana Paula Alves; RIBEIRO, João Gilberto de Souza; CARAMELLO, Nubia. Percepção dos ribeirinhos da Colônia de Pescadores Z-9 sobre Impactos Ambientais no Rio Ji-Paraná – RO. *Acta Geográfica*, Boa Vista, v. 16, n. 40, p. 154-178, jan. 2022. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/actageo/article/view/6703>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SILVA, Dhne Maria P. da; LIMA, Aline Maria M. de; PONTES, Altem Nascimento; IMBIRIBA, Breno Cesar de Oliveira. Governança das águas e indicadores de pressão-estado-impacto-resposta na Bacia Hidrográfica do Rio Tracuateua (Pará-BR). *Boletim de Geografia*, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 165-184, 29 dez. 2020. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/45761/751375151500>. Acesso em: 29 maio 2023.

SOUZA, Naara Ferreira Carvalho de; RAMOS, Caryne Ferreira; RICARDO, Douglas Linz; BARCELOS, Rafaela Carvalho; CARAMELLO, Nubia. Bacia hidrográfica do Rio Roosevelt: um território fluvial integrador na Pan-Amazônia. *Nature and Conservation*, v.14, n.1, p.129-140, 2021. Disponível em: <<https://www.sustenere.co/index.php/nature>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SOUZA, Marcelo Lopes de. *Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

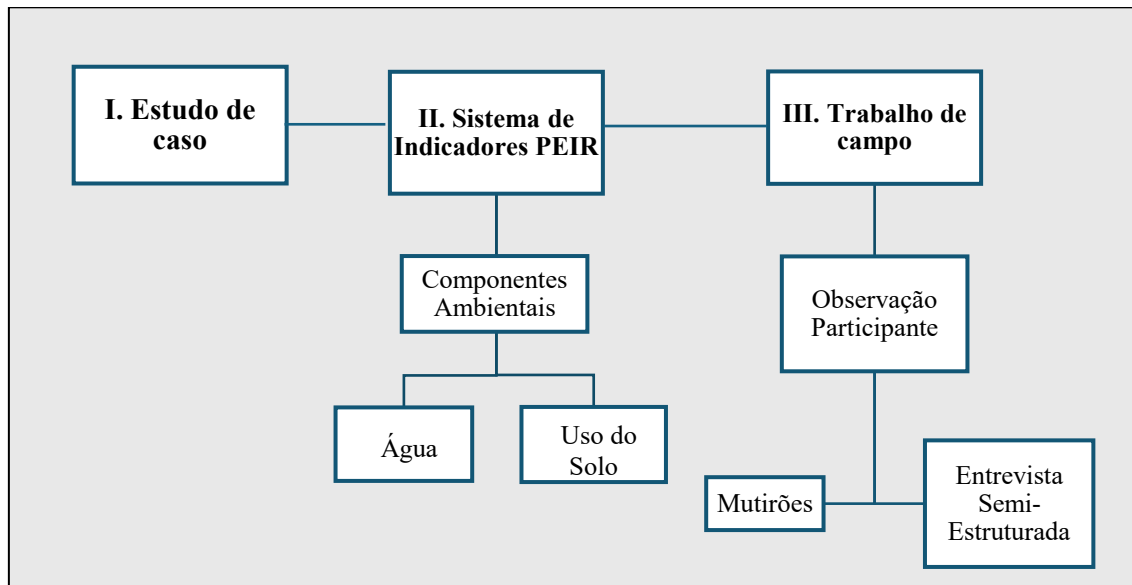
AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG - pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos envolveram três métodos principais, cada um sendo dividido em etapas e componentes de análise. A figura 8 apresenta a representação esquemática desses procedimentos a serem descritos nos tópicos seguintes.

Figura 8 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autora (2024).

4.1 Estudo de Caso

O estudo de caso é a estratégia escolhida quando se pretende examinar acontecimentos contemporâneos, mas não é possível manejar comportamentos relevantes. Esse tipo de estudo conta com duas fontes de evidências: a observação direta e a aplicação sistemática de entrevistas (Yin, 2001). Conforme Yin (2001, p.32) um estudo de caso:

[...] é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando, os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Dessa maneira, este estudo aplicou o Método PEIR para conduzir o estudo sobre a área onde a produção agroecológica vem sendo desenvolvida como forma tanto de recuperação ambiental quanto de geração de renda. Assim, trata-se de um estudo de caso em um lote de um assentamento da reforma agrária em Uberlândia – MG.

A ocupação da área desse assentamento (Figura 9) ocorreu no ano de 2009. Em 2018 foi realizada a compra da fazenda pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma

Agrária (INCRA), tornando-a o Projeto de Assentamento (PA) Celso Lúcio Moreira da Silva, com área de 1,1 mil hectares, dividida em 60 unidades agrícolas familiares. O PA Celso Lúcio se localiza na Bacia Hidrográfica (BH) do Ribeirão Douradinho, entre os municípios de Uberlândia e de Monte Alegre de Minas (Mapa 1).

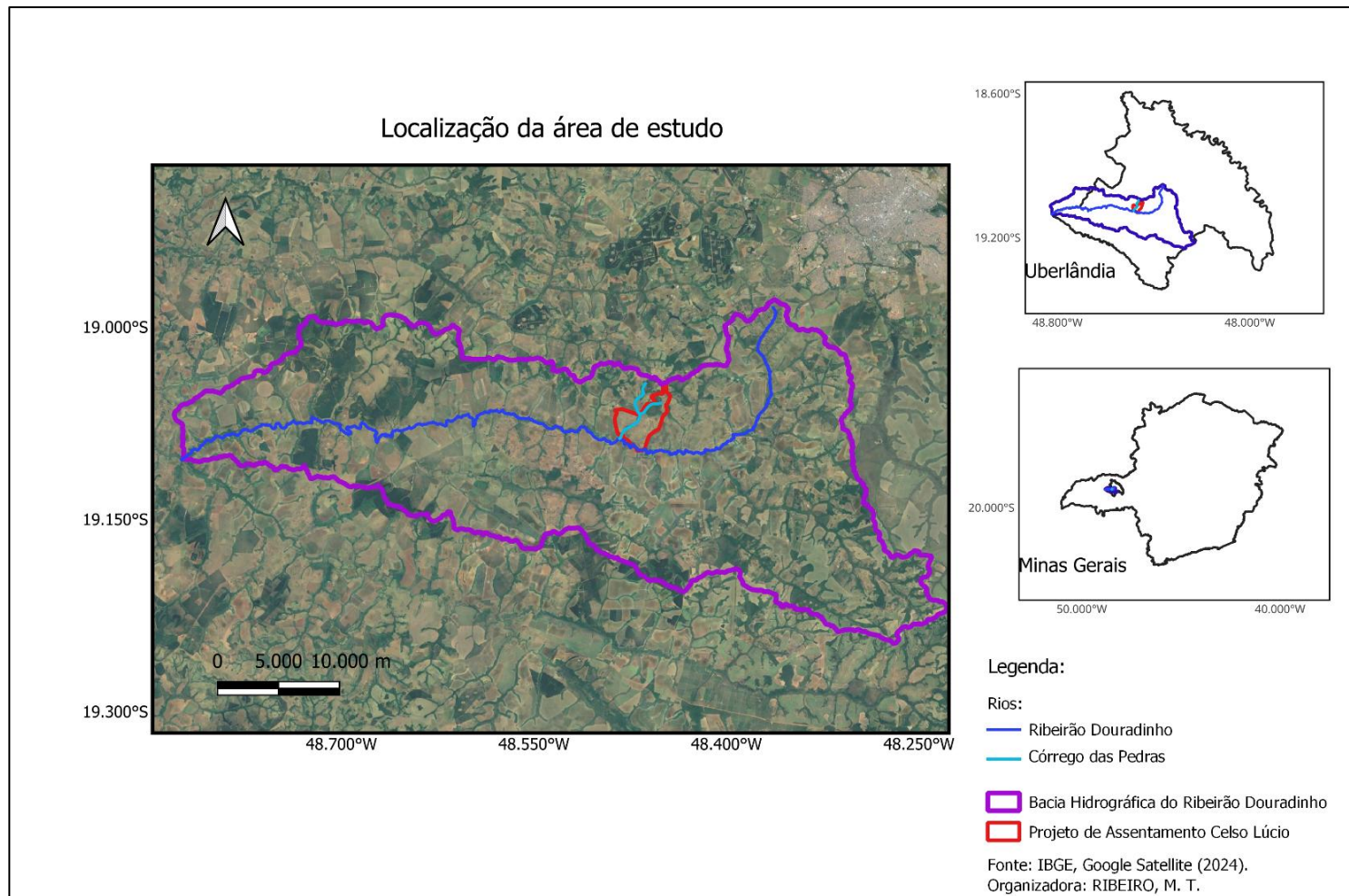
Figura 9 - Entrada na área do Projeto de Assentamento Celso Lúcio.



Fonte: Autora (2024).

As principais fontes de água do PA Celso Lúcio são o Ribeirão Douradinho, localizado na extremidade Sul do assentamento, onde poucos lotes acessam; e o Córrego das Pedras, que corta a área do imóvel no sentido nordeste-sudoeste, desembocando no Ribeirão Douradinho (Figura 10). Cerca de 20 lotes têm contato direto com esse curso d'água, ressaltando uma vulnerabilidade dos assentados devido à dificuldade de acesso aos recursos hídricos (Andrade Júnior, 2015).

Figura 10 - Localização da área de estudo.



Fonte: Autora (2024).

O clima de Uberlândia, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa – Clima temperado chuvoso, com duas estações bem definidas: de outubro a abril, a estação chuvosa, e de maio a setembro, a estação seca. A precipitação média anual oscila entre 1.300 e 1.700 mm e a temperatura média anual gira em torno de 21,9 °C (Andrade Júnior, 2015; Silva, Ferreira, Brito, 2021).

O lote onde este estudo de caso foi desenvolvido tem como principal fonte de água o Córrego das Pedras afluente do Ribeirão Douradinho. A vegetação original desse imóvel é típica do bioma Cerrado, no entanto, a área que hoje compõe o PA Celso Lúcio era utilizada como pastagem (Andrade Junior, 2015), o que corresponde à realidade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho pois, conforme Silva, Ferreira e Brito (2021) dentre as classes de uso do solo da bacia, as pastagens ocupam a maior parte da área, correspondendo a 41,52% do total.

Em 2022 os assentados do PA Celso Lúcio receberam o Contrato de Concessão de Uso de Terras, esse documento é entregue pelo INCRA e autoriza o uso e exploração dos lotes além de fornecer a concessão de uso da terra aos assentados, conforme informações obtidas no CIEPS (Centro de Incubação de Empreendimentos Populares Solidários) – UFU e verificado na Plataforma de Governança Territorial (INCRA, 2025). Além disso, os camponeses dessa região se organizaram e criaram uma cooperativa para comercialização de seus produtos tanto *in natura* quanto processados, a Cooperativa de Economia Popular Solidária da Agricultura Familiar Reflorestamento e Agroecologia - COOPERSAFRA.

A família agricultora que faz parte desde estudo é cooperada da COOPERSAFRA, que conta com cerca de 30 produtores, a maior parte desenvolvendo práticas agrícolas dentro do modelo convencional. Uma parte desse grupo, um núcleo de 4 agricultores, adotou e têm seguido com o modelo agroecológico como forma de produção. Essas famílias, ao optarem pela transição agroecológica, passaram pela incubação no CIEPS, da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

O CIEPS assessora trabalhadores que buscam empreender a partir dos princípios da Economia popular solidária, sendo um dos segmentos atendidos o de agricultura familiar camponesa. Esse segmento reúne, em sua maioria, agricultores assentados por programas de reforma agrária que buscam por alternativas de trabalho e renda subsistir na terra, oferecendo assistência técnica e cursos de formação (Fernandes, 2015).

Nesse sentido, os produtores que buscam pela transição agroecológica recebem apoio, assistência técnica e formação através da incubação pelo CIEPS.

4.2 Sistema de indicadores PEIR

O método selecionado para direcionar a pesquisa foi a matriz Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), amplamente utilizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) no Programa GEO-Cidades.

Para a aplicação do método PEIR nesse estudo de caso, a etapa de coleta de informações se deu inicialmente com um diagnóstico da atividade e da área, ou seja, foram realizados momentos de diálogos com os produtores explicando sobre o tema da pesquisa e o que se pretendia estudar. Foram coletadas informações sobre o perfil dos produtores e aspectos relacionados à atividade desenvolvida e às áreas de produção. Esse levantamento de informações foi realizado através de entrevista semiestruturada (Apêndice I) e da realização de trabalhos em campo.

Para Fraser e Gondim (2004), a entrevista se trata de uma interação entre pessoas, uma conversação dirigida a um propósito definido que tem a vantagem de favorecer a relação intersubjetiva do entrevistador com o entrevistado. Por meio das trocas verbais e não-verbais que ocorrem na entrevista, há a possibilidade de melhor compreensão dos significados, dos valores e das opiniões dos entrevistados a respeito de situações e vivências que sejam abordadas.

O modelo semiestruturado de entrevista diz respeito à forma como é feita a abordagem do entrevistador. Este utiliza um roteiro para conduzir a entrevista, o que permite certa flexibilidade para que o entrevistado fale aberta e subjetivamente sobre a questão colocada (Santos et al., 2021).

A partir disso, a pesquisa buscou aplicar o método PEIR para compreender como a prática da agricultura familiar de base agroecológica, por ser considerada uma prática agrícola sustentável, pode contribuir como resposta para a melhoria da qualidade ambiental de uma área que antes era utilizada como pastagem.

Para isso foi necessário realizar a seleção e o convite de uma família para participar da pesquisa. Essa seleção foi feita considerando: o maior tempo de transição agroecológica, os participantes estarem ativos nos mutirões que foi o espaço para desenvolver a observação participante, a disponibilidade para participar, tanto para

responder a entrevista quanto para receber visitas de campo para coleta de informações na área e os participantes estarem localizados no PA Celso Lucio.

Dessa maneira, o grupo amostral foi composto por 2 participantes que vivem em um lote do PA Celso Lúcio e que desenvolvem a agricultura agroecológica nessa área.

4.2.1 Componente Ambiental: Água

Para se proceder com a pesquisa por meio do método PEIR, foi necessário selecionar indicadores chave, devido à ampla variedade de componentes ambientais que podem ser utilizados como indicadores do estado do ambiente, além do fator tempo que envolve o desenvolvimento da dissertação. Assim, um dos componentes ambientais selecionados foi a água.

A componente água foi selecionada devido: ao clima na região ser marcado por uma estação chuvosa (entre outubro e abril) e outra seca (entre maio e setembro), de forma que, no período de seca os produtores agrícolas têm que lidar com as mudanças na produção devido à falta de chuvas; a participação nos mutirões, os quais serão explicados no item 4.3, nos quais foi observado que a água é um recurso chave na produção agroecológica, especialmente considerando que um dos produtos comercializados pelo grupo são hortaliças; além disso, dialogando com os produtores do lote em estudo, foi relatado o seu próprio interesse em ter informações sobre a qualidade da água.

Todos esses fatores apontaram para a relevância da componente água como um indicador ambiental para essa análise. Assim, ao buscar informações sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho foi verificado que ela é considerada uma área de conflito, conforme a Portaria IGAM Nº 05, de 23 de janeiro de 2020, que estabelece a Declaração de Área de Conflito – DAC nº 003/2011, segundo o Art. 1º:

Fica convalidada como área de conflito a região a que se refere a DAC nº 003/2011, localizada na porção hidrográfica do Ribeirão Douradinho, no município de Uberlândia e Monte Alegre de Minas/MG, situada a montante do ponto de coordenadas geográficas latitude 19º 06' 10" S e longitude 48º 49' 21" W, **dada a demanda de uso de recurso hídrico superficial ser superior ao limite outorgável a fio d'água configurando situação de conflito.**

Considerando esse contexto, para desenvolver a avaliação segundo o PEIR foi planejada a realização de análises de qualidade da água do Córrego das Pedras, utilizada para irrigação dos sistemas agroflorestais do lote. Os parâmetros de análise foram

selecionados com base na Resolução CONAMA 357/2005 e a partir de revisões de literatura. Na Tabela 1 são apresentados esses parâmetros e respectivos métodos de análise desenvolvidos pelo laboratório, conforme os certificados de análise (Anexo I).

Tabela 1 – Parâmetros analisados e respectivos métodos aplicados pelo laboratório.

| PARÂMETRO | MÉTODO |
|----------------------------|--|
| Sólidos dissolvidos totais | 2540 C – Método Gravimétrico* |
| Turbidez | 2130 B - Método Nefelométrico* |
| Dureza | 2340 – Método Titulométrico* |
| Condutividade elétrica | 2510 – Método laboratorial* |
| DBO | 5210 D – Método de incubação, respirométrico (20 °C – 5 dias)* |
| OD | 4500 O – Método do eletrodo de Membrana* |
| pH | 4500-H ⁺ B – Método Eletrométrico* |
| Coliformes totais | 9223 B - Teste de Substrato Enzimático* |
| Coliformes termotolerantes | 9221 - Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos* |

* Referência: *Standart Methods for the examination of water and wastewater (21 st edition, 2005)*.

Foram realizadas três coletas, cada uma contemplando um momento climático específico: a primeira foi realizada no período de seca, no mês de agosto de 2024; a segunda, no início do período chuvoso, em outubro de 2024; e a terceira, já no decorrer do período chuvoso, em dezembro de 2024. Com isso foi possível realizar uma comparação entre os resultados das análises desses períodos.

Os materiais de coleta foram fornecidos pelo Laboratório de Microbiologia do SENAI em Uberlândia, onde as amostras foram analisadas. A equipe do laboratório também forneceu informações sobre o passo a passo para a coleta de água, referente a como utilizar a vidraria e como armazenar os frascos para fazer o deslocamento da área do córrego até o laboratório.

A coleta foi desenvolvida pela pesquisadora e um auxiliar, utilizando os materiais e técnicas conforme orientações da equipe laboratorial. Após a coleta as amostras foram armazenadas em caixa térmica e transportadas para o laboratório de análise.

4.2.2 Componente Ambiental: Uso da terra

As mudanças sobre o uso da terra, representam um processo importante para o desenvolvimento da análise PEIR.

Conforme Mendes e Costa (2022), mudanças de uso e cobertura da terra são fatores que impactam a qualidade da água de determinada área. Compreender os

parâmetros de uso e ocupação da terra em determinado local por um período permite analisar como a dinâmica de ocupação desse espaço e as relações estabelecidas com o ambiente se deram. Assim, é possível observar e avaliar mudanças que trouxeram melhorias, prejuízos e riscos para a população e para o ambiente.

Assim, a fim de verificar as dinâmicas sobre o uso e ocupação da área onde esse lote está localizado e compreender o estado ambiental da área ao longo do tempo, realizou-se uma análise do local antes e depois da implantação do PA Celso Lúcio ocorrer, isto é, nos anos de 2004 e 2024 respectivamente, por meio da elaboração de cartas imagem do assentamento. Essas cartas imagem foram elaboradas abrangendo toda a área do Projeto de Assentamento Celso Lúcio, dando ênfase para o lote deste estudo de caso que desenvolve o plantio agroflorestal, dentro de um contexto em que diversas propriedades do entorno desenvolvem práticas agrícolas do modelo convencional.

4.3 Trabalho de campo

O coletivo Mutirão na Agrofloresta Carinhosa (MAC) é composto por pessoas de diversas origens que têm em comum o desejo de aprender sobre agroecologia e de contribuir tanto com os manejos dos SAFs quanto com o movimento agroecológico na cidade. O grupo se reúne semanalmente para plantar, colher, manejar e compartilhar conhecimentos sobre agroecologia em lotes rurais localizadas no município de Uberlândia-MG. Na Figura 11 é apresentado um canteiro de um Sistema Agroflorestal onde os mutirões são realizados.

Figura 11 – Coletivo MAC realizando tarefas de manejo dos Sistemas Agroflorestais – SAFs.



Os canteiros abrigam diversas espécies, em diferentes fases de desenvolvimento. É possível visualizar bananeiras, cítricos, espécies arbóreas típicas do Cerrado, mamonas, espécies de forragem do solo, ao fundo uma linha de eucaliptos que fornece madeira e biomassa para cobertura dos canteiros.

Fonte: Autora (2023).

A participação nos mutirões agroecológicos desenvolvidos pelo coletivo MAC foi realizada durante o período de novembro de 2023 até agosto de 2024, a fim de conhecer o cenário da agroecologia desenvolvido pelo grupo de produtores, além de conhecer os

Sistemas Agroflorestais – SAFs da região, suas características, as técnicas aplicadas e as dificuldades enfrentadas para o trabalho com agroecologia em Uberlândia-MG (Figura 12).

Figura 12 - SAF do lote em estudo, localizado na BH do Ribeirão Douradinho.



Área em diferentes dias de manejo. A paisagem do SAF é dinâmica. O plantio agroflorestal requer biodiversidade, o trabalho com diversas espécies possibilita que o produtor não dependa de uma única cultura, e o ecossistema se beneficie com a diversidade que garante os serviços ecossistêmicos, por exemplo, espécies de estratos maiores fornecem sombra, espécies de forragem fazem a cobertura do solo.

Fonte: Autora (2023).

Durante a participação nos mutirões usou-se como estratégia o método da Observação Participante, apropriado para estudos exploratórios e descritivos. A Observação Participante é uma opção quando se tem o propósito de elaborar, após cada

sessão de observação, descrições “qualitativas” e “narrativas” que permitem obter informações relevantes para a investigação realizada, por exemplo, formulação de hipóteses de investigação e auxílio à elaboração ou adaptação de teorias (Mónico et al., 2017).

Com a observação participante é possível que o investigador, sob a perspectiva interna, atribua significados às práticas e vivências sociais. O investigador busca descobrir e tornar acessíveis, no sentido de relatar sua experiência através da documentação e da escrita, realidades e significados que as pessoas utilizam para nortear ou atribuir sentido às suas vidas, seu trabalho, enfim, à determinada realidade observada (Spradley, 1980; Mónico et al., 2017).

Com a aproximação possibilitada por meio dos mutirões foi possível conhecer o estado ambiental das propriedades e elencar elementos para a análise com o método PEIR. Além disso, foi feita a seleção do grupo para o estudo de caso a partir dos seguintes critérios de inclusão: 1- Agricultores do modelo de agricultura agroecológica incubados pelo CIEPS e participantes ativos dos mutirões; 2- O tempo de produção nesse modelo, considerando o produtor que tenha mais tempo de produção em modelo agroecológico; 3- Disponibilidade para participação, respondendo a entrevista e recebendo as visitas em campo e coleta de informações; 4- Agricultores da área do PA Celso Lúcio. Os seguintes critérios de exclusão foram considerados: 1- Indisponibilidade para participação; 2- Condições de acesso a área, por exemplo, distância e qualidade da estrada.

Para a coleta dos dados foram selecionadas as seguintes fontes de evidências: I) Revisão da literatura acerca da metodologia e da temática, utilizando como bases de dados: Portal de periódicos CAPES, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações-BDTD, dados do Instituto Nacional de Geografia Estatística – IBGE; II) Documentação: Estudo da Capacidade de Geração de Renda – ECGR da Fazenda Carinhosa, desenvolvido pelo INCRA; III) Entrevista Semiestruturada; IV) Observação direta e participante durante os mutirões, de forma livre, seguindo a dinâmica do mutirão em que as famílias agricultoras propõem as atividades a serem executadas de acordo com as necessidades da área; e V) Análises de Qualidade de Água.

5. OS INDICADORES PEIR DA ÁREA EM ESTUDO

Os resultados serão apresentados seguindo a estrutura de análise proposta pelo método PEIR. Na figura 13 são apresentadas cada uma de suas componentes seguindo uma questão norteadora e a análise proposta para respondê-la.

Figura 13 - Componentes do método PEIR.

| Componente | Questão | Análise |
|------------------------------|---|---|
| FM (Força motriz) | Quais as forças atuantes na área? | Atividades sendo desenvolvidas; Forças (internas / externas) atuantes; |
| P (Pressão) | Por que determinada situação está acontecendo? | Forças econômicas e sociais implícitas; Histórico de uso e ocupação da área; Recursos disponíveis e atividades desenvolvidas. |
| E (Estado) | O que está acontecendo com o ambiente? | Condição do ambiente, resultante das pressões ambientais, econômicas e sociais. |
| I (Impacto) | Qual é o impacto causado pelo estado do ambiente? | Efeito produzido pelo estado ambiental sobre: a qualidade de vida, o meio ambiente, o ambiente construído, as atividades locais. |
| R (Respostas) | O que está sendo feito a respeito? | Ações coletivas ou individuais que atenuam ou previnem impactos ambientais negativos, corrigem danos ambientais, preservam os recursos naturais e contribuem para a melhoria da qualidade de vida no local. |

Fonte: Abarca e Moraes (2019). Adaptação: a autora (2024).

5.1 Forças Motrizes

As forças motrizes representam o movimento que impulsiona, o motivo que gera uma determinada ação ou situação. Dentro da perspectiva do PEIR, são as forças geradas por processos de desenvolvimento (Oliveira e Faria, 2008).

Assim as forças motrizes consideradas representam as forças atuantes sobre o desenvolvimento do sistema agroflorestal dentro desse contexto de uso do solo antes da transição agroecológica, referentes à localização da área e da relação que se estabelece com as externalidades que podem interferir na produção agroecológica.

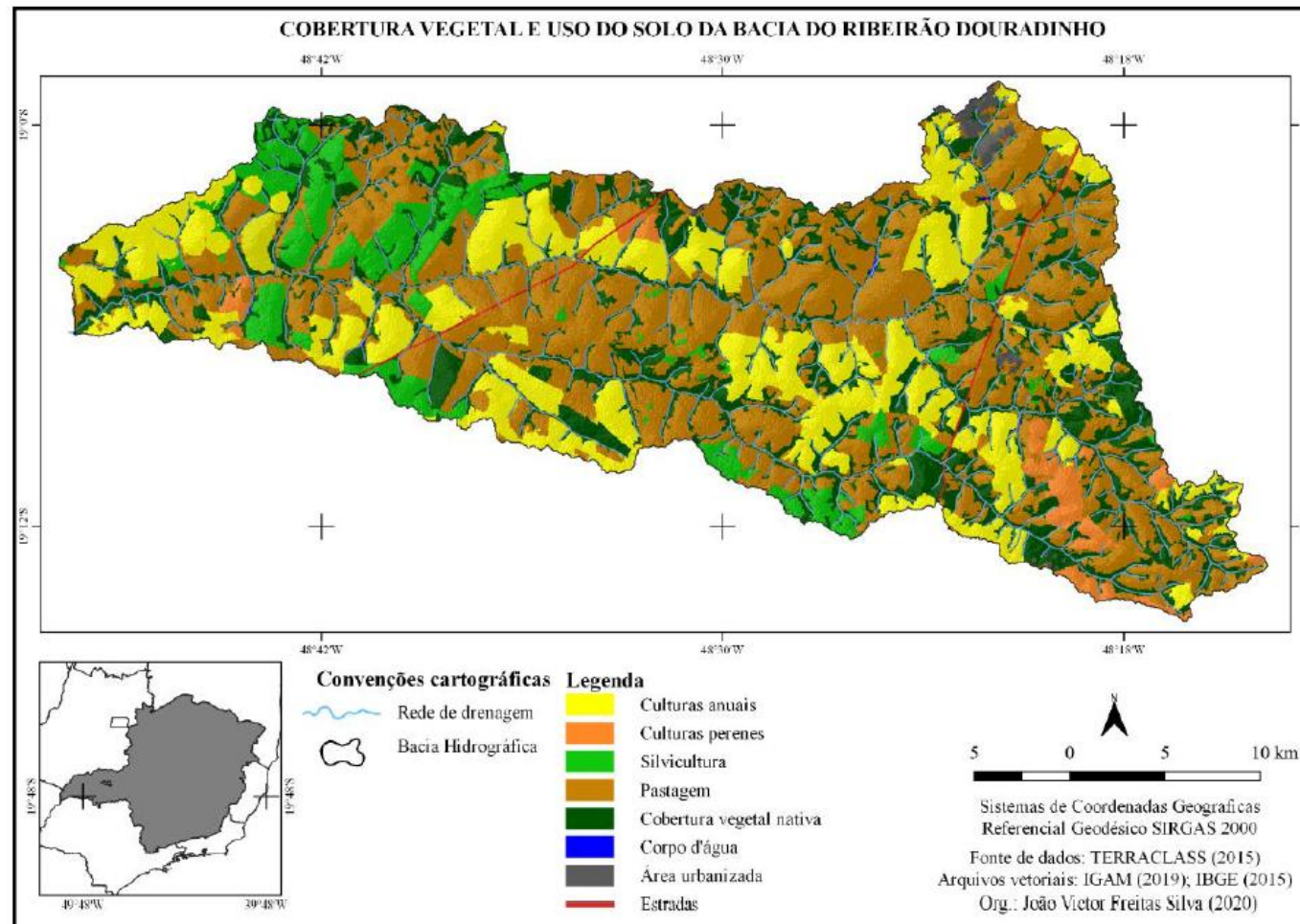
5.1.1 O contexto local

O canal principal do Ribeirão Douradinho percorre 65,5 Km desde suas nascentes, localizadas no Bairro Morada Nova, na porção Sudoeste do perímetro urbano de

Uberlândia, até a sua foz no Rio Tijuco. A bacia possui uma área total de 922,16 km² (Silva, Ferreira, Brito, 2021).

Silva, Ferreira, Brito (2021), baseando-se no Projeto TerraClass Cerrado (2015), mapearam na bacia do Ribeirão Douradinho 8 diferentes categorias de uso e ocupação do solo: culturas anuais, culturas perenes, silvicultura, pastagem, área urbanizada, cobertura vegetal nativa, estradas e corpos d'água. Dentre essas classes, as pastagens ocupavam a maior parte da área da bacia, 41,52% do total, seguido das áreas de cobertura vegetal nativa, com 24,3%, e das áreas de culturas anuais, com 22,59% (Mapa 2).

Figura 14 - Cobertura vegetal e uso do solo da bacia do Ribeirão Douradinho.



Fonte: Silva, J. V. F. (2020)

De acordo com a avaliação da situação ambiental dessa bacia a área foi caracterizada como altamente impactada, devido à supressão da vegetação, às construções, ao desenvolvimento da agricultura mecanizada e à criação de gado, que se destacam como as principais atividades desenvolvidas na área e capazes de impactar negativamente o ambiente. A implantação de pastagem para a criação de gado foi apontada como a atividade mais expressiva na bacia, sendo a que mais contribuiu com sua degradação ambiental (Silva, Ferreira, Brito, 2021).

A supressão de vegetação leva à diminuição da infiltração de água no solo e ao aumento do seu escoamento superficial, além de diminuir a sua matéria orgânica levando ao seu empobrecimento, um conjunto de fatores que expõe o solo deixando-o mais suscetível à erosão. Além dos efeitos pedológicos, a retirada de vegetação e o consequente escoamento superficial das águas leva ao assoreamento dos canais fluviais, situação que foi verificada por Silva, Ferreira e Brito (2021).

Para Dorst (1973), o solo é um capital natural chave, já que mantém relações constitutivas entre o mundo mineral e seres vivos. É dele que são extraídas substâncias e matérias-primas essenciais, enquanto segue em constante transformação, passando por processos erosivos naturais e artificiais.

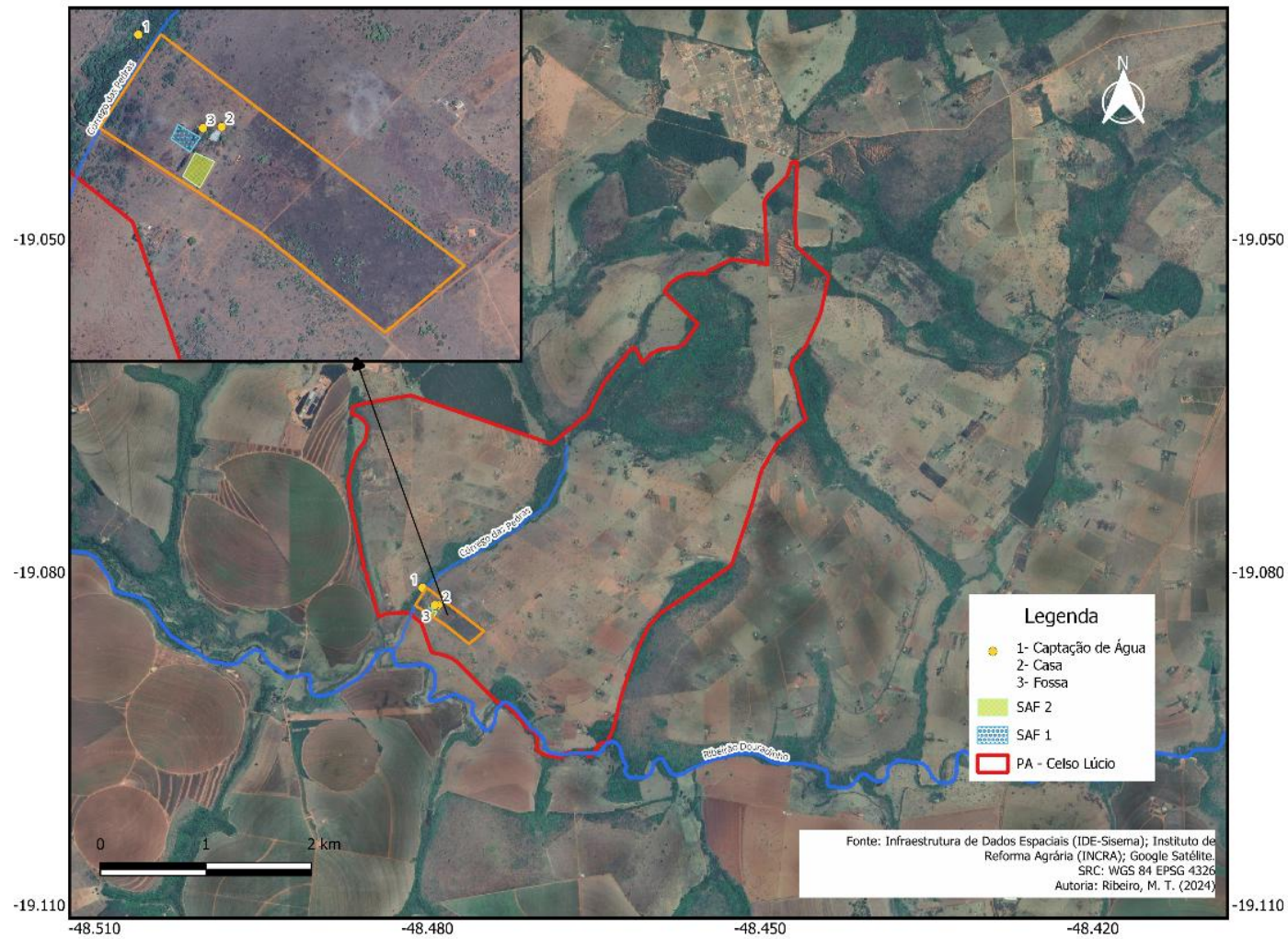
A erosão natural decorre da decomposição da rocha pela ação de agentes físico-químicos (fator térmico, precipitação, ventos) além da ação biológica dos seres vivos, os quais estão vinculados à origem da fertilidade dos solos. No entanto, Dorst (1973) afirma que os danos causados pelas atividades humanas aceleram os processos erosivos, à medida que aumentam a pressão sobre o solo devido ao crescimento populacional e transformação dos habitats naturais. O manejo adequado, é capaz de manter a fertilidade do solo e contribuir com a produtividade.

5.1.3 O plantio agroecológico

A área do PA Celso Lúcio foi distribuída entre 60 unidades ou lotes, nas quais são desenvolvidas atividades agrícolas diversas. Plantios de culturas agrícolas no modelo convencional, hortifrutis, criação de animais, e os sistemas agroflorestais, desenvolvidos em alguns lotes da área.

No lote deste estudo de caso (Figura 15) a família optou por trabalhar com Sistemas Agroflorestais – SAFs, desde 2013 quando se mudaram para a área. Eles também criam alguns animais, como gado de pecuária leiteira (cerca de 3 a 4 animais), voltados para o consumo próprio. A atividade para obtenção de renda é o plantio agroflorestal onde são produzidos produtos de hortifruti com finalidade comercial e é desenvolvido o plantio de espécies nativas a fim de recompor a vegetação nativa da área.

Figura 15 - Localização do lote objeto da pesquisa no PA Celso Lúcio.



Fonte: Autora (2024).

Na entrevista realizada com o casal de produtores agroecológicos que desenvolvem as atividades nesse lote, ambos com mais de 60 anos, foi relatado que possuem uma história de vida relacionada desde cedo à vida no campo, mantendo-se economicamente com a aposentadoria do casal e com a produção e comercialização da produção agroecológica dos Sistemas Agroflorestais – SAFs.

Foi relatado que a atividade desenvolvida é agroecológica e não totalmente orgânica por conta de exigências que existem para esse tipo de produção, sendo citados fatores como: a água, que precisa passar por análises laboratoriais; as propriedades do entorno que plantam usando agrotóxicos, inclusive há propriedades que fazem aplicações desses insumos através de pulverização por aviões, e a questão das mudas, que para o controle de produção orgânica devem ser adquiridas em determinados estabelecimentos que são aceitos nesse modelo de produção.

Entretanto, cabe ressaltar que a produção desses agricultores é sim orgânica e que eles junto a um grupo de produtores agroecológicos fazem parte de uma Organização de Controle Social – OCS, que garante a qualidade da produção orgânica. A OCS é formada pelos agricultores, por técnicos, consumidores e outras pessoas, de forma que a própria sociedade faz o controle da produção orgânica.

Quando os agricultores mencionam as questões referentes à água e propriedades do entorno, como fatores que não garantem a qualidade de orgânico, eles se referem ao processo de auditoria por órgão externo que emitiria um selo de produto orgânico. Isto é feito quando um profissional independente e sem vínculo com a unidade de produção realiza a análise das atividades de produção e emite um certificado atestando que a produção está adequada às normas orgânicas, esse certificado é identificado por um selo que é impresso na embalagem dos produtos.

Esse grupo de produtores, e mais especificamente, os produtores do lote em estudo, são sim orgânicos e agroecológicos e sua garantia é atestada através da OCS, que é inclusive cadastrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

Com relação a escolha pela Agroecologia, os agricultores relataram que tudo começou com a participação em um projeto oferecido pela Prefeitura de Uberlândia, o Projeto Mandala, que ocorreu em 2008, quando moravam em uma outra área. Conforme informações do Diário Oficial do Município (2007), o Projeto Mandala tinha o objetivo de incentivar a produção de alimentos ecologicamente correta, tendo sido oferecido pela

Secretaria Municipal de Agropecuária e Abastecimento, por intermédio da Diretoria de Agropecuária e Motomecanização. O Sistema Mandala trata-se de sistema de plantio em que vários canteiros são plantados em torno de uma fonte de água de irrigação. Nesse projeto a própria prefeitura custeava a montagem da mandala, oferecia mão de obra, e ao produtor cabia a compra dos insumos necessários.

Conforme Ribeiro (2019) o Projeto Mandala foi encerrado em 2013, por questões políticas, falta de: apoio financeiro, logística, comercialização, mercado de vendas e assistência técnica em agricultura orgânica, por parte da prefeitura de Uberlândia.

Após a participação nesse projeto, surgiu o desejo por trabalhar com agroecologia. Na entrevista foi relatado que no período de infância desses produtores não era observada a “cultura do uso de veneno”, e que “plantar sem veneno era o comum”. De forma que os respondentes afirmam nunca terem trabalhado com o modelo de agricultura convencional, fazendo aplicação de insumos químicos e mecanização.

Conforme Altieri (2004), o conhecimento popular rural possui uma natureza experimental, isto é, ele tem como vantagem ser baseado em observações precisas e em conhecimento experimental. Durante os mutirões são possibilitados espaços de trocas de conhecimentos, em que tanto os produtores trazem seus conhecimentos de vida rural, seus saberes locais, como também o grupo que é diverso e composto por estudantes de graduação, ensino técnico, pesquisadores de pós-graduação, contribuem com informações adquiridas no meio acadêmico. Durante o diálogo com os respondentes e nos próprios mutirões o grupo de produtores reforça a importância desse coletivo para manter vivo o movimento e a prática agroecológica.

A produção agroecológica é descrita pelos respondentes como “plantar sem veneno, tudo junto, espécies misturadas”, que isso é “plantar a agrofloresta”. Quanto à sua produção na horta, têm sido produzidos hortaliças, frutas (bananas, maracujá, abacate, mamão) e culturas de mandioca, milho, feijões, para além do plantio de espécies florestais nativas do Bioma Cerrado como Ipês, Ingás, Jatobás. Ou seja, um plantio diversificado, conforme os princípios da agroecologia, realizados com consórcios de espécies (Figura 16).

Figura 16 - Canteiros do Sistema agroflorestral.

(a)

(b)



(c)

(d)



Em (a): canteiro com espécies frutíferas e nativas; Em (b) e (c): espaço entre linhas com cultivo de consórcio de milho, feijões e café; Em (d): canteiros de hortaliças e espécies frutíferas como mamão e banana.

Fonte: Autora (2024).

O grupo que compõe o núcleo agroecológico, produz hortaliças, legumes, grãos, frutas, as chamadas PANCs (plantas alimentícias não convencionais). Esse grupo de produtores comercializa seus produtos em uma feira semanal no município de Uberlândia. Além disso, realizam a entrega de parte da produção para a merenda escolar de escolas públicas através da Política Nacional de Alimentação Escolar – PNAE.

Quanto à assistência técnica especializada foi relatado que já receberam apoio do SENAR, atualmente recebem apoio da prefeitura, da equipe do coletivo do mutirão e do CIEPs. Com relação à renda com a comercialização foi informado que é suficiente para manter suas despesas mensais.

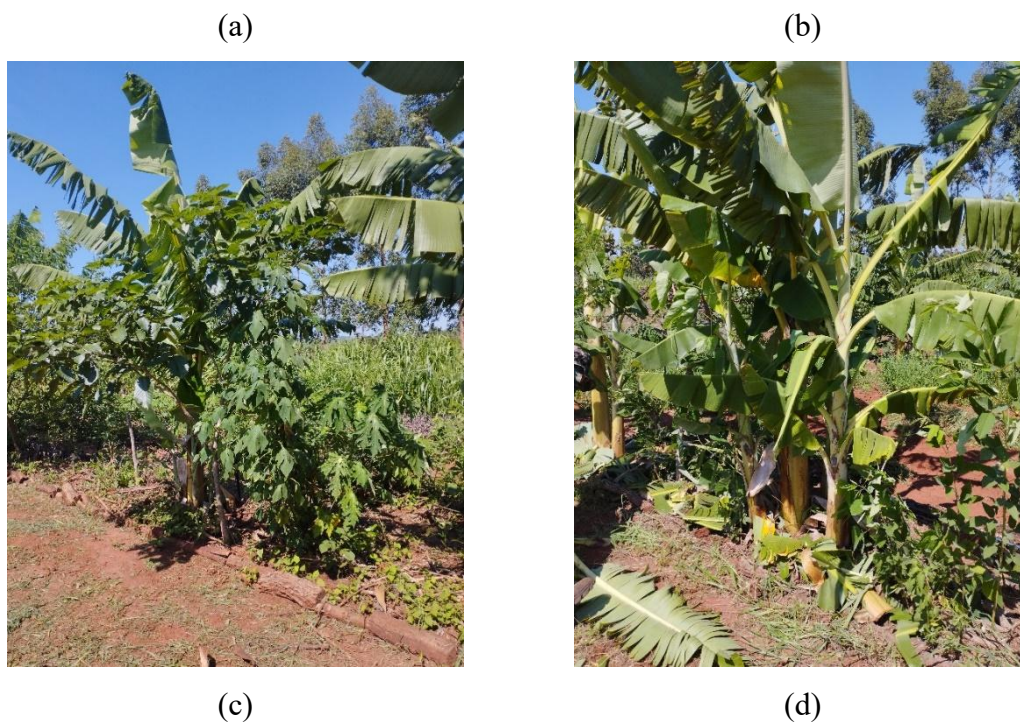
Os respondentes descrevem que trabalhar com AE “transformou suas vidas”, e reforçam a importância dos mutirões, devido à colaboração com o manejo do Sistema Agroflorestal (SAF), além de serem espaços nos quais os conhecimentos podem ser compartilhados, os vínculos entre os participantes são fortalecidos em torno do interesse em comum que é o de semear e cultivar agroflorestas, produzindo alimentos sem venenos.

Segundo Altieri e Yurjevic (1991) as técnicas aplicadas em plantios agroflorestais são ecologicamente corretas, pois não visam modificar ou transformar o ecossistema camponês, mas sim trabalhar nesse sistema de forma a otimizar a unidade de produção. Dessa maneira, a abordagem agroecológica busca minimizar os custos de produção e aumentar a eficiência de utilização dos recursos disponíveis localmente.

Os respondentes informaram não ver dificuldade em praticar a agroecologia (AE), apesar das dificuldades na obtenção de equipamentos de trabalho, de recursos financeiros e de créditos que facilitariam a produção. Quanto aos benefícios da AE, foi mencionada a melhoria na qualidade da saúde, o sentimento de gratificação por acompanhar o crescimento do SAF e a tranquilidade de se alimentar sem veneno. Eles relatam que se alimentam do que produzem: “[...] *consumimos (o que colhem na área), o primeiro que a gente colhe é para nós, nós vendemos o que sobra. O que sobra não, nós dividimos.*”

O lote conta com duas áreas de plantio. Os s SAFs (Figura 17), primeira área, na qual iniciaram o trabalho com agroecologia, voltada para produção de frutas e hortaliças. A segunda área é mais recente, nela são cultivadas espécies frutíferas, árvores nativas e nas entrelinhas culturas como milho, mandioca e feijões.

Figura 17 - Os princípios agroflorestais aplicados no plantio.





Em A, B e C: canteiros do SAF, onde é possível observar a variedade de espécies cultivadas, a cobertura com matéria orgânica ou espécies forrageiras (que crescem rente ao solo). As bananeiras são muito cultivadas pelo acúmulo de água que essa espécie faz no seu caule, assim, depois da colheita de seus frutos, o caule e folhas são usados como cobertura do solo contribuindo para manter sua umidade. Em D: canteiros de hortaliças e sistema de irrigação com mangueiras perfuradas.

Fonte: Autora (2024).

A água utilizada na irrigação dos SAFs é oriunda do Córrego das Pedras (Figura 18), que passa pelo lote. A água para o consumo doméstico é obtida com a vizinhança, em locais que tenham poços artesianos, o que segundo eles, garante sua melhor qualidade.

O que corrobora com Hessel (2015), que afirma que as águas de poços, por estarem protegidas por fontes de contaminação externa (escoamento de águas pluviais e o contato com animais, por exemplo), se mostram menos propensas a estarem contaminadas por coliformes.

Figura 18 - Captação de água no Córrego das Pedras.

(A)

(B)



Em A: Bomba de captação de água. Em B: Córrego das Pedras, de onde é feita a captação de água para irrigação no lote.

Fonte: Autora (2024).

A destinação da água do banheiro é uma fossa comum e da água da pia é feita diretamente no quintal. Foi relatado que está nos planos dos proprietários a construção de uma fossa séptica, pois reconhecem a importância de fazer a destinação adequada da água servida, e que a ideia será colocada em prática quando a condição financeira possibilitar.

Uma prática de manejo do solo recorrente nos mutirões é a de realizar cobertura do solo dos canteiros com matéria orgânica, além disso a adubação é feita com esterco e calcário. Para o controle de pragas são utilizadas caldas, feitas com produtos naturais (mamona, fumo e pimenta), não se utilizando nenhum produto químico para isso.

Durante os mutirões essas práticas puderam ser observadas e desenvolvidas em grupo nas áreas que fazem parte do núcleo agroecológico. Na Figura 19 é apresentado o antes e o depois de um dia de mutirão em que essas atividades de manejo dos canteiros foram realizadas.

Figura 19 - Antes e depois das atividades de um dia de mutirão.

A. SAF antes do mutirão.



B. SAF depois do mutirão.



Foi realizada a limpeza do terreno entre os canteiros, a poda das folhas das bananeiras e outras espécies do SAF e uso dessa matéria orgânica para realizar a cobertura do solo dos canteiros.

Fonte: Autora (2024).

Quando questionados sobre as mudanças no local após o plantio dos SAFs os respondentes relataram que se mudaram para o local em 2013, e que a área era constituída de pastagem. Portanto a vegetação que é observada se desenvolvendo agora nas áreas dos SAFs, foi plantada pelos proprietários. Na mata ciliar do córrego também é possível observar o desenvolvimento da vegetação. A faixa de APP é cercada para evitar a passagem de animais para o córrego (Figura 20), prática que contribuiu para a manutenção da qualidade da água e proteção da vegetação nativa.

Figura 20 - Área de mata ciliar, do lote, protegida por cerca.



Fonte: Autora (2024).

Além disso, os respondentes relataram que quando se mudaram para a área o solo era arenoso, de cor clara. Atualmente, nas áreas onde plantam, foi relatado que percebem melhorias na qualidade do solo, o que se verifica por meio da observação da melhoria da qualidade dos produtos que colhem e durante o manejo do solo por perceberem mudanças na coloração e na textura da terra dos canteiros.

Quando questionados se as mudanças de clima são notadas e se têm afetado a produção, foi relatado que observam que o calor está mais intenso e que isso prejudica sua produção: *“as mudanças de estações entre períodos de chuva ou seca interferem bastante na produção, principalmente no plantio de hortaliças”*.

De modo geral, sobre a qualidade ambiental do lote, acreditam que depois do início do trabalho com agroecologia no local o ambiente melhorou, citam inclusive a questão da percepção do conforto climático, visto que, quando chegaram não havia árvores na área e hoje, ao redor da casa, as árvores ajudam a regular o clima, protegendo do calor excessivo, das chuvas e ventos.

A percepção dos respondentes é importante visto que uma característica da agricultura familiar é que a terra para além de um local de produção, é também local de vida, de moradia.

5.2 Pressões

O componente Pressão visa avaliar como uma área vem sendo ocupada e como os recursos estão sendo utilizados, a fim de verificar os motivos que justifiquem o estado de determinada área. Assim, os componentes selecionados para esta avaliação são: água e usos da terra.

A participação nos mutirões possibilitou a aproximação com a área de estudo, além de acompanhar o trabalho desenvolvido nos SAFs, foi possível perceber a centralidade na questão da água para o plantio de sistemas agroflorestais na região.

Durante as práticas dos mutirões são compartilhadas e trocadas informações entre os diversos participantes, que levam em conta as experiências individuais de cada um de forma a contribuir com a construção de um saber coletivo. Conforme Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior (2013), os saberes gerados durante as práticas agroflorestais buscam a sustentabilidade da produção e do modo de vida local. Isso faz com que as agroflorestas tenham características particulares, que são definidas pelas relações do agricultor com o ambiente (Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior, 2013).

Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior (2013) consideram que a utilização de metodologias participativas contribui na construção de agroecossistemas sustentáveis e revelam a importância de se reconhecer o conhecimento e participação de agricultores. Assim, a escolha pelo componente água junto ao de uso da terra, como norteadores para conduzir a análise PEIR, foi sendo determinada conforme se deu a participação nos mutirões e levou em consideração informações levantadas pelos agricultores que demonstraram a preocupação referente à questão da água.

A opção por esse componente, portanto, considerou tanto as informações apontadas pelos agricultores, quanto os aspectos de regime climático da região, da estação seca, quando as propriedades rurais apresentam dificuldades no plantio devido à redução do volume hídrico dos corpos d'água.

Além disso, a BH do Ribeirão Douradinho, onde o PA Celso Lúcio se localiza, recebeu em 2020 uma Declaração de Área de Conflito – DAC pelo uso de recursos hídricos. Conforme Decreto nº 47.705 de 2019, que estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos em Minas Gerais:

Art. 6º – Para efeitos deste decreto, entende-se por conflito pelo uso dos recursos hídricos superficiais, a situação de indisponibilidade hídrica aferida

pelo balanço hídrico de vazões outorgadas, em que a demanda pelo uso dos recursos hídricos de uma porção hidrográfica seja superior à vazão outorgável.

No Estudo da Capacidade de Geração de Renda – ECGR da Fazenda Carinhosa, desenvolvido pelo INCRA (2015), foi apontado que uma das vulnerabilidades do imóvel era o acesso aos recursos hídricos. Devido à distribuição física desse recurso, associada à pouca disponibilidade de água na área, a principal atividade econômica sugerida pelo estudo foi a pecuária leiteira e a produção de cultivos como mandioca e guaríroba.

Ao optarem pelo sistema agroflorestal, os produtores têm como princípios de produção: o plantio diversificado de culturas, combinando diferentes espécies que cumprem funções específicas no agroecossistema, desde hortaliças, legumes, grãos, árvores frutíferas que geram produtos para a própria alimentação quanto para comercialização e geração de renda, bem como árvores típicas do Cerrado sem fins comerciais, mas que contribuem enriquecendo a biodiversidade e na recomposição da vegetação típica do bioma. Outro princípio trata-se da não aplicação de insumos químicos, seja para controle de espécies invasoras ou mesmo fertilizantes.

Assim, faz-se necessário o uso de um sistema de irrigação voltado principalmente para o período de seca, entre maio e setembro. No lote o sistema utilizado é o de aspersão utilizando mangueiras perfuradas. A água é captada no Córrego das Pedras através de bomba d'água seguindo para três destinações: abastecimento de animais; irrigação da horta e usos domésticos. Por não possuírem dados sobre a qualidade da água do córrego, os proprietários optaram por não a utilizar no consumo direto e preparo de alimentos. Para essa finalidade a água é obtida com vizinhos que possuem poços artesianos.

Esta relação com o recurso hídrico foi um dos fatores que motivou a escolha pelo indicador água, afinal é um bem essencial de consumo diário e a incerteza sobre a qualidade e a quantidade da água é um fator que gera uma situação de vulnerabilidade. Nesse sentido, a questão da qualidade da água trata-se de um componente de pressão sobre a produção agroecológica e a qualidade de vida dos usuários desse recurso.

A qualidade da água tem relação com os usos e ocupação da terra, mesmo tendo dinâmicas específicas, essas componentes se complementam e são influenciadas por atividades socioeconômicas de determinada área (Ross, 2022). Portanto, a qualidade dessa água não reflete características específicas do lote, mas da inter-relação de circunstâncias que circundam essa área da qual o lote faz parte.

5.3 Estado

Para a compreensão dos indicadores de estado na matriz PEIR foi realizada uma análise diacrônica da paisagem a fim de compreender o estado ambiental da Fazenda Carinhosa antes e depois da implantação do PA Celso Lúcio, nos anos 2004 e 2024.

5.3.1 Componente: Uso do Solo

Foram elaboradas cartas imagem da área que podem ser visualizadas nas Figuras 21 e 22. Nesses mapas a área do lote onde a pesquisa foi desenvolvida está destacada a fim de compreender sua localização dentro do assentamento e em relação ao Córrego das Pedras. O mapeamento foi realizado a partir de imagens do satélite Landsat.

Figura 21 - Área do PA Celso Lúcio em 2004.

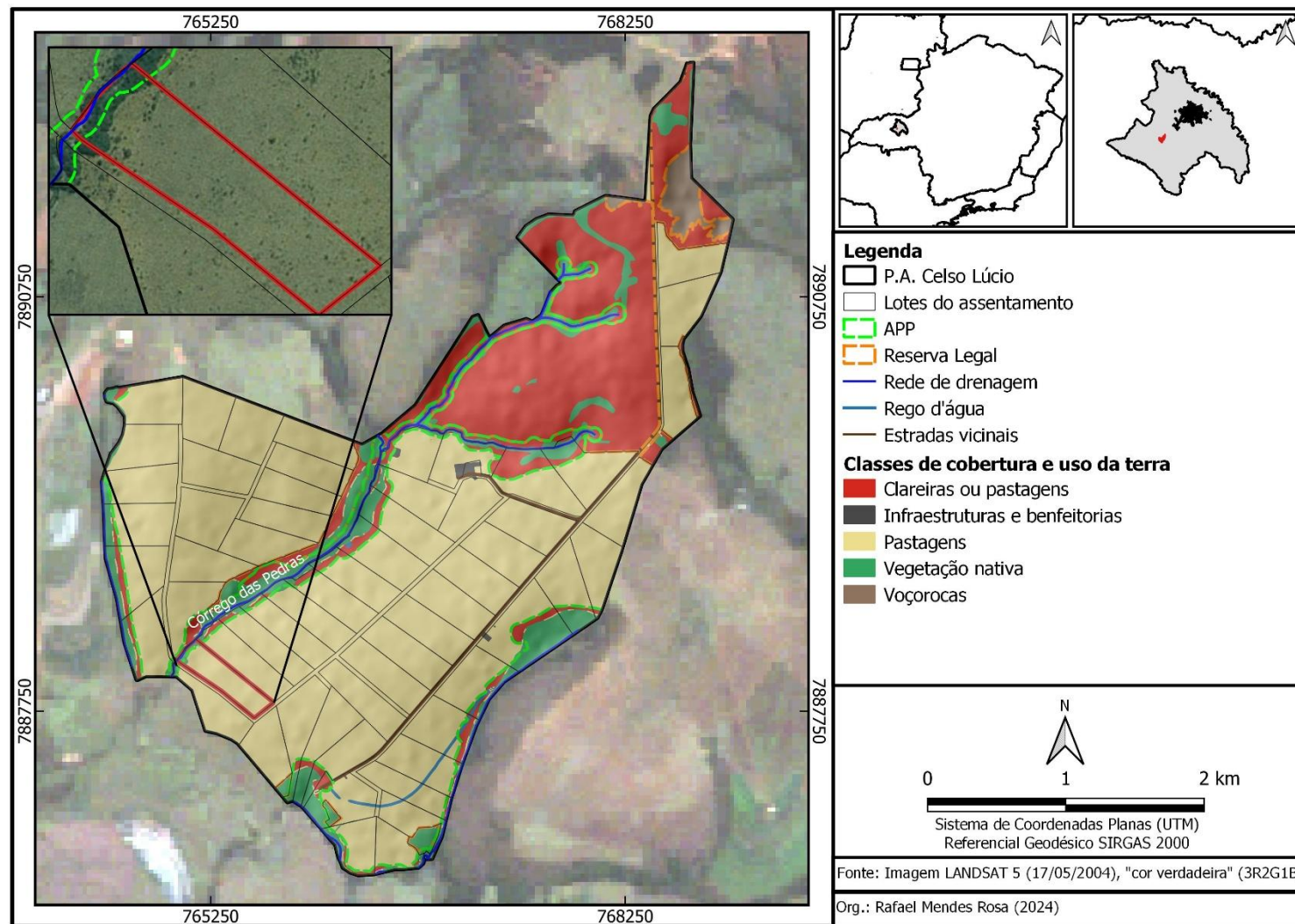
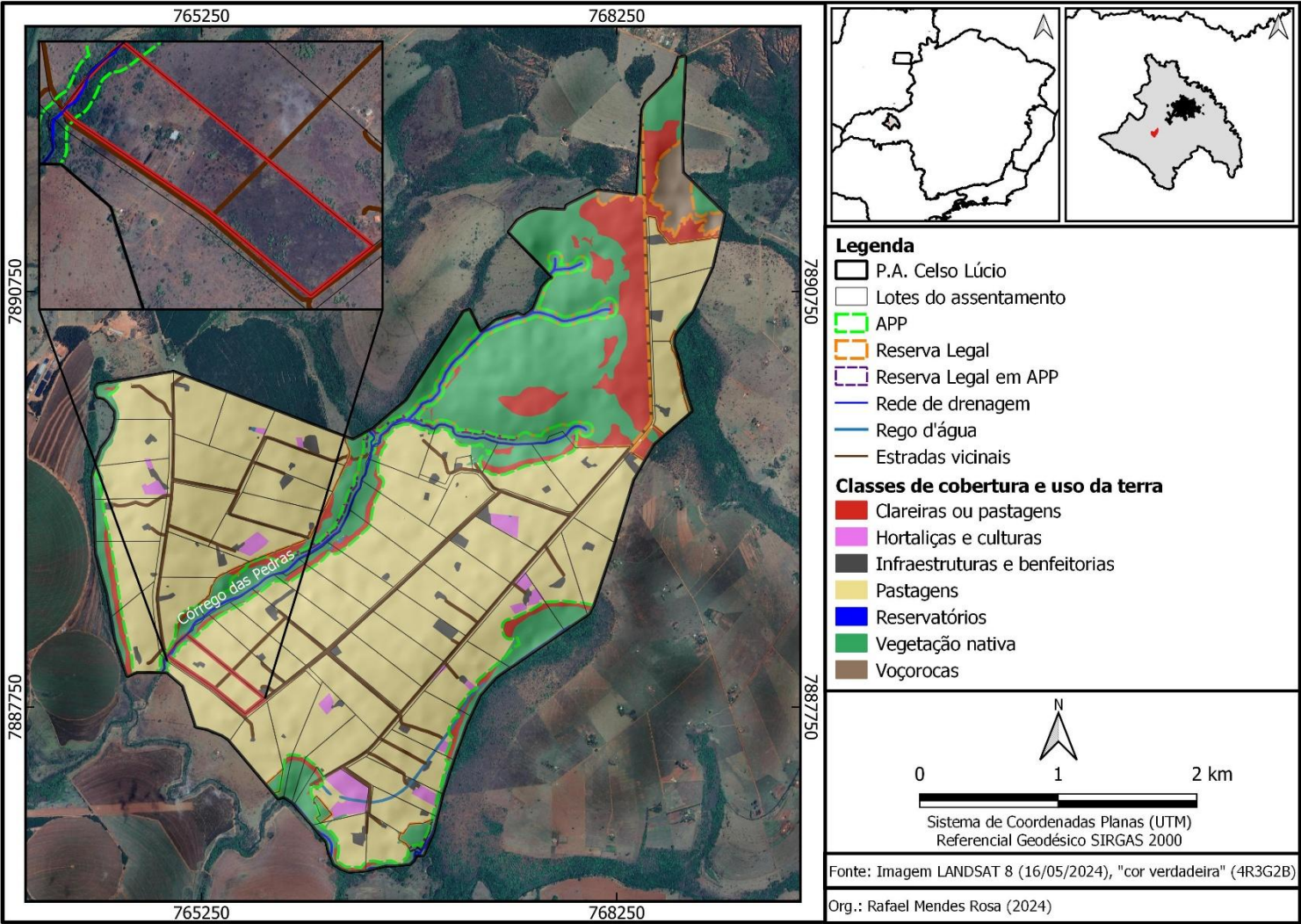


Figura 22 - Área do PA Celso Lúcio em 2024.



Os valores dos dados visualizados nos mapas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Áreas das classes de uso da terra do PA Celso Lúcio em 2004 e 2024.

| Classes de cobertura e uso da terra | Área (km²) | |
|-------------------------------------|------------|------|
| | 2004 | 2024 |
| Pastagens | 7,74 | 7,55 |
| Vegetação nativa | 1,04 | 2,64 |
| Clareiras/Pastagens em APP ou RL | 2,68 | 0,72 |
| Infraestrutura e benfeitorias | 0,02 | 0,27 |
| Hortaliças e culturas | - | 0,23 |
| Voçorocas | 0,15 | 0,15 |
| Estradas vicinais | 0,03 | 0,09 |
| Cursos d'água | 0,02 | 0,02 |

Nota-se que, em comparação com as demais classes de uso e cobertura da terra, a classe de pastagem se destaca, nos dois períodos, como a área mais expressiva ocorrendo uma pequena redução dessa cobertura nesses vinte anos. A área coberta por vegetação nativa aumentou 154%, as áreas de clareiras e pastagens dentro das APPs ou RLs diminuíram de 73%. Essa mudança pode ser verificada nos mapas, onde na porção norte do assentamento há a área de reserva legal e é possível verificar o aumento da cobertura de vegetação nativa entre os dois períodos.

O Código Florestal prevê que os assentamentos de Reforma Agrária, assim como qualquer propriedade rural, devam manter 20% de sua área com cobertura vegetal arbórea. Essa área, denominada como Reserva Legal, deve ser restaurada, caso não exista (Rodrigues, 2005). O Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012), estabelece as seguintes definições em seu Art. 3º:

II - Área de Preservação Permanente: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Sobre as áreas de reserva legal, a Lei nº 12.651 determina que:

Art. 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no art. 68 desta Lei: [...]

I - localizado na Amazônia Legal:

- 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
- 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;

II - localizado nas demais regiões do País: **20%** (vinte por cento).

§ 1º Em caso de fracionamento do imóvel rural, a qualquer título, inclusive **para assentamentos pelo Programa de Reforma Agrária**, será considerada, **a área do imóvel antes do fracionamento**. (grifo nosso)

Ao observar os mapas das figuras 21 e 22, percebe-se que no decorrer desses vinte anos ocorreu um incremento na área de APP do imóvel. Essa área está atualmente cercada, a fim de evitar a entrada de gado, o que contribuiu para a sua recuperação vegetal. Na porção norte da APP ainda há presença de clareira e voçoroca. Esse trecho está localizado ao lado da estrada de acesso ao PA Celso Lucio, assim uma possibilidade para a dificuldade na recomposição da vegetação nessa área pode ser o efeito de borda da estrada sobre a APP.

Rodrigues (2005) considera que a expansão da fronteira agrícola foi o principal fator de fragmentação florestal no Brasil. Consorciada com o crescimento populacional que ocorreu de forma demasiadamente desordenada, ocasionou um quadro de destruição em massa da vegetação nativa, causando danos irreparáveis aos ecossistemas.

No caso do PA Celso Lúcio, observa-se que a recomposição florestal das áreas de APP se trata de um indicador positivo quanto à melhoria da qualidade ambiental do local.

De acordo com Brites et al. (2020), propriedades rurais particulares, que estão amplamente distribuídas pelo território brasileiro, possuem 53% da vegetação nativa brasileira dentre os vários biomas do país. A conservação de sua vegetação nativa promove benefícios como, aumentar a conectividade entre as unidades de conservação existentes, que é essencial para a proteção de serviços ecossistêmicos como a polinização, a estabilização do ciclo hidrológico (o que evita a escassez de água ou inundações) e a regulação do clima local. Além disso, os rios não obedecem aos limites das propriedades, portanto a conservação de suas margens contribui para garantir a manutenção do fornecimento de recursos hídricos em quantidade e qualidade.

5.3.2 Componente: Água

5.3.2.1 Parâmetros de caracterização do componente água

Outro indicador do estado ambiental foi a qualidade da água, coletada no Córrego das Pedras, que é utilizada na irrigação dos SAFs principalmente durante os períodos de estiagem. Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior (2013) desenvolveram uma análise, a partir de publicações científicas, das externalidades promovidas pelos sistemas agroflorestais como modelo de ocupação de solo para produção agrícola com caráter ecológico. Ao

analisarem a questão hídrica relacionada aos SAFs foi verificado que são escassos os trabalhos que apresentam dados quantitativos, isto é, utilizaram indicadores sobre as externalidades referentes à questão de produção e qualidade dos recursos hídricos nos locais onde os SAFs estão implantados.

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer condições e padrões de lançamento de efluentes. Essa resolução é a regulamentação responsável por determinar os padrões de qualidade de água para as diferentes classes de uso, dividindo as águas doces em cinco classes:

Classe Especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação de ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (como natação e mergulho); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, 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.

Classe 2: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa ter contato direto; à aquicultura e atividade de pesca.

Classe 3: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional/avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e dessedentação de animais.

Classe 4: águas destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Assim, para caracterizar a qualidade da água de determinado corpo hídrico e enquadrá-la dentro de uma classe conforme a Resolução Conama nº 357/2005, é necessário determinar parâmetros físico-químicos e biológicos de interesse de acordo com a utilização pretendida.

No caso dessa pesquisa, a atividade analisada trata-se de irrigação de hortaliças, legumes e frutas. Portanto, a análise que se fez foi no sentido de verificar se as águas coletadas para a irrigação estão de acordo com os parâmetros de água de Classe I, que conforme Resolução CONAMA 357, Sessão II, Art. 14º:

- [...] h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L;
- m) pH: 6,0 a 9,0.

De acordo com Von Sperling (1996) uma forma de detectar a presença de agentes patogênicos em amostras d'água é através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal, que indicam quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais, mostrando a potencialidade de transmitir doenças. Os organismos mais utilizados para essas análises são bactérias do grupo coliforme. Pela Resolução CONAMA nº 357/05, para águas de classe I não deve ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% da amostra ou mais, em pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Conforme Belizário, Soares e Assunção (2014), o problema da presença de coliformes em água para irrigação, principalmente os fecais, trata-se da presença de *Escherichia coli*, que pode causar contaminações em seres humanos resultando em problemas de saúde.

Belizário, Soares e Assunção (2014) conduziram um estudo sobre a qualidade da água utilizada para irrigação em outro assentamento localizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho. As amostras de água foram coletadas em uma represa desse assentamento, tendo sido verificado os seguintes parâmetros: Físicos - Sólidos em suspensão e totais, turbidez e temperatura; Químicos - pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, dureza total e cloreto; Biológicos - Coliformes totais e fecais.

Para os parâmetros biológicos analisados, Belizário, Soares e Assunção (2014) verificaram resultados que apontam para um alto potencial de contaminação para águas de Classe II de uso para irrigação. Os autores observaram que ocorre dessedentação de gado na represa o que pode explicar o alto índice de coliformes dessas águas.

De acordo com Sperling (1996) os diversos componentes presentes na água, que alteram seu grau de pureza, podem ser qualificados segundo características físicas, químicas ou biológicas:

- Características físicas: associados, em maior parte, a presença de sólidos na água. Podem ser sólidos: suspensos, coloidais ou dissolvidos. Essa divisão é referente ao tamanho das partículas;
- Características químicas: podem ser interpretadas em duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica;
- Características biológicas: seres vivos presentes na água, dos reinos animal, vegetal e protistas (bactérias).

Assim, considerando as definições de Sperling (1996), os parâmetros e classificações da qualidade da água dispostos na Resolução CONAMA nº 357/05, o estudo desenvolvido por Belizário, Soares, Assunção (2014), os parâmetros selecionados para a análise foram:

- CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Sólidos dissolvidos totais

Os sólidos se referem à matéria suspensa ou dissolvida na água, tratando-se de um parâmetro físico, que pode afetar a qualidade da água de diversas maneiras. Águas com altos níveis de sólidos dissolvidos geralmente são de palatabilidade inferior e podem induzir reações fisiológicas desfavoráveis no consumidor. Por essas razões, um limite de 500 mg de sólidos dissolvidos/L é desejado para águas potáveis (APHA, 2005).

Além disso, altas concentrações de sólidos suspensos constituem um dos principais problemas de qualidade de água para a irrigação, pois pode ocasionar problemas de obstrução física em sistemas de irrigação localizada (Belizário, Soares, Assunção, 2014).

Turbidez

A turbidez da água é causada pela presença de matéria coloidal ou em suspensão, dividida em matéria orgânica ou inorgânica. Esse parâmetro representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva a ela (APHA, 2005; Von Sperling, 1996).

Quando a turbidez é causada por fontes de origem natural (partículas de rocha, argila, silte, presença de algas e outros microrganismos) ela não traz inconvenientes sanitários diretos, porém se torna esteticamente desagradável na água potável. Em corpos d'água a turbidez elevada pode reduzir a penetração de luz e prejudicar a fotossíntese (Von Sperling, 1996).

Trata-se de um parâmetro físico bastante utilizado na caracterização de águas para o abastecimento urbano, não influenciando diretamente a qualidade de água para a irrigação, mas que pode ser utilizado para medir a concentração de sedimentos em suspensão. Segundo os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, a turbidez para as águas de classes 1, 2 e 3, não devem exceder 40, 100 e 100 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), respectivamente (Belizário, Soares, Assunção, 2014).

Dureza

A dureza da água já foi associada e entendida como uma medida da capacidade da água de precipitar sabão, pelos íons de cálcio e magnésio presentes. Outros cátions também podem precipitar sabão, mas eles geralmente estão em formas complexas, frequentemente com constituintes orgânicos (APHA, 2005).

Assim, na prática atual, a dureza total é definida como a soma das concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Não há evidências de que a dureza cause problemas sanitários, podendo estar associada à formação de precipitados, à redução da formação de espuma o que implica em um maior consumo de sabão e mesmo a um sabor desagradável na água, dependendo da concentração (Von Sperling, 1996).

Condutividade elétrica

A condutividade é a medida da capacidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica. Essa capacidade depende da presença de íons (de sua concentração total, mobilidade e valência) e da temperatura. Soluções da maioria dos compostos inorgânicos são relativamente bons condutores. Por outro lado, moléculas de compostos orgânicos, que não se dissociam em solução aquosa, conduzem corrente elétrica muito mal (APHA, 2005).

Trata-se de um parâmetro químico indicativo da quantidade de sais dissolvidos na água. Para a irrigação, o principal problema do excesso de sais na água, é que após a sua deposição no solo, se acumula a medida em que a água é evaporada ou consumida

pelas culturas (Ayers e Westcot, 1991 apud Belizário, Soares e Assunção, 2008), podendo resultar em salinização do solo.

- CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, é um teste empírico no qual procedimentos laboratoriais padronizados são usados para determinar a demanda relativa de oxigênio da água. O teste é mais amplamente aplicado na medição de cargas de resíduos para estações de tratamento e na avaliação da eficiência de tais sistemas de tratamento de água. Ele mede o oxigênio molecular utilizado, durante um período de incubação específico, para a degradação bioquímica de material orgânico e o oxigênio usado para oxidar materiais inorgânicos, como por exemplo, sulfetos e íons de ferro (APHA, 2005).

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Seus níveis na água dependem de fatores físico, químicos e bioquímicos, no corpo hídrico. A análise de oxigênio dissolvido é um teste chave para verificar a poluição da água e o controle de processos de tratamento (Von Sperling, 1996; APHA, 2005).

Além disso, o oxigênio dissolvido é de essencial importância para organismos aquáticos aeróbios, isto é, que dependem da presença de oxigênio para viver. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam o oxigênio podendo causar a redução de sua concentração na água. Dependendo da intensidade desse fenômeno a redução pode ser tão drástica que leva à morte de vários organismos aquáticos (Von Sperling, 1996).

pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, a faixa de pH é de 0 a 14. A origem desses íons H^+ pode ser natural, pela dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica, como também pode ser antropogênica, pelos despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) ou industriais (Von Sperling, 1996).

Esse parâmetro é importante pois valores de pH afastados da neutralidade (pH = 7) podem afetar a vida aquática do corpo hídrico, além de afetar os equipamentos de captação, abastecimento e reservatórios de água (Von Sperling, 1996).

- CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA:

Coliformes totais e termotolerantes

Os microrganismos desempenham diversas funções na água, principalmente as relacionadas com a transformação de matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos. No entanto, outro aspecto relevante em termos de qualidade biológica da água é o relativo à possibilidade de transmissão de doenças. A determinação da potencialidade de uma água de transmitir doenças pode ser efetuada, de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes (Von Sperling, 1996; APHA, 2005).

Conforme Von Sperling (1996), a detecção de agentes patogênicos em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão das suas baixas concentrações. Assim, são propostos estudos dos organismos indicadores de contaminação fecal, que não são patogênicos, mas fornecem uma boa indicação sobre a contaminação da água por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, a sua capacidade de transmitir doenças.

Os coliformes totais constituem-se em um grande grupo de bactérias presentes em fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Já os coliformes termotolerantes são bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e de outros animais (Von Sperling, 1996, p. 75).

O problema dos coliformes na água da irrigação, principalmente os fecais, é a presença da *Escherichia coli*, que pode representar um risco à saúde, devido a algumas linhagens que são patogênicas e, portanto, capazes de causar complicações sobre a saúde humana (Belizário, Soares, Assunção, 2014; Hessel, 2015).

5.3.2.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA:

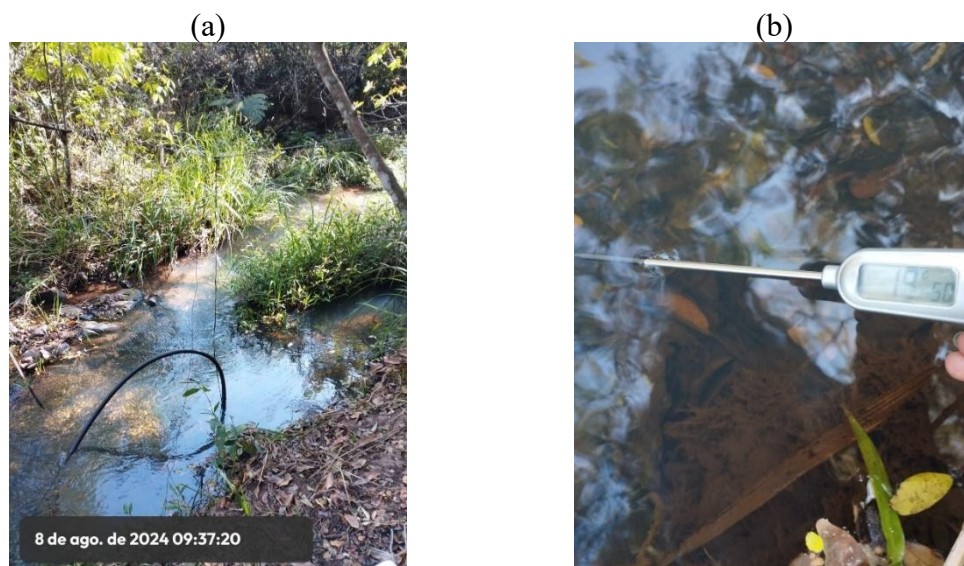
A fim de verificar esses parâmetros foram desenvolvidas as coletas e análises de água do Córrego das Pedras. As análises de água foram desenvolvidas tanto para contribuir com a avaliação das componentes do método PEIR, quanto com as atividades desenvolvidas pelos agricultores para quê, de posse de informações sobre a qualidade da

água desse córrego, seja possível pensar e adotar medidas para fazer um melhor uso dessa água.

O ponto de coleta foi o mesmo para todas as amostras, ponto próximo e a montante da bomba d'água de onde a água é captada, na coordenada -19.0814 S e -48.48042 O (Mapa da Figura 15, ponto 1).

A primeira amostra foi coletada na estação de estiagem, no dia 08 de agosto de 2024, no período da manhã (Figura 23). A segunda amostra foi coletada no início da ocorrência de chuvas na região, no dia 30 de outubro de 2024, no período da tarde (Figura 24). A terceira amostra foi coletada no decorrer do período de chuvas no dia 11 de dezembro de 2024, também no período da tarde (Figura 25).

Figura 23 - Registros da primeira coleta de amostras.



Em (a): local de coleta, à montante da bomba de captação de água, com legenda apresentando data e hora da coleta, e em (b): termômetro registrando a temperatura da água em 19,5 °C.

Fonte: Autora (2024).

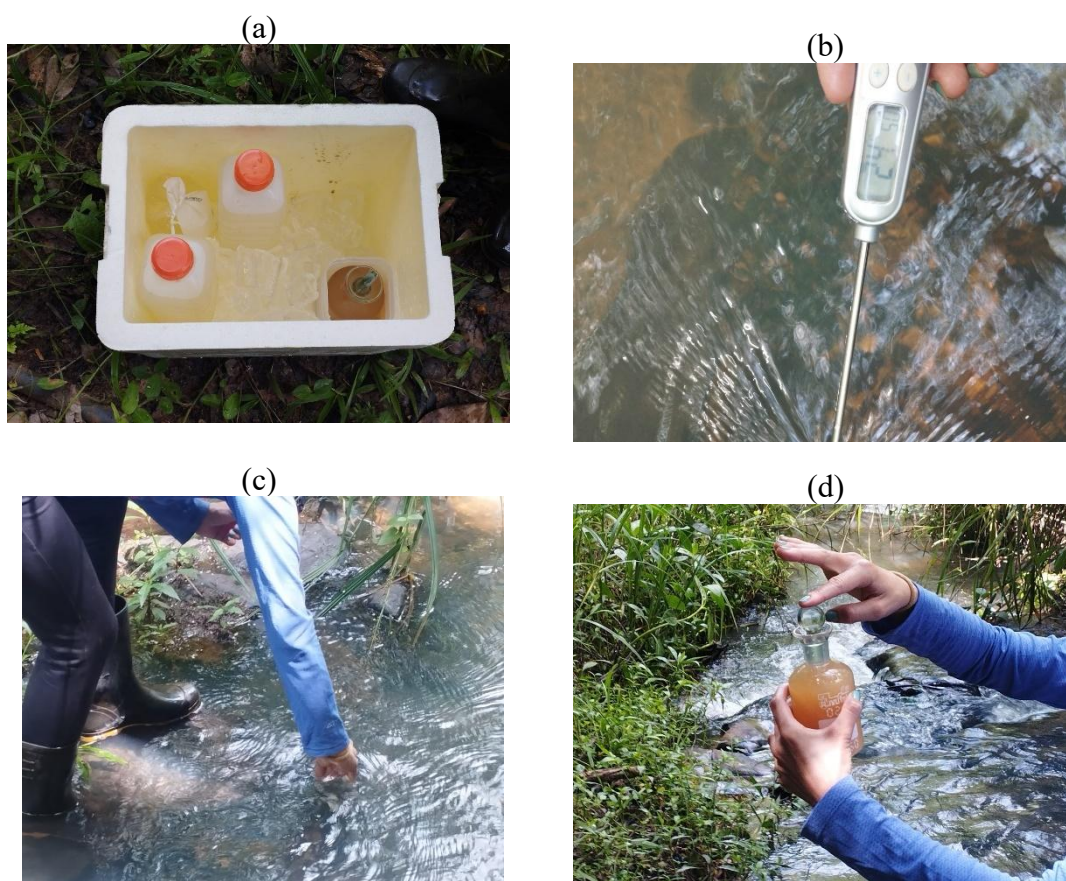
Figura 24 - Registros da segunda coleta de amostras.



Em (a): termômetro registrando a temperatura da água em 24,5 °C; em (b): caixa térmica na qual as amostras foram reservadas e transportadas.

Fonte: Autora (2024).

Figura 25 - Registros da terceira coleta de amostras.



Em (a): caixa térmica na qual as amostras foram reservadas e transportadas; em (b) termômetro registrando a temperatura da água em 24,5 °C; em (c) e (d) procedimentos da coleta das amostras.

Fonte: Autora (2024).

Os Certificados de Análise podem ser verificados no Anexo 1 e os resultados dos parâmetros analisados são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Parâmetros analisados e resultados das coletas.

| Parâmetros | Referência CONAMA 357/05 | Resultados | | |
|--|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1ª Coleta | 2ª Coleta | 3ª Coleta |
| Sólidos Dissolvidos (mg/L) | Até 500 mg/L | 134,00 mg/L | 68,00 mg/L | 44,00 mg/L |
| Turbidez (NTU) | até 40 NTU | 4,24 NTU | 7,09 NTU | 7,51 NTU |
| Dureza Total (mg/L) | ** | 22,09 mg/L | 34,70 mg/L | 30,00 mg/L |
| Condutividade (µS/cm) | ** | 57,9 µS/cm | 86,00 µS/cm | 60,00 µS/cm |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mgO ₂ /L) | até 3 mg/L | < 0,10 mg/L | < 0,10 mg/L | < 0,10 mg/L |
| Oxigênio Dissolvido (mgO ₂ /L) | > 6 mg/L | 8,00 mg/L | 7,7 mg/L | 7,50 mg/L |
| pH | 6,0 - 9,0 | 6,85 | 7,39 | 7,00 |
| Coliformes Totais | * | PRESENÇA | PRESENÇA | PRESENÇA |
| Coliformes Termotolerantes | | > 23 | > 23 | 790,00 *** |

* Nas águas de Classe 1, não deve ser excedido o limite de 200 coliformes termotolerantes /100 mL em 80% ou mais de pelo menos seis amostras, coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral (Resolução CONAMA nº 357/05);

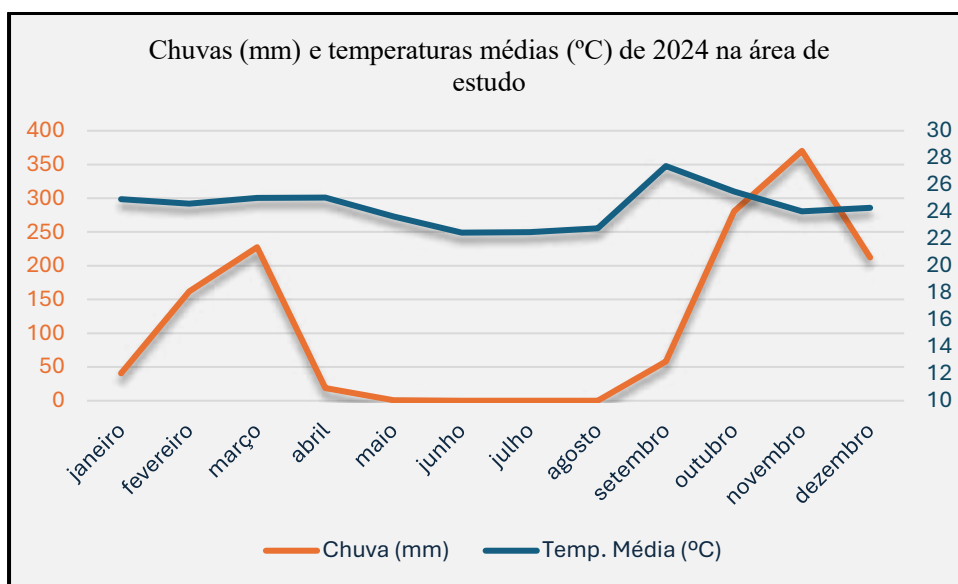
** Os parâmetros de Dureza e Condutividade elétrica não tem limites estabelecidos para águas de classe I e II na Referência Conama 357/05.

*** Na primeira e segunda análises o resultado sobre a presença de coliformes termotolerantes foi expresso segundo análise que verificou a ocorrência do crescimento de coliformes em tubos do experimento. Na terceira análise esse resultado foi fornecido de acordo com a contagem do número mais provável de coliformes em 100 mL de água.

A fim de comparar esses resultados com a frequência e intensidade das chuvas na região foi realizada uma pesquisa pela série histórica pluviométrica do ano de 2024, através da Plataforma HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA), para um ponto localizado no município de Uberlândia - MG.

Os resultados das temperaturas médias mensais na região, em °C, e intensidade das chuvas, em mm, são apresentados no gráfico 1:

Gráfico 1 – Chuvas (mm) e temperaturas médias (°C) de 2024 na área de estudo.



Fonte: Autora, 2024.

Conforme discutido anteriormente, a região é marcada por duas estações bem definidas: chuvosa de outubro a março e seca de abril a setembro. As variações observadas nos parâmetros físico-químicos, das análises de água, acompanham essas mudanças nos padrões de chuva. A turbidez por exemplo, na estação seca apresentou valores menores que na chuvosa, assim como a condutividade e a dureza. Já o parâmetro de sólidos dissolvidos foi diminuindo com o aumento das chuvas.

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos atenderam aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe I e II.

Para os parâmetros Dureza e Condutividade elétrica não são verificados limites referentes a águas de classe I e II na Referência Conama 357/05, portanto, para sua análise foram verificadas outras referências. Quanto à dureza, conforme a Portaria nº 518 de 2004 da ANVISA, o limite máximo de dureza total da água potável é de 500 mg/L, desse modo, os valores verificados nas análises estão abaixo desse limite.

Quanto à condutividade elétrica, segundo a classificação proposta pelo U. S. Salinity Laboratory Staff – U. S. D. A. Agriculture Handbook nº 60 (BERNARDO, 1986, p. 95–96 apud Belizário, Soares e Assunção, 2008), o risco de salinização do solo pode ser: baixo (condutividade elétrica entre 0 e 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C), médio (condutividade elétrica entre 250 e 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C), alto (condutividade elétrica entre 750 e 2.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C) e muito alto (condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C). Portanto, os valores de condutividade encontrados nas análises do Córrego das Pedras

estão no primeiro grupo, entre 0 e 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, logo, suas águas apresentam baixo risco de salinização para o solo.

Um indicativo da poluição de um corpo de água por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microrganismos envolvidos na depuração de águas residuais. Por isso, a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta no consumo de oxigênio dissolvido. A solubilidade do OD em corpos d'água varia com a altitude e a temperatura, ao nível do mar e à temperatura de 20 °C a concentração de saturação é de 9,2 mg/L (Von Sperling, 2005), diminuindo com aumento da temperatura e da altitude.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que o valor mínimo de OD para a preservação da vida aquática seja de 5,0 mg/L, e para águas de classe I que seja maior que 6,0 mg/L. Logo, os resultados das análises de OD, que tiveram média de 7,85 mg/L, indicam que o Córrego das Pedras atende ao valor mínimo de OD para preservação de sua vida aquática e não aponta a ocorrência de contaminação por matéria orgânica.

O parâmetro de DBO, demanda bioquímica de oxigênio, também é utilizado como indicador sobre a presença de matéria orgânica presente em corpos d'água. Trata-se de um método indireto para quantificar a matéria orgânica na água e/ou seu potencial poluidor (Von Sperling, 2005). A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que a DBO seja de até 3 mg/L para águas de classe I. Os resultados das análises indicaram DBO menor que 0,10 mg/L, portanto, dentro dos limites estabelecidos e indicando baixo nível ou até a ausência de contaminação por poluentes e de microrganismos decompositores.

Os resultados para o parâmetro pH também ficaram dentro da faixa estabelecida, Resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe I, que é de 6 – 9. O valor médio das análises foi de 7,12, ou seja, próximo da neutralidade ($\text{pH} = 7$). Valores elevados ou baixos seriam indicativos da presença de efluentes na água, porém o resultado não indica essa situação.

Para os parâmetros biológicos os resultados indicaram a presença de coliformes, a qual é indesejada para águas de irrigação de hortaliças. Ressalta-se que nos sistemas agroflorestais em estudo os plantios são diversificados, incluindo hortaliças e outras espécies. Como a resolução para hortaliças é mais restritiva, por essas espécies serem consumidas cruas, ela foi usada como referência de análise.

Para a análise sobre a presença de coliformes termotolerantes na água, o procedimento foi feito pelo método de Número Mais Provável (NMP)/g, pela aplicação da técnica de tubos múltiplos, no qual, a amostra de água é dividida e inoculada em tubos

que contém material de crescimento específico para esses microrganismos. Nesse caso a amostra coletada foi dividida em dez tubos e a contagem de NMP busca verificar em quantos tubos ocorreu o crescimento de coliformes termotolerantes, após o período de incubação (APHA, 2005; Silva et al., 2021).

Para o parâmetro coliformes totais as análises apontaram presença. Quanto à verificação de coliformes termotolerantes ou fecais, foi indicado um resultado >23 , nas primeira e segunda análises. O resultado >23 , indica que houve crescimento de coliformes termotolerantes em todos os tubos do experimento.

Na última análise, o resultado foi expresso pela contagem de coliformes, obtendo o número mais provável de 790 em 100 mL de água. Para a 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 a Resolução CONAMA nº 357/05, estabelece que não deve ser excedido o limite de 200 coliformes termotolerantes /100 mL em 80% ou mais de pelo menos seis amostras, coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral.

Logo, são necessárias mais amostras em frequência bimestral, de acordo com esse procedimento de contagem, para fazer um comparativo entre os resultados das análises e o valor estabelecido pela norma. No entanto, esse resultado fornece subsídios para avaliar a qualidade da água do Córregos das Pedras, além de ser um ponto de partida para futuras análises.

Conforme Hessel (2015), as águas superficiais estão sujeitas a fontes difusas de contaminação por coliformes, tais como: pelo escoamento de águas pluviais, por descargas de águas residuais, pela presença de fezes de animais selvagens ou de criatório.

A coleta da água para irrigação no local é feita em uma fonte superficial, que é o Córrego das Pedras, o qual passa por diversas propriedades no transcorrer de seu fluxo, além do acesso de animais tanto de criação quanto silvestres para dessedentação. A própria ação das águas das chuvas, que carrega material do solo para o córrego, podem ser responsáveis pela presença de coliformes nas águas.

Assim, é oportuno refletir sobre boas práticas de uso dos recursos hídricos, além de possíveis respostas para melhorar e/ou adequar seu uso para a atividade de irrigação.

5.4 Impactos

Segundo José (2009, apud Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior, 2013), é pequeno o número de trabalhos que apresentam indicadores ou formas de quantificar benefícios advindos com as externalidades positivas dos sistemas agroflorestais em solos, recursos hídricos, biodiversidade áreas sociais e econômicas.

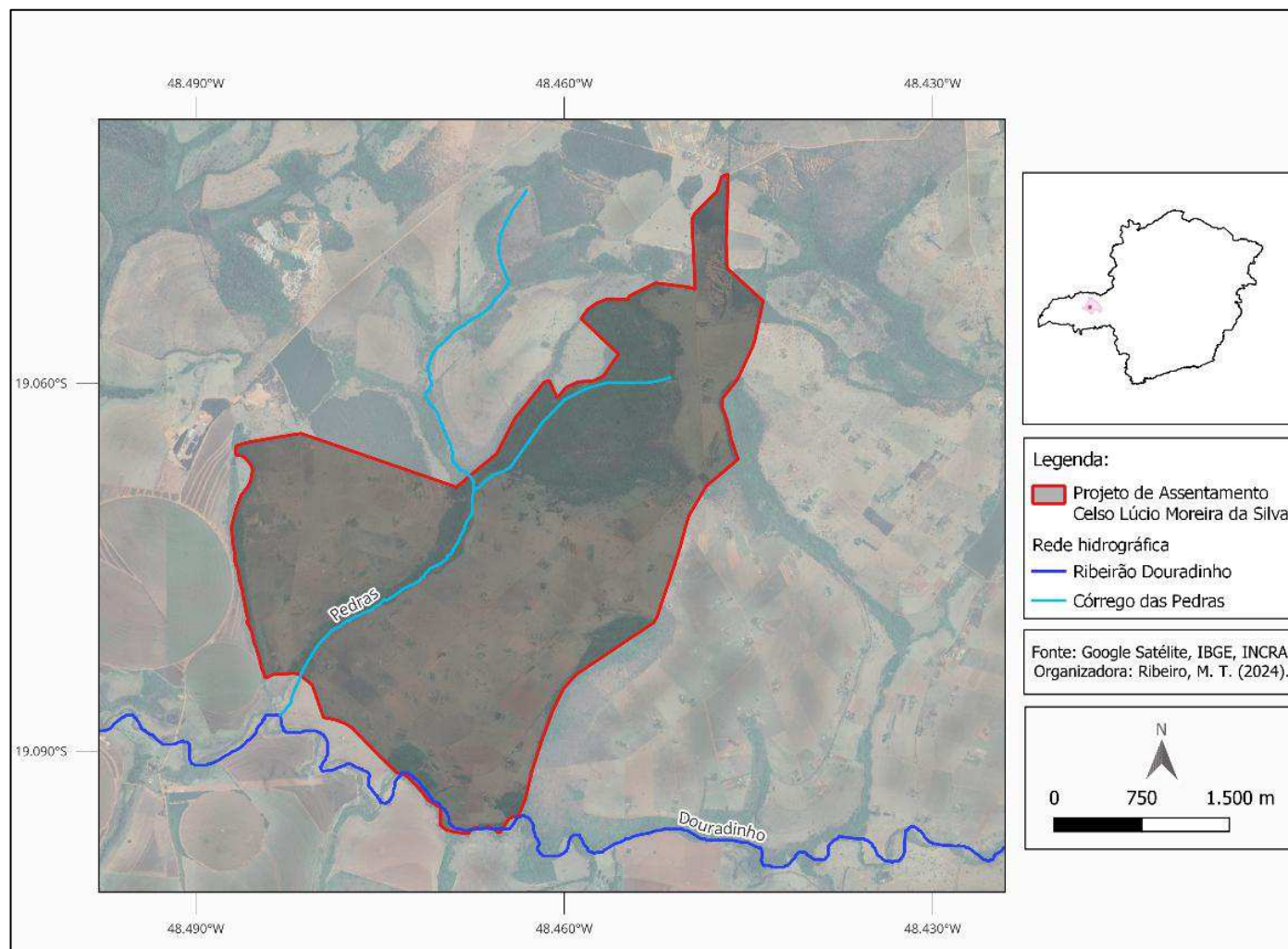
Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior (2013) analisaram um conjunto de trabalhos sobre produção agroecológica e verificaram que agroflorestas são capazes de produzir externalidades positivas. Um aspecto favorável a isso é que o modelo agroecológico requer baixa quantidade de insumos externos por preconizar o uso de insumos locais (adubação verde e métodos biológicos de defesa vegetal), por isso é um modelo de agricultura considerado de baixo *input*. Ao contrário do modelo industrial que, conforme os autores anteriormente citados, utiliza grande quantidade de insumos externos (adubos químicos, venenos agrícolas, além da elevada dependência de combustíveis fósseis), configurando sua insustentabilidade ecológica.

Na área em estudo foram consideradas forças internas ao lote, considerando a atividade agroecológica nele desenvolvida e forças externas, considerando o contexto no qual ele está inserido, a fim de demonstrar como se dá essa interação.

O Córrego das Pedras, do qual os proprietários do lote em estudo obtêm água para a irrigação, tem uma nascente localizada na área de Reserva Legal do Assentamento, e possui um de seus afluentes na porção oeste do PA Celso Lúcio (Figura 26). Logo, a qualidade da água à montante da bomba de captação desse lote reflete uma característica externa a ele.

Além disso as propriedades no entorno desse lote desenvolvem atividades diversas, como pequenos plantios de hortas e culturas no modelo convencional (com uso de insumos químicos) e criação animal. No mapa 6 é possível observar que fora da área do assentamento, no sentido Sul, há áreas de plantios que são irrigados com pivôs de irrigação.

Figura 26 - Localização do PA celso Lúcio, Córrego das Pedras e Ribeirão Douradinho.



Foi relatado pelos produtores agroecológicos que há momentos em que é feita a pulverização aérea dessas áreas de plantio do entorno. Como o plantio em sistemas agroflorestais segue outros princípios de plantio, esses fatores representam riscos para a boa manutenção da sua produção, visto que pode ocorrer a contaminação por agrotóxicos das áreas de SAF.

Nos resultados das análises de água, foi detectada a presença de coliformes termotolerantes, o que pode ser devido a múltiplos fatores. Como nos resultados, os parâmetros de DBO, OD, pH, turbidez, estão dentro de faixas adequadas para águas doces da Classe I, conforme a CONAMA 357/05, não há indicativo da ocorrência de deposição de matéria orgânica (proveniente de efluentes, águas residuais) nesse córrego. Uma possibilidade é que, por ser um recurso hídrico superficial o córrego está sujeito a descargas de águas residuais, águas pluviais, presença de fezes de animais de criatório ou animais selvagens (Hessel, 2015).

Quanto à supressão de vegetação e o manejo de pastagens e criação animal, são fatores presentes no histórico da área do PA Celso Lúcio e no contexto local da Bacia do Ribeirão Douradinho. Na área do PA Celso Lúcio, essa situação parece estar sendo transformada, figuras 21 e 22 (p. 67) mostram um incremento de vegetação nativa ao longo dos últimos 20 anos, sendo um impacto positivo dessa mudança de ocupação da área. No lote estudado os produtores têm investido na recomposição vegetal com diversidade de espécies, sendo, outro impacto positivo.

Considerando um contexto mais amplo, para além dos limites do assentamento, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho no geral apresenta um estado de alto grau de vulnerabilidade erosiva (Santos, 2020; Silva, Ferreira e Brito, 2021).

Conforme Santos (2020), atividades agrícolas relacionadas à supressão da vegetação nativa e consequente exposição dos solos favorecem o escoamento pluvial superficial e o transporte de sedimentos gerando aumento na vazão do córrego facilitando a erosão do solo, além da deposição excessiva de sedimentos no curso d'água podendo levar ao seu assoreamento.

A área do assentamento como um todo, e mais especificamente o lote em estudo, era anteriormente ocupada por pastagem. De acordo com Santos (2020), a pecuária desenvolvida na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho contribuiu para o aumento da vulnerabilidade dos solos pela compactação devido ao pisoteamento animal, que pode facilitar processos de escoamento superficial das águas. Santos (2020) verificou que as áreas mais estáveis do solo correspondem às margens de córrego, pela presença de áreas

de preservação permanente que geram uma maior densidade vegetal nativa e consequentemente favorecem a infiltração e dificultam o escoamento superficial, diminuindo assim a velocidade dos fluxos superficiais.

O histórico de ocupação da área envolve supressão de vegetação nativa e ocupação principalmente por pastagem. Portanto, a atividade agroecológica desenvolvida no lote está sendo realizada em uma área caracterizada por esse histórico. Os produtores ao longo desses dez anos trabalhando no lote, estão implantando seus Sistemas Agroflorestais e expandindo a área de plantio pelo lote. Considerando que a sua mão de obra é exclusivamente familiar, essa expansão dos SAFs ocorre na medida em que a família tem condições laborais (incluindo tempo, força de trabalho), econômicas e técnicas disponíveis.

Tendo em vista os fatores apontados como forças motrizes, as pressões atuantes na área e a caracterização do seu estado ambiental, para os componentes água e uso da terra, foi elaborado o quadro apresentado na figura 27 no qual são apresentados os impactos identificados no lote. No quadro os impactos são resultantes da intersecção das seguintes informações: Atividades (Linhas) X aspectos ambientais (colunas):

Figura 27 - Impactos resultantes das atividades relacionadas aos aspectos ambientais.

| | | ASPECTOS AMBIENTAIS | | IMPACTOS |
|------------|--|---|-------------|---|
| | | Água: Qualidade da água | Uso do solo | |
| ATIVIDADES | Destinação de águas residuais e/ou proteção das faixas de APPs | <ul style="list-style-type: none"> Faixa de APP cercada; Ainda não há fossa séptica no local; Características físico-químicas da água em conformidade com os parâmetros de Águas Classe I da Resolução Conama 357/05; Água com presença de coliformes totais/termotolerantes. (*coleta de água à montante da bomba de captação) | | (+) Produção de alimentos sem agrotóxicos; |
| | Produção e manejo agrícola no lote | <ul style="list-style-type: none"> não faz utilização insumos químicos; são aproveitados recursos locais; o plantio é desenvolvido através de consórcios de diversas culturas agrícolas com espécies nativas, de diferentes estratos (alturas). | | (+) Enriquecimento da biodiversidade; |
| | Vegetação nativa | <ul style="list-style-type: none"> No PA Celso Lúcio (considerando o uso anterior da área): utilizado como pastagem, sujeito à processos erosivos, e consequentemente, ao escoamento de sedimentos para os corpos hídricos o que pode levar ao seu assoreamento. Incremento da vegetação nativa em RL e APP; No lote em estudo: em processo de recuperação da vegetação nativa, a mata ciliar está preservada e cercada, plantio agroecológico inclui espécies do bioma. | | (+) Melhoria na qualidade de vida dos agricultores; |
| | Manejo de pastagens e criação animal | <ul style="list-style-type: none"> O histórico de ocupação da área envolve supressão de vegetação nativa e ocupação principalmente por pastagem. A atividade agroecológica desenvolvida no lote é feita em uma área que carrega características decorrentes desse histórico. | | (-) Risco de doenças por contaminação por coliformes. |

Fonte: Autora, 2024.

5.5 Respostas

O plantio agroflorestal que vem sendo desenvolvido no lote se deu sobre uma área impactada pelas consequências do histórico de uso e ocupação do solo apresentado nos tópicos de Forças motrizes, pressões e estado da área. Considerando as características da localização da área do lote, que se encontra no Bioma Cerrado, sendo parte de um assentamento na BH do Ribeirão Douradinho, onde antes da ocupação a terra era usada principalmente como pastagem, as respostas foram elaboradas refletindo os aspectos verificados em cada uma das etapas do PEIR de acordo com essas características da localização e ocupação da área.

5.5.1 As contribuições da Agroecologia

O plantio em sistemas agroflorestais e a opção dos produtores por trabalhar com a agroecologia são consideradas respostas para a recuperação da qualidade ambiental das áreas onde foram implantados e para a manutenção da qualidade de vida dos produtores, visto que, o sistema agroecológico segue princípios de: I) produzir alimentos livres de insumos químicos; II) recompor a vegetação em áreas degradadas; III) trabalhar com plantios diversificados, tanto de espécies para serem comercializadas quanto de espécies nativas e sem fins comerciais; IV) contribuir com a sustentabilidade ecológica.

Assim as atividades agroecológicas, acompanhadas durante os mutirões, são consideradas respostas pelas técnicas utilizadas e pelos benefícios verificados tanto ao ambiente quanto para as famílias que optam por esse sistema de plantio.

Quanto ao sistema de práticas agrícolas realizadas na área, foi elaborada a Tabela 2, adaptada de Floriani (2011), onde essas práticas foram agrupadas e relacionadas com as técnicas e materiais utilizados para sua execução:

Tabela 4 – Práticas e materiais usados no plantio e manejo dos SAFs.

| Prática | | Técnica/material |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Preparo do solo | Revolvimento do solo | Tratorito |
| | Preparo de canteiros | Capina manual Enxada |
| | Adubação | Composto orgânico / calcário |
| | Cobertura do solo | Material orgânico |
| Plantios | Diversificado | Consórcio de espécies |
| Irrigação | Gotejamento | Mangueiras |
| | Aspersão | |
| Controle de plantas espontâneas | Capina manual Capina com rocadeira | |

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| | Podas Plantio diversificado |
| Controle de insetos | Controle biológico Caldas naturais |
| Colheita | Manual |

Fonte: Autora (2024).

Os saberes gerados durante as práticas agroflorestais buscam a sustentabilidade da produção e do modo de vida local. Isso faz com que as agroflorestas tenham características particulares, que são definidas pelas relações do agricultor, e a partir de sua própria cultura e interação com o ambiente (Lunelli, Ramos e Oliveira Júnior, 2013).

Conforme Altieri e Yurjevic (1991) as técnicas agrícolas regenerativas, agroecológicas, são consideradas como culturalmente compatíveis, por não questionarem a lógica dos camponeses, mas na realidade constroem a partir do conhecimento tradicional, combinando-o com os elementos da ciência agrícola moderna.

O grupo que compõe o mutirão conta com alguns participantes vinculados a universidades, a projetos de pesquisa, programas de pós-graduação, de maneira que são constantes as trocas de informações entre produtores rurais e pesquisadores. Assim como a presente pesquisa, há outras em desenvolvimento junto ao coletivo do mutirão, sendo um ponto positivo que aproxima a universidade desse espaço ao mesmo tempo que traz esses participantes para próximo do campo acadêmico.

5.5.2 Ações locais e gestão política

As respostas propostas se referem aos impactos verificados sobre a qualidade das águas e do uso do solo. Essas respostas visam a proteção dos meios de subsistência dos produtores e a manutenção da atividade agroecológica. O intuito das ações propostas é que elas sejam acessíveis, sustentáveis e colaborarem com melhorias para a qualidade da produção agroecológica, no que se refere às questões observadas sobre o uso das águas e solo.

Segundo Peroni, Carvalho e Lannes (2021), no Brasil as famílias residentes em assentamentos rurais oriundos da Política Pública de Reforma Agrária do Governo Federal, e implantados com a pressão do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), vivem em grande parte sob condições precárias de abastecimento de água e saneamento básico. Um dos grandes desafios do desenvolvimento sustentável nas políticas de reforma agrária se relaciona com o uso e à qualidade da água nos assentamentos rurais. Definir a melhor política de saneamento para determinada

comunidade deve envolver um levantamento de informações teóricas e práticas relacionadas ao tema visando detalhar a relação entre saneamento e ambiente.

Conforme Qadir (2008), uma maior compreensão sobre saneamento e a aplicação de práticas de manuseio de águas residuais para agricultura podem minimizar os riscos de contaminação, sem envolver um tratamento técnico dispendioso, particularmente em situações de escassez de recursos.

Em uma pesquisa realizada em Gana, várias práticas de irrigação e gestão de águas residuais levaram a reduções de risco de contaminação. Essas práticas envolvem: cessar a irrigação antes da colheita; melhorar os métodos de aplicação de águas para reduzir respingos – menos respingos criam menos recontaminação da superfície da cultura pelo solo; filtragem simples de águas residuais; irrigação por gotejamento, que limita a contaminação das superfícies das folhas; irrigação por sulcos (Qadir, 2008).

Hessel (2015) conduziu um estudo sobre a presença de coliformes *E. coli* (do tipo O157) em águas de irrigação de alface, no Sul do Brasil. Conforme Hessel, o método mais utilizado para “desinfecção da água” (isto é, a remoção e/ou inativação de microrganismos patogênicos) é a solubilização do cloro em água, método amplamente empregado em estações de tratamento para conferir potabilidade à água. Segundo Hessel fatores como facilidade de obtenção, baixo custo e boa eficiência contribuíram para difundir a aplicação de cloro na água para desinfecção. A eficiência da ação desinfetante do cloro na água depende de fatores como: o pH da água; a concentração de matéria orgânica e exposição à luz solar.

Outra forma de evitar a contaminação dos cultivos é adaptar o sistema de irrigação. A irrigação por aspersão facilita a contaminação dos produtos por expor a parte comestível diretamente à água com presença de coliformes. Assim, um método mais seguro, do ponto de vista microbiológico, é o de irrigação por gotejamento por limitar o contato direto entre o produto a ser consumido e a água de irrigação, o que reduz a probabilidade de contaminação (Hessel, 2015).

Conforme Tiongco, Narrod e Bidwell (2010), os riscos de usar águas não tratadas para irrigação podem ser reduzidos por meio da combinação de algumas ações que envolvem o gerenciamento de águas residuais em nível local (do lote) e intervenções de colheita e pós-colheita.

Assim, com relação ao uso da água para irrigação, algumas propostas são viáveis de serem aplicadas na área de estudo. Essas Práticas do Manejo da Água (PMA) são:

- Irrigação por gotejamento, a fim de reduzir o contato com a água de irrigação captada no córrego;
- Utilizar métodos de distribuição de água como o uso de irrigação por inundação e sulco;
- Interromper a irrigação antes da colheita (um a três dias antes da colheita);
- Reforçar um ponto que já é forte no lote, além de ser um dos princípios agroflorestais, que é a diversificação da produção voltada para a comercialização. Os produtores já investem nesse aspecto, mas com a questão da água, é possível pensar na produção de espécies de legumes, frutas, grãos, raízes etc., que sejam consumidos após cozimento, ou que tenham película, fatores que vão contribuir reduzindo as chances de contaminação dos alimentos por coliformes;
- Buscar por assistências técnicas voltadas para a questão da água a fim de ter um acompanhamento técnico que indique opções de tratamento viáveis e/ou práticas que contribuam para um melhor uso desse recurso nos sistemas de irrigação;
- Aplicar a desinfecção da água, com cloro, em reservatório para o posterior uso em irrigação, verificando as quantidades indicadas de cloro de acordo com a dimensão do reservatório;
- Levar para os produtores do núcleo agroecológico informações sobre a importância de manter a vegetação das matas ciliares preservada e protegida por cerca, a fim de evitar o acesso direto de animais no curso d'água; a importância da adoção de fossas sépticas, que vão contribuir evitando a contaminação dos solos e cursos d'água por águas residuais das casas.

Já na fase pós-colheita ou preparo dos alimentos, Tiongco, Narrod e Bidwell (2010) indicam ações como: a lavagem de vegetais antes de servir usando vinagre (fácil acesso), desinfetantes como pastilhas de cloro e permanganato de potássio.

Essas ações são propostas, devido à qualidade da água utilizada para a irrigação dos plantios, a qual, nas análises realizadas apresentou presença de coliformes.

Do ponto de vista da governança, o acesso à água de qualidade é uma das bases do desenvolvimento socioambiental sustentável e igualitário (Ribeiro, 2017 apud Silva et al. 2020). Assim, as Respostas identificadas como necessárias incluem a necessidade de investimento em tecnologias de gerenciamento do descarte de águas residuais, além do incentivo à educação ambiental, proteção de mananciais e ações políticas.

Mas para além do componente água, foi verificado na área que o desenvolvimento do plantio em sistemas agroflorestais gera contribuições positivas nos aspectos ambiental, social e econômico visto que contribui para a produção de alimentos sem utilização de insumos químicos, é uma atividade acessível para pequenos produtores familiares por priorizar o uso de recursos locais, os saberes e práticas tradicionais dos agricultores.

Este estudo de caso foi desenvolvido em um lote de um projeto de assentamento da reforma agrária, promovido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Incra. Este instituto visa implementar a reforma agrária a fim de promover a democratização do acesso à terra, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, para a desconcentração da estrutura fundiária, para a redução da violência e da pobreza no campo e promoção de igualdade (Incra, 2024).

Além disso, o Incra tem como diretrizes a implementação da reforma agrária de forma participativa, contribuindo com a função social dos imóveis rurais, e menciona em suas diretrizes que busca fomentar a produção agroecológica de alimentos e a inserção dos assentados nas cadeias produtivas (Incra, 2024).

Assim, nessa pesquisa foram identificados resultados positivos desse programa, pois a área do PA Celso Lúcio em Uberlândia – MG, foi redistribuída em 60 unidades familiares, lotes, nos quais vem sendo empregadas atividades diversas, cumprindo com a função social dessas áreas. Além disso, nos mapas de uso do solo foi verificado um aumento da vegetação nativa nas áreas de APP e RL do imóvel, depois da implantação do assentamento.

Especificamente no lote em estudo, a atividade agroecológica vem sendo trabalhada, contribuindo positivamente para a qualidade ambiental local, através de práticas agrícolas alinhadas com a proposta da sustentabilidade. As ações do coletivo do mutirão e o apoio de incubação do Cieps – UFU são fundamentais para esse conjunto de produtores agroecológicos sendo apontadas como respostas, na análise PEIR, para a manutenção, continuidade e fortalecimento da agroecologia e dessa rede de produtores agroecológicos.

A adoção de agroecologia enquanto prática agrícola, do fortalecimento da agricultura familiar e a promoção de um desenvolvimento rural sustentável requer a articulação entre sociedade civil, governo e esfera privada.

No Brasil a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) é um espaço que propõe essa articulação e convergência entre movimentos, redes e organizações da sociedade civil brasileira comprometidas com experiências de promoção da agroecologia, de fortalecimento da produção familiar e de construção de alternativas sustentáveis de desenvolvimento rural. Além disso, com o Decreto nº 7.794/12, que instituiu a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), foi criada a Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, que é responsável pelo acompanhamento da PNAPO, pela elaboração do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo e por propor diretrizes, objetivos, instrumentos e prioridades desse Plano.

Esses são exemplos de sistemas que buscam fortalecer a agroecologia e institucionalizá-la. Assim, através do reconhecimento de sua legitimidade busca-se garantir o exercício de seus direitos dentro de um sistema em que essa prática vai na contramão do que a agricultura hegemônica propõe.

Segundo Resende (2020), a formação de coletivos, redes e o fortalecimento das cooperativas, associações e movimentos sociais são importantes para colaborar com a construção de Redes Agroalimentares Agroecológicas. Resende afirma que o Estado e as políticas públicas são capazes de possibilitar melhores condições de vida, de produção e abastecimento, e reforçar a aproximação produção-consumo, fortalecendo a autonomia das famílias agricultoras.

Ademais, uma alternativa apontada como resposta capaz de contribuir com a manutenção das atividades de conservação da área em estudo e da produção agroecológica é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

No Brasil a Lei nº 14.119, de 2021 institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Em seu Art. 2º ela define os conceitos:

Art. 2º Para os fins desta Lei, consideram-se:

[...] II - **serviços ecossistêmicos**: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

a) **serviços de provisão**: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização [...];

b) **serviços de suporte**: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo [...];

c) **serviços de regulação**: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar [...];

d) **serviços culturais**: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo [...];

III - **serviços ambientais**: atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos; [...]

VI - **provedor de serviços ambientais**: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, ou grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas.

Assim, conforme a Lei nº 14.119/21, o pagamento por serviços ambientais trata-se de uma transação econômica de natureza voluntária, na qual um pagador transfere a um provedor de serviços ambientais recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitando as legislações e regulamentos.

Conforme Jardim e Bursztyn (2015), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), representa uma estratégia ambiental e econômica, que funciona como um adicional de renda para compensar os custos procedentes das práticas conservacionistas em áreas rurais. Os pagamentos por serviços ambientais são mecanismos pelos quais os beneficiários desses serviços transferem pagamentos aos provedores, no sentido de compensá-los pelos custos associados à restrição de uso dos recursos naturais.

Bolfe et al (2013) afirmam que em geral as medidas governamentais para impedir a degradação ambiental têm se pautado mais em punição do que em prevenção e incentivos, utilizando instrumentos de comando e controle, como fiscalização e multas. Esses autores consideram que uma abordagem preventiva, por meio de instrumentos econômicos, pode obter resultados ambientais mais eficientes ao incentivar práticas adequadas de manejo ao invés de apenas punir práticas degradantes.

Jardim e Bursztyn (2015) analisaram o desenvolvimento do Programa Conservador das Águas, no município de Extrema (MG). Essa iniciativa se destacou por ser a primeira iniciativa municipal, no Brasil, a realizar pagamentos para proprietários rurais em troca do fornecimento de serviços ambientais voltados à melhoria dos recursos hídricos.

Em 1999, foi lançado em Extrema o Programa Água é Vida, visando o manejo sustentável de bacias hidrográficas do município. Em 2002, em parceria com o Programa Produtor de Água, em elaboração pela Agência Nacional de Águas (ANA), a Prefeitura de Extrema lançou o Programa Conservador das Águas, que contou com a parceria da

ANA em nível federal, do Instituto Estadual de Floresta de Minas Gerais (IEF-MG), no nível estadual, e no nível da bacia hidrográfica, contou com o Comitê Federal do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). Parcerias entre diversos setores da sociedade, foram nesse caso, fator determinante para continuação do projeto a longo prazo (Jardim e Bursztyn, 2015).

Conforme Jardim e Bursztyn (2015) os principais objetivos do programa são: aumentar a cobertura vegetal nas sub-bacias hidrográficas, contribuir com a implantação de microcorredores ecológicos; reduzir a poluição difusa rural decorrente dos processos de sedimentação e eutrofização e de falta de saneamento ambiental; garantir a sustentabilidade ambiental dos manejos e práticas implantadas, através de incentivos financeiros aos proprietários rurais.

Os objetivos desse programa e da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) estão alinhados, visto que a Lei nº14119/21 busca: orientar a atuação dos diversos setores da sociedade em relação ao pagamento por serviços ambientais, de forma a manter, recuperar ou melhorar os serviços ecossistêmicos no território nacional, além de estimular a conservação dos ecossistemas, recursos hídricos, solo, biodiversidade, patrimônio genético, o conhecimento tradicional associado e valorizar econômica, social e culturalmente os serviços ecossistêmicos, entre outros.

Nota-se que pequenos produtores que trabalham com agricultura agroecológica estão alinhados a esses objetivos, visto que, esse modelo de produção busca fortalecer esses serviços ambientais, trabalhando a partir deles, incentivar e promover a biodiversidade. Para além da produção agrícola a fim de geração de renda, busca contribuir com a recuperação ambiental de áreas degradadas e com o manejo e desenvolvimento sustentável de áreas rurais.

No caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho outra situação verificada foi quanto ao conflito pelo uso de Recursos hídricos. A emissão da Declaração de Área de Conflito ocorreu em 2020, assim os próximos passos para regularizar essa situação envolvem a ação do Comitê de Bacia Hidrográfica, o qual deve convidar os usuários para participação do processo único de outorga, convocar a Comissão Gestora Local, bem como propor o Termo de Alocação de Água. Esse termo tem como objetivos promover a distribuição de recursos hídricos entre os diversos usos múltiplos existentes em uma porção hidrográfica, visando atender as necessidades ambientais e sociais pela água, eliminar ou atenuar conflitos entre usuários, bem como planejar demandas hídricas

futuras, conforme a Instrução de Serviço Sisema nº 03/2020 a qual estabelece os procedimentos para uso de recursos hídricos de Minas Gerais relativos à outorga coletiva.

No ano de 2021 foi emitida pelo IGAM a Portaria nº 19, de 15 de março de 2021, a qual “Institui Comissão Gestora Local da DAC nº 003/2011 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho, nos Municípios de Monte Alegre de Minas e Uberlândia”. A Portaria estabelece que o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba deveria convocar os usuários outorgados e outorgáveis para a reunião de instalação da CGL. Em consulta com responsáveis pelo IGAM, em Uberlândia, foi informado que a BH do Ribeirão Douradinho já possui sua CGL, entretanto não foram informadas quais ações a comissão já implementou na área.

Então, foi possível elaborar e propor respostas tanto de ações que envolvem diretamente os produtores e as atividades cotidianas, refletindo principalmente sobre a questão da água, como ações em uma esfera mais ampla, que envolvem a ação do poder público, da sociedade, a criação e o fortalecimento de leis.

Além da proposição de respostas foi possível verificar que o próprio núcleo de produtores agroecológicos elabora as suas respostas a fim de se fortalecer, e recebe apoio do mutirão e do CIEPs, formando uma rede de atores em prol da agroecologia. Assim, são firmadas parcerias que fortalecem essa iniciativa e mantém a coesão do grupo.

5.6 Matriz PEIR do estudo

Por meio da combinação e estruturação dos dados levantados em cada indicador do método PEIR, Pressão-Estado-Impacto-Resposta, foi possível construir a matriz de indicadores, na qual eles podem ser visualizados pela sua relação de causalidade (Quadro 3). Para a construção da matriz foi utilizada como referência a matriz desenvolvida por Abarca e Moraes (2019).

Figura 28 - Matriz PEIR do lote em estudo no Projeto de Assentamento Celso Lúcio.

| FORÇAS MOTRIZES | PRESSÕES | ESTADO | | IMPACTOS AMBIENTAIS |
|--|---|-------------|--|--|
| Estruturação da paisagem | <ul style="list-style-type: none"> • Uso anterior da área como pastagem; • Área do assentamento ocupada em 2008; • Início da produção Agroecológica no lote em 2013. | Água | <ul style="list-style-type: none"> • Água com presença de coliformes termotolerantes; • Águas residuais sem tratamento; • Escassez de chuvas no período de estiagem; • Bacia Hidrográfica considerada como área de Conflito pelo IGAM; • Incremento de vegetação nativa em RL e APPs; | (+) Produção de alimentos sem agrotóxicos; (+) Enriquecimento da biodiversidade; (+) Geração de emprego e renda para pequenos produtores assentados; |
| Fatores Socioeconômicos | <ul style="list-style-type: none"> • Área de reforma agrária; • Falta de assistências técnicas e acesso a créditos e tecnologias voltadas à agroecologia. | Uso do solo | <ul style="list-style-type: none"> • Plantio de sistemas agroflorestais diversificados no lote; • Produção de alimentos sem agrotóxicos. | (+) Melhoria na qualidade de vida dos agricultores; (-) Risco de doenças por contaminação por coliformes. |
| RESPOSTAS | | | | |
| Práticas de manejo das águas (PMA), de irrigação. Adoção de fossas sépticas por parte dos moradores da área. Pagamentos por Serviços Ambientais. Gestão dos recursos hídricos locais pelo Comitê de Gestão Local (CGL). Práticas agroecológicas. Parceria com a equipe do Coletivo Mutirão Agroflorestal na Carinhosa (MAC). Incubação pelo CIEPS e formação da COOPERSAFRA. | | | | |

Fonte: Autora, 2024.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Método PEIR contribuiu com a compreensão da prática agroecológica como atividade que tem colaborado com a recuperação do estado ambiental de áreas impactadas por atividades agrossilvipastoris. Nesse caso, uma área que por anos foi utilizada como pastagem e que aos poucos, na medida em que a transição agroflorestal foi sendo realizada no lote, obteve aumento das áreas de vegetação nativa, além de ser uma fonte de renda para a família agricultora e uma forma de produção de alimentos livres de agrotóxicos.

A matriz PEIR possibilitou a realização da análise da área selecionada para a pesquisa, por meio da avaliação de indicadores de pressão, estado, impactos e respostas envolvidos no local e na atividade. Essa análise, feita a partir de uma rede de causalidade, facilitou a realização de um diagnóstico ambiental da área e compreensão de como a agroecologia está sendo inserida naquele cenário e sua relevância socioambiental.

O método PEIR foi adequado para a proposta da pesquisa de avaliar impactos ambientais em uma área onde o plantio agroecológico vem sendo utilizado como forma de recuperação ambiental e geração de renda, por meio da agricultura familiar.

Com o desenvolvimento da pesquisa e aplicação do sistema de indicadores PEIR pode-se inferir sobre os indicadores os seguintes aspectos: as Forças Motrizes (FM) envolveram o processo de estruturação da paisagem e fatores socioeconômicos, considerando a localização do lote como parte de um assentamento de reforma agrária na região da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho; os indicadores de Pressão (P) envolveram: I - o uso anterior, do lote e da área do assentamento, como pastagem, uso do solo verificado em outros trabalhos como predominante na Bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho que é caracterizada como altamente impactada por atividades antrópicas; II) o processo de ocupação do PA Celso Lúcio, iniciado em 2008; III) o processo de transição agroecológica no lote, iniciado em 2013; IV) dificuldades enfrentadas por pequenos agricultores em relação ao acesso à assistência técnica, créditos e tecnologias.

Para estudo dos indicadores de Estado (E) foram considerados dois componentes ambientais fundamentais no desenvolvimento das práticas agroecológicas, a qualidade da água e uso do solo, tendo sido verificadas principalmente que houve incremento da

vegetação nativa na área de APP do PA Celso Lucio e que existe uma fragilidade com relação ao saneamento na área em estudo. Os indicadores de Impacto (I) mais significativos segundo a avaliação realizada decorrentes do plantio agroecológico são a produção de alimentos sem agrotóxicos, o enriquecimento da biodiversidade, a geração de emprego e renda para pequenos produtores assentados e consequente melhoria na sua qualidade de vida. Com relação às análises de água, foi verificado o risco de doenças por contaminação por coliformes, tendo sido apontadas práticas que podem ser adotadas para reduzir as possibilidades dessa contaminação.

Os resultados das análises de qualidade de água permitiram compreender a interrelação entre o lote, a atividade agroecológica e as influências externas dessa área, por meio desse elemento. Foi verificado que os parâmetros físicos e químicos analisados atendem ao que a CONAMA nº357/05 estabelece para águas utilizadas para fins de irrigação.

Assim, foi possível a proposição de respostas que visam contribuir com o aprimoramento da qualidade ambiental local, principalmente no que se refere ao componente água. Além dessa proposição, por meio da pesquisa foi possível o reconhecimento de respostas já elaboradas pelos próprios agricultores do núcleo agroecológico tanto com relação aos seus sistemas de plantio, quanto sobre sua organização coletiva que garante a manutenção e conservação do coletivo.

Os dados levantados demonstram a importância e a necessidade de levar informações para populações rurais sobre métodos possíveis e adequados de saneamento em zonas rurais, como práticas para reduzir chances de contaminação pelo uso da água até a construção de fossas sépticas. Ressalta-se a necessidade do trabalho de entidades públicas que prestem assistência aos assentados para contribuir com o desenvolvimento de estruturas necessárias para garantir, além do acesso a água, a sua qualidade para o consumo.

Quanto à análise sobre o uso da terra, o mapeamento diacrônico da ocupação da área contribuiu para o entendimento das mudanças da paisagem, em relação ao uso e ocupação da terra, na área integral do PA Celso Lúcio, possibilitando compreender a dinâmica de uso e a ocupação dessa área, principalmente no lote agroecológico em estudo.

Conforme Abarca e Moraes (2021) e de Silva et al. (2022), os resultados da aplicação do método PEIR para estudo ambiental podem colaborar com a ação da gestão pública na tomada de decisões. Além disso, conforme Carvalho, Garcez e Santiago (2020), os indicadores podem ser ferramentas analíticas que informam sobre as condições e tendências do desenvolvimento sustentável de determinado local. Assim, os dados obtidos com esse estudo podem ser utilizados nesses dois sentidos, contribuindo com a gestão pública local, no que se refere a ações voltadas para pequenos agricultores agroecológicos e a compreensão da realidade de componentes ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho.

Os agricultores agroecológicos relataram que essa prática agrícola tem gerado contribuições para sua qualidade de vida pois, além desse plantio proporcionar alimentos para seu próprio consumo, é uma fonte de renda e uma prática tecnicamente e economicamente viável de agricultura. Ao longo desses anos em transição agroecológica, são observadas pelos agricultores melhorias na qualidade do solo, no crescimento das espécies cultivadas, no aumento da vegetação local sendo que o plantio de árvores principalmente as nativas contribui com o conforto térmico e com o bem-estar de viver na área.

Assim, considerando os benefícios obtidos com o plantio agroecológico, foi concluído que o Pagamento por Serviços Ambientais é uma estratégia capaz de valorizar a ação dos pequenos produtores ao contribuírem com o fornecimento de serviços ambientais. A opção pela produção agroecológica, com plantio diversificado, sem o uso de insumos químicos, gera contribuições relevantes para o desenvolvimento rural sustentável, desde contribuições sobre aspectos ambientais locais, quanto sobre a qualidade de vida de produtores rurais que trabalham com essa alternativa agrícola.

A participação nos mutirões foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, tendo sido o momento de entrar em contato com a experiência agroecológica desenvolvida pelo coletivo do Núcleo Agroecológico. Foi possível perceber a importância dos mutirões para esse coletivo, tanto para os agricultores quanto para os participantes que vão da cidade até o campo para contribuir. É um momento em que ambas as partes se beneficiam. Foi possível perceber durante as falas dos agricultores que, para além da contribuição com tarefas de manutenção dos SAFs, os mutirões renovam e fortalecem seu comprometimento com a agroecologia pois, é o momento em

que os participantes vão até sua área, reconhecem o trabalho que está sendo desenvolvido, fortalecem os vínculos, e isso é essencial para o movimento agroecológico.

O coletivo do mutirão tem recebido mais pessoas interessadas em conhecer e aprender sobre a agroecologia. Nesse sentido as áreas em transição são espaços de ensino, os agricultores são os professores dessa técnica que transmitem o seu saber através da prática e da oralidade e os participantes têm a chance de aprender por meio da vivência e da observação. Alguns participantes são pesquisadores de pós-graduação que buscam espaço para desenvolverem trabalhos de campo, outros são estudantes de graduação, há ainda um grupo de estudantes do nível médio do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, que participam dos mutirões pontualmente. Ou seja, há um vínculo entre o movimento agroecológico e espaços de ensino e pesquisa, em que ambas as partes se beneficiam e que mantém a articulação entre os conhecimentos científicos e populares, que é um dos princípios epistemológicos da agroecologia.

Os resultados obtidos serão apresentados aos agricultores do núcleo agroecológico a fim de fornecer informações para contribuir com o aperfeiçoamento do seu trabalho agroecológico e como retorno obtido com o desenvolvimento da pesquisa.

Além disso, os dados do mapeamento da área, das análises de água, a matriz com indicadores PEIR, são fontes de informação que podem auxiliar em pesquisas futuras tanto nessa região, quanto como referência para estudos semelhantes em outras áreas. Inclusive, os dados sobre a qualidade da água do Córrego das Pedras podem ser utilizados como ponto de partida para um monitoramento contínuo contribuindo com a gestão dos recursos hídricos locais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. de; PETERSEN, P.; PEREIRA, F.J.P. da. **Lidando com extremos climáticos: análise comparativa entre lavouras convencionais e em transição ecológica no Planalto Norte de Santa Catarina.** Agriculturas: experiências em agroecologia. Resposta às mudanças climáticas, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.28-33, abr. 2009. Disponível em: <https://aspta.org.br/files/2019/10/Agriculturas_abril4_artigo6.pdf>. Acesso em: mai. 2024.

ALMEIDA, S.G. de; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 121 p.

- ALTIERI, M. **Agroecologia: A dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável**. 4. ed. [s.l.] Editora da UFRGS, 2004. v. 4 ed.
- ALTIERI, M.A.; YURJEVIC, A. **La agroecologia y el desarrollo rural sostenible en America Latina**. Agroecologia Y Desarrollo, v.1, p.25-36, 1991. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/85821752-6498-486d-97b9-d008fe6f8cd3/content>>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water wastewater**. 21.ed. Washington: APHA, 2005.
- ANDRADE JUNIOR, José Alves de. **Estudo Acerca da Capacidade de Geração de Renda: "fazenda carinhosa"**. Belo Horizonte: Ministério do Desenvolvimento Agrário - Incra, 2015. 83 p.
- ANDRADE, J. P. **Labor e prazer: a prática e o sentido dos mutirões na comunidade Monte Sião**, São Domingos do Capim - PA. Dissertação—Belém: UFPA, 2016.
- ASSIS, Renato Linhares de; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, [S.L.], v. 6, p. 67-80, 17 dez. 2002. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v6i0.22129>.
- ASSIS, R. L. DE; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 6, 17 dez. 2002.
- BARBOSA, P. M. **Segurança hídrica e dimensão social: um olhar sobre a região metropolitana de Goiânia**. 2022. 180 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.
- BELIZÁRIO, T. L.; SOARES, M. A.; ASSUNÇÃO, W. L. **Qualidade Da Água Para Irrigação No Projeto De Assentamento Dom José Mauro, Uberlândia-Mg**. Revista Getec, v.3, n.5, p. 53–76, jun. 2014.
- BOLFE, Camila; AMARAL, Neuton; PFITSCHER, Elisete; VICENTE, Ernesto F; & TENGATEN, Mateus. (2013). **Perspectivas de Pagamento por Serviços Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio das Antas**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, 9(16). Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3570>. Acesso em: 18 dez. 2024.
- BRASIL. Congresso. Senado. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Lei Nº 11.326**. Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm. Acesso em: 20 nov. 2024.
- BRASIL. (2012). **Decreto nº 7.794**, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

BRANDENBURG, Alfio. **Ecologização da agricultura familiar e ruralidade**. In: DELGADO, Guilherme Costa; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. Agricultura Familiar Brasileira: Desafios e Perspectivas de Futuro. Brasília: Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário, 2017. p. 470.

Brites, Alice D. et al. **O novo Código Florestal explicado em 12 pontos**. Nexo Jornal. 2020. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/perguntas-que-a-ciencia-ja-respondeu/2020/08/05/o-novo-codigo-florestal-explicado-em-12-pontos>. Acesso em: 07 jan. 2025.

BURIGO, André et al. **Fatores que levaram 2023 a ser o ano mais quente da história e que mantêm milhões sem comida estão relacionados**. A agroecologia pode combatê-los. 2023. Movimento dos Pequenos Agricultores. Disponível em: <https://mpabrasil.org.br/noticias/governo-precisa-tratar-agroecologia-como-saida-para-crise-climatica-urgentemente/>. Acesso em: 6 fev. 2024.

CONCEIÇÃO, Deine Queiroz da. **A Educação Ambiental entre assentados do distrito de Miraporanga**, Uberlândia/MG: percepções quanto à exploração e conservação dos recursos hídricos. 2019. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, UFU, Uberlândia, 2019.

CONAMA (2005). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução Conama Nº 357**. Brasília, Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

DORST, Jean. **Antes que a natureza morra**. Tradução de Rita Buongermino. São Paulo, Edgar Blucher, Ed. da USP. 1973.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture**. [s.l.] Springer-Verlag, 1990. v. 78

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censo agropecuário: resultados definitivos**. ISSN 0103-6157. Censo agropec., Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019.

IGAM. (2020). **Portaria nº 5, de 2020**. Convalida a Declaração de Área de Conflito – DAC nº 003/2011, localizada na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, no município de Uberlândia e Monte Alegre de Minas – MG.. Portaria Igam Nº 05, de 23 de Janeiro de 2020.. Minas Gerais, 23 jan. 2020. n. 5. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50882>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IGAM (Estado). (2021). Portaria nº 19, de 15 de março de 2021. Institui Comissão Gestora Local da DAC nº 003/2011 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho, nos Municípios de Monte Alegre de Minas e Uberlândia.. Portaria Igam Nº 19. MG, Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53523>. Acesso em: 16 dez. 2024.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **O Incra**. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasil. Disponível em: < <https://www.gov.br/incra/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/o-incra>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Plataforma de Governança Territorial. **CCUs emitidos pela plataforma**. Disponível em: <https://pro-pgt-incra.estaleiro.serpro.gov.br/pgt/ccus-emitidos>. Acesso em: 31 mar. 2025.

JARDIM, Mariana Heilbuth; BURSZTYN, Maria Augusta. **Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de extrema (mg)**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 353-360, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020000106299>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/hZzX3fGNw9qqs8LbrG8nv7f/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 dez. 2024.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. **A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica**. São Paulo, Annablume, 1998. 236 p.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, poder**. Tradução Lucia Mathilde Endlich Orth. 10 ed. Petrópolis, RJ. Vozes. 2013.

LUNELLI, Naiana P.; RAMOS, Soraia F.; OLIVIERA JÚNIOR, Clovis J. F. **Agroflorestas e Externalidades**. Revista Verde, Mossoró/RN, v. 8, n. 5, p. 163-170, dez. 2013.

MACEDO, Ricardo Kohn. **A importância da avaliação ambiental**. Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar. 2ª edição. São Paulo. Editora da Universidade Estadual Paulista. 1995.

MENDES, Izabela Aparecida da Silva; COSTA, Adriana Monteiro da. **Mudança temporal no uso e cobertura da terra na Bacia do Alto Rio das Velhas**. Raega, Curitiba, v. 55, n. -, p. 154-175, dez. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/59765/2/Mudan%c3%a7a%20temporal%20no%20uso%20e%20cobertura%20da%20terra%20na%20Bacia%20do%20Alto%20Rio%20das%20Velhas.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

PAULA, Márcia Maria; KAMIMURA, Quésia Postigo; SILVA, José Luís Gomes da. **Mercados institucionais na agricultura familiar: dificuldades e desafios**. Revista de Política Agrícola, v. 23, n. 1, p. 33-43, 2014. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/883/808>>. Acesso em: 17 nov. 2024.

PETERSEN, P. F.; MARC VON DER WEID, J.; FERNANDES, G. B. **Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza**. p. 1–9, set. 2009.

PERONI, J. B.; CARVALHO, L. H.; LANNES, L. S. **Aspects of water quality and basic sanitation in a rural settlement in the state of São Paulo: diagnosis and perspectives for the improvement of the socio-environmental quality**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e1010212293, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12293. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12293>. Acesso em: 22 dez. 2024.

PIRES, Leticia Gamarano, M.Sc. **A água não está para peixe: etnohidrologia e os indicadores de qualidade da água**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27979>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PORTO-GONÇALVES, C. V. **Geografia da riqueza, fome e meio ambiente: pequena contribuição crítica ao atual modelo agrário/agrícola de uso dos recursos naturais.** Revista Internacional Interdisciplinar INTERTHESIS. PPGICH. UFSC. 2004.

PNUD. **Falta d'água: enfrentando o estresse hídrico na América Latina e no Caribe.** Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil/news/falta-dagua-enfrentando-o-estresse-hidrico-na-america-latina-e-no-caribe>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

PREFEITURA de UBERLÂNDIA. **CAPÍTULO II: dos programas oferecidos pela secretaria municipal de agropecuária e abastecimento.** Diário Oficial do Município. Uberlândia, p. 22-23. 26 dez. 2007. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/2828.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

QADIR, Manzoor (ed). 2008. **Sustainable Management of Wastewater for Agriculture.** Proceedings of the First Bridging Workshop, 11-15 Nov 2007, Aleppo, Syria. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, (ICARDA), PO Box 5466, Aleppo, Syria; and International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka. vi + 133 pp. Disponível em: <[https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/225/mod_label/intro/2008%20Proc%20First%20Bridging%20Workshop%20\(3\).pdf](https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/225/mod_label/intro/2008%20Proc%20First%20Bridging%20Workshop%20(3).pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2024.

RIBEIRO, Luiza A. **As potencialidades e desafios da Agroecologia na sua multidimensionalidade: O Núcleo Agroecológico do Assentamento Rural Canudos, Uberlândia – MG.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 2019.

Ribeiro, M. T., & Rodrigues, G. S. de S. C. (2024). **O Método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) Aplicado em Estudos Ambientais: uma revisão sistemática.** Geografia (Londrina), 34(1), 49–69. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2025v34n1p49>

ROSA, V. DE C. **De Marx A Altieri: Limites Do Balizamento Jurídico Para A Produção Agroecológica Nos Marcos Do Capitalismo.** Doutorado—São paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2019.

ROSSET, Peter; BARBOSA, Lia Pinheiro. Metodologia “De Camponesa a Camponês à Camponesa a Camponês” e a territorialização da agroecologia. 2021. Disponível em: <https://mst.org.br/2021/02/17/metodologia-de-camponesa-a-campones-a-camponesa-a-campones-e-a-territorializacao-da-agroecologia/#:~:text=A%20Metodologia%20%E2%80%9CDe%20Campon%C3%AAs%20a,camponeses%20da%20Guatemala%2C%20em%201970..> Acesso em: 02 jan. 2024.

SPERLING, M. VON. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental - DESA - UFMG, 1996. v. 1

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Diversidade dos conceitos de impacto ambiental segundo diferentes grupos profissionais.** 1994, Anais.. São Paulo: Epusp, 1994. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/772bf606-ae15-47ee-894b-4b06eccc38a2/Sanchez-1994->

[Diversidade dos conceitos de impacto ambiental segundo diferentes grupos.pdf](#). Acesso em: 02 jul. 2024.

SANTOS, L. BACCARO, C. A. D. **Caracterização Geomorfológica da bacia do rio Tijuco**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 5, n. 11, p. 1-21, Fev/2004.

SILVA, João Victor Freitas; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira; BRITO, Jorge Luís Silva. **Diagnóstico ambiental da bacia do Ribeirão Douradinho, no Triângulo Mineiro, através de adaptação e aplicação da Matriz de Leopold**. Revista Cerrados, [S.L.], v. 19, n. 01, p. 361-382, 29 maio 2021. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIIMONTES). <http://dx.doi.org/10.46551/rc24482692202115>.

SILVA, Neusely da; JUNQUEIRA, Valéria Christina Amstalden; SILVEIRA, Neliane Ferraz de Arruda; TANIWAKI, Marta Hiromi; GOMES, Renato Abeilar Romeiro; OKAZAKI, Margarete Midori; IAMANAKA, Beatriz Thie. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 6. ed. : Blucher, 2021. 602 p. (ISBN 9786555062977).

SOUZA, M. L. DE. **Ambientes e Territórios: uma introdução a ecologia política**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

SPERLING, M. VON. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental - DESA - UFMG, 1996. v. 1

SPRADLEY, J. P. **Participant observation**. New York: Holt, Rinehart & Winston, INC. 1980.

TANURE, Tarik Marques do Prado. **Mudanças climáticas e agricultura no Brasil** [manuscrito]: impactos econômicos regionais e por cultivo familiar e patronal. 2020. 257 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

TIONGCO, Marites M.; NARROD, Clare A.; BIDWELL, Kelly. Impacts of wastewater irrigation on health. **Risk analysis integrating livelihood and economic impacts of wastewater irrigation on health**. CGIAR, London, p. 127-145, jan. 2010. Disponível em: <https://publications.iwmi.org/pdf/H042607.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2024.

TORRES, Raquel. **Parecem sinônimos, mas não são: enquanto uma tem a ver com técnicas de cultivo, a outra quer mudar todo o sistema alimentar**. 2023. Movimento dos Pequenos Agricultores. Disponível em: <https://mpabrasil.org.br/noticias/voce-sabe-qual-e-a-diferenca-entre-agricultura-organica-e-agroecologia/>. Acesso em: 6 fev. 2023.

VALERA, Caroline Favaro Oliveira. **Impacto da segurança hídrica na produtividade para a sustentabilidade da agricultura familiar e na segurança alimentar**. 2023. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2023.

WESTMAN, Walter E. et al. **Ecology impact assessment and environmental planning**. John Wiley & Sons, 1985.

YIN, R. K. **Estudo de caso : planejamento e métodos**. [s.l.] Bookman, 2001.

APÊNDICE I: ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

1. Perfil:

- 1.1) Idade:
- 1.2) Escolaridade:
- 1.3) Há quanto tempo trabalha com Agricultura:
- 1.4) Desempenha outra profissão: __Sim __Não
- 1.5) Renda mensal (referente à produção agrícola): __Até 1 salário-mínimo; __Entre 1-2 salários-mínimos; __Entre 2-3 salários-mínimos; __Mais de 3 salários-mínimos

2. Perfil profissional:

- 2.1) Produção: __Orgânica __Agroecológica
- 2.2) Já trabalhou com agricultura no modelo convencional? (Utilizando agrotóxicos/produtos químicos)? Se sim, por quanto tempo? _____
- 2.3) Por que escolheu esse modelo de produção?
- 2.4) Do seu ponto de vista, o que é a produção orgânica/agroecológica?
- 2.5) Quais produtos você produz?
- 2.6) Quem é seu público-alvo e onde você comercializa sua produção?
- 2.7) Tem apoio de políticas públicas?
- 2.8) Já recebeu ou recebe assistência técnica?
- 2.9) A renda obtida com a comercialização dos produtos é suficiente para cobrir despesas mensais da família?
- 2.10) Como trabalhar com este modelo de produção impactou seu modo de vida?
- 2.11) Qual a maior dificuldade e benefício que você encontra nessa forma de fazer agricultura?

3. Condições Sanitárias:

- 3.1) Origem da água para consumo: _____
- 3.2) Destinação da água residual: _____
- 3.3) Destinação do lixo domiciliar: _____

4. Meio Ambiente:

- 4.1) Realiza práticas de conservação do solo? Quais?
- 4.2) Qual método usado para controle de pragas?
- 4.3) Utiliza agrotóxicos ou fertilizantes químicos?

5. Segurança Alimentar:

5.1) Você e sua família produzem alimentos para o próprio consumo?

6. Área de produção:

6.1) Como era a propriedade antes de você trabalhar com esse modelo (AE / AO)?

6.1.1) Tinha nascentes de água?

6.1.2) Como era a qualidade do solo?

6.1.3) Tinha locais de solo exposto/com erosão/voçorocas?

6.1.4) Como era a vegetação nativa?

6.1.5) Ocorreram mudanças nessas características desde que começaram a trabalhar com AE / AO na propriedade? Se sim, quais?

6.3) Como a atividade e a propriedade são afetadas com as mudanças de estação (chuvosa e seca)?

6.4) Acredita que a qualidade ambiental da propriedade mudou? Como?

APÊNDICE II: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “A Agricultura Familiar de base Agroecológica e Orgânica: Um estudo sobre produtores de Uberlândia-MG”, sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Teresa Ribeiro, sob orientação da Profª Drª Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues.

Nesta pesquisa buscamos compreender e analisar a agricultura agroecológica praticada pela Agricultura Familiar no município Uberlândia-MG. A abordagem busca verificar suas contribuições ambientais e como essa prática pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de sistemas agroalimentares sustentáveis.

O Termo/Registro de Consentimento Livre e Esclarecido está sendo obtido pela pesquisadora Maria Teresa Ribeiro e o TCLE será apresentado ao entrevistado em reunião prévia durante a apresentação do projeto. O entrevistado terá o tempo que for necessário para decidir se deseja ou não participar da pesquisa (conforme item IV da Resolução nº 466/2012 ou Capítulo III da Resolução nº 510/2016).

Caso seja consentido, o participante irá colaborar com o desenvolvimento de um projeto de mestrado da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, envolvendo as temáticas: Agricultura familiar, agroecologia e impactos ambientais. Será aplicada uma Entrevista Semiestruturada em que os entrevistados responderão a 30 questões divididas em 6 tópicos. O modelo semiestruturado de entrevista diz respeito a maneira como o entrevistador faz sua abordagem, nesse modelo as questões são organizadas como um roteiro que irá conduzir o diálogo entre entrevistado e entrevistador, o que permite ao participante falar abertamente sobre as questões colocadas. No segundo momento, serão realizadas visitas em campo na propriedade afim de verificar os aspectos ambientais em questão (solo, água, vegetação) e a forma como se dá a produção agrícola. O terceiro momento envolve a análise dos dados coletados.

Como as questões são abertas e serão utilizadas para conduzir um diálogo, a fim de auxiliar a pesquisadora no momento de transcrevê-las, pretende-se gravar o áudio das entrevistas. A pesquisadora responsável atenderá as orientações das Resoluções nº 466/2012, Capítulo XI, Item XI.2: f e nº 510/2016, Capítulo VI, Art. 28: IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Em nenhum momento o participante será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e mesmo assim o participante terá sua identidade será preservada. É compromisso da pesquisadora responsável a divulgação dos resultados da pesquisa, em formato acessível ao grupo ou população que foi pesquisada. O participante não terá nenhum gasto e nem ganho financeiro por contribuir com a pesquisa.

Os riscos no desenvolvimento do projeto consistem em um possível desconforto: estresse, cansaço ou constrangimento em responder a entrevista e/ou participar do projeto. Para evitar ou diminuir esses riscos serão adotadas as seguintes medidas preventivas: a) Garantir a privacidade dos participantes para proteger suas informações pessoais; b) Evitar o uso de fotos ou imagens que possam identificar os participantes sem sua autorização prévia; c) Utilizar pseudônimos ou codinomes para identificar os participantes do projeto em documentos e materiais de divulgação.

Os benefícios são as contribuições teóricas e práticas para a pesquisa/sociedade, em virtude da integração da UFU com a comunidade, a promoção de um conhecimento ambiental e a possibilidade do contato entre agricultores e universidade, sendo um benefício tanto para a instituição, quanto para a pesquisadora e participantes. Vale ressaltar que a pesquisadora Maria Teresa estará à disposição para sanar dúvidas e dar encaminhamento a uma possível solução, conforme seu nível de compreensão.

Havendo algum dano decorrente da pesquisa, o participante terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

O participante é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa. A quebra de sigilo é um risco comum a todas as pesquisas que envolvem seres humanos. Isso ocorre quando informações pessoais e confidenciais do participante são divulgadas sem autorização ou de forma indevida. Portanto, você pode solicitar ao pesquisador responsável a retirada de informações em caso de insatisfação ou situação pessoal.

Uma via original deste TCLE ficará com o participante, assinada e rubricada pelos pesquisadores. Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, o participante poderá entrar em contato com a Profª. Dra Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues ou com a mestrandia Maria Teresa

Ribeiro, no telefone: (34) 3239-4169, no Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Avenida João Naves de Ávila, 2121, Bloco H, Campus Santa Mônica.

O participante também pode entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos – CEP, da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, campus Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; pelo telefone (34) 3239-4131 ou pelo e-mail cep@propp.ufu.br. O CEP/UFU é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, de de 20.....

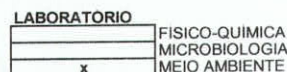
Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Assinatura do participante de pesquisa

ANEXO A - CERTIFICADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA

Certificado de Análise
SENAL- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
 CETAL/FAM - Centro Tecnológico de Alimentos- Fábrio de Araújo Motta
 AMAM- Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente
 Rua Ernesto Vincentini nº 245, Bairro: Roosevelt - CEP: 38401-062
 FONE: (34) 3228-5228/ 3228-5208 - E-mail: cetallab@fiemg.com.br
 C.N.P.J.: 03 773 700 0014-21 - I.E: Isento | Uberlândia - MG



| |
|-----------------------------------|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATORIO |
| 1094MA/24 |

\\MARTE\lamam\17025\Formulários/[Form059]

| | |
|----------|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| | MICROBIOLOGIA |
| x | MEIO AMBIENTE |

| |
|-----------------------------------|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATÓRIO |
| 1094MA/24 |

| | | | |
|--|--|------------------------------|--|
| CONCLUSÃO : | | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | |
| LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: | | | |
| RESOLUÇÃO : | | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | |
| COPAM: | | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | |
| PORTARIA : | | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | |
| NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE. | | | |
| OBSERVAÇÕES | | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | |
| UBERLÂNDIA, 19 de Agosto de 2024 | | | |

Fabricio Silverio Flauzino
Responsável Técnico
CRO-MG 02.407.189 - 2ª Região

SENAI FIEMG

| | |
|---|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| x | MICROBIOLOGIA |
| | MEIO AMBIENTE |

| |
|-----------------------------------|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATÓRIO |
| 0948MB/24 |

[illegible]

LABORATÓRIO

| | |
|---|----------------|
| | FISICO-QUIMICA |
| x | MICROBIOLOGIA |
| | MEIO AMBIENTE |

EMISSAO Nº: 001

Nº DO PROTOCOLO NO
LABORATÓRIO

0948MB/24

[illegible]

CONCLUSÃO :

XX

LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA:

RESOLUÇÃO : XXX

COPAM:XX

PORTARIA : XXX

NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE.

OBSERVAÇÕES

[illegible]

UBERLÂNDIA, 20 de Agosto de 2024

Ludmilla M^a S Mariano
Técnico de Laboratório
SENAI - CETAL "FAM"

Fabrizio Silverio Flauzino
Responsável Técnico
CRO-MG 02.407.189 - 2ª Região

| | |
|---|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| | MICROBIOLOGIA |
| x | MEIO AMBIENTE |

1354MA/24

[illegible]


| | |
|-------------|----------------|
| LABORATÓRIO | FÍSICO-QUÍMICA |
| | MICROBIOLOGIA |
| x | MEIO AMBIENTE |

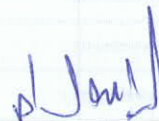
EMIÇÃO Nº: 001

Nº DO PROTOCOLO NO
LABORATÓRIO
1354MA/24

| DATA INÍCIO DOS ENSAIOS : | | 31.10.2024 | | DATA TÉRMINO DOS ENSAIOS : | | 07.11.2024 | |
|---------------------------|---|------------|--------|----------------------------|----------------------|------------|--|
| | | | | | | | |
| | | Mínimo | Máximo | Resultado | Incerteza de Medição | | |
| 3 | Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO2/L) | x | 3,00 | < 0,10 | x | | |
| 46 | Condutividade Elétrica (µS/cm) | x | x | 86,00 | x | | |
| 42 | Dureza Total (mg/L) | x | x | 34,70 | x | | |
| 11 | Oxigênio Dissolvido (mgO2/L) | 6,00 | x | 7,7 | x | | |
| 13 | pH | 6,00 | 9,00 | 7,39 | x | | |
| 15 | Sólidos Dissolvidos (mg/L) | x | 500,00 | 68,00 | x | | |
| 26 | Temperatura (°C) | x | x | 25,00 | x | | |
| 27 | Turbidez (NTU) | x | 40,00 | 7,09 | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |

| | |
|--|--|
| CONCLUSÃO : | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx |
| LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: | |
| RESOLUÇÃO : | RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. |
| COPAM: | xx |
| PORTARIA : | xx |
| NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE. | |
| OBSERVAÇÕES | Legislação e padrão fornecido pelo cliente. |
| UBERLÂNDIA, 07 de Novembro de 2024 | |


Nilva Silva Figueira
Técnico de Laboratório
SENAI - CETAL "FAM"


Fabricio Silverio Flauzino
Responsável Técnico
CRQ-MG 02.407.189 - 2ª Região

| | |
|---|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| x | MICROBIOLOGIA |
| | MEIO AMBIENTE |

| |
|-----------------------------------|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATÓRIO |
| 1288MB/24 |

1/2

☐ FÍSICO-QUÍMICA
☐ MICROBIOLOGIA
☐ MEIO AMBIENTE

Nº DO PROTOCOLO NO
LABORATÓRIO

1288MB/24

| | |
|---|--|
| CONCLUSÃO : | XX |
| LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: | |
| RESOLUÇÃO : | XX |
| COPAM: | XX |
| PORTARIA : | XX |
| NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE. | |
| OBSERVAÇÕES | XX |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> UBERLÂNDIA, <u>04</u> de <u>Novembro</u> de <u>2024</u> </div> | |

UBERLÂNDIA, 04 de Novembro de 2024

Fabrizio Silverio Flauzino
Responsável Técnico
CRO-MG 02.407.189 - 2ª Região

| | |
|---|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| | MICROBIOLOGIA |
| x | MEIO AMBIENTE |

Nº DO PROTOCOLO NO
LABORATÓRIO

1558MA/24

[illegible]

| | |
|-------------|----------------|
| LABORATÓRIO | FÍSICO-QUÍMICA |
| | MICROBIOLOGIA |
| x | MEIO AMBIENTE |

EMIÇÃO Nº: 001

| |
|--------------------------------|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATÓRIO |
| 1558MA/24 |

| DATA INÍCIO DOS ENSAIOS : | | 12.12.2024 | | DATA TÉRMINO DOS ENSAIOS : | | 08.01.2025 | |
|---------------------------|---|------------|--------|----------------------------|----------------------|------------|--|
| | | | | | | | |
| | | Mínimo | Máximo | Resultado | Incerteza de Medição | | |
| 3 | Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO2/L) | x | 3,00 | < 0,10 | x | | |
| 46 | Condutividade Elétrica (µS/cm) | x | x | 60,00 | x | | |
| 42 | Dureza Total (mg/L) | x | x | 30,00 | x | | |
| 11 | Oxigênio Dissolvido (mgO2/L) | 6,00 | x | 7,50 | x | | |
| 13 | pH | 6,00 | 9,00 | 7,00 | x | | |
| 15 | Sólidos Dissolvidos (mg/L) | x | 500,00 | 44,00 | x | | |
| 26 | Temperatura (°C) | x | x | 20,00 | x | | |
| 27 | Turbidez (NTU) | x | 40,00 | 7,51 | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |
| x | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx | x | x | x | x | | |

| | |
|--|--|
| CONCLUSÃO : | xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx |
| LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: | |
| RESOLUÇÃO : | RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. |
| COPAM: | xx |
| PORTARIA: | xx |
| NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE. | |
| OBSERVAÇÕES | xx |
| UBERLÂNDIA, 08 de Janeiro de 2025 | |

Nilva Silva Figueira
Técnico de Laboratório
SENAI - CETAL "FAM"

Fabricio Silverio Flauzino
Responsável Técnico
CRQ-MG 02.407.189 - 2ª Região

| | |
|---|----------------|
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| X | MICROBIOLOGIA |
| | MEIO AMBIENTE |

Nº DO PROTOCOLO NO
LABORATÓRIO

1516MB/24


1/2

| | |
|-------------|----------------|
| LABORATÓRIO | |
| | FÍSICO-QUÍMICA |
| x | MICROBIOLOGIA |
| | MEIO AMBIENTE |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Nº DO PROTOCOLO NO LABORATÓRIO | |
| 1516MB/24 | |

[illegible]

| | | | |
|---|---|--|--|
| CONCLUSÃO : | | | |
| LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA: | | | |
| RESOLUÇÃO : | RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. | | |
| COPAM: | XXX | | |
| PORTARIA : | XXX | | |
| NOTA: OS RESULTADOS DESTES ENSAIOS TEM SIGNIFICADO RESTRITO E REFEREM-SE SOMENTE A AMOSTRA ANALISADA, NÃO PODENDO SER UTILIZADOS EM QUALQUER TIPO DE PROPAGANDA OU REPRODUZIDO PARCIALMENTE. | | | |
| OBSERVAÇÕES | <p>Legislação e padrão fornecido pelo cliente.</p> <p>*Ensaio subcontratados com laboratórios acreditados pela RBC: CRL: n° 0354 e 0552. O processo de subcontratação é rastreável, em atendimento a Norma ISO/IEC 17025:2017 - item 6.6, e também ao preconizado pelo sistema de gestão da qualidade do SENAI CETAL FAM.</p> | | |
| <p>UBERLÂNDIA, 10 de Janeiro de 2025</p> | | | |


 Fabricio Silverio Flauzino
 Responsável Técnico
 CRQ-MG 02.407.189 - 2ª Região