

ORGANIZADORES:

Andresa Carolina Mendes Pinheiro e Maurício Novaes Souza

Cafeicultura

**em Região de Topografia Acidentada
e Práticas de Conservação e Recuperação do Solo**



M
MÉRIDA
PUBLISHERS

Cafeicultura em Região de Topografia Acidentada e Práticas de Conservação e Recuperação do Solo

Estudos de caso:

Influência de barraginhas na produtividade da lavoura de café conilon do Ifes campus de Alegre.

Andresa Carolina Mendes Pinheiro
Maurício Novaes Souza
(Organizadores)

Canoas

2022



Cafeicultura em Região de Topografia Acidentada e Práticas de Conservação e Recuperação do Solo

© 2022 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3>

Organizadores

Andresa Carolia Mendes Pinheiro

Maurício Novaes Souza

Revisão ortográfica

Maurício Novaes Souza

Priscila de Oliveira Nascimento

Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán

Foto da capa

Carlos Renato Sant'Anna

Foto da contracapa

Carlos Renato Sant'Anna



Canoas - RS - Brasil

contact@meridapublishers.com

www.meridapublishers.com

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C129 Cafeicultura em Região de Topografia Acidentada e Práticas de Conservação e Recuperação do Solo [livro eletrônico] / Organizadores Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-84548-05-3

1. Agroecologia. 2. Recuperação do solo. 3. Produtividade agrícola. 4. Cafeicultura. I. Pinheiro, Andresa Carolina Mendes. II. Souza, Maurício Novaes.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Dedicatória

Primeiramente a Deus: que me honrou com a oportunidade de chegar até a esse momento e aos meus familiares e amigos pelo apoio concedido. Em especial à minha mãe Manoelina Mendes da Silva, que sempre entendeu os meus motivos de ausência.

Obrigada ao meu Pai de Santo Material e Espiritual e aos meus Irmãos de Santo: por ser minha fonte de inspiração e por ter dado o primeiro “empurrão” para que eu concluísse essa etapa.

Aos professores, que me auxiliaram durante essa caminhada acadêmica, especialmente ao professor Maurício Novaes Souza, que tive o prazer de ter como responsável pela orientação deste e de outros projetos. Obrigada por todo tempo empregado ao esclarecimento de dúvidas e pela paciência. Não poderia deixar de me lembrar dos professores Jeferson Luíz Ferrari e João Batista Esteves Peluzio que disponibilizaram seus tempos e conhecimentos para este projeto.

Aos amigos que trago de longa caminhada: Jessica Cunha, Elvira Souza, meu Irmãos Adélio, Claudete e Andreia. Também sou grata a todos que me aproximem devido à convivência no IFES - vocês irão comigo por toda a vida: Mayra, Thalles, Fábio, Lorrana, Fellipe, Paula, Kessia, Angélica, Losangelis e especialmente ao Mateus, que empregou tanto esforço em ajudar com o experimento em campo.

Aos funcionários de campo da terceirizada do Ifes - as avaliações deste trabalho só aconteceram dentro do tempo previsto pelos seus esforços. Também sou grata ao Alvaír Vieira Gusmão, que em todos os momentos que dizia que iria sair ou trancar o curso, ele sempre me obrigava a acordar cedo e ir para a escola, encorajando-me.

Ao Alessandro Marques e a todos os funcionários de sua empresa: todos os amigos caminhoneiros que nunca me deixaram na estrada, que depositaram confiança em mim para que eu me formasse - “muito obrigada pelas caronas”.

Cada um desenvolveu um papel importante durante essa jornada.

Este trabalho também pertence a vocês.

Muito obrigada!

Andresa Carolina Mendes Pinheiro

Prefácio

O Brasil lidera a produção cafeeira mundial, com destaque para as espécies de *Coffea arabica* L. (café arábica) e do *Coffea canephora* Pierre (café robusta, onde se insere o conilon) - apresentam características próprias quanto às diversas características vegetativas e produtivas, sendo especialmente afetadas pelas condições edafoclimáticas.

Em nosso país, a cafeicultura assume grande importância dentre as cadeias produtivas do agronegócio, encontrando-se em todas as Regiões, sendo praticada por um amplo espectro de produtores, gerando emprego e renda. Entretanto, nos dias atuais, a procura do produto pelo consumidor adquiriu novos caminhos: por exemplo, degustar um bom café passou a ser socialmente atraente em diversos países, processo atualmente em consolidação no Brasil. Tal condição envolve não apenas o produto final, mas todo o processo produtivo, incluindo o manejo e o uso de práticas conservacionistas de solo e água, bem como as características socioambientais envolvidas durante todo o processo produtivo, inclusive na comercialização.

Há de se considerar que o mundo enfrenta graves crises ambientais interligadas, tais como: climática, perda de biodiversidade, desertificação e escassez hídrica. Tem afetado de forma significativa a qualidade de vida e as atividades econômicas. A conservação e a restauração ecológica passam a ser nos dias atuais uma das estratégias-chave para o seu enfrentamento.

Assim, países como o Brasil, passaram a “buscar” novos processos de produzir café especial, de forma diferenciada, adaptando e gerando novos modos dentro de suas realidades climáticas, em especial as atividades de pós-colheita. Formas mais limpas e sustentáveis de produzir café, tais como a produção orgânica, agroflorestal e agroecológica, são algumas delas. A pesquisa permitiu que os técnicos e produtores fossem expostos a novas técnicas e processos, quebrando paradigmas, evoluindo, tornando real a possibilidade de agregação de valor e de renda.

Exemplo da agregação no valor por saca pode-se citar os produtores da região do Caparaó: vêm-se capacitando e profissionalizando em busca da excelência na produção de cafés especiais. Resultado desse trabalho se faz presente anualmente com boas colocações e premiações nos concursos

estaduais, nacionais e internacionais. Os prêmios obtidos são de grande importância, pois ajudam na agregação do valor do produto, no processo de sucessão familiar e no reconhecimento do trabalho agrícola.

Desta forma, atualmente, o país conta com Identidade Geográfica (IG)¹ para café em diversas regiões produtoras, avançando para denominações de origem (DO). Na Região do Caparaó não poderia ser diferente, uma vez que reúnem condições climáticas magníficas para a produção de cafés especiais, principalmente nas altitudes acima de 1200 m, com a produção de cafés com características distintas pela diversidade do *terroir*, únicos de cada região, internacionalmente valorados.

O Selo de Identificação Geográfica tem a função de valorizar produtos tradicionais, agregando valor aos mesmos, bem como proteger a região produtora e sua herança histórico-cultural. Além disso, contribuem para a conservação e, ou, a preservação da biodiversidade, do conhecimento e dos recursos naturais.

Fortalece, assim, a conhecida “terceira onda” do café: consumo de cafés especiais, de qualidade superior, envolvendo, além do produto, a sua origem, as atividades de produção, as operações de pós-colheita, as condições ambientais e outras informações no âmbito de produção sustentável. Nesta fase se contextualiza a produção de café, familiar ou empresarial, desde que inicialmente os aspectos ambientais, sociais e econômicos do processo produtivo sejam respeitados: estes são os principais gargalos encontrados no presente momento para os pequenos produtores, mas exigidos obrigatoriamente pelo mercado internacional.

O fato é que a cafeicultura brasileira, desde o seu início até os dias atuais, apesar dos benefícios socioeconômicos, fez com que muitas áreas de florestas nativas fossem desmatadas, carreando solo e assoreando os cursos d’água com nutrientes e matéria orgânica. Ou seja, as formas de manejo convencional trouxeram consigo diversos problemas socioambientais: o intenso uso de implementos agrícolas fez aumentar a compactação do solo e os processos de

¹ Esta identificação é um selo distintivo que utiliza de um nome geográfico para representar a notoriedade ou qualidade de um produto ou serviço, e proteger seu território de origem, buscando a agregação de valor diante dos demais.

erosão, reduzindo a infiltração de água e a recarga de aquíferos, além de fazer com que a fauna e a flora fossem reduzidas e, ou, eliminadas.

Há de se considerar, ainda, que o modelo de cafeicultura adotado no Brasil, desde o início de sua implantação, caracteriza-se pelo monocultivo a pleno sol, provocando baixo nível de diversidade biológica. Com a perda de matéria orgânica e nutrientes, além do empobrecimento do solo, ocorrem danos físicos e econômicos. A ação dos microrganismos na superfície e no interior do solo decompondo a matéria orgânica é uma condição fundamental para a manutenção da fertilidade do solo.

A matéria orgânica, além de favorecer a microvida no solo, faz com que as raízes se desenvolvam de forma eficiente, contribuindo para a drenagem e manutenção de água no solo. Daí a importância dos sistemas agroecológicos de produção: visa restabelecer a vida no solo para que novos sistemas possam ser formados unicamente ou conjuntamente na recomposição da fauna e flora do ambiente, protegendo o agroecossistema.

De maneira ampla, a cafeicultura agroecológica preconiza a reciclagem de resíduos sólidos, o uso de adubos verdes e restos de cultura, uso de rochas minerais, manejo e controle biológico de insetos. Ao mesmo tempo, exclui o emprego de compostos sintéticos, tais como fertilizantes, inseticidas, herbicidas e outros agroquímicos e aditivos alimentares para os animais.

O solo é manejado de forma a sempre pensar em sua proteção e fertilidade, evitando processos de erosão, lixiviação e compactação. Um dos meios é sempre manter a cobertura vegetal viva ou morta sobre o solo, para que o impacto da chuva ou irrigação não seja prejudicial. Quanto menos se revolver o solo, melhor será o desenvolvimento das plantas e menor será a perda de nutrientes.

O principal objetivo de todo o processo é a busca de uma maior estabilidade do processo de produção e uma redução dos riscos ocasionados à produção agrícola, com a adoção de práticas agroecológicas. A conversão da cafeicultura tradicional para a orgânica deve ser feita em etapas, respeitando o tempo que a natureza requer para que todos os processos biológicos e educativos se unam, além do aspecto humano que visa a estratégia escolhida pelo produtor rural.

Na cafeicultura convencional, por exemplo, o aparecimento de espécies daninhas entre as plantas de café é motivo de preocupação. Contudo, no âmbito agroecológico, essas plantas denominadas “espontâneas”, oferecem grandes benefícios para o meio – sua retirada faz com que o solo fique desprotegido e sem interligação de materiais que serviram para a manutenção de matéria orgânica do solo.

Para se fazer o controle das plantas invasoras, métodos diversos podem ser utilizados, evitando-se o uso de produtos químicos. Um dos métodos é a utilização de capinas e roçadas manuais ou mecânicas: auxiliam no controle das plantas invasoras, cortando-as e depositando-as sobre o solo.

A utilização de adubos verdes, cobertura morta, rotação e consorciação de culturas são outros meios alternativos para o controle das plantas invasoras. A cobertura morta contribui com a manutenção da temperatura, proteção e produção de matéria orgânica, retenção e acúmulo de água, servindo de refúgio para inimigos naturais. Além das referidas técnicas, existem práticas conservacionistas que vêm sendo realizadas com sucesso no controle da erosão e no acúmulo de água: as “Barraginhas”.

Há de se considerar, inicialmente, que as denominações barraginha, caixa seca, caixa de contenção e, em alguns casos, os lagos de uso múltiplo, referem-se à mesma **prática conservacionista**, com objetivos semelhantes ou até mesmo idênticos: acumular água visando a recarga de aquíferos ou para usos diversos, tais como a reservação para dessedentação animal, a irrigação ou a criação de peixes.

A sustentabilidade da agropecuária é dependente da reservação de água para uso em períodos de escassez, o que geralmente é resolvido com a construção de pequenas barragens. Ao interceptar um curso hídrico ou reter as águas das enxurradas, as barragens aumentam o tempo de concentração e a área de infiltração, proporcionando maior recarga de água em direção aos mananciais subterrâneos.

Barragens para fins agropecuários são aquelas destinadas à irrigação, à reservação hídrica, ao ecoturismo ou turismo rural, à dessedentação de animais e aquicultura; enquanto usos múltiplos são aquelas barragens com finalidade de abastecimento humano e regularização de vazão, isoladas ou conjuntamente com fins agropecuários.

As barraginhas são posicionadas estrategicamente no caminho das enxurradas em lavouras, pastagens e beiras de estrada.

Apresentação

O presente documento é resultado da orientação do trabalho de conclusão de curso da minha orientada **Andresa Carolina Mendes Pinheiro**, do curso de Tecnologia em Cafeicultura do Ifes campus de Alegre.

O trabalho, por ela executado, trouxe resultados importantes relacionados às práticas de conservação e recuperação de solos, associando-as ao aumento da produtividade do cafeeiro. Também, traz informações importantes sobre a dinâmica da cafeicultura no Brasil e no estado do Espírito Santo.

O presente trabalho está dividido em cinco (5) capítulos:

No **Capítulo I**, “A importância do café para o mundo e o Brasil”, mostra que nosso país, ao comemorar os 290 anos de produção cafeeira em 2019, colheu a sua safra recorde (em torno de 58 milhões de sacas), com uma produtividade média de 30 sacas por hectare. Consolidou a cafeicultura brasileira na liderança global da bebida como o maior produtor, exportador e o segundo maior consumidor mundial. Em todo o mundo, a cadeia produtiva do café emprega aproximadamente 100 milhões de pessoas. No Brasil, adotou-se o modelo de produção com o predomínio da monocultura em sistema a pleno sol, fazendo com que os cafezais envelhecessem precocemente. As terras abandonadas, em encostas íngremes, erodidas e degradadas, eram então arrendadas para retirada de lenha e posteriormente convertidas em pastagem, sem nenhum manejo e sob a gestão de novos proprietários: assim se iniciaram a formação de grandes áreas degradadas.

No **Capítulo II**, “Práticas de conservação e recuperação do solo”, discute a importância da água e o solo e demonstra que por serem recursos naturais finitos, o manejo adequado desse recurso é de extrema e vital importância. Nos dias atuais, tem-se verificado que a utilização dos recursos naturais de forma negligenciada vem gerando impactos e externalidades negativas, principalmente relacionadas à ausência de práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias: causam tanto a perda de solo quanto alterações na dinâmica dos corpos hídricos. É fundamental que sejam utilizadas práticas de conservação do solo. Baseiam-se em três princípios: aumento da cobertura vegetal; infiltração de

água no solo; e promoção da rugosidade do terreno.

No **Capítulo III**, “Barraginhas (caixas secas e, ou, bacia de contenção)”, considera que as denominações barraginha, caixa seca, caixa de contenção e os lagos de uso múltiplo, referem-se à mesma prática conservacionista, com objetivos semelhantes ou até mesmo idênticos: acumular água visando a recarga de aquíferos ou para usos diversos, tais como a reservação para dessedentação animal, a irrigação ou a criação de peixes.

No **Capítulo IV**, “Estudo de caso: barraginhas e a produtividade do cafeeiro conilon no Ifes campus de Alegre”, apresenta o uso dessa técnica como ferramenta de proteção, recuperação, conservação e manejo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência das barraginhas na produtividade de café em lavoura de montanha. O experimento foi conduzido no ano 2019 no Setor de Cafeicultura do Ifes campus de Alegre. Analisando os dados obtidos com o experimento em campo, pode-se dizer que, naquelas condições, o solo e as plantas, majoritariamente, sob a influência direta da infiltração de água das barraginhas, apresentaram elevado número de ramos plagiotrópicos e de rosetas, alta produtividade, bem como maior altura e diâmetro da copa.

No **Capítulo V**, “Barraginhas: multifunções”, a discussão se dá no sentido de mostrar o papel dos “Lagos de múltiplo uso” e a “Adequação de estradas rurais” e aponta - qualquer que seja a denominação utilizada, caixa seca, lago de múltiplo uso ou barraginha, o objetivo é acumular água visando a recarga de aquíferos. As barraginhas são posicionadas estrategicamente no caminho das enxurradas em lavouras, pastagens e beiras de estrada.

Nas **Considerações finais**, sugere-se a mudança do atual modelo de produção convencional da cafeicultura, dada a visível insustentabilidade verificada nos dias atuais, particularmente para o pequeno produtor do sistema familiar. Práticas como a recuperação de áreas degradadas da cafeicultura, ancoradas na agroecologia e suas práticas conservacionistas, podem contribuir com novos arranjos tecnológicos, visando a qualidade dos recursos ambientais e a produção sustentável.

Anseia-se, ao final da leitura dos referidos capítulos, que sejam satisfeitos alguns dos questionamentos sobre os modelos de produção atualmente praticados. Espera-se que surjam comentários que contribuam para o bom desenvolvimento e aplicabilidade do presente e dos próximos trabalhos.

Professor Maurício Novaes Souza
Guarapari, junho de 2022.

Organizadores/Autores

Andresa Carolina Mendes Pinheiro

Capixaba de Alegre, Graduada em Tecnologia em Cafeicultura e Condutora Ambiental pelo Pronatec (Ifes Campus de Alegre, 2021). Classificadora Sensorial e Física de café (Caparaó Jr, 2018). Mestranda em Agroecologia do PPGA e Bolsista do Incaper (Avaliação de Pragas e Doenças). E-mail: andresamendes2016.am@gmail.com

Maurício Novaes Souza

Capixaba de Castelo, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV/1981), Mestre em Recuperação de Áreas Degradadas, Avaliação de Impactos Ambientais, Economia e Gestão Ambiental pela UFV (2004) e Doutor em Engenharia de Água e Solos pelo Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da UFV (2008). É Professor Efetivo do Instituto Federal do Espírito Santo campus de Alegre. E-mail: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Autores

Amanda Evaristo Lacerda

Graduanda do curso de Tecnologia em Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: amandaevaristo2014@gmail.com

Jéferson Luiz Ferrari

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: ferrarijuliz@gmail.com

João Batista Esteves Peluzio

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: jbpeluzio@ifes.edu.br

Priscila de Oliveira Nascimento

Mestranda em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47. CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: prinascim@gmail.com

Vinícius de Freitas Mateus

Pós-graduado em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre-ES. E-mail: viniciusfm.eng.agrônomo@gmail.com

Índice

CAPÍTULO 1 21

A importância do café para o mundo e o Brasil

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Amanda Evaristo Lacerda, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 2 40

Práticas de conservação e recuperação do solo

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Vinícius de Freitas Mateus, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 3 51

Barraginhas (caixas secas e, ou, bacia de contenção)

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

CAPÍTULO 4 65

Estudo de caso: barraginhas e a produtividade do cafeeiro conilon no Ifes campus de Alegre

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza, Jeferson Luíz Ferrari, João Batista Esteves Peluzio

CAPÍTULO 5 88

Barraginhas: multifunções

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

Resumo

A produção brasileira de café é a maior do mundo, gerando renda e emprego estáveis no campo. Contudo, desde que chegou ao Brasil, em tempo reduzido, o Vale do Paraíba se transformou em um grande cafezal, com total ausência de mata primária. Com o predomínio da monocultura em sistema extensivo, os cafezais não sombreados envelheciam precocemente. Em resposta a esse sistema, o cafeeiro começa a produzir no quarto ano de vida e, às vezes, em torno de dez anos, quando a matéria orgânica proveniente da antiga mata e a fertilidade natural dos solos se esgotava, os cultivos eram abandonados para serem substituídos por novas plantações em áreas virgens e ricas em matéria orgânica. As terras abandonadas, em encostas de relevo íngremes, erodidas e degradadas, eram então arrendadas para retirada de lenha e posteriormente convertidas em pastagem, sem nenhum manejo e sob a gestão de novos proprietários. Ou seja, como regra geral, as áreas de sua produção se encontram em regiões acidentadas: principalmente nas regiões com cadeias de montanhas e relevos movimentados. Muitas dessas áreas, ainda nos dias atuais, sofrem com o manejo convencional que proporcionou o surgimento de processos impactantes e o aparecimento de inúmeras áreas degradadas, tornando preocupante o futuro sustentável da produção cafeeira. Dessa forma, é urgente o estabelecimento de medidas de manejo e procedimentos de recuperação, que possam ser tomadas para evitar processos degradativos, proteger as áreas de risco ou em uso, e reduzir as perdas de solo por erosão. Essas técnicas são elaboradas por intermédio do PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que incluem técnicas de proteção, recuperação, conservação, manejo, tal como o uso de “barraginhas”. Assim, o principal objetivo deste livro foi avaliar a eficiência das barraginhas na produtividade de café em lavoura de montanha. O experimento apresentado no Capítulo IV foi conduzido no ano 2019 no Setor de Cafeicultura do Ifes campus de Alegre. Nesta lavoura foram realizadas as avaliações com quatro (4) barraginhas localizadas em quatro (4) linhas de cafeeiros. A colheita foi realizada manualmente em plantas sequenciais do cafeeiro, escolhidas ao acaso, sendo o teste executado com quatro (4) repetições. As variáveis avaliadas neste experimento foram: valor médio de produtividade (litros/planta); número de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos; quantidade de rosetas por planta; altura das plantas; diâmetro da copa; e o teor de umidade do solo (próximo as quatro (4) barraginhas). Analisando os dados obtidos com o experimento em campo, pode-se dizer que, nessas condições, o solo e as plantas, majoritariamente, sob a influência direta da infiltração de água das barraginhas, apresentaram elevados números de ramos plagiotrópicos e de rosetas, alta produtividade, bem como maior altura e diâmetro da copa. Para a verificação da variável produtividade, foram estudadas vinte e oito (28) plantas mais distanciadas das barraginhas, e vinte e seis (26) mais próximas, atinentes as quatro (4) barraginhas.

Palavras-chave: Relevo acidentado. Conservação. Barraginhas. Retenção de Água. Cafeicultura agroecológica.

Introdução Geral

No Brasil, desde o período colonial, o café esteve presente e assistiu as mudanças na estrutura da sociedade: do surgimento da vida urbana até as mudanças nas relações de trabalho. As plantações de café emergiram no período em que os imigrantes europeus assumiram a atividade de cultivo. Nesse momento, também houve a transição do capitalismo exigindo uma nova divisão do trabalho. Tal fato atingiu o contexto econômico do país, impulsionando a rápida dispersão da cultura do café (FERRÃO et al., 2017).

Nos dias atuais, a cafeicultura tem papel fundamental no agronegócio e na economia brasileira. Os estados onde se encontram 99,6% da produção nacional de *Coffea arabica* (Café Arábica) e *Coffea canephora* (Café Conilon), são: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso e Amazonas (CONAB, 2020).

A safra brasileira de 2020 foi de 63,08 milhões de sacas beneficiadas - deste montante, 48,77 milhões de sacas foram de arábica; e 14,31 milhões de sacas beneficiadas de café conilon (CONAB, 2020). De acordo com o 4º levantamento da safra 2021 de café (CONAB, 2021), o Brasil produziu um volume total de 47,716 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, apontando uma diminuição de 24,4% em relação ao resultado apresentado na temporada anterior.

É sabido que para suprir a demanda por alimentos devido ao crescimento da população mundial, necessitou-se aumentar as áreas agrícolas. Dessa forma, o uso intensivo de novas tecnologias se tornaram práticas comuns para o aumento da produtividade agrícola (SOUZA, 2015). De acordo com Lopes et al. (2014), apesar do fato da cafeicultura no Brasil ter gerado crescimento econômico de notória relevância ao longo de sua história, tendo possibilitado ao país se destacar como o maior produtor e exportador de café do mundo; verificou-se que muitos impactos socioambientais foram desencadeados durante esse processo.

Entre os principais estão o alto índice de desmatamento da Mata Atlântica e do Cerrado para implantação dos monocultivos de café, a perda da biodiversidade faunística e florística, a contaminação e degradação dos recursos

hídricos pelo constante uso dos agroquímicos e destruição das matas ciliares, intoxicações e mortes de trabalhadores ocasionadas pelos agrotóxicos. Além de causar o empobrecimento do solo, o desequilíbrio ambiental desencadeou o aumento de pragas e doenças que ocasionam severos danos às lavouras (LOPES et al., 2014).

No Brasil, estima-se que há cerca de 140 milhões de hectares de áreas degradadas, o que corresponde a 16,5% do território nacional (CGEE, 2016). O Espírito Santo possui 393 mil hectares de solos degradados, o que corresponde a 8,5% da área estadual e 16,7% da área agrícola total, destacando-se áreas cultivadas com pastagens e café (BARRETO; SARTORI; DADALTO, 2012).

Do parque cafeeiro nacional, há de se considerar que 30% das lavouras se encontram em regiões de montanha; ou seja, apresentam maior risco da ocorrência de degradação. Por conta da maior movimentação do relevo desses ambientes, os tratos culturais passam por algumas dificuldades operacionais devido à demanda de mais mão de obra. Uma das principais complicações a ser resolvida na cafeicultura em ambiente montanhoso é a conservação do solo (REIS; CUNHA, 2010; LACERDA; SANTINATO; MATIELLO, 2012; SOUZA, 2018).

É fato que a degradação de um ambiente ocorre devido ao manejo inadequado e o intensivo uso do solo: mesmo sendo reversível, requer muito mais tempo e recursos para recuperar sua qualidade. Assim, devem-se empregar manejos mais sustentáveis a fim de melhorar as condições do ambiente (SOUZA, 2015; 2018; 2021).

Tendo em vista que as operações de manejo cultural na lavoura de café ocorrem praticamente durante todo o ano, quanto mais técnicas de conservação do solo e de manejo forem implantadas na formação e condução da lavoura, maiores serão os benefícios para os cafeicultores que possuem áreas com declividade acentuada.

Tendo ciência de que o café é avaliado com base qualitativa para ser vendido, é necessário que todos os fatores de produção estejam adequados. Para isso, fazem-se necessários cuidados especiais nas diversas operações que constituem o manejo cultural da lavoura (ZAMBOLIM, 2006; SOUZA, 2018; 2021).

No Espírito Santo o café arábica é cultivado predominantemente em áreas declivosas: em 26.313 propriedades rurais. Envolve 53 mil famílias, em uma área de 150 mil ha e produção média anual de três (3) milhões de sacas. Embora haja disponibilidade de tecnologias, a sustentabilidade dessa cafeicultura enfrenta diversos desafios, tais como: a) redução de custos; b) diversificação e aumento da renda; c) melhoria da qualidade de vida; d) conservação dos solos; e e) melhoria da qualidade do café (TRISTÃO et al., 2019).

Segundo esses mesmos autores, as novas tecnologias disponibilizadas, tais como cultivares mais bem adaptadas às condições de cultivo, colheita semimecanizada, implementos mais adaptados às condições declivosas, microterraceamento das lavouras, manejo com cobertura do solo, podas adequadas, adubações químicas e orgânicas equilibradas, têm permitido elevar a produtividade e os patamares de sustentabilidade – tanto para o café arábica, como para o conilon.

Além destas opções, na busca pela construção de novos manejos para a cafeicultura, é possível utilizar práticas de conservação do solo, tais como: construção de terraços de base larga e estreita; plantio em nível; proteção das áreas de APP (nascentes e vegetação ciliar dos corpos hídricos); cobertura do solo e a construção de cochinhos e de barraginhas². O uso de tais técnicas promove a obtenção de benefícios das interações ecológicas e, ou, econômicas advindas destas combinações. A água, por exemplo, fundamental em qualquer sistema produtivo, terá a sua produção aumentada e a qualidade melhorada (SOUZA, 2018; 2021).

Considerando a crise econômica e ecológica enfrentada pela cafeicultura intensiva em agroquímicos e a diversidade de modelos de base ecológica existentes, o presente livro tem como objetivo apresentar a trajetória da cafeicultura no Brasil, tecendo uma análise dos principais impactos causados por esta *commodity*, tendo como estudo de caso a cafeicultura capixaba, com destaque uma lavoura de café conilon do Ifes campus de Alegre: cabe sempre considerar que o Espírito Santo é o maior produtor dessa espécie de café no país.

² Nos dias atuais, de acordo com a Embrapa (2018), as denominações barraginha, caixa seca e caixa de contenção, referenciam-se à mesma prática conservacionista, com objetivos idênticos: acumular água visando o seu fornecimento às culturas e à recarga de aquíferos.

Em um segundo momento o livro apresenta o estado da arte de uma conhecida prática conservacionista: as barraginhas – com seu potencial de conservação e preservação do solo e da água, da biodiversidade do solo, da geração de renda, do resgate de práticas tradicionais de cultivo e uma reconstrução dos agroecossistemas por meio dos redesenhos das unidades de produção no Ifes campus de Alegre.

Além disso, considerando que o presente livro teve seu início trabalhado na disciplina “Cafeicultura Agroecológica”, apresentam-se pressupostos dessa prática como uma condição para a transição agroecológica visando a promoção de uma cafeicultura sustentável: manejo ecológico do solo, de pragas e doenças, das ervas espontâneas e redesenho dos agroecossistemas com agrofloresta (diversificação com o aumento da biodiversidade dentro dos sistemas produtivos).

Com a ajuda das barraginhas, uma lavoura de café poderá desenvolver de forma significativa seu sistema radicular, atingindo camadas mais profundas do solo, o que permite suas raízes buscarem água em maiores profundidades, bem como os nutrientes que a planta necessita para se desenvolver. Também, no período de seca apresentam menor estresse hídrico, implicando em maior produtividade e redução da bienalidade (EMBRAPA, 2018; MATIELLO, 2018).

Para avaliar uma dessas opções, entre outros, o principal objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre as “barraginhas” e, em um Estudo de Caso, identificar e avaliar o seu efeito na produtividade de café conilon em lavoura locada em relevo acidentado, localizada no Ifes campus de Alegre, Rive, ES.

Para isso, levantou-se uma hipótese: as plantas situadas sob a influência direta da zona de infiltração de água das barraginhas apresentarão melhor condição vegetativa e maior produtividade por planta que aquelas mais distantes ou fora da sua zona de influência direta.

A importância do café para o mundo e o Brasil

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Amanda Evaristo Lacerda, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3.c1>

1. Introdução

Ao comemorar os 290 anos de “Café no Brasil” em 2019, o país colheu a sua safra recorde: aproximadamente 58 milhões de sacas - com uma produtividade média de 30 sacas por hectare. Assim, consolidou a cafeicultura brasileira na liderança global da bebida como o maior produtor, exportador e o segundo maior consumidor mundial. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2020), o valor bruto da produção de café atingiu R\$ 24,34 bilhões, contribuindo para a geração de milhões de postos de trabalho e a melhoria da qualidade de vida da população.

Quando se fala em qualidade de vida, junto com o índice de Gini³, que mede a renda, é interessante olhar para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que leva em conta a renda, educação e saúde. Comparando-se o IDH da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) nas últimas décadas, observa-se que o desenvolvimento agropecuário no Brasil resulta em melhoria da vida das pessoas.

De acordo com os dados do Censo Agropecuário (2017), apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ser um cafeicultor brasileiro é também um bom negócio; contudo, deve englobar em seu negócio

³ Índice de Gini, criado pelo matemático italiano Conrado Gini, é um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um (alguns apresentam de zero a cem). O valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos teriam a mesma renda. O valor um (ou cem) está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa deteria toda a riqueza (IPEA, 2021).

todos os aspectos da sustentabilidade: o econômico, o social e o ambiental (IBGE, 2017).

O café é produzido em 307,8 mil estabelecimentos, um aumento de 7,3% quando se compara ao Censo 2006, quando foram registrados 286,7 mil estabelecimentos. Em Minas Gerais, maior produtor nacional, os dados do Censo mostram aumento de 13,9% do número de propriedades dedicadas à produção cafeeira no estado, totalizando em torno de 120 mil unidades de produção. Cabe lembrar, que na agricultura como um todo, houve redução no número de produtores, em torno de 10% nesse mesmo período (IBGE, 2017).

Portanto, a importância da cafeicultura brasileira pode ser visualizada pelo volume de produção, pelo consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e capacidade de geração de emprego e de renda na economia (TEIXEIRA, 2002; CONAB, 2015).

Há de se considerar, também, que a cafeicultura nacional cresceu constantemente nas últimas décadas, apresentando valores significativos quanto à sua importância socioeconômica. Além disso, o desempenho da atividade cafeeira desenvolvida no primeiro trimestre de 2016 apresentou um crescimento no nível de exportação em toneladas, o que explica ganhos dos valores em “dólares” (CONAB, 2015).

Tratando-se de espécies e cultivares, no Brasil e em todo o mundo, uma quantidade bastante expressiva pode ser encontrada: existem, pelo menos, 124 espécies de *Coffea*, embora apenas duas estejam entre as espécies de maior importância e relevância comercial, para a cafeicultura mundial e nacional: a *Coffea arabica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta) (DAVIS et al., 2006; FERRÃO et al., 2017).

2. A importância socioeconômica da cafeicultura para o Brasil

Quando chegou ao Brasil, em 1727, o café era conhecido e consumido além do mundo árabe: conquistou os grandes centros urbanos da Europa como um produto sofisticado. Porém, sua exploração comercial no Brasil demorou algumas décadas, posto que seu plantio não foi estimulado na época pelo Reino português (LOPES et al., 2014).

De acordo com esses mesmos autores, assume, finalmente, importância comercial para exportação no fim do século XIX, quando ocorre a alta de preços

causada pela desorganização do grande produtor que era a colônia francesa do Haiti. Nesse mesmo período caracterizado pela alta dos preços do café ocorreu a expansão da cafeicultura em diversas áreas da América e Ásia. Segundo Khatounian (2001), o cultivo de café se expandiu para o mundo apenas no século XIX, especialmente na segunda metade, tornando-se o Brasil seu principal produtor e sua principal riqueza no Segundo Império.

Após a descoberta da cultura, o café assumiu importância socioeconômica na vida dos povos que o cultivaram, tornando possível garantir a reprodução social das famílias produtoras e reforçando a economia de vários países. Na primeira década após a independência do Brasil, o café já contribuía com 18% do valor das exportações do Brasil, colocando-se em terceiro lugar depois do açúcar e do algodão (FURTADO, 2005).

Nos anos seguintes já alcança o primeiro lugar, representando mais de 40% do valor das exportações brasileiras. Em torno dos anos da década de 1790, a exploração comercial do café era bem sucedida nas encostas próximas ao Rio de Janeiro; em 1830 os cafezais cobriam vastas áreas do Vale do Paraíba, atravessando os limites da província de São Paulo (DEAN, 1997, *apud* LOPES et al., 2014).

De acordo com Bacha (1992), diversos fatores contribuíram com a propagação das lavouras cafeeiras no Rio de Janeiro, Vale do Paraíba e oeste paulista, dentre eles: a disponibilidade de grandes extensões de terras cobertas por matas e ricas em matéria-orgânica, a presença de mão de obra escrava, a decadência do ciclo do ouro em Minas Gerais e a demanda pelo café. Isso possibilitou a expansão da cafeicultura e as exportações brasileiras.

Além de toda essa circunstância econômica favorável à produção do café, questões socioambientais colaboraram com o êxito da cafeicultura no Brasil. De acordo com Khatounian (2001), a amenização do calor tropical, operada em sua região de origem pela altitude, foi aqui auxiliada pela latitude, tornando o sombreamento supostamente desnecessário (nos dias atuais, questionam-se essa situação).

Tratando-se de organização, a lavoura cafeeira seguiu os modelos tradicionais e clássicos da agricultura do país: a exploração em larga escala, no formato de grande lavoura (conotação sinônima da “plantation” dada pelos economistas ingleses), fundamentada na grande propriedade com extensas

áreas de monocultivos, tendo como instrumento de trabalhos inicialmente os escravos negros e, posteriormente, os assalariados (PRADO JÚNIOR, 1967 *apud* LOPES et al., 2014).

Dean (1997), *apud* Lopes et al. (2014), mostra que os primeiros produtores de café não consideraram as características do local de origem do cafeeiro: ao invés de adotar o sombreamento dos plantios e tentar melhorar sua qualidade, a opção foi pela expansão da monocultura, visando a quantidade produzida.

Contudo, segundo Khatounian (2001), não se deve considerar apenas o máximo produtivo, mas também outros aspectos desejáveis no cultivo, tais como a sanidade, a longevidade, a redução da bienalidade e a prevenção contra morte por esgotamento; ou seja, a meia-sombra, assim como em sua região de origem, seria preferível. O fato é que, em tempo reduzido, o Vale do Paraíba se transformou em um grande cafezal e com total ausência de mata primária.

De acordo com Souza (2006), com o predomínio da monocultura em sistema extensivo, os cafezais não sombreados envelheciam precocemente. Em resposta a esse sistema, o cafeeiro começa a produzir no quarto ano de vida e em torno dos vinte, eventualmente até aos dez ou doze anos, quando a matéria orgânica oriunda da antiga mata e a fertilidade natural dos solos se esgotava, os cultivos eram abandonados para serem substituídos por novas plantações em áreas virgens e ricas em matéria orgânica. As terras abandonadas, em encostas íngremes, erodidas e degradadas, eram então arrendadas para retirada de lenha e posteriormente convertidas em pastagem, sem nenhum manejo e sob a gestão de novos proprietários.

Em 1929, uma superprodução de café provocou queda nos preços, abalando a economia nacional: foram destruídas 78 milhões de sacas de café entre 1931 e 1945, o que equivaleria a cinco safras normais de café. As plantações de café iriam entrar em uma fase de sérias crises de superprodução, assumindo seu auge em 1932 - época em que o mercado internacional não se apresentava receptivo às grandes safras (GALETI, 2004).

Por volta de 1945, de acordo com esse mesmo autor, chegava ao fim da crise iniciada em 1929: os preços voltaram a subir, o mercado se recuperou e grandes plantios foram feitos em regiões de São Paulo e do Paraná. Com objetivo de diminuir a produção, em meados dos anos da década de 1960, o país

promoveu a erradicação de lavouras de café, tendo o estado do Espírito Santo sua área erradicada, patrocinado pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC), de aproximadamente 54%, provocando o maior êxodo rural da história do estado. Contudo, foi restabelecido um novo equilíbrio do mercado.

De acordo com Prado Júnior (1967), *apud* Lopes et al. (2014), em 1962 o Brasil possuía um imenso parque cafeeiro: formado por plantas velhas, economicamente inviáveis para os fazendeiros devido à baixa produtividade, localizadas em regiões inaptas, com severos riscos de geadas. Dessa forma, o governo criou um programa de racionalização da cafeicultura, com o objetivo de erradicar dois bilhões de cafeeiros.

Nos anos da década de 1960, de acordo com Silva (1994) *apud* Lopes et al. (2014), a cafeicultura brasileira foi objeto de um conjunto de transformações tecnológicas, institucionais e creditícias que possibilitaram a sua adequação ao modelo produtivista da agricultura. Segundo esse mesmo autor, baseando-se em variedades de alto rendimento, na utilização de insumos modernos (fertilizantes e agroquímicos), com amplo apoio financeiro sustentado por linhas de crédito especiais, iniciou-se um processo de inovação que modificou o perfil da cafeicultura nacional.

A partir desse período, o uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e máquinas agrícolas passaram a ser uma regra permanente nas lavouras de café. Paralelamente, os problemas socioambientais já existentes na época tomaram maiores dimensões. Segundo Galetti (2004), iniciou-se um processo de substituição do serviço humano pelas máquinas e acelerou-se o processo de degradação ambiental. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), maior centro de pesquisas cafeeiras à época, preparou a cafeicultura com variedades de alto rendimento, de maneira a participar como consumidora de insumos, justamente no processo de implantação de industrialização intensiva. Nos anos seguintes, verificou-se um aumento no número de desempregados e do êxodo rural.

Para Primavesi (1997), como consequência do uso intensivo da tecnologia químico-mecânica, os trabalhadores rurais perderam seus empregos e as colônias nas fazendas ficaram vazias. Para essa mesma autora, no Brasil, em função do processo conhecido como modernização da agricultura, cerca de trinta milhões de pessoas migraram para as cidades no final do século XX. Por experiência pessoal, o autor desse capítulo presenciou essa realidade no

município de Castelo, ES, nos anos de 1970 a 1990, de forma bastante expressiva.

Nos dias atuais do ano de 2022, particularmente após o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, o aumento do preço dos insumos agrícolas utilizados na lavoura cafeeira, a falta de políticas governamentais de apoio à cafeicultura e um mercado exigente em qualidade, têm causado a diminuição da rentabilidade econômica da atividade cafeeira, apesar dos bons preços dessa *commodity*.

Como resultado, frequentemente em algumas regiões, evidencia-se o abandono de lavouras cafeeiras, particularmente por pequenos produtores que estão sem acesso à Extensão Rural e Assistência Técnica. As novas tecnologias introduzidas no mercado e as pesquisas vigentes com o objetivo de aumentar a produtividade do café não atendem as necessidades dos cafeicultores familiares, mais descapitalizados. Por exemplo, o desenvolvimento das variedades de café visando somente às altas produtividades, conseqüentemente, exigentes em adubações pesadas. Além de serem tecnologias caras, ecologicamente instáveis e socialmente dispensáveis, remetem-nos a um passado repleto de crises e erros fundamentados em interesses comerciais das indústrias do setor agrícola (Figura 1).



Figura 1. Lavoura de café implantada em encosta escarpada altamente dependente de tecnologias de elevado custo. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O Brasil se destaca por ser o maior produtor e exportador de café. De acordo com a Organização Mundial do Consumidor, cerca de 25 milhões de pessoas tem seu sustento dependente da cafeicultura, bem como 100 milhões de pessoas deve estar envolvido nos processos da cadeia produtiva do café, o que endossa a importância do desenvolvimento sustentável desse mercado (TRAUER et al., 2017).

Assim, verifica-se que essa *commodity* tem uma importância crucial no que se refere à absorção da mão de obra no meio rural e na geração de empregos nos diversos setores da cadeia produtiva cafeeira. No entanto, nas últimas duas décadas, a cafeicultura passou por mudanças em sua estrutura produtiva, visando o aumento da qualidade do produto e da competitividade, tentando melhorar sua imagem diante dos seus consumidores.

Surgiu um novo consumidor, preocupados com as questões relacionadas à saúde e aos aspectos socioambientais. Recentemente, o país tem se voltado ao excelente potencial de produção de cafés especiais: apesar de possuir representação pequena nesse mercado de cafés de bebidas finas, as preocupações por parte dos agricultores, pesquisadores e órgãos políticos têm aumentado em anos recentes.

De acordo com Bonato (2017), os técnicos e produtores foram expostos a novas técnicas e processos, quebrando paradigmas, evoluindo, tornando real a possibilidade de agregação de valor e de renda. Exemplo da agregação no valor por saca se pode citar os produtores da região do Caparaó: vêm se capacitando e profissionalizando em busca da excelência na produção de cafés especiais.

Resultado desse trabalho se faz presente anualmente com boas colocações e premiações nos concursos estaduais, nacionais e até internacionais. Os prêmios obtidos são de grande importância, pois ajudam na agregação do valor do produto e no reconhecimento do trabalho agrícola. Segundo Lacerda (2022), em Minas Gerais, órgãos como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER/MG e INCAPER/ES), em parceria com a Universidade Federal de Lavras, UFV, UFES, IFES campus de Alegre/Caparaó Jr. e outras instituições de pesquisas e empresas privadas, realizam anualmente o Concurso de Qualidade dos Cafés

de Minas. O objetivo do concurso é incentivar os produtores mineiros à melhoria na qualidade, premiando os cafés vencedores.

De acordo com essa mesma autora, o sucesso desse incentivo pode ser visto por intermédio do resultado e reconhecimento dos produtores: no ano de 2021, os atuais campeões, Família de Lacerda, vencedores na categoria natural e cereja descascado, venderam as sacas a R\$4.000,00 e o 2º Categoria Natural, R\$4.500,00; o 1º lugar Cereja Descascado e o 1º Geral a R\$ 7.000,00! Esses valores são bem superiores aos praticados pelo mercado de cafés não especiais, em que uma saca de 60 kg, era vendida, em média, por R\$ 740,00⁴. No entanto, esse concurso e muitos outros avaliam a qualidade física e sensorial do café, independentemente do manejo adotado nas lavouras (LACERDA, 2022).

Segundo essa mesma autora, o 17º Concurso Nacional ABIC de Qualidade de Café - Origens do Brasil - safra 2020 teve uma produtora mineira como vencedora: a cafeicultora Maria Luiza Lacerda Gomes, do município de Espera Feliz, na região Matas de Minas, destaque na categoria Arábica. O lote de Maria Luiza, produzido no Sítio Forquilha do Rio, atingiu nota de 8,87 na qualidade global: orgulhosa, disse ser uma alegria muito grande saber que está dando continuidade ao trabalho de sua família, e que a dedicação familiar coletiva tem ajudado a elevar o nome da região e do município como produtor de cafés de qualidade.

As questões ambientais, éticas, culturais e sociais atreladas à produção não fazem parte dos critérios de avaliação. Apesar das crises que a cafeicultura vem enfrentando ao longo da história, não se deve negar a sua “bravura” e persistência, pois mesmo diante da atual crise energética, favorecendo o aumento dos preços dos insumos químicos exigidos pelas lavouras convencionais, o crescimento do consumo de tal produto é crescente no mundo e, de forma significativa, no Brasil - esse fato tem exigido a renovação e ampliação de novas áreas cafeeiras.

⁴ Cabe considerar que na parcial da safra 2021/22 (de julho/21 a 30 de dezembro/21), a média do Indicador do arábica foi de R\$ 1.171,42/saca, expressiva alta de 68% em relação ao mesmo período de 2020/21 (<https://www.agrolink.com.br/>).

3. A importância socioeconômica da cafeicultura para o estado do Espírito Santo

O estado do Espírito Santo introduziu os pacotes tecnológicos promovidos pela Revolução Verde somente na segunda metade dos anos da década de 1970. A produção agrária do Espírito Santo foi baseada em monoculturas, principalmente cana-de-açúcar, no século XVII, e posteriormente café, no século XIX. Entre 1975 e 1980 a produção de café aumentou 23,5% por ano no estado, com o emprego constante de mecanização, fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos (SOUZA; FORNAZIER; PONCIANO, 2020). Entretanto, essas atividades prejudicam o equilíbrio natural da água e dos solos, alterando a dinâmica da micro e macrofauna, tornando as culturas cada vez mais susceptíveis a patógenos, e conseqüentemente, exigindo continuamente a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos.

Agregado a essa realidade de desequilíbrio ambiental, existe uma crescente demanda social por alimentos de melhor qualidade e que gerem menor impacto ambiental, estimulando o setor ao desenvolvimento de novas tecnologias, ambientalmente adequadas, que contribuam para a produção agropecuária sustentável (EMBRAPA, 2018). Para tal, tem-se intensificado pesquisas por alternativas que permitam uma gestão mais adequada dos recursos naturais na produção agrícola.

O modelo de cafeicultura adotado no Brasil, desde o início do século XIX, caracteriza-se pelo monocultivo a pleno sol e, portanto, com baixo nível de diversidade biológica, desconsiderando a ideia de que o cafeeiro pode ser cultivado abaixo do dossel das florestas. Cabe considerar que o café, de acordo com Damata et al. (2019), independentemente da espécie, pode ser categorizado como uma planta com alta sensibilidade às mudanças climáticas.

É importante salientar que mudanças climáticas pode ser o resultado de alterações climáticas em um mesmo lugar e, ou, mudanças de ambiente com condições climáticas diferentes. Segundo Ramalho et al. (2018), as condições ambientais determinam a adequação das áreas de cultivo e, o entendimento das estratégias de aclimatação à baixa temperatura e à disponibilidade de água, é decisivo para garantir a sustentabilidade das lavouras cafeeiras.

Por questões tais como às referidas até o presente momento, a pesquisa brasileira vem sendo impulsionada para a busca de soluções mais ecológicas e

economicamente viáveis, principalmente para os pequenos e médios agricultores. Para isso, são necessários novos estudos e estímulos à produção agroecológica com objetivo de adoção de práticas sustentáveis, tais como sistemas agroflorestais⁵, agricultura de baixo carbono (ABC)⁶, recuperação de áreas degradadas (RAD), bem como o combate de pragas e doenças a partir do controle biológico (EMBRAPA, 2018).

Percebendo a tendência mundial no desenvolvimento da agricultura sustentável e a importância da cafeicultura no estado do Espírito Santo, em especial para agricultura de base familiar, é relevante o desenvolvimento de pesquisas sobre novas tecnologias que contribuam para a compreensão e progresso acerca dos efeitos da utilização de práticas conservacionistas eficientes na cultura do café (Figura 2).



Figura 2. Área de pesquisa com café sombreado da Incaper em Venda Nova do Imigrante, ES. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2022).

⁵ Sistema agroflorestal (SAF) é caracterizado pela alta diversidade biológica, sendo constituído por diversas culturas agrícolas (perenes e anuais) e árvores nativas.

⁶ Propõe um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) que é a mistura das plantações, da criação de animais e das coberturas florestais em um mesmo espaço. A combinação dessa técnica com o sistema de plantio direto (SPD) é uma das práticas desse modelo.

O fato é que a cultura do café teve grande influência na colonização e desenvolvimento do Brasil, apresentando até os dias atuais um importante papel socioeconômico. O Estado do Espírito Santo é o estado brasileiro que mais produz café conilon - cerca de 75% a 78% do total da produção nacional. É responsável por aproximadamente 20% da produção do café robusta do mundo (INCAPER, 2019).

São, em média, 63 municípios que plantam e colhem o grão em cerca de 283 mil de hectares e empregam mais de 250 mil pessoas direta e indiretamente. Rendem para o estado cerca de R\$ 4,7 bilhões, aproximadamente 35% do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio capixaba, de acordo com o INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (*ibidem*).

O Estado é referência brasileira e mundial no desenvolvimento da cafeicultura do conilon, com uma produtividade média que já alcançou 35 sacas por hectare (sc. ha⁻¹). Muitos produtores tecnificados chegam a colher mais de 100 sc. ha⁻¹. A produtividade evoluiu muito nos últimos 25 anos, graças às tecnologias desenvolvidas pelo Incaper em parceria com diversas instituições (TRISTÃO et al., 2019).

De acordo com Brando (2022), a participação do café Robusta na produção mundial passou de 25% em 1980 para cerca de 35% em 2005, excedeu 42% em 2020 e está caminhando para 45% ou mais. O Brasil terá uma safra recorde de Conilon neste ano de 2022, sendo que o Vietnã provavelmente terá um ano normal e Uganda está em ascensão na produção de Robusta. Além disso, produtores tradicionais de Arábica como México e Nicarágua estão aumentando sua produção de Robusta, além da Colômbia.

Para esse mesmo autor, o recente crescimento do preço do café verde, bem como a queda na renda em muitos países devido à pandemia, continuará exigindo o aumento da participação de Robusta nas ligas de café a fim de limitar o aumento dos preços do café aos consumidores. Essas tendências recentes se somam às mudanças mais fundamentais e de longo prazo no mercado de café que favoreceram o aumento, de longo prazo, na produção e no consumo de Robusta.

O retorno do consumo fora de casa (cafeterias e escritórios), no mundo pós-pandemia, criará riscos e oportunidades para os cafés Robusta. A melhoria da qualidade do café Robusta verde é uma forma segura de manter os mercados conquistados durante a pandemia, bem como abrir novos mercados. Há muitas maneiras de melhorar a qualidade do café Robusta: talvez, a mais rápida seja por meio do processamento pós-colheita (BRANDO, 2022).

A distribuição da expectativa de produção pelo território do estado para o ano de 2019 foi da seguinte maneira (INCAPER, 2019):

✓ **Região Noroeste** - Constituída por 17 municípios. Representa cerca de 47% de área (112 mil ha em produção) e 41,50% da produção (4,130 milhões de sc. ano⁻¹). A produtividade média é de 36,87 sc. ha⁻¹ (dados de 2014) e 38,74 sacas por hectare (dados 2020). A cafeicultura está localizada em região de topografia acidentada, predominantemente composta por pequenos produtores de base familiar com bom nível tecnológico. Mais de 70% da cafeicultura na região é irrigada.

✓ **Região Nordeste** - Constituída por 15 municípios. Com base nos dados de 2014, a região representa cerca de 33 % de área (86 mil ha em produção) e 41 % da produção (4,08 milhões de sc. ano⁻¹). A produtividade média de 47,25 sc. ha⁻¹. A cafeicultura está localizada em região de topografia predominantemente plana. Os produtores possuem bom nível tecnológico e mais de 90% das lavouras são irrigadas.

✓ **Região Centro Serrana** - Constituída por 12 municípios. Com base nos dados de 2014, a região representa cerca de 9 % (23 mil ha em produção) da área e 8,3 % da produção (824 mil sc. ano⁻¹). A produtividade média de 36,43 sc. ha⁻¹. A região centro serrana possui topografia acidentada. A cafeicultura na região é predominantemente de pequenos produtores de base familiar, que possuem médio nível tecnológico. Mais de 60% das lavouras são irrigadas.

✓ **Região Sul Caparaó** – Constituída por 20 municípios. Com base nos dados de 2014, a região representa cerca de 11 % (28,60 mil ha em produção) da área e 9,30 % da produção (916 mil sc. ano⁻¹). A produtividade média é de 32,96 sc. ha⁻¹. Cafeicultura localizada em região de topografia acidentada,

predominantemente composta por pequenos produtores de base familiar, com predomínio de produtores de médio nível tecnológico. Cerca de 20 % é irrigada.

Segundo a *International Coffee Organization* (ICO), 80% do café produzido no mundo vêm da montanha: das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Embora a maior área cafeeira do mundo seja mecanizada, 40% da produção nacional brasileira são provenientes de áreas de montanhas. Desta forma, é inquestionável a importância da região de montanha para a cafeicultura do país (ROMERO, 2013).

Dentre as facilidades encontradas na cafeicultura de montanha, pode-se citar a boa condição climática e a melhor infraestrutura associada à cafeicultura do modelo de produção familiar. Contudo, há de se considerar, que a declividade nas montanhas produtoras de café sempre foi e será um obstáculo para o agricultor. Nas pequenas propriedades de áreas montanhosas a operação de mecanizar se torna inviável. A topografia desfavorável implica em maior custo econômico com mão de obra, a falta de opções de exploração agrícola mecanizada e o maior risco de degradação ambiental (MATIELLO, 2018).

Como consequência, o Espírito Santo possui em torno de 393 mil hectares de área agrícola degradada, o que corresponde a aproximadamente 17% das terras agrícolas do estado (BARRETO; SARTORI; DADALTO, 2012). De acordo com Souza (2021), a recuperação dessas áreas representa um enorme potencial em termos de transformação de áreas improdutivas e degradadas em fontes de geração de renda, empregos diretos e indiretos, e ainda conservação dos recursos naturais, em especial solo e água (Figura 3).

Há de se considerar que em todas as regiões agrícolas do Estado do Espírito Santo, bem como nas demais regiões produtoras de café de montanha (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo), existem problemas visíveis de degradação do solo. De acordo com Souza (2021), a degradação do solo tem início quando se interfere na sua cobertura natural, eliminando-a simplesmente, ou substituindo-a por uma cultura, conduzindo-a sem práticas adequadas de manejo e conservação.



Figura 3. Pastagem degradada no município de Jerônimo Monteiro, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

A situação é mais grave nas bacias hidrográficas da região noroeste e da região sul capixaba de baixa altitude (BARRETO; SARTORI; DADALTO, 2012). A maior parte dessas áreas é de pastagens mal manejadas e que se encontra em áreas de relevo acidentado: condição mais propícia à erosão, o que leva a baixa produtividade e à degradação da qualidade do solo Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG, 2008) (Figura 4).



Figura 4. Área de pastagem degradada: anteriormente, destinada à cafeicultura, município de Muqui, Sul do ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O solo, desprovido de cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto da chuva ou do vento, sofre desagregação (“splash”) e remoção de suas partículas nas enxurradas. Este efeito é complementado pelo escoamento superficial das águas (ES), ou pela abrasão das partículas transportadas pelo vento – comum na medida em que o solo fica compactado (EMBRAPA, 2011; SOUZA, 2015; 2018; 2021).

Cabe considerar que o solo é recurso natural não renovável, repleto de microrganismos que desempenham papel fundamental na sua qualidade biológica. Porém, o solo é passível de degradação em função das ações antrópicas, que podem ocasionar interferências negativas ao sistema. Estas alterações provocadas nos atributos do solo podem diminuir a capacidade do mesmo em ceder nutrientes para as plantas. O funcionamento do solo está diretamente ligado às suas características químicas, físicas e biológicas, sendo que a parte biológica é o componente que influencia diretamente nos outros, constituindo-se um forte potencial como bioindicador da qualidade do solo (MENDES et al., 2018; SOUZA, 2018; 2021).

Um ecossistema complexo e estruturado está presente nos solos, sujeito às variações edafoclimáticas, que são particulares de acordo com a região (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). De acordo com Bender; Wagg; Heijden (2016), esses ambientes têm como características a heterogeneidade e dinamicidade, imposta pela interação equilibrada dos organismos com suas diferentes substâncias produzidas, contribuindo para a existência de uma grande biodiversidade. A relação entre a qualidade do solo e a manutenção da vida é íntima, já que o solo é a fonte nutricional das plantas (Figura 5).

Nos dias atuais, várias pesquisas vêm sendo realizadas nas Instituições de Pesquisas do Espírito Santo, como no Ifes campus de Alegre, buscando alterar esse cenário (Figura 6).



Figura 5. Área com a cultura do café na região do Caparaó capixaba sem cobertura vegetal. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2019).



Figura 6. Pesquisa recém-implantada no Ifes campus de Alegre com clones de café Conilon. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

✓ Certifica Minas

Todos os produtores premiados de Espera Feliz participam do Certifica Minas Café: programa de certificação de propriedades cafeeiras desenvolvido pela Emater/MG, em conjunto com a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) e o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). A Emater/MG orienta os produtores na adequação das propriedades às boas práticas agrícolas em todas as fases da produção, atendendo normas ambientais e trabalhistas, reconhecidas internacionalmente. Ao final do processo, a propriedade passa por uma auditoria para o recebimento da certificação. Mais de 1,1 mil propriedades estão certificadas no Estado de MG (AGRICULTURA.MG, 2020).

O produtor Tarcísio Lacerda, um dos produtores que possui o Certifica Minas, em 1972, plantou sua primeira lavoura de café, em Espera Feliz. Durante anos vendeu café a preços baixos - o café da região era considerado ruim. Com a ajuda do filho, Jhone Lacerda, começou a melhorar a qualidade da produção, entender melhor o mercado e a se capacitar. Sua surpresa foi descobrir que já produzia café de boa qualidade; porém, não eram remunerados pela qualidade (Figura 7).



Figura 7. Visita ao Sítio Santa Rita com alunos do Ifes campus de Alegre: recebidos pelo Sr. Tarcísio Lacerda e seu filho Jhone Lacerda. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2019).

O produtor Tarcísio conta que, incentivado pelo filho Jhone Lacerda, começou a acreditar que poderia vender café, considerado especial, muito mais valorizado no mercado. A ideia, um sonho naquele momento, era comercializar o produto diretamente para cafeterias. A partir do momento em que Jhone Lacerda inicia seus estudos no Ifes campus de Alegre, Curso de Tecnologia em Cafeicultura, novos conhecimentos foram adquiridos: de classificação, de degustação, de tratos culturais, finalmente, começa a produção de cafés diferenciados - em 2012, foi comercializado o primeiro saco de café direto para uma cafeteria (Figura 8).



Figura 8. Visita ao Sítio Santa Rita com alunos do Ifes campus de Alegre: palestra com Jhone Lacerda, ex-aluno do Ifes campus de Alegre. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2019).

Segundo Jhone Lacerda, a participação do Certifica Minas foi fundamental para melhorar a gestão da propriedade: foi o “start” - promoveu uma evolução de três ou quatro anos. Contribuiu a colocar um preço justo no nosso café, graças à organização que o programa nos ensinou a ter (Figura 9).

Atualmente, desenvolvem diversas pesquisas, como na área de cafés fermentados, e possuem uma excelente estrutura de pós-colheita. Inclusive, pode ser considerada uma nova fonte de renda, posto que prestam serviço para vizinhos da região. Não apenas nessas áreas, o Sítio Santa Rita é uma referência em agroturismo: cursos de terra, a Cafeteria, eventos diversos, estão entre os atrativos da propriedade.



Figura 9. Vista parcial das lavouras de café do Sítio Santa Rita e sua estrutura antiga de pós-colheita. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2019).

Autores

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Amanda Evaristo Lacerda, Maurício Novaes Souza *

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Práticas de conservação e recuperação do solo

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Vinícius de Freitas Mateus, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3.c2>

1. Introdução

A água e o solo são recursos naturais finitos, sendo fundamentais para a manutenção da vida no planeta - logo, o manejo adequado desse recurso é de extrema e vital importância. Nos dias atuais, tem-se verificado que a utilização dos recursos naturais de forma negligenciada vem gerando impactos e externalidades negativas, principalmente relacionadas à ausência de práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias: causam tanto a perda de solo quanto alterações na dinâmica dos corpos hídricos (SOUZA, 2018).

A conservação do solo consiste em dar o uso e o manejo adequado às suas características químicas, físicas e biológicas, visando à manutenção do equilíbrio ou recuperação (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005; SOUZA, 2021). Por intermédio do planejamento e aplicação correta das práticas de conservação do solo, conseguem-se manter o potencial produtivo do solo e evitam-se problemas como a erosão e a compactação.

De acordo com Souza (2018; 2021), erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas constituintes do solo. Esse processo é causado pela água e pelo vento, sendo um dos fatores de empobrecimento dos solos. A erosão ocorre de forma natural ao longo de milhares de anos moldando as paisagens. Entretanto, a intensidade e a taxa dessa erosão são aceleradas pelas atividades antrópicas: o uso e o manejo incorretos do solo expõem o solo à radiação solar, ao vento e à chuva.

2. Práticas de conservação do solo

Para a conservação do solo e da água, por meio do manejo, recomendam-se práticas conservacionistas fundamentadas em três princípios básicos (SOUZA, 2018):

- a) aumento da cobertura vegetal (reduz a desagregação e transporte de partículas do solo);
- b) infiltração de água no solo (reduz o escoamento superficial e as perdas de água e solo); e
- c) promover a rugosidade do terreno (reduz a velocidade e o volume do escoamento superficial e aprisiona os sedimentos da erosão) (Figura 1).



Figura 1. Café nas regiões das Montanhas do Espírito Santo. Fonte: Simão et al. (2017).

As práticas de conservação reduzem a erosão do solo (RODRIGUES *et al.*, 2016). No Brasil, a erosão hídrica é a maior deflagradora da degradação do solo agrícola (ZONTA *et al.*, 2012). De acordo com esses mesmos autores e Souza (2018; 2021), a erosão hídrica ocorre por falta de cobertura vegetal: as partículas do solo exposto se desprendem ou são arrastadas pelas águas das precipitações, ou mesmo pelo sistema de irrigação implantado, atingindo os corpos hídricos, provocando o seu assoreamento e a redução da biodiversidade.

De acordo com Souza (2021), o uso de práticas agrícolas e de procedimentos de conservação do solo e da água é importante para a recuperação de áreas degradadas, tais como: planejamento, análise de solo, rotação de culturas, adubação verde, terraceamentos, caixas secas/barraginhas e quebra-ventos. Todas estas técnicas, vegetativas e mecânicas, isoladas e, ou, associadas, buscam conservar e recuperar solos degradados pela ação antrópica; entretanto, a escolha de sistemas de produção ou de práticas conservacionistas de solo e água deve ser feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e região (Figura 2).



Figura 2. Área declivosa de café do Ifes campus de Alegre. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

As práticas de conservação do solo e água podem ser divididas em: edáficas, vegetativas e mecânicas (ZONTA *et al.*, 2012; SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015). De acordo com Souza (2018), ainda podem ser usadas as conjugações dessas em uma mesma área, por exemplo, a mecânica-vegetativa (Figura 3).



Figura 3. Roçada mecânica e solo coberto com vegetação. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

As práticas edáficas podem ser divididas em: controle de queimadas, adubação verde, adubação química, adubação orgânica, calagem (SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015; ZONTA *et al.*, 2012; SOUZA, 2018) e Silva; Freitas e Cândido (2015) acrescentam: gessagem, fosfatagem e ajustamento da capacidade de uso.

As práticas vegetativas mais utilizadas podem ser divididas em: florestamento e reflorestamento, plantas de cobertura, cultivo em faixas, alternância de capinas, cobertura morta (*mulch*), rotação de culturas (ZONTA *et al.*, 2012; SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015; SOUZA, 2018) e consórcio de culturas (SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015).

Quanto à prática conservacionista vegetativa de culturas em faixas, Silva; Freitas; Cândido (2015) a classifica distintamente como culturas em faixas de rotação e culturas em faixas de retenção. Para Zonta *et al.* (2012), além das práticas relatadas, também incluíram controle das plantas daninhas e sistema de plantio direto, sendo essas práticas, apresentadas diluídas em outras práticas conservacionistas no trabalho de Silva; Freitas e Cândido (2015).

As práticas conservacionistas do solo de caráter mecânicas mais utilizadas são: terraceamento (ZONTA *et al.*, 2012; SILVA; FREITAS; CÂNDIDO,

2015), linhas de pedra, canais escoadouros, paralelos e divergentes, e estabilização de voçorocas (SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015).

Na prática conservacionista mecânica do solo, exposta por Zonta et al. (2012), o terraceamento apresentou tipos de terraço classificados quanto à função, construção e faixa de movimentação de terra. Quanto à função que desempenham, podem ser classificados como: de retenção ou infiltração ou de drenagem (em gradiente) e de escoamento. Quanto à construção, podem ser classificados como: tipo Nichols e tipo Manghum; quanto à faixa de movimentação de terra, podem ser classificados como: terraço de base estreita (Figura 4), terraço de base média e terraço de base larga (ZONTA *et al.*, 2012).

Houve uma discordância na classificação das práticas conservacionistas entre os autores das duas publicações: cultivo em contorno ou em curvas de nível - Silva; Freitas e Cândido (2015) classificaram como prática conservacionista mecânica; enquanto Zonta *et al.* (2012) classificaram como vegetativo na aplicação em terrenos com até 3% de declividade e nos demais terrenos - essa prática foi associada a outras práticas conservacionistas.

Pode-se utilizar a combinação de práticas em uma mesma área, como na lavoura cafeeira do Ifes campus de Alegre, que combinou o uso de barraginhas e cobertura verde por meio de roçadas (Figura 5).



Figura 4. Terraço de base estreita no município de Atílio Vivácqua. Fonte: Carlos Renato Sant'Anna (2022).



Figura 5. Práticas conservacionistas: vegetativa e mecânica. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Para conservar suas terras e garantir boa produtividade, o agricultor deve agir de forma conservacionista para que se tenha um solo sadio e produtivo. Para tal, necessita conhecer os mecanismos de degradação dos solos para poder evitá-los ou amenizá-los.

Essa degradação pode acontecer das seguintes formas (ZONTA *et al.*, 2012; SILVA; FREITAS; CÂNDIDO, 2015; SOUZA, 2018): contaminação por poluentes urbanos, agrícolas e industriais; retirada de nutrientes pelas colheitas e sem reposição ao solo; compactação por máquinas e animais; e erosão, que é a principal forma de degradação do solo (Figura 6).

Segundo esses mesmos autores, o uso das práticas de manejo e conservação pode melhorar as características químicas, físicas e morfológicas do solo. A conservação dos solos é outra variável de fundamental importância a ser estudada, pois tem como finalidade evitar a degradação dos solos, que acontece com frequência da seguinte forma: aração, plantio e cultivo no sentido “morro abaixo”, queimadas intensas e pisoteio do gado.



Figura 6. Área com grau elevado de degradação: barraginha implantada visando reduzir a enxurrada e acumular água, Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Carlos Renato Sant'Anna (2022).

Com relação ao solo no contexto da cafeicultura sustentável, pode-se observar que ele é um recurso natural renovável de grande importância: como base de um ciclo orgânico é pré-requisito para a existência da vida. Há de se considerar que a ação dos microrganismos na superfície e no interior do solo decompondo a matéria orgânica é uma condição fundamental para a fertilidade do solo. Dessa forma, por meio da manutenção da matéria orgânica promovida pelos processos ecológicos, aportes de biomassa e maximização da ciclagem dos nutrientes, a fertilidade do solo pode ser mantida ou recuperada (LOPES; KAGEYAMA; LOPES, 2014).

Para esses mesmos autores, nos sistemas de manejo ecológico, deve-se fazer uma cobertura máxima do solo com plantas vivas ou com cobertura morta, com o objetivo de proteger a superfície do solo da intensa radiação solar (Figura 7).



Figura 7. Área de cafeicultura em Sistema Agroflorestal (SAF). Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2022).

Evita a queima da matéria orgânica do solo, diminui a perda de água do solo pela evaporação, reduz a amplitude térmica da superfície, o impacto das gotas de chuva sobre a superfície e a velocidade do escoamento superficial do excesso de água das chuvas. Conseqüentemente, diminuirá a perda de matéria orgânica da superfície, reduzindo a erosão dos solos e o assoreamento dos corpos hídricos (Figura 8).



Figura 8. Acúmulo de serapilheira e matéria orgânica na cafeicultura em SAF. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2022).

Uma análise das consequências da cafeicultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção da agricultura orgânica e agroflorestal aponta que os produtores de cafés sustentáveis já possuem associações e profissionais que os ajudam nesse processo.

Assim, pode-se perceber que o sistema convencional de produção do café é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas: tem uma enorme dependência de insumos externos. Esse tipo de manejo pode provocar um grande problema de desequilíbrio ecológico: pode aumentar os gastos de produção e aumentar os ataques de pragas e doenças, por exemplo, ao contrário da cafeicultura sustentável, que pode contribuir com conservação da biodiversidade e agrobiodiversidade - uma boa solução para os pequenos produtores: diminuem seus gastos com produtos externos, além de melhorar a qualidade de vida dos agricultores e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações (LOPES; KAGEYAMA; LOPES, 2014).

Para esses mesmos autores, o desenvolvimento rural sustentável não possibilita somente melhoria da qualidade ambiental, pois está emaranhado a questões socioeconômicas, éticas e culturais. Com isso pode-se ver que a cafeicultura com base ecológica pode proporcionar aos agricultores uma excelente oportunidade de alcançar mercados diferenciados e agregar valor ao café comercializado, melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas, mudando o cenário atual, onde o pequeno produtor está produzindo em condição de subsistência, sem crescimento estável, buscando melhorar sua qualidade de vida (Figura 10).

Com relação à conservação do solo, não existe uma forma única de conservação do solo, pois cada propriedade tem suas próprias características: relevo e tipo de solo, por exemplo. Dessa forma, devem-se conhecer as particularidades da área a ser conservada e, ou, recuperada, da vegetação presente, assim como algumas características da região para saber qual a melhor técnica a ser aplicada.

De acordo com Souza (2021), tratando-se de recuperação, caso o uso futuro do solo escolhido seja para a atividade de cafeicultura, solos recuperados deverão ter produtividade suficiente para garantir ganhos financeiros

apropriados para a região, sem efeitos prejudiciais desse agroecossistema ao ecossistema onde está inserida.



Figura 10. Cafeicultura com base ecológica: Venda Nova do Imigrante, ES.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Entretanto, de acordo com esse mesmo autor, o procedimento correto para o sucesso da recuperação, mais seguro e científico, exige a elaboração de cenários pré e pós-degradação, onde serão estabelecidos os objetivos do processo de recuperação; além do detalhamento minucioso do cenário atual (Diagnóstico ambiental, que em uma área primária, equivalerá ao cenário pré-degradação – poderá ser estabelecido a partir dos Estudos de Impactos Ambientais e do seu Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA).

Ou seja, caberá sempre considerar que poderão ocorrer duas (2) situações (SOUZA, 2018; 2021):

- ✓ A área está em sua condição natural, preservada, e será explorada por uma dada atividade; e
- ✓ A área já se encontra degradada e será recuperada para nova destinação: atividade comercial, como a introdução de uma nova lavoura de café, ou voltada para fins de conservação e, ou, preservação ambiental.

Na primeira condição, será elaborado o Cenário pré-degradação, por meio de um EIA/RIMA, onde será realizado o Diagnóstico Ambiental da área. Na segunda condição, a área já não tem suas condições originais e encontra-se degradada, ou seja: na execução do EIA/RIMA, o diagnóstico ambiental presente considerará as condições atuais, sendo necessária uma vasta pesquisa para se elaborar o Cenário pré-degradação: uma alternativa é buscar nas proximidades áreas que apresentem as mesmas características desse local degradado, como relevo, altitude e face de exposição ao sol, observando a vegetação e os variados componentes desse ecossistema, para que se possam pressupor quais eram suas características originais (SOUZA, 2018; 2021).

Mediante a todos os malefícios gerados pelas atividades antrópicas, torna-se necessário traçar estratégias para recuperar as condições produtivas dos solos e auxiliar na retenção de água. Para isso, podem-se utilizar as técnicas de manejo e conservação de solo a água, que é definida por Baruqui (1981) e Souza (2018), como a prática de se utilizar a terra, dentro dos limites de praticabilidade econômica, de acordo com suas potencialidades e necessidades, mantendo-a permanentemente produtiva, sem a possibilidade do surgimento de processos que conduzam à degradação do solo.

Entre as práticas conservacionistas citadas e praticadas nos dias atuais, as barraginhas vêm merecendo destaque e atenção especial: pela sua praticidade, eficiência e baixo custo.

Autor

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Vinícius de Freitas Mateus, Maurício Novaes Souza*

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Barraginhas (caixas secas e, ou, bacia de contenção)

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3.c3>

1. Introdução

Inicialmente, cabe considerar que nos dias atuais, de acordo com a Embrapa (2018), as denominações barraginha, caixa seca, caixa de contenção e, em alguns casos, os lagos de uso múltiplo, referenciam-se à mesma prática conservacionista, com objetivos semelhantes ou até mesmo idênticos: acumular água visando a recarga de aquíferos ou para usos diversos, tais como a reservação para dessedentação animal, a irrigação ou a criação de peixes.

A sustentabilidade da agropecuária é dependente da reservação de água para uso em períodos de escassez, o que geralmente é resolvido com a construção de pequenas barragens (EUCLYDES et al., 2011). Ao interceptar um curso hídrico ou reter as águas das enxurradas as barragens aumentam a área de infiltração proporcionando maior recarga de água em direção aos mananciais subterrâneos.

Barragens para fins agropecuários são aquelas destinadas à irrigação e à reservação hídrica (Figuras 1, 2 e 3), ao ecoturismo ou turismo rural, à dessedentação de animais e aquicultura; enquanto usos múltiplos são aquelas barragens com finalidade de abastecimento humano e regularização de vazão, isoladas ou conjuntamente com fins agropecuários (IDAF, 2022).

O fato é que em virtude do desmatamento e das subseqüentes mudanças dos usos dos solos ocorridos nas últimas décadas com a finalidade de implantação de lavouras e pastagens, o solo vem sofrendo com o processo de compactação. Como consequência, surgiram processos erosivos que geraram a

perda de sua camada fértil, além da redução da infiltração de água no solo provocando a redução da recarga dos aquíferos (SOUZA, 2015).



Figuras 1, 2 e 3. Reservação hídrica e irrigação em lavoura de café. Fonte: Terra Viva (2022).

Para mitigar esse processo, a Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu o “Projeto Barraginhas”, sendo descrito basicamente como miniaçudes ou pequenos barramentos posicionados estrategicamente no caminho das enxurradas em lavouras, pastagens e beiras de estrada, permitindo a infiltração da água no solo (Figura 4). Têm formato de prato ou meia lua, com diâmetro médio de 16 metros e 1,8 metros de profundidade média (BARROS et al, 2013; LANDAU et al, 2013).

O barramento de cursos d’água para a formação de “lagoas artificiais” constitui uma das mais antigas técnicas de aumentar a disponibilidade hídrica para atendimento de demanda por água pela sociedade. São dotadas de mecanismos de controle da lâmina de água (Figura 5), popularmente denominados de “monges”, com a finalidade de obter a elevação do nível de água ou criar um reservatório de acumulação desse recurso natural ou de regularização de vazões (EMBRAPA, 2018; SOUZA, 2015; 2018).



Figura 4. Barragem em área de pastagem. Fonte: EMBRAPA sorgo e milho (1998).



Figura 5. Barragem de terra com monge em alvenaria. Fonte: Acervo Priscila de Oliveira Nascimento (2018).

Basicamente, afirmam esses mesmos autores, as barragens têm como finalidade regularizar a vazão dos corpos hídricos, armazenar o excesso de chuvas e promover a disponibilização permanente para o abastecimento humano, do rebanho e a irrigação de culturas diversas. Os pequenos

barramentos também podem ser instrumentos controle de inundações em áreas urbanas, implicando, assim, grandes economias (EUCLYDES et al., 2011).

Por serem de fácil construção, as pequenas barragens de terra muitas vezes têm seus aspectos técnicos, legais e ambientais negligenciados (EUCLYDES et al., 2011). Entretanto, são fundamentais estudos hidrológicos, onde se determina a vazão máxima de cheia e o volume de armazenamento necessário a regularização da vazão; e estudos hidráulicos, para dimensionamento do sistema extravasor, do desarenador e da tomada de água (EUCLYDES et al., 2011; FAO, 2011).

O Decreto nº 4139-R, de 10 de agosto de 2017, que regulamenta o licenciamento ambiental de barragens para fins agropecuários e, ou, usos múltiplos, no Espírito Santo, caracteriza barragem como construção transversal a um curso hídrico, perene ou intermitente, excluídos os efêmeros, com a finalidade de armazenar água e, ou, regular o escoamento, compreendendo o barramento, as estruturas associadas como dispositivo de vazão mínima, vertedouro e o reservatório (ESPÍRITO SANTO, 2017) (Figura 6).

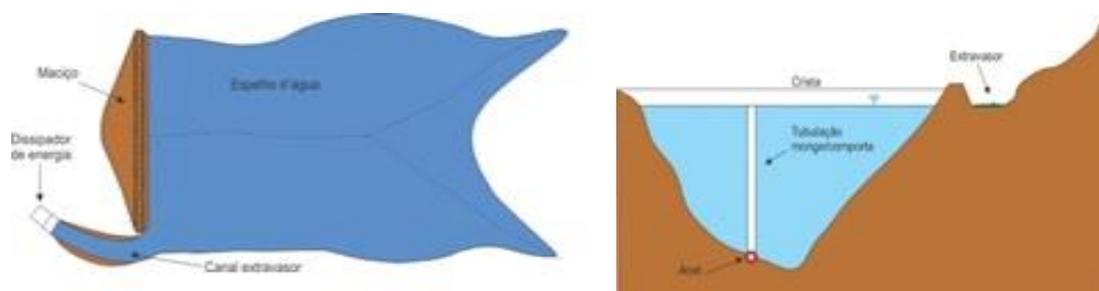


Figura 6. Vista superior e de perfil de componentes de uma barragem. Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas (2011).

As barraginhas, ao contrário das barragens, não devem ser construídas ao longo de cursos hídricos, com dimensionamento e maquinário necessário mais simples, são assim uma tecnologia de custo mais acessível. Porém, mesmo com sua simplicidade, os estudos hidrológicos e hidráulicos, bem como a regularização junto aos órgãos ambientais, ainda são necessários e indispensáveis. É preciso haver uma autorização dos órgãos competentes com

base em comprovação de que a obra será de interesse público ou que favorecerá o desenvolvimento social de uma região (LOPES, 2015).

Aliamar Comério, engenheiro agrônomo do Incaper em entrevista ao Jornal Dia de Campo (2020), diferencia caixas secas das barraginhas. Para esse mesmo autor, as caixas secas são reservatórios tecnicamente dimensionados, construídos geralmente nas margens de estradas para captar as águas de chuva. A técnica evita enxurradas, erosão, assoreamento dos rios e destruição das estradas pela chuva. Em tempos de estiagem, as caixas secas aumentam o armazenamento de água e o abastecimento do lençol freático, o que favorece as nascentes e a vazão dos rios (Figura 7).



Figura 7. Caixa seca ou barraginha na margem de uma estrada. Fonte: Acervo Priscila de Oliveira Nascimento (2022).

A técnica do armazenamento de água via “Caixas secas” já existe há muitos anos: começou a ser implantada no Espírito Santo em 2008, no município de São Roque do Canaã, sendo consideradas como solução para o problema da estiagem no Estado. Segundo Comério, a técnica controla o nível dos mananciais por favorecer a infiltração gradativa de água no solo: os reservatórios construídos à beira das estradas (onde não há margem íngreme) impedem que a água escoe morro abaixo, com velocidade crescente, arrastando partículas

sólidas que provocam o assoreamento dos corpos hídricos e prejudicam a conservação das estradas e as atividades agrícolas (JORNAL DIA DE CAMPO, 2020) (Figura 8).



Figura 8. Caixa seca ou barraginha na margem de uma estrada. Fonte: Acervo Priscila de Oliveira Nascimento (2022).

Quando retidas e armazenadas nas caixas secas, ocorrerá gradativamente a sua infiltração no solo, contribuindo para a recarga do lençol freático e, posteriormente, do lençol artesianos: tal processo só é possível na época de chuvas, favorecendo o abastecimento das nascentes no período de secas.

De acordo com essa mesma fonte, para a implantação do projeto são necessários alguns cuidados, como a elaboração de projetos tecnicamente dimensionados. Entre outros aspectos, tais como erodibilidade do solo e comprimento da rampa, é fundamental calcular o volume correto do fosso, devendo-se definir não apenas a água da chuva que se deseja captar em um curto período de tempo, como também levar em consideração a largura e a declividade da estrada, juntamente com a cobertura vegetal da microbacia hidrográfica.

Comério afirma que "a experiência de São Roque do Canaã é diferenciada por ter sido monitorada mês a mês, durante dois anos de implantação. Por isso, foi possível demonstrar resultados positivos". Destacou ainda que a experiência é a primeira referência bibliográfica do Brasil com resultados monitorados da técnica. Segundo essa mesma fonte, outra tecnologia que pode ser adotada pelos produtores rurais são as barraginhas.

2. As barraginhas e a infiltração de água no solo

As barraginhas ou bacias de contenção de água consistem na construção de poços para captar água da chuva e também de enxurradas nas pastagens e encostas declivosas, sendo uma tecnologia social "reinventada" pela Embrapa Milho e Sorgo com diversas premiações, inclusive no exterior. Cabe considerar que a Embrapa Milho e Sorgo, sediada no Município de Sete Lagoas, MG, desenvolveu o Projeto Barraginhas coordenado pelo Engenheiro Agrônomo Luciano Cordoval: um sistema de miniaçudes (minibacias) destinado a conter as águas das chuvas (enxurradas), por represamento (EMBRAPA, 2009; 2018).

O Sistema Barraginhas consiste em dotar as áreas de pastagens, de lavouras e as beiras de estradas, onde ocorram enxurradas, de vários miniaçudes distribuídos na propriedade, de modo que cada um retenha a água da enxurrada, evitando erosão, ravinas, voçorocas e assoreamentos dos córregos e rios, bem como reduzir a depredação das estradas e das atividades da agropecuária pela chuva, além de amenizar as enchentes (SOUZA, 2015; 2018; EMBRAPA, 2018) (Figura 9).

De acordo com o Jornal Dia de Campo (2020), para a reservação de água no meio rural, diversas tecnologias simples e de baixo custo podem ser adotadas pelos agricultores. Entre as recomendadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) estão as caixas secas e as barraginhas: nada mais é que um "buraco" cavado em encostas nas margens das estradas ou das pastagens e culturas, que capta a água da chuva e os sedimentos por ela levados.

Contudo, alguns cuidados e precaução deverão ser tomados para a construção de uma barraginha (SOUZA, 2015; 2018; EMBRAPA, 2018): a) Manter as estradas e os arredores da barraginha sempre cobertos por vegetação; b) Fazer o controle do mato com roçadas evitando erosão e

assoreamento; c) Manter os canais de ligação entre as estradas e as barraginhas sempre limpos; e d) Não construir caixas em solos arenosos e em solos rasos, com camadas rochosas, evitando desmoronamento e enchimento rápido das barraginhas.



Figura 9. Barraginha em área de pastagem visando a retenção de água para recarga de aquífero e o favorecimento de lavouras à montante em Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Carlos Renato Sant’Anna (2022).

Ao barrar (reter) a água de uma chuva intensa, as barraginhas darão tempo para que essa água se infiltre no solo, recarregando o lençol freático. Quanto mais rápido essa água se infiltrar no solo, mais eficiente será a barraginha (Figura 10). Assim, ela estará apta a colher a próxima chuva e sucessivamente todas as demais que ocorrerem (SOUZA, 2015; 2018; EMBRAPA, 2018).

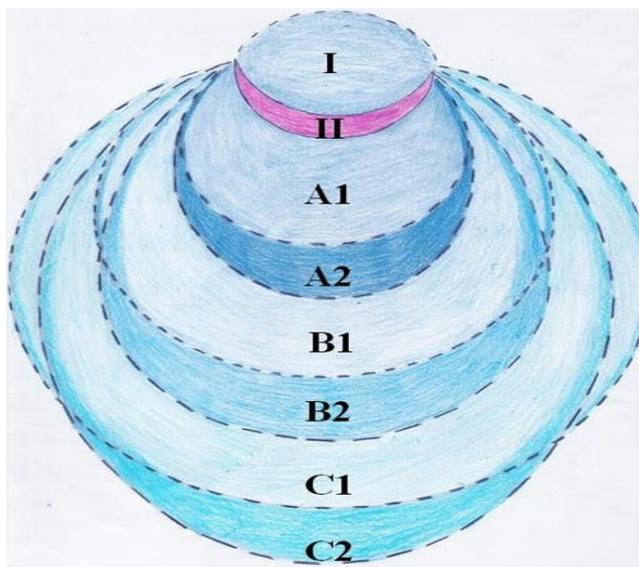
Por sua vez, a recarga do lençol freático abastecerá os mananciais que mantêm as nascentes, cacimbas e córregos. Também umedecerá o entorno de cada barraginha, o que propiciará o estabelecimento de lavouras nesses locais. Ao umedecer as baixadas, serão criadas condições para uma agricultura de qualidade e sem riscos, produção de alimentos e melhorias no sustento das famílias, além de geração de renda (local e regional). Essas vantagens também

são refletidas nas feiras, no comércio, na saúde, e na satisfação às populações beneficiadas (SOUZA, 2015; EMBRAPA, 2018).

Ou seja: a água contida numa barraginha se infiltra continuamente nos sentidos vertical e horizontal, formando uma “franja úmida”, crescente, abastecendo um grande reservatório subterrâneo: o lençol freático (Figura 11).



Figura 10. Infiltração e recarga de barraginha em beira de estrada. Fonte: Embrapa (2018).



Legenda

- I: água de chuva colhida
- II: aterro
- A: umidade superficial elevada
- B: umidade superficial média
- C: umidade superficial baixa
- 1: solos mais argilosos
- 2: solos areno-argilosos

Figura 11. Franja úmida abaixo das barraginhas. Fonte: Embrapa (2018).

O tamanho e o tipo da barraginha variam de acordo com a quantidade a serem implantadas no terreno, do volume de água que será captado e a velocidade de infiltração da água no solo. As barraginhas implantadas em terrenos com solo arenoso e profundo possuem maior velocidade de infiltração; em contraponto, naquelas implantadas em solos argilosos, a velocidade de infiltração é menor.

É desejável que haja uma maior quantidade de barraginhas, podendo ser interligadas (Figura 12), evitando barraginhas de grandes diâmetros e profundidades, que podem oferecer perigo à segurança de animais e pessoas, principalmente crianças. Relacionada à questão de segurança das barraginhas, tratando-se da possibilidade de seu rompimento, barraginhas menores oferecem menor risco de rompimento e de causar danos (SOUZA, 2015; EMBRAPA, 2018).



Figura 12. 25 anos Projeto das Barraginhas. Fonte: Embrapa (2018).

Segundo a Embrapa (2016; 2018), a técnica controla o nível dos mananciais por favorecer a infiltração gradativa da água no solo. Os reservatórios impedem que a água escoe “morro abaixo” e arraste partículas sólidas em direção aos corpos hídricos. Trata-se de uma alternativa simples e

com resultados efetivos no aumento da disponibilidade hídrica em microbacias, sendo adaptável a diferentes realidades.

Com a ajuda das barraginhas uma lavoura de café poderá desenvolver de forma significativa seu sistema radicular, atingindo camadas mais profundas do solo, o que permite suas raízes buscarem água em maiores profundidades, bem como os nutrientes que a planta necessita para se desenvolver e produzir. Cabe considerar, entretanto, que cafezais implantados em áreas de relevo muito acidentado, como na região serrana do Espírito Santo e na região do Caparaó, a construção de barraginhas deve ser de formato trapezoidal ou retangular, construído às margens das estradas rurais ou em pontos específicos de formações côncavas da paisagem (Figura 13) (SOUZA, 2015; EMBRAPA, 2018).



Figura 13. Caixa trapezoidal de captação de água ao longo de estrada de terra. Fonte: Acervo do Incaper (2018).

Nas situações em que a estrada tenha pouca cobertura vegetal, as caixas deverão ter um sistema de drenagem para eliminar o excesso de água e detritos que venham a cair no interior da caixa (EMBRAPA, 2016; 2018) (Figura 14).

A construção dessas caixas deve ser baseada de acordo com cálculos de vazão, capacidade em m³ de sedimentos que a mesma deve suportar, e a localização ideal para a instalação. Na cultura cafeeira costumam ser feitos no

final entre as fileiras na parte externa ou nos carregadores da lavoura (PELISSARI; PERINI; MIRANDA, 1997; ALBUQUERQUE; DURÃES, 2008).



Figura 14. Barragem com sistema de drenagem para eliminar o excesso de água em Conceição do Mato Dentro, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

3. Dimensionamento da barragem

O tamanho da caixa seca e o espaçamento entre elas serão determinados pelo volume de água captada diretamente pelas estradas. A equação (1) é usada para o dimensionamento de uma caixa seca:

$$V = A \times P \times C$$

Equação (1)

Onde:

V = Volume total da água escoada a ser armazenada pelo sistema de captação (m³);

A = Área da estrada (m²);

P = Precipitação de projeto (mm);

C = Coeficiente de escoamento superficial da água na estrada (adimensional).

As barraginhas, apesar de tão simples, compõe um método muito eficiente para conservação do solo e água: além de evitar erosão, assoreamento dos rios, ajuda abastecer o lençol freático e conservar as estradas (Figura 15). Também, poderão ser construídas em depressões da área onde se fará o plantio, observando o caminho preferencial das águas de chuva - facilmente identificáveis devido à formação côncava onde se originam, formando pequenos canais naturais na paisagem (SOUZA, 2015).



Figura 15. Caixa seca no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Sítio Jaqueira Agroecologia (2017).

Assim, um dos fatores chave para implantação das barraginhas é o produtor rural: é conhecedor dos locais de enxurrada em sua propriedade, bem como deve ter total entendimento do projeto, para que o mesmo possa auxiliar o técnico na escolha dos melhores locais para implantação das barraginhas. É importante levar em consideração alguns pontos importantes antes da sua instalação (BARROS, 2008) (Figura 16).

Barros et al. (2013) recomendam que sejam selecionados locais com até 12% de declividade, fora de áreas de preservação permanente (APPs), de cursos de água perene, de grotas em “V” com barrancos muito profundos, fora de voçorocas, bem como a área deve permitir acesso a maquinário para a sua construção. Os mesmos autores ainda recomendam que, em solos arenosos, o

diâmetro deva ser aumentado de forma significativa (até 20 m).



Figura 16. Barragem em área de pastagem em Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Carlos Renato Sant'Anna (2022).

No dia 11 de outubro de 2018, o Governo do Estado do Espírito Santo, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (Seama), assinou um termo de cooperação técnica para a realização da transferência de tecnologia de barraginhas, introduzindo o projeto no Estado: vem sendo desenvolvido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper), contemplando inicialmente os municípios mais atingidos pela seca (IEMA, 2018).

Autores

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza *

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Estudo de caso: barraginhas e a produtividade do cafeeiro conilon no Ifes campus de Alegre

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza, Jeferson Luíz Ferrari, João Batista Esteves Peluzio

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3.c4>

1. Introdução

A lavoura onde foi realizado o presente trabalho está localizada no Instituto Federal do Espírito Santo campus de Alegre, ES, nas coordenadas geográficas de latitude 20° 45' 49.55" S, longitude 41° 27' 22.30" O; e a altitude de 132 m, aproximadamente (Figura 1).



Figura 1. Mapa da localização das barraginhas na Lavoura de Café Conilon.
Fonte: Adaptado por Andresa Carolina Mendes de *Google Earth Pro* (2019).

A lavoura é de robusta do grupo Conilon, da cultivar seminal “Robusta Tropical – ENCAPER 8151”, caracterizada por ser uma planta alógama; ou seja, a reprodução se dá pelo cruzamento de uma planta com outra (FERRÃO et al., 2017). Tal atributo lhe confere uma alta variabilidade genética. O manejo da lavoura é tradicional com podas anuais, não sendo realizado nos últimos anos controle pragas e doenças.

Para o desenvolvimento da localização das barraginhas, foi utilizada a plataforma *Google Earth*. Ressalta-se que as barraginhas estão inseridas no início das linhas do cafezal, às margens da estrada de acesso à infraestrutura de pós-colheita do Ifes campus de Alegre. A Figura 2 apresenta um croqui da área das avaliações.

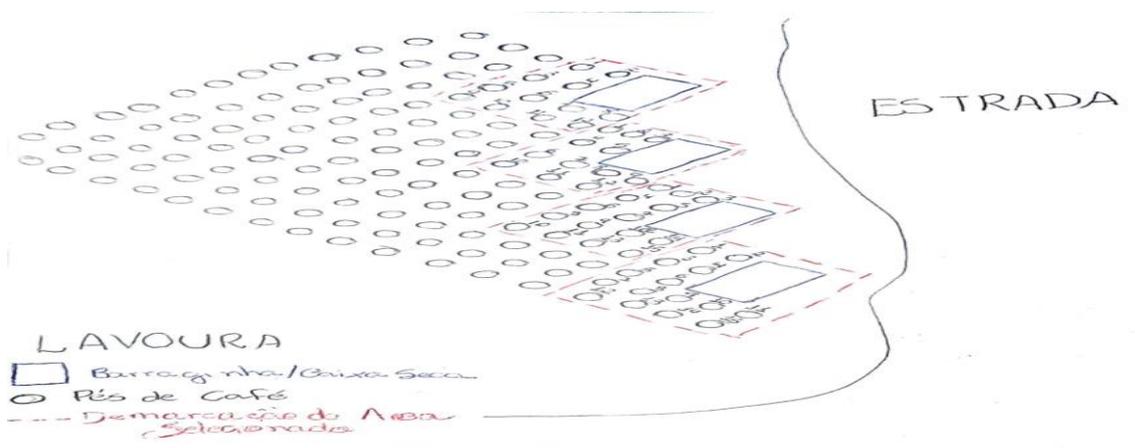


Figura 2. Croqui da área onde foram realizadas as avaliações (barraginhas 1 a 4: 1 - ponto superior; e 4 - localizada no ponto inferior). Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2019).

Cabe a consideração que a “Barraginha 1” está na parte superior da paisagem; portanto, a que acumula menor quantidade de água advinda da estrada por escoamento superficial (ES). Por outro lado, a “Barraginha 4”, encontra-se na parte inferior das parcelas amostrais: recebe, portanto, maior volume de água proveniente do escoamento superficial da estrada e das linhas superiores do café. Também, recebe volume superior de água proveniente do escoamento sub-superficial (ESs). Portanto, caso a hipótese de que o acúmulo

de água nas barraginhas favorecem o cafezal, seriam os cafeeiros próximos à “Barraginha 4” as mais produtivas.

A análise estatística utilizada foi descritiva, envolvendo gráficos e tabelas. O estudo foi efetivado no ano de 2019 no período de abril a junho. Essa lavoura tem projeto de irrigação: porém, neste ano de 2019, ela não foi irrigada. Na Figura 3, as precipitações mensais do ano de 2019, totalizando 1063 mm.

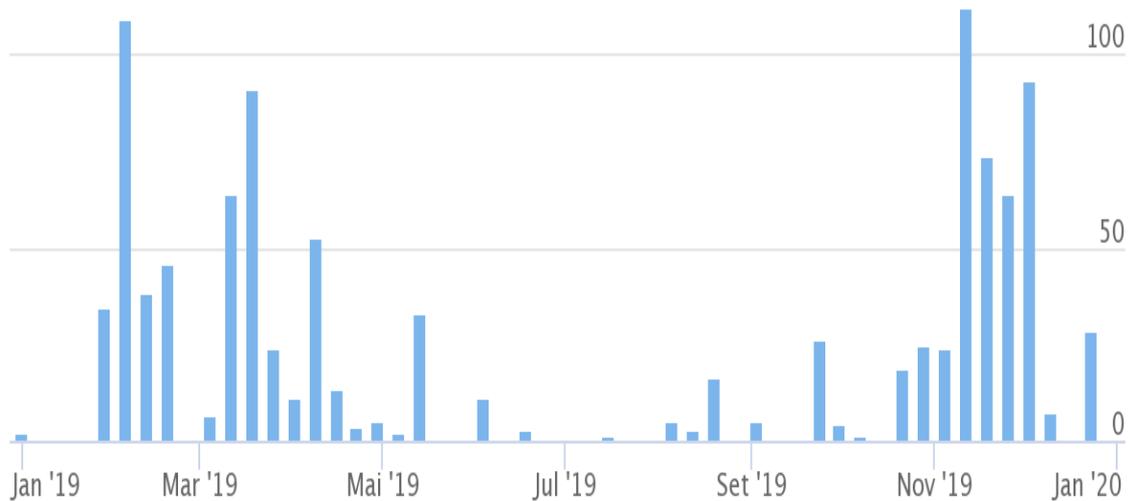


Figura 3. Precipitação pluviométrica ocorrida na estação automática de Alegre (A617), no período de 01/01/2019 a 31/12/2019. Fonte: Inmet, adaptada por Andresa Carolina Mendes (2020).

2. Materiais e métodos

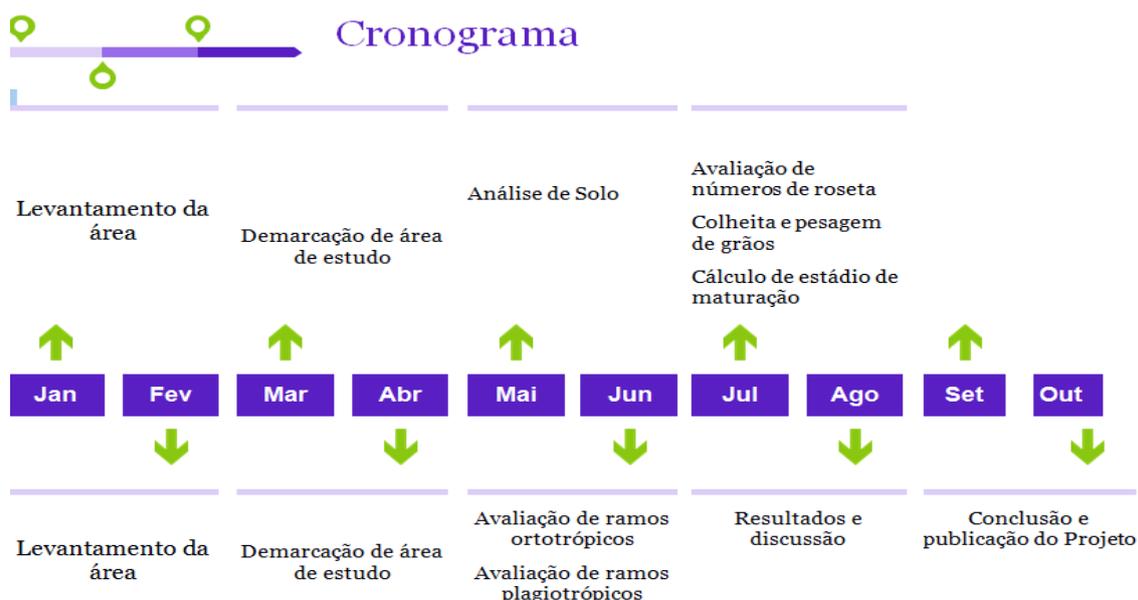
Na Tabela 1 encontra-se a precipitação dos meses em que se realizou a amostra de solo e a colheita do café das parcelas amostrais. O primeiro número representa o dia do mês da ocorrência da referida precipitação; entre parêntesis, o volume precipitado (mm). Em seguida, é apresentado o Cronograma de Execução.

Tabela 1. Precipitação dos meses em que se realizou a pesquisa

Ano (2019)	Precipitação (mm dia ⁻¹) (dia da precipitação)
Abril	2 (14); 10 (38,5); 11 (5,8); 16 (3); 17 (6,8); 18 (2,1) = 70,20 mm mês ⁻¹
Mai	2 (2,2); 8 (4,2); 9 (1); 16 (4,8); 17 (12,5); 18/19 (20) = 44,78 mm mês ⁻¹
Junho	4 (5); 23 (2,1) = 7,1 mm mês ⁻¹

Fonte: Miniestação do Ifes campus de Alegre (Sr. Raul).

✓ CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO



Fonte: a autora.

A coleta das amostras de solo foi realizada no mês de junho de 2019, quando as precipitações foram reduzidas (7,1 mm); portanto, tiveram pouca influência sobre a umidade do solo.

O dimensionamento dessas barraginhas é de 2,5 m x 1,5 m; tendo camalhões nas bordas da barraginhas direcionando o fluxo de água da estrada para o interior da mesma.

A Figura 4 apresenta o terreiro e a estrada de acesso: observa-se o início do desnível da estrada - as parcelas estão nesse local (Barraginha 1 – localizada no ponto superior; e as Barraginhas 2, 3 e 4, subsequentes).

A área foi demarcada para realizar a colheita e as avaliações relativas à produtividade dos cafeeiros selecionados. Cada parcela amostral, de um total de quatro (4), refere-se a uma (1) das barraginhas avaliadas. Foram feitas as amostragens de solo para determinar a sua umidade se utilizando o método gravimétrico. As amostras foram coletadas e levadas ao laboratório, sendo posteriormente submetidas à estufa (método padrão de estufa – 105 °C por 72 h) (TEIXEIRA et al., 2017).

Em seguida, foram avaliadas as seguintes variáveis relativas ao cafeeiro: a) o número de ramos ortotrópicos por planta; b) o número de ramos plagiotrópicos por planta; c) o número de rosetas por planta; d) a altura da planta; e e) o diâmetro da copa da planta.



Figura 4. Estrada de acesso: início do desnível onde estão localizadas as barraginhas e as parcelas experimentais. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

A colheita foi realizada de forma individual (planta por planta). Para cada planta, foi mensurada a quantidade de litros produzidos. Após a colheita, foi

retirado cinco (5) litros de cada parcela amostral, onde houve a separação dos grãos para avaliar o estágio de maturação.

Segue a descrição das etapas:

➤ **Etapa 1:** Amostragem do solo para a determinação da umidade.

No interior da área demarcada para este trabalho foram escolhidos os pontos amostrais de maneira aleatória. Com as amostras simples obtidas, foram homogeneizadas, a fim de compor uma amostra composta a ser enviada ao laboratório. No laboratório as amostras foram submetidas à estufa a uma temperatura de 105°C por 72 horas.

➤ **Etapa 2:** Avaliou-se o número de ramos ortotrópicos (Figura 5).



Figura 5. Contagem dos ramos ortotrópicos. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

➤ **Etapa 3:** Avaliou-se o número de ramos plagiotrópicos (Figura 6).



Figura 6. Contagem dos ramos plagiotrópicos. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

➤ **Etapa 4:** Contagem do número de rosetas por planta (Figura 7).



Figura 7. Número de rosetas por planta. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

➤ **Etapa 5:** A colheita dos grãos foram feitas planta por planta, sendo submetida a medição em litros, para área de cada barraginha, respectivamente (Figura 8).



Figura 8. Quantidade de litros de café por planta. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

➤ **Etapa 6:** Cálculo dos estádios de maturação da lavoura

Para cada uma das quatro (4) parcelas avaliadas, retirou-se uma amostra de 5 l de café, para submetê-los à separação dos grãos visando a verificação do seu estágio de maturação⁷, classificando-os em: verdes, verde-cana, cereja, passas e seco. Após a separação e a contagem, foi calculado o percentual de cada uma das categorias (Figura 9).

⁷ Fase fundamental para o planejamento e a determinação do início da colheita: deve se dar quando 85% dos grãos se encontrarem do estágio cereja.



Figura 9. Separação de grãos para obtenção dos estádios de maturação. Fonte: Acervo Andresa Carolina Mendes (2020).

3. Resultados e discussões

A pesquisa se encaminhou para a observação visual do vigor vegetativo do cafezal, bem como o estudo da colheita para a análise quantitativa. Foi verificada se havia influência direta das barraginhas sobre esses aspectos. O objetivo das análises quantitativas foi para a confirmação se, de fato, o acúmulo das águas das chuvas pelas barraginhas estava influenciando no crescimento e na capacidade produtiva das plantas de café diretamente sob suas influências.

Para verificar a influência das barraginhas no presente trabalho, foi determinado o teor de umidade do solo e os procedimentos de pesagem das amostras. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4: peso do solo em função das amostras ao longo do tempo de secagem. Ressalta-se que as chuvas antecedentes aconteceram em um período de 20 a 30 dias anterior às coletas dos dados. Cada amostra representa a média dos cafeeiros nas proximidades de cada uma das quatro (4) barraginhas.

Tabela 2. Peso das amostras referentes ao tempo de 24 h

Amostras	Peso Inicial (g)	Peso 24hs (g)	Perda 24 h (g)*	Perda 24 h (%)*
1	481,62	443,6	38,02	7,89
2	474,92	435,7	39,22	8,26
3	512,13	442,8	69,33	13,54
4	464,93	403,2	61,73	13,28

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se, na Tabela 2, que as amostras referentes às barraginhas 3 e 4 foram as que apresentaram maior percentual de perda de água em 24 h: sugere, nessa primeira avaliação, que o solo dessas barraginhas sob a ação direta (ES) e indireta (ESs) do armazenamento das Barraginhas 1 e 2, retiveram maior volume de água, o que implica em favorecimento ao desenvolvimento das culturas e, possivelmente, para o aumento da produtividade.

Como se pode observar nas Tabelas 2 a 4, houve um valor significativo na perda de água das amostras de solo no tempo de 72 h (35,14% de umidade na Barraginha 1; 35,30 % de umidade na Barraginha 2; 26,17 % na Barraginha 3; e 26,43 % na Barraginha 4): permite concluir que o solo das quatro (4) barraginhas continham uma boa reserva de água, favorecendo o desenvolvimento da lavoura.

As barraginhas com maior percentual de água foram as de número 1 e 2. Cabe considerar, que os meses de janeiro a março de 2019 apresentaram volume significativo de precipitações (437,10 mm); já nos meses da avaliação, de abril a junho, o volume foi inferior (122,08 mm).

Tabela 3. Peso das amostras referentes ao tempo de 48 h

Amostras	Peso Inicial (g)	Peso 48 h (g)	Perda 48 h (g)*	Peso 48 h (%)*
1	481,62	393,5	88,20	18,30
2	474,92	385,8	89,12	18,77
3	512,13	417,8	95,13	18,58
4	464,93	383,9	81,03	17,43

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4. Peso das amostras referentes ao tempo de 72 h.

Amostras	Peso Inicial (g)	Peso 72 (g)	Perda 72 (g)*	Peso 72 h (%)*
1	481,62	312,1	169,22	35,14
2	474,92	307,28	167,64	35,30
3	512,13	378,12	134,01	26,17
4	464,93	342,07	122,86	26,43

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 10 observa-se o cultivo de feijão da franja úmida de uma barraginha localizada em uma propriedade em Sete Lagoas, Minas Gerais. A infiltração da água das barraginhas abastece os lençóis freáticos e, como consequência mantém as nascentes perenes: desta forma, maximiza o aproveitamento das águas da chuva amenizando veranicos, enchentes e enxurradas (BARROS, 2008). Além desses benefícios, no entorno das barraginhas ocorre a formação de uma área úmida crescente, onde é possível cultivar espécies diversas.

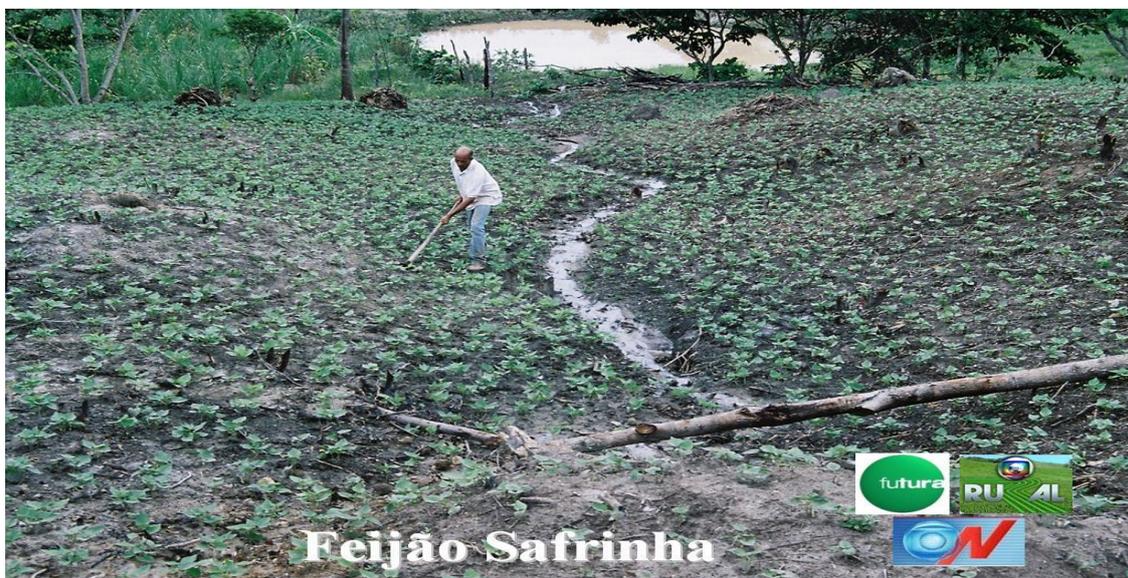


Figura 10. Franja úmida: cultivo do feijão safrinha, Sete Lagoas, MG. Fonte: EMBRAPA (2016).

Barros (2006) relata que em janeiro de 2006, ocorreram trinta e cinco (35) dias de estiagem na região Central de Minas Gerais e sessenta (60) dias no Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha, comprometendo praticamente toda a produção agrícola. No entanto, nas franjas úmidas das barraginhas do semiárido, na comunidade de Cansanção, o plantio de milho e feijão de agricultores familiares não sofreu déficit hídrico, garantindo a safra nesse período.

A Figura 11 apresenta a evolução do “Teor de Umidade do Solo” sob as plantas de café em função da proximidade das barraginhas. Verifica-se a constante perda de água em função do tempo, obviamente sendo maior após 72 h de secagem.

A Tabela 5 evidencia que no tempo de 24 h a perda de umidade é maior no início do processo de secagem, decrescendo ao longo do tempo. Fica bem claro quando se observa a média das quatro (4) barraginhas: 30,76% nas primeiras 24 h; 18,27% às 48 h; e 10,74% às 72 h. De acordo com Souza (2015), na medida em que o solo perde umidade, a retenção da umidade residual pelas partículas do solo aumenta – em um dado momento a tensão é tão intensa, que a planta não consegue mais absorvê-la: corresponde ao Ponto de Murcha (PM); nessa condição, mesmo havendo alguma umidade, não estaria disponível às plantas.

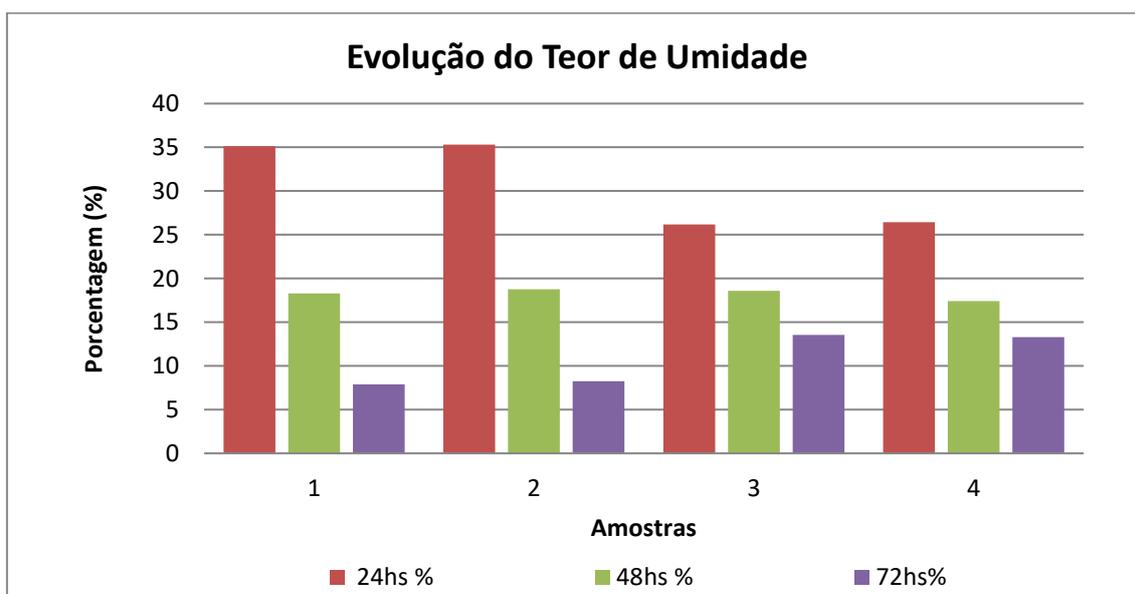


Figura 11. Evolução do “Teor de Umidade do Solo” ao longo de 72 h. Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se, também, a variabilidade dos resultados obtidos em todos os tempos de secagem (Tabela 5).

Tabela 5. Variabilidade dos resultados obtidos em todos os tempos de secagem

Barraginhas	24 h (%)	48 h (%)	72 h (%)	Total Perda%
1	35,14	18,30	7,89	61,33
2	35,30	18,77	8,26	62,33
3	26,17	18,58	13,54	58,29
4	26,43	17,43	13,28	57,14
Média	30,76	18,27	10,74	
Desvio	5,151	0,592	3,085	
Padrão				

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 12 apresenta a caracterização da produção da maturação do café no entorno das barraginhas.

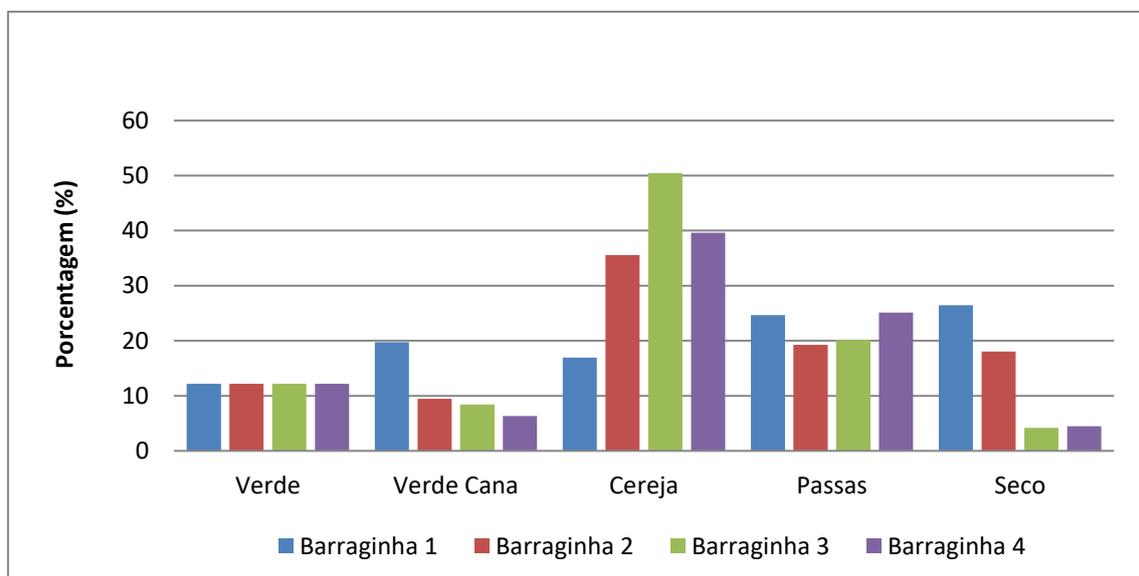


Figura 12. Produção e maturação do café no entorno das barraginhas. Fonte: Dados da pesquisa.

Na avaliação dos grãos verdes, observa-se que todas as quatro (4) áreas amostrais, referentes às áreas circundantes das quatro (4) barraginhas, apresentaram valores similares deste estágio de maturação. Já para os grãos no estágio cereja, a barraginha 3 apresentou uma porcentagem elevada, diferenciando-se das demais amostras, seguida da barraginha 4.

Em variedades e cultivares de café conilon, em função na maior regularidade da floração, é comum que haja maturação mais uniforme que em café arábica, que apresentam várias floradas. Tende-se considerar que a variedade dos cafeeiros provenientes de mudas seminais, com variações intrapopulacionais, pode ter contribuído para a diferença observada.

Diante todas as amostras para os grãos passas, as amostras 1 e 4 se destacaram em relação as amostras 2 e 3, apresentando valores elevados: difícil achar explicação lógica – pode ser em função da variabilidade inerente às plantas provenientes de mudas produzidas via seminal (alogamia).

Já para os grãos secos, apresentaram os menores valores as barraginhas 3 e 4: representa um aspecto positivo; já as barraginhas 1 e 2 apresentaram valores superiores, o que representa um aspecto negativo. Em função do volume precipitado nos meses de enchimento de grãos até a colheita, não houve déficit hídrico. Dessa forma, a umidade do solo não foi fator preponderante para essa condição apresentada.

Pode-se observar um elevado percentual de cafés no estágio verde e verde cana: significa que a lavoura ainda não se encontrava no ponto ideal para o início da colheita. Outra importante conclusão que se pode tirar dessa etapa, refere-se à previsão de safra: fundamental para o planejamento das diversas etapas da pré-colheita, colheita e pós-colheita (SOUZA, 2021).

De acordo com Barros; Ribeiro (2009); e Barros et al. (2013), mesmo em regiões com precipitação razoável, a tecnologia social das barraginhas é uma ferramenta fundamental para a sustentabilidade da agricultura familiar. Isso porque, mesmo com boas precipitações, as mesmas ocorrem com má distribuição ao longo do ano. Segundo esses mesmos autores, as barraginhas em conjunto com os lagos de múltiplos usos, têm contribuído para geração de alimento, trabalho e renda, desta forma contribuindo diretamente na permanência do homem no campo e em alguns casos até mesmo seu retorno.

Segundo Oliveira Filho; John (2018) o projeto barraginhas é um projeto ecologicamente sustentável, pois por meio do mesmo se verifica a transformação positiva do meio ambiente, aumentando o capital natural e dinamizando a economia local, como consequência melhorando a qualidade de vida do produtor rural. Ainda, segundo esses mesmos autores, o projeto é um exemplo bem-sucedido da cooperação entre instituições governamentais, governo e sociedade civil.

A Figura 13 representa a produção de café em litros por plantas (média). Evidencia-se que a produtividade das parcelas amostrais referentes às barraginhas 3 e 4 apresentaram as maiores médias de produção em litros por planta. Tal resultado era esperado a partir da hipótese lançada no presente trabalho, que sugeriu que o acúmulo da água proveniente dos escoamentos superficial e sub-superficial das águas da estrada e das linhas superiores de café, aumentaria o vigor vegetacional e a produtividade dos cafeeiros mais próximos às barraginhas.

Há de se considerar que a implantação das barraginhas ocorreu no ano de 2012; ou seja, as águas e nutrientes assentadas nas barraginhas, ao longo desses sete (7) anos, influenciaram diretamente a produtividade das respectivas parcelas amostrais e das plantas mais próximas à zona de influência direta.

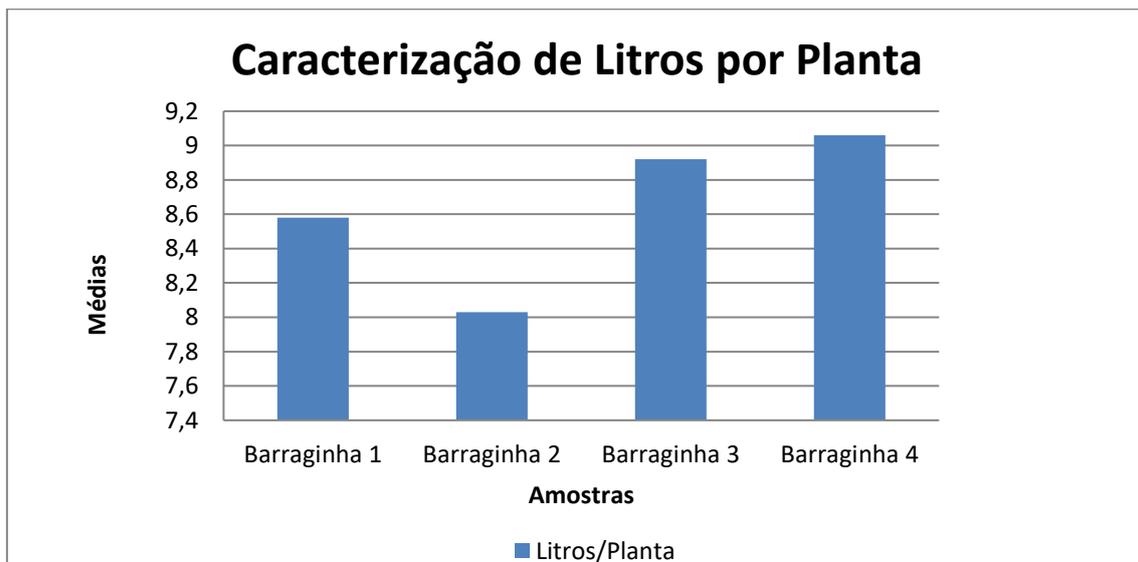


Figura 13. Produtividade de café (em l plantas⁻¹) sob a influência das barraginhas. Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 14 apresenta o número de ramos ortotrópicos e plagiográficos. Aponta que os ramos ortotrópicos obtiveram médias similares; o mesmo para os ramos plagiográficos, onde os resultados também não diferem de forma significativa: afinal, todas as parcelas amostrais sofrem a influência da água armazenada pelas barraginhas, mesmo que em volumes diferenciados; contudo, ao longo de sete (7) anos – período suficiente para promover impactos positivos referentes ao armazenamento de água do solo.

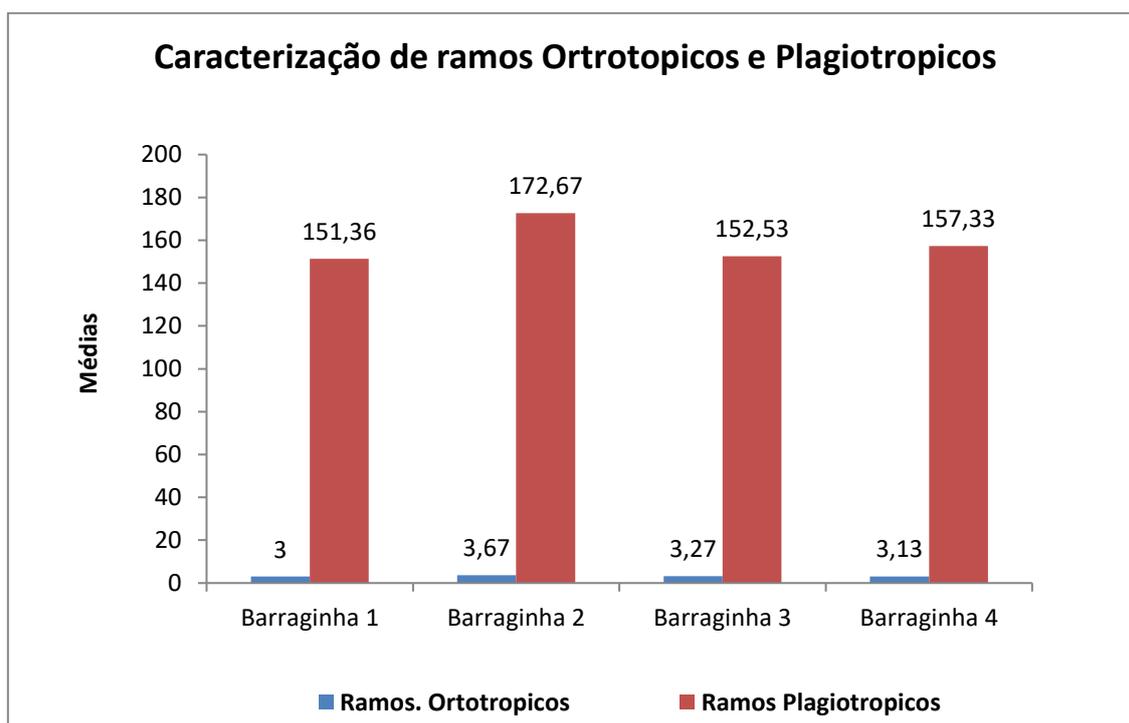


Figura 14. Caracterização do número de ramos ortotrópicos e plagiográficos.
Fonte: Dados da pesquisa.

Contudo, é importante verificar o número de rosetas por ramo plagiográfico para que se possa assegurar se, de fato, existe diferença significativa entre um tratamento e outro. Cabe considerar que, quanto maior for o número de rosetas, considerando que os demais fatores de produção não sejam limitantes, tais como água, nutrientes e polinização, maior será a produção de café.

A Figura 15 apresenta os valores médios das rosetas por planta para cada unidade amostral. As rosetas de café se situam juntas aos nós dos ramos

plagiotrópicos, onde ocorre a frutificação do cafeeiro. Teoricamente, *ceteris paribus*, quanto maior a quantidade de rosetas, maior será a produção de frutos. Contudo, há de se considerar, que o número de frutos por roseta e o seu tamanho, são os fatores determinantes para se atingir uma boa produtividade da lavoura. A característica número de nós é um bom indicador da quantidade disponível de gemas produtivas, já que é considerado um dos principais componentes de produtividade (BONOMO et al., 2004).

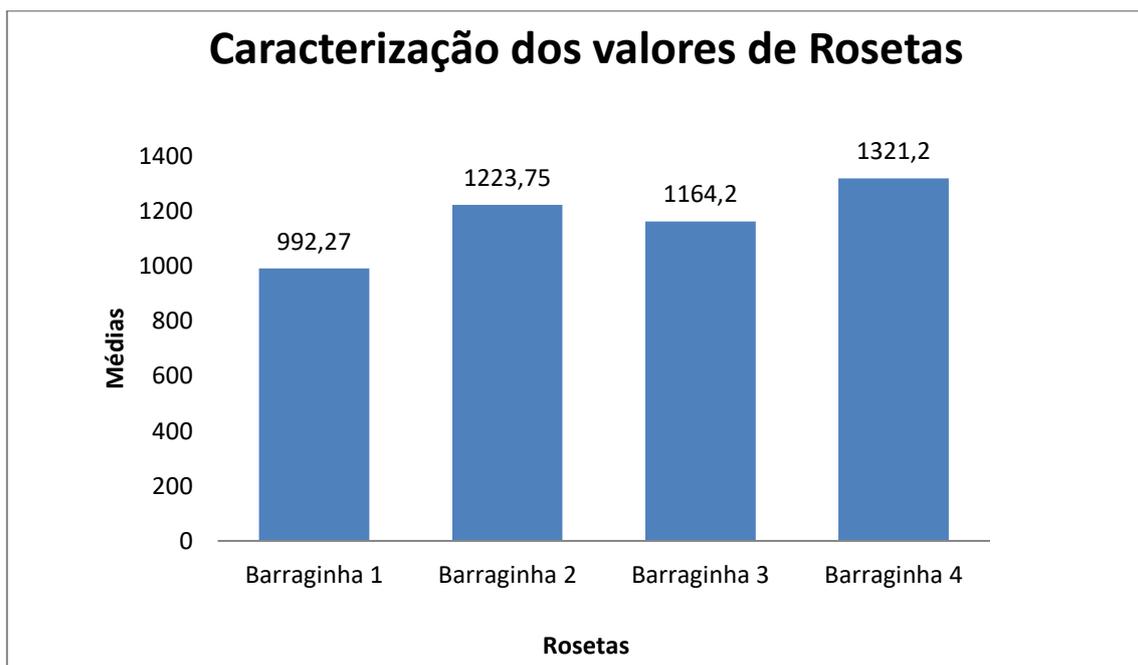


Figura 15. Valores médios das rosetas das unidades amostrais. Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, como se observa na Figura 15, os valores médios de rosetas por plantas foram considerados satisfatórios, sugerindo boa produtividade. Como sugerido na hipótese lançada pelo presente trabalho, apesar de ser pequena a diferença, a área amostral 4 (barraginha 4) é a que apresenta o maior número de rosetas. Teoricamente, pelo posicionamento e número de rosetas, a produção pode ser influenciada positivamente. Pensando na proximidade das plantas em relação às barraginhas, situadas no caminho natural de movimentação das águas, tenha favorecido ao maior número apresentado pela barraginha 4. Cabe sempre considerar, que tal análise deve ser feita considerando os sete (7) anos de implantação das barraginha, posto que nesse

ano de 2019, não ocorreu déficit hídrico. A Figura 16 apresenta a altura e o diâmetro da copa das plantas de café.

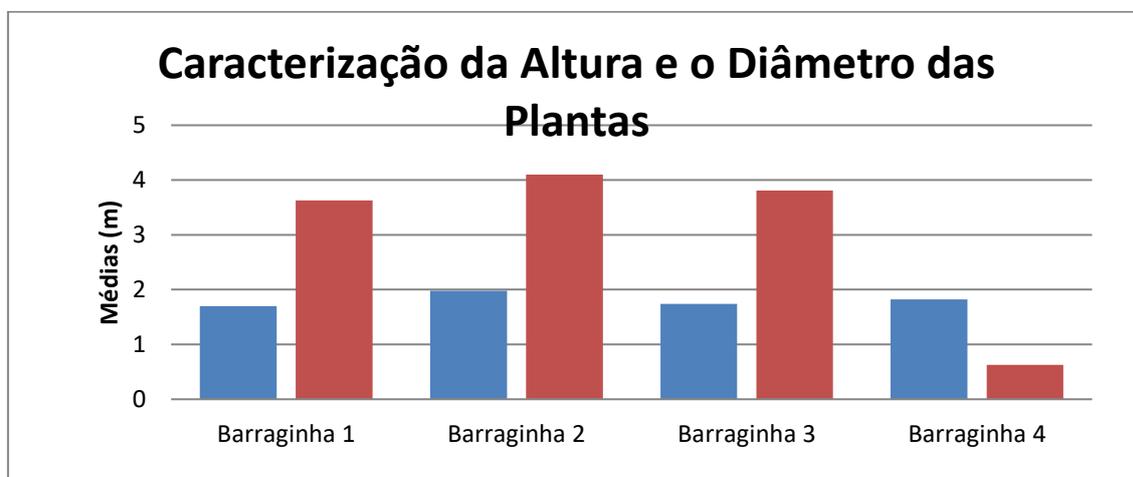


Figura 16. Altura e o diâmetro da copa por planta para cada amostra. Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando-se a altura das plantas (Figura 16), verificou-se que na barraginha 2 foram encontrados os maiores valores, apesar de reduzida diferença entre as quatro (4) parcelas amostrais. Com relação ao diâmetro da copa, os maiores foram observados nas barraginhas 1, 2 e 3. Já a barraginha 4, contrariando as análises até o presente momento, apresentou tal variável inferior às demais - pode ser justificado por erro experimental, posto que esta possui o maior número de rosetas.

Contudo, de forma geral, as variáveis altura e diâmetro da copa, apresentaram comportamento satisfatório em todas as unidades amostrais, representadas pelas áreas de influência das quatro (4) barraginhas avaliadas, demonstrando adequado crescimento e desenvolvimento vegetativo. Breve análise não estatística de resultados da pesquisa (Tabelas 6 e 7):

Tabela 6. Produção média por planta nas quatro (4) unidades amostrais

Unidade amostral	Produção média (l. planta ⁻¹)
Barraginha 1	8,58
Barraginha 2	8,03

Barraginha 3	8,92
Barraginha 4	9,06

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a barraginha 4 apresentou maior produtividade média por planta: sugere que o acúmulo de água favoreceu a produtividade (Tabela 7).

Tabela 7. Dados detalhados de variáveis da unidade amostral 1 (barraginha 1)

Número da planta	Ramos Ortotrópicos	Ramos plagiotrópicos	Número de rosetas	Altura (m)
P1	3	136	2248	1,45
P2	2	102	1326	1,48
P3	4	214	2046	1,51
P4	2	116	1562	1,62
P5	1	56	392	1,58
P6	3	124	1364	1,95
P7	3	168	2998	1,98
P8	4	244	3256	1,95
P9	3	178	3200	1,82
P10	5	155	1860	1,71
P11	4	172	2080	1,69
P12	5	150	1250	1,89

Fonte: Dados da pesquisa.

A planta P8 (parte inferior mais à direita da barraginha 1) é aquela cujo sistema radicular recebe influência direta da infiltração de água, posto estar no ponto imediatamente inferior. Verificando seus dados, registram-se: ramos ortotrópicos – 4; ramos plagiotrópicos, 244; número de rosetas, 3.256; e altura, 1,96m. Ou seja, apresenta os melhores resultados individuais (segundo em altura; a primeira foi a P7, ao seu lado, que apresenta condições semelhantes). A planta P9, ao seu lado, é a segunda a apresentar os melhores resultados.

Por outro lado, a planta P5, a que sofre menor influência da infiltração de água da barraginha 1, por estar mais distante e acima, é a que apresenta o pior

resultado individual: ramos ortotrópicos – 1; ramos plagiotrópicos, 56; número de rosetas, 392; e altura, 1,58 m. Obviamente que outros fatores podem ter influenciado nesse resultado tão inferior da referida planta (P5); contudo, pode se observar nas demais ao seu redor, números inferiores às aquelas que se encontram na parte inferior. Ou seja, aquelas que estão sob influência direta da infiltração de água da barraginha (Figura 17).



Figura 17. Barraginha 1: lavoura bem carregada. Fonte: Arquivo Maurício Novaes (2022).

A Tabela 8 apresenta os dados de produtividade por planta da Barraginha 4.

Tabela 8. Dados de produtividade da unidade amostral 4 (barraginha 4)

Barraginha 4	Produtividade (l. planta ⁻¹)
P1	11,9
P2	8,0
P3	12,6
P4	1,8
P5	8,0
P6	5,2
P7	1,2
P8	12,1
P9	9,0
P10	9,1

P11	6,1
P12	4,3
P13	15,7
P14	11,2
P15	19,7

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 8 é possível observar que a planta P15 da unidade amostral quatro (barraginha 4) apresentou a maior produtividade entre as demais, considerando as quatro (4) unidades amostrais (as plantas P13 e P14 também apresentaram alta produtividade) – exatamente aquelas que estão na parte mais inferior do relevo; ou seja, recebem a influência da infiltração de água de todas as barraginhas, ao longo dos sete (7) anos de implantação das barraginhas. Por outro lado, as plantas P4, P6 e P7, mais distantes, portanto com menor influência da infiltração de água da barraginha 4, estão entre aquelas que apresentaram as menores produtividades dessa unidade amostral.

Para verificar se existe correlação entre a produtividade das plantas do cafeeiro localizadas mais próximas e mais distantes da zona de influência direta das barraginhas, foram estudadas vinte e oito (28) plantas mais distantes das barraginhas e vinte e seis (26), mais próximas. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, considerando teste bilateral conforme metodologia descrita por Gomes (2009), sendo significativo a 5% (Tabela 9).

Tabela 9. Teste de média para a variável produtividade

Plantas	Variável (Produtividade)
Próximas	10,03 a*
Distantes	6,55 b

* Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Ou seja, para a variável produtividade, considerando o teste de Tuckey a 5% de probabilidade, as plantas de cafeeiro localizadas mais próximas da zona de influência direta das barraginhas, apresentaram uma produtividade média 42,30 % maior que aquelas mais distantes.

Em entrevista pessoal (2019; 2021) com o funcionário responsável pela área da cafeicultura do Ifes campus de Alegre, Luiz Cezar Faria, Tecnólogo em Cafeicultura formado nesse mesmo campus, quanto aos aspectos físicos e à produtividade dos cafeeiros, ele afirma ser visível o vigor vegetativo dos cafeeiros localizados nos arredores das caixas secas.

Afirmou ainda, que no ano de 2016 e 2017, em função da crise hídrica que impossibilitou o uso da irrigação na lavoura, tais cafeeiros produziram carga significativa de café, enquanto o restante da lavoura, fora da zona de influência das barraginhas, nada produziu: não houve enchimento de grãos em função da ocorrência de déficit hídrico!

4. Conclusões

- as plantas que recebem influência direta da zona úmida proporcionada pelas barraginhas apresentaram, majoritariamente, melhor condição vegetativa que aquelas fora da zona de influência direta;

- a umidade do solo mensurada nas quatro (4) unidades amostrais (barraginhas 1 a 4) continha uma boa reserva de água favorecendo o desenvolvimento da lavoura na zona de influência das barraginhas;

- a barraginha 4 é a que apresenta o maior número de rosetas;

- as barraginhas 3 e 4 apresentaram maiores médias de produção em l. planta⁻¹;

- a unidade amostral quatro (barraginha 4) apresentou a maior produtividade média por planta;

- a planta P15 da unidade amostral quatro (barraginha 4) foi a que apresentou a maior produtividade (19,7 L) entre todas as unidades amostrais; e

- as maiores produtividades médias de 26 plantas localizadas mais próximas das zonas de influência direta das barraginhas foi 42,30% que aquelas 26 mais distanciadas.

Autores

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Maurício Novaes Souza*, Jeferson Luíz Ferrari, João Batista Esteves Peluzio

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Barraginhas: multifunções

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-05-3.c5>

1. Introdução

Cabe considerar, inicialmente, que as denominações barraginha, caixa seca, caixa ou bacia de contenção e, em alguns casos, os lagos de uso múltiplo, referencia-se à mesma prática conservacionista, com objetivos semelhantes ou até mesmo idênticos: acumular água visando a recarga de aquíferos ou para usos diversos, tais como a reservação para dessedentação animal, a irrigação, a regularização de vazão ou a criação de peixes (SOUZA, 2015; 2018; 2021).

É sabido que a sustentabilidade da agropecuária é dependente da reservação de água para uso em períodos de escassez, o que geralmente é resolvido com a construção de pequenas barragens. Ao interceptar um curso hídrico ou reter as águas das enxurradas, irá aumentar o tempo de concentração da água na bacia: aumenta-se a área de infiltração, proporcionando maior recarga em direção aos mananciais subterrâneos, favorecendo a recarga dos aquíferos; como resultado, o aumento das vazões média e mínimas, além de contribuir no controle de enchentes com a redução das vazões máximas (SOUZA, 2015).

No entanto, alguns autores fazem diferenciação entre as denominações, utilizando: a) barragens, para fins agropecuários, são aquelas destinadas à irrigação, à reservação hídrica, ao ecoturismo ou turismo rural, à dessedentação de animais e aquicultura; b) usos múltiplos - são aquelas barragens com finalidade de abastecimento humano e regularização de vazão, isoladas ou conjuntamente com fins agropecuários (EMBRAPA, 2018).

As barraginhas são posicionadas estrategicamente no caminho das enxurradas em lavouras, pastagens e beiras de estrada, permitindo a infiltração da água no solo, que reabastecem os lençóis de toda a bacia hidrográfica (Figura 1).



Figura 1. Barraginha multifunções no Ifes campus de Alegre: manutenção da estrada, recarga de aquífero e disponibilização de água ao cafeeiro. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

A necessidade premente de procedimentos em benefício da conservação dos recursos hídricos tem propiciado o surgimento ou ressurgimento de tecnologias salvadoras, que passam a ser indicadas para quaisquer ecossistemas hidrológicos a serem trabalhados.

No caso de manutenção da capacidade de produção de quantidade de água de nascentes e de córregos, em períodos de estiagens, tem-se visto preocupações com a recarga artificial dos aquíferos mantenedores: é comum que os sistemas naturais já não estejam mais em condições de cumprirem, sozinhos, o papel que antes exerciam. Entretanto, de acordo com Valente (2009), alguns cuidados precisam ser tomados na escolha das tecnologias, pois elas deverão estar apropriadas às especificidades locais.

Para esse mesmo autor, em primeiro lugar é bom ficar bem claro que se existe uma nascente é porque existe, também, um aquífero (ou lençol d'água)

associado. Caso durante as estiagens a nascente continuar com boa produtividade de água, significa que o aquífero está sendo bem abastecido nos períodos de chuvas e está inclinado, mesmo que ligeiramente, em direção à base de emergência da nascente.

Tal nascente, ao longo do ano, irá drenando os volumes de água do aquífero, localizados em sua proximidade: estes volumes serão repostos por movimentação da água armazenada em pontos mais distantes da nascente. Como a movimentação da água no solo é lenta, os volumes armazenados nas zonas do aquífero mais distante da nascente levam um tempo pré-determinado para chegar ao ponto de emergência: são esses volumes que garantem o suprimento nos períodos de estiagens. Quaisquer que sejam as tecnologias adotadas, elas deverão estar ajustadas aos fundamentos listados (VALENTE, 2009).

Como os sistemas naturais já estão muito alterados e as superfícies impermeabilizadas por operações de cultivo, por pastagens pisoteadas e o solo compactado, por estradas, por construções, entre outros, precisam-se encontrar tecnologias que supram o antigo comportamento natural e possam conviver com as necessidades de uso do solo. São tecnologias capazes de favorecerem a infiltração de água no solo, permitindo um bom armazenamento nos aquíferos. Daí surgir a alternativa das “barraginhas”, dos terraços e das caixas de captação de enxurradas (VALENTE, 2009; SOUZA, 2015).

No entanto, de acordo com Valente (2009) e EMBRAPA (2016), é preciso ter cuidado no seu uso - não custa lembrar, sempre, que os ecossistemas hidrológicos são sensíveis e específicos, exigindo tratamentos adequados, particularmente. Outro detalhe importante a se considerar: tais estruturas deverão estar bem distribuídas pela pequena bacia que sustenta o aquífero e a nascente, posto que existe a necessidade de que as zonas mais distantes do aquífero, em relação à nascente, também recebam água, garantindo, pelo movimento lento através das camadas de solo, que parte dos volumes armazenados só cheguem à nascente nas épocas de estiagens (Figura 2).



Figura 2. Zona de recarga de aquífero em processo de recuperação no IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

No caso das barraginhas, por exemplo, fica difícil, em regiões montanhosas, construí-las mais distantes das nascentes. A sua forma aberta exige uma área plana maior e que será encontrada, quase sempre, já bem próxima da nascente. O esquema da Figura 3 mostra um perfil comum de encosta em região montanhosa: pode ser mais bem visualizado. As encurradas serão retidas, é claro, mas os volumes serão rapidamente drenados pela nascente e não esperarão os períodos de estiagens. Não se pode, então, concentrar a infiltração perto da nascente. Pelo mesmo motivo a mata ciliar também não serve para garantir vazões de estiagens (VALENTE, 2009).

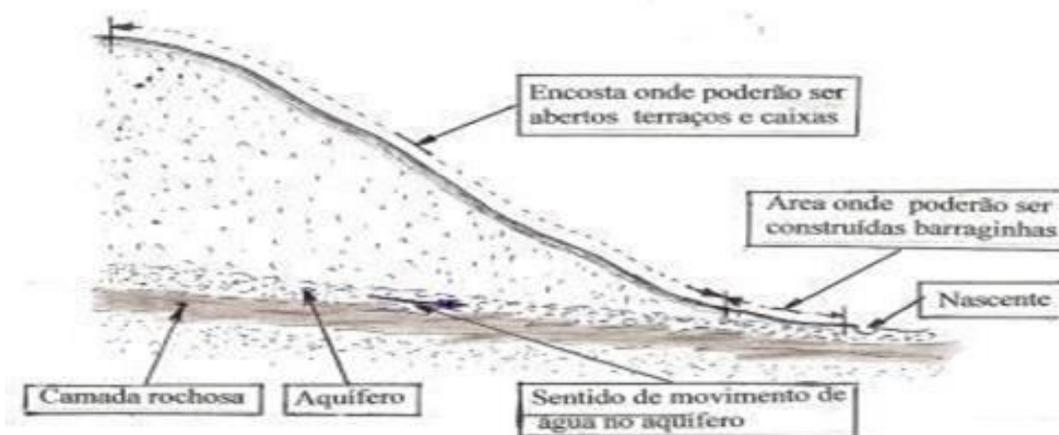


Figura 3. Perfil comum encontrados em encostas de região montanhosa. Fonte: Valente (2009).

Quanto aos terraços e caixas de captação, eles podem ser distribuídos pelas encostas, abastecendo as zonas mais distantes dos aquíferos. Os terraços são colocados em nível ao longo de encostas cultivadas, com espaçamentos adequados às condições de chuvas, solos e declividades e de bases estreitas para não promoverem grandes movimentações de solo (Figura 4).

Terraços feitos com tratores de esteiras em pastagens, por exemplo, fazem significativos movimentos e criam caminhos para os animais. Com o pisoteio, provoca a impermeabilização e os terraços deixam de promover a infiltração de água. Quando feitos da mesma maneira em áreas de outras culturas, podem expor camadas de subsolo, dificultando o cultivo. Já as caixas de captação podem ser ajustadas às declividades, por tamanhos e formas, e serem construídas ao longo de estradas e em pontos de concentrações de enxurradas ou em áreas torrenciais. Os terraços têm a vantagem de distribuir melhor as infiltrações na pequena bacia, comparados às barraginhas e caixas de captação, que têm ações localizadas e concentradas em poucos pontos e, por isso, simulam menos as condições naturais.



Figura 4. Barraginhas e terraços em área de pastagem (recarga de aquífero) e recuperação de vegetação ciliar no IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2013).

Há de se deixar evidente que tais tecnologias podem provocar efeitos colaterais sérios, como movimentos de solo das encostas. Ou seja, existe a necessidade de estarem corretamente indicadas para situações hidrológicas previamente avaliadas: adequadas e adaptadas às condições e necessidades de cada ecossistema hidrológico.

2. Adequação de estradas rurais

As estradas são obras públicas de vital importância para o desenvolvimento do Estado e da população, uma vez que se tratam do principal meio de escoamento da produção agroindustrial e permitem o intercâmbio entre as comunidades rurais (DADALTO; CARMO FILHO; CASTRO, 1990).

De acordo com Comério, funcionário do Incaper em entrevista ao Jornal Dia de Campo (2020), "o projeto de Adequação de Estradas Rurais através de Caixas Secas evita o efeito sanfona dos mananciais, ou seja, aumenta a vazão das nascentes, córregos e rios nos períodos de estiagem e reduz a vazão das enchentes nos períodos chuvosos".

Segundo esse mesmo autor, desde o início dos trabalhos, os resultados com a construção de caixas secas foram bastante positivos. Em 2008, foram construídas em São Roque do Canaã quinhentos e trinta (530) caixas secas ao longo de 10 km de estrada. Após dois anos de funcionamento, constatou-se um aumento de 51% na vazão de uma das nascentes do rio Santa Júlia. Além desse importante fato, foi confirmada a infiltração de aproximadamente 100 milhões de litros d'água para o lençol freático e a retenção de 5.600 m² de sedimentos sólidos que iriam provocar o assoreamento dos córregos e rios, junto com outras partículas arrastadas pela água ao longo do caminho.

Em entrevista pessoal (2019; 2021) com o funcionário responsável pela área da cafeicultura do Ifes campus de Alegre, Luiz Cezar Faria, Tecnólogo em Cafeicultura, o mesmo ocorreu com a estrada de acesso à parte superior onde se localiza a infraestrutura de pós-colheita do referido campus (Figura 5).

Segundo Faria, antes da execução das cinco (5) caixas secas às margens do trecho mais íngreme da estrada, qualquer ocorrência de chuvas criava valetas e dificultava o acesso - depois de sua execução, tal problema cessou.

Contudo, sempre há de se considerar da importância da realização das manutenções periódicas, principalmente no período que antecede as chuvas:

devem ser realizadas as limpezas da vegetação e verificado o direcionamento das águas do escoamento superficial. O não cumprimento dessa etapa poderá acarretar no retorno dos processos erosivos (Figura 6).



Figura 5. Caixas secas e conservação de estradas no Ifes campus de Alegre.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).



Figura 6. Ausência de manutenção de barraginhas no Ifes campus de Alegre.
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Segundo Dadalto; Carmo Filho; Castro (1990) existe vários tipos de caixas de retenção ou captação. O modelo a ser escolhido depende da topografia do terreno e das características da estrada. Em relevos acidentados, o modelo mais comum é o retangular ou trapezoidal, usando-se um espaçamento menor entre as caixas, que devem ter um volume menor. Em áreas de relevo pouco acidentado, as caixas podem ter um volume maior e serem mais espaçadas, além de serem mais comuns os formatos trapezoidal e semicírculo (Figura 7).



Figura 7. Caixa seca abastecida após período de chuva. Fonte: Acervo Priscila de Oliveira Nascimento (2019).

Cabe considerar: tais observações e experiências foram deflagradoras pelo interesse da realização da presente pesquisa. Em visita pessoal ao município de Lavras Novas, MG, foi possível visitar um projeto de conservação de estradas rurais e recarga de aquíferos (Figura 8). Na Figura 9, observa-se degraus na margem da estrada conduzindo a água de enxurrada para uma barraginha.



Figura 8. Barraginha no município de Lavras Novas, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2015).

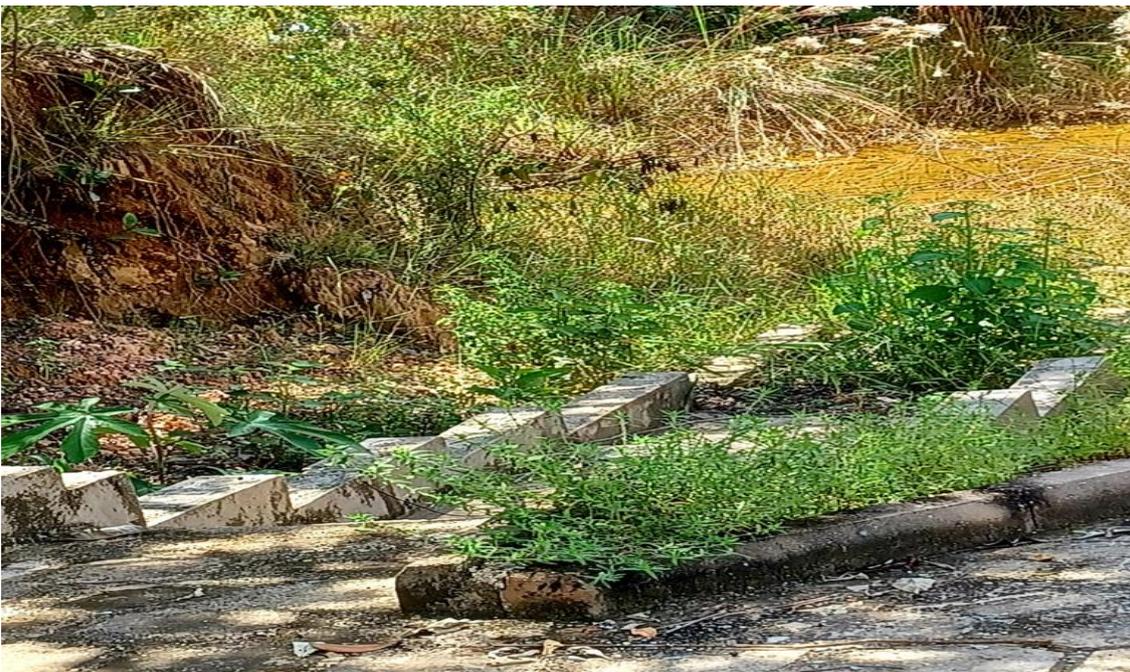


Figura 9. Barraginha construída em margem de estrada em Conceição do Mato Dentro, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

3. Lago de múltiplo uso

De acordo com Barros et al. (2013), “o lago de múltiplo uso consiste em uma alternativa para armazenamento superficial de água nas propriedades rurais, para utilização da água disponível diversas finalidades” (Figura 10).



Figura 10. Lago de uso múltiplo rodeado de frutíferas e lavoura de café. Fonte: Acervo Priscila de Oliveira Nascimento (2018).

A água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado; portanto, em qualquer situação a água deverá ser utilizada de forma racional, isto é, de maneira não abusiva e sempre se evitando a contaminação dos mananciais (LOPES, 2015).

As barraginhas podem receber, também, a denominação de lago de múltiplo uso: podem ser utilizados como tecnologia complementar nas propriedades, sendo uma forma de armazenamento superficial de água com várias finalidades, garantindo a sustentabilidade hídrica para o produtor (Figura 11). Pode-se, ainda, utilizar revestimentos plásticos em toda a área da barraginha para armazenar a água de chuva e utilizá-la futuramente como água de irrigação (SOUZA et al., 2020).

Como regra, são impermeabilizados com lona de plástico comum. Apresentam rápida construção e baixo custo de implantação, quando comparado aos lagos construídos com lonas especiais. Segundo esses mesmos autores, a integração das tecnologias sociais barraginhas e lago de múltiplo uso vêm garantindo sustentabilidade hídrica para agricultores familiares de regiões semiáridas e subúmidas de diversos estados do Brasil. Viabilizam o suprimento de água para o consumo humano, a irrigação de pequenas lavouras e hortas, a dessedentação de animais e a criação de peixes.



Figura 11. Barraginha (lago de múltiplo uso) com fundo coberto para aproveitamento da água para irrigação da lavoura. Fonte: www.tratofeito.com.br/ibatiba (2021).

Para a sua viabilização nas propriedades rurais, os lagos de múltiplo uso complementam o sistema de barraginhas: enquanto as barraginhas armazenam água subterraneamente, fator importante nas regiões semiáridas (evitam as altas taxas de evaporação), os lagos armazenam e deixam a água disponível superficialmente para as mais diversas aplicações (Figura 12).



Figura 12. Escavação para construção do lago de múltiplo uso (a) e colagem da lona e cobertura com terra (b). Fonte: Barros et al. (2013).

Em propriedades da região de Araçá-MG, as barraginhas são carregadas e descarregadas pelas chuvas de 10 a 12 vezes por ano. A água captada se infiltra na terra e recarrega o lençol freático, provocando a sua elevação. Isso reflete no nível das cisternas e no umedecimento das áreas de baixada (BARROS et al., 2013).

De acordo com esses mesmos autores, o aumento da disponibilidade de água nas cisternas motivou a construção de trinta (30) lagos de múltiplo uso, com capacidade de 100 m³ cada. Os lagos são abastecidos, mesmo no período da seca, por bombeamento de água das cisternas revitalizadas pela colheita da água das chuvas por meio das barraginhas. De forma complementar, no período chuvoso, os lagos são abastecidos também por água captada por telhados. Os lagos permitiram a produção de peixes, como esperavam os produtores. A água ainda é suficiente para irrigar hortas (Figura 13), pomares, plantios de milho-verde, capineiras e dar de beber aos animais.

Caso o reservatório seja usado para fins de abastecimento à população ou lazer, deverá ser verificado se a água apresenta características adequadas a estes fins, sendo essencial o controle do despejo de esgotos sanitários e de criatórios de animais ou agroindústrias nos mananciais da bacia hidrográfica (MATOS et al., 2000).



Figura 13. Hortas irrigadas utilizando água disponibilizada pelas barraginhas. Fonte: Barros et al. (2013).

Autores

Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Priscila de Oliveira Nascimento, Maurício Novaes Souza*

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade na cafeicultura vem sendo debatida cada vez mais no Brasil. Visando a permanência das famílias no campo de forma digna, alguns desafios emergem, tais como a necessidade de geração e distribuição de renda para todas as famílias rurais, no limite da capacidade de suporte ambiental, sem comprometimento às gerações futuras.

A captação e a conservação da água de chuva têm sido ferramentas fundamentais na sustentabilidade de agricultores familiares: tanto em regiões subúmidas quanto em regiões semiáridas do Brasil. Nessas regiões, muitas vezes a precipitação anual é razoável (médias 800 a 1.300 mm). Porém, a concentração das chuvas em poucos meses dificulta a recarga dos mananciais, impedindo um bom aproveitamento da chuva ao longo de todo o ano.

A hipótese sugerida do Capítulo IV do presente livro foi: as plantas do cafeeiro sob a influência direta da zona de infiltração de água das barraginhas apresentariam melhor condição vegetativa e maior produtividade por planta que aquelas fora da zona de influência direta. Para confirmação ou não da referida hipótese, foram avaliadas as seguintes variáveis: produtividade ($l \text{ planta}^{-1}$); número de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos o número de rosetas; a altura das plantas; o diâmetro da copa; e o teor de umidade do solo.

Analisando os dados obtidos com o experimento em campo, é possível afirmar que, nessas condições, as plantas, majoritariamente, sob a influência direta da infiltração de água das barraginhas, apresentaram: maior umidade do solo, maior número de ramos plagiotrópicos e de rosetas, maior produtividade, bem como maior altura e diâmetro da copa.

Há de se considerar, entretanto, que o *Coffea canephora* é uma planta alógama: tal atributo lhe confere alta variabilidade genética. Assim, uma lavoura instalada com mudas produzidas a partir de sementes apresentará um plantel com indivíduos de características distintas: como é o caso desta lavoura.

Mesmo assim, foi perceptível que as franjas úmidas geradas pelas barraginhas nas quatro (4) unidades amostrais, desenvolveram de forma significativa seu sistema radicular, atingindo camadas mais profundas do solo, o que permite que suas raízes busquem água em maiores profundidades, bem

como nutrientes necessários ao seu desenvolvimento vegetativo e produtividade – pode ser confirmado pelo melhor aspecto geral das plantas.

Como prática conservacionista as barraginhas contribuíram de forma significativa para que não houvesse erosão na área pesquisada, bem como melhorou consideravelmente a conservação da estrada de acesso à infraestrutura de pós-colheita do Ifes campus de Alegre.

Em diversas regiões do Brasil, o uso das barraginhas na adequação de estradas rurais e como tecnologias sociais e lago de múltiplo uso, de forma integrada e complementar, tem proporcionado um maior domínio, por parte do agricultor, do potencial de sua propriedade, garantindo o uso da água para geração de alimento, trabalho e renda, com uma grande diversidade de atividades que não seria possível sem a integração das tecnologias.

Tais práticas vêm sendo priorizadas em sistemas agroecológicos de produção: são aqueles que restabelecem a vida no solo para que novos sistemas possam ser estabelecidos unicamente ou conjuntamente a favor da fauna e flora, recuperando o ambiente.

A cafeicultura agroecológica visa a construção de sistemas produtivos, sendo o mais parecido possível com o ecossistema natural, tornando assim ecossistemas economicamente viáveis e capazes de atender às exigências da população. Pontos como o respeito à natureza, a diversificação de culturas, solo como organismo vivo e independência dos sistemas de produção de insumos agroindustriais, são pontos primordiais para que a cafeicultura orgânica, e, ou, agroecológica se desenvolva de forma satisfatória.

Apesar de a cafeicultura agroecológica ser um ponto positivo para a geração de renda e preservação do ecossistema, ainda é vista como algo difícil e de pouca viabilidade entre os grandes e médios produtores. No entanto, a adoção da agroecologia no monocultivo cafeeiro possibilita ao ecossistema e ao produtor um meio alternativo para poder conservar e preservar o meio em que se vive e que se produz.

O sistema de produção agroecológica e orgânico vieram para minimizar as externalidades ambientais negativas que representam custos adicionais não incorporados pelos produtores, o que é ótimo sob a ótica da questão ambiental. Este sistema se utiliza de práticas conservacionistas, bem como beneficia a saúde dos agricultores que deixam de utilizar os agrotóxicos nas lavouras: assim,

sentem-se mais protegidos. Nesse sistema de produção, o uso de práticas conservacionistas de solo, são vistas como rotina do negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURA.MG. **Agricultores familiares de Espera Feliz viram referência na produção de cafés especiais.** Disponível em: www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ci-feijao/story/3711-agricultores-familiares-de-espera-feliz-viram-referencia-na-producao-de-cafes-especiais. Acesso em: 04 jun. 2022.
- ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 508p.
- ALVES, E. A.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F. Procedimentos de colheita do café. In: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. **Café na Amazônia**, p. 345-358, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1040763/1/CafenaAmazoniaENRIQUE.pdf>. Acesso: 23 out. 2018.
- BACHA, E. **Política brasileira do café: uma avaliação centenária em 150 anos de café.** São Paulo: Marcellino Martins, 1992.
- BARRETO, P.; SARTORI, M.; DADALTO, G. G. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo.** 4 p. 2012.
- BARROS, L. C. Amenização de veranicos através da captação de água de chuvas por barraginhas, garantindo safras na agricultura familiar, em Minas Novas, MG. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo, Congresso Nacional de Milho e sorgo, 26.; Belo Horizonte. **Anais...** ABMS, Sete Lagoas, 2006.
- BARROS, L. C. Captação e uso de água, na propriedade, para múltiplos fins. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Cap. 11, p. 487-506.
- BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de A.; BARROS, I. R. de; TAVARES, W. de S. **Integração entre Barraginhas e lagos de múltiplo uso: o aproveitamento eficiente da água de chuva para o desenvolvimento rural.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sogro, 2013. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 177).
- BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. de A. **Barraginhas: água de chuva para todos.** Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 49 p. (ABC da agricultura familiar, 21).
- BARUQUI, A. M. Conservação do solo. In: **Informe Agropecuário.** Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais. Ano 7, n. 80, p. 26-39, 1981.
- BENDER, S. F.; WAGG, C.; HEIJDEN, M. G. A. van der. Un Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, 2016.
- BONATO, A. P. **Produção de cafés especiais é tema de encontro na região do Caparaó.** 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/espíritosanto/agronegocios/noticia/producao-de-cafes-especiais-e-tema-de-encontro-na-regiao-do-caparao-no-es.ghml>> Acesso em: 12 jun. 2022.
- BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R. de; CARNEIRO, P. C. S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes

do híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, v. 63, p. 207-219, 2004.

BRANDO, C. H. J. **Cresce a produção e o consumo de robusta no mundo**. 2022. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/colunas/estrategias-carlos-brando-e-equipe/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FREITAS, D. A. F.; MINCATO, R. L.; FERREIRA, M. M. Métodos de indexação de indicadores na avaliação da Qualidade do solo em relação à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1-9, 2015.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO O AGRONEGÓCIO (CEDAGRO). **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no estado do Espírito Santo**. Documento de trabalho, Vitória: SEAG, 2012. Disponível em: <http://www.cedagro.org.br/artigos/20121101104240_areas_Degradadas_Documento_Completo.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Degradação neutra de terra: o que significa para o Brasil?** Brasília, DF: 2016. 28p

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café: Quarto levantamento**. v. 4, n. 4, SAFRA 2017. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Lhaís%20Constantino/AppData/Local/Packages/MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/BoletimZCafeZdezembroZ2017ZSafraZ2017%20. Acesso em: 22. set. 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café: Terceiro levantamento. **SAFRA**. v. 5, n. 3., 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Lhaís%20Constantino/AppData/Local/Packages/MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/BoletimZCafeZsetembroZ2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lhaís%20Constantino/AppData/Local/Packages/MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/BoletimZCafeZsetembroZ2018%20(1).pdf). Acesso em: 28. out. 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO. **Levantamento de café da Conab mostra produção recorde: 58 milhões de sacas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2373-levantamento-de-cafe-da-conab-mostra-producao-recorde-58-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 30 out. 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO. **Levantamento de café da Conab 2020**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2373-levantamento-de-cafe-da-conab>. Acesso em: 20 maio 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO. **Levantamento de café da Conab mostra previsão de safra 2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/>. Acesso em: 30 abr. 2022.

CUNHA, J. P. B.; SILVA, F. M.; DIAS, R. E. B. A.; LISBOA, C. F.; MACHADO, T. A. Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de colheita do café. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 416-425, 2016. Acesso em: 18 set. 2018.

DADALTO, G. G.; CARMO FILHO, O. G. do; CASTRO, L. L. F. **Captação de águas pluviais das estradas vicinais**. Vitória, ES, 1990. 22 p. DAVIS, A. P., GOVAERTS, R., BRIDSON, D. M., STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 152, p. 465-512, 2006.

DAMATTA, F. M.; RAHN, E.; LÄDERACH, P.; GHINI, R.; RAMALHO, J. C. Why could the coffee crop endure climate change and global warming to a greater extent than previously estimated? **Climatic Change**, v. 152, n. 1, p. 167-178, 2019.

DIA DE CAMPO. **Construção de barraginhas**. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=31282&secao=Agrotemas>. Acesso em: 26 jun. 2019.

ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; LOVATO, T. **Apostila de manejo e conservação do solo**. Santa Maria, 2005. 102 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Sorgo e milho, Sete Lagoas, MG, 2016. CORDOVAL, L. **Barraginhas**. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/38576935/barraginhas-e-seus-beneficios-sao-tema-de-exposicao-no-shopping-sete-lagoas>. Acesso em: 13 out. 2020.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Práticas de Conservação de Solo e Água**. Circular Técnica, Campina Grande, PB. 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA): **Adução verde**. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA): **Espaços e terraços**. Programa rio rural: secretaria de agricultura, pecuária, pesca e abastecimento/superintendência de desenvolvimento sustentável. 2018. 46 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. EMBRAPA, 2018, 212 p.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto nº 4139-R, de 10 de agosto de 2017**. Regulamenta o licenciamento ambiental de barragens para fins agropecuários e/ou usos múltiplos, no Estado. Diário Oficial Dos Poderes Do Estado, Vitória, p. 7, 2017.

EUCLYDES, H. P. ; Ferreira, P. F.; Faria Filho, R. F.; Oliveira, E. P. de **Atlas Digital das Águas de Minas**. Disponível em: http://www.atlasdasaguas.ufv.br/exemplos_aplicativos/roteiro_dimensao_barragens.html. Acesso em: 30 maio 2022.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Manual sobre pequenas barragens de terra**: Guia para a localização, projeto e construção. Roma, 2011.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de. **Cultivares de café Conilon**. 798 p. 2017.

FERREIRA, D. F. **Uso de recursos computacionais**. Lavras, MG, 2007. 169 p.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Cia Ed. Nacional, 2005.

G1.com. **Produtores fazem caixa seca**. Disponível em: <http://g1.globo.com/espírito-santo/jornal-do-campo/videos/v/produtores-fazem-caixas-secas-para-reter-agua-de-chuva-no-noroeste-do-es/5577244/>. Acesso em: 26 jun. 2019.

GALETI, P. A. **Pelos caminhos do café**. Campinas: Cati, 2004.

IEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Projeto Barraginhas começa a ser implantado no Espírito Santo.** 2018. Disponível em: www.iema.gov.br/projetobarraginhas/. Acesso em: 18 mar. 2021.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos:** Estação automática de Alegre (A617). Disponível em: [<https://portal.inmet.gov.br/>](https://portal.inmet.gov.br/). Acesso em: 16 mar. 2021.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Índice de Gini.** Disponível em: www.ipea.gov.br/indicadedgini. Acesso em: 26 mar. 2021.

JORNAL DIA DE CAMPO. **Tecnologias simples ajudam a conservar água na propriedade rural.** 2020. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecológica, 2001.

LACERDA, A. Comunicação pessoal. **Produção de café no Sítio Forquilha do Rio.** 2022.

LACERDA, G. R.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. **Rendimento operacional em diferentes sistemas de colheita, de operação manual, em lavoura cafeeira de montanha.** 2012. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4928/327_38-cbpc-2012.pdf?sequence=1. Acesso em: 29 jan. 2018.

LEAL, J. T. da C. P.; FERNANDES, M. R.; PEREIRA, R. T. G. **Boas práticas ambientais na cafeicultura.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2012. 64 p.

LOPES, J. D. S. **Construção de pequenas barragens de terra.** Viçosa, MG, 2015. 172 p.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL, R. P.; SANTOS, N. F. de F., KAGEYAMA, P. Y. Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. **REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.8, n.1 e 2. 2014.

LOPES, P. R.; KAGEYAMA, P. Y., LOPES, K. C. S. A. Sistemas agroflorestais e produção agroecológica de café na região do pontal do Paranapanema. **RETRATOS DE ASSENTAMENTOS**, v. 17, n. 1, p. 261-292, 2014.

MACHADO, L. C.; SOARES, D. B. Caracterização de Nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe em Assentamento Rural. **Revista Geama**, v. 4, n. 2, p. 5-12, 2018.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politicaagricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MATIELLO, J. B. **Manejo alternativo das lavouras na cafeicultura de montanha.** 2014.

MATOS, A. T. de; SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. **Barragens de terra de pequeno porte.** Viçosa, MG, 2000. 122 p.

MENDES, I. C. ; SOUZA, D. M. G. De ; REIS JÚNIOR, F. B. dos; LOPES, A. A. de C. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. **Circular Técnica 38.**

Embrapa. Planaltina, DF. 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1110832>. Acesso em: 13 maio 2022.

NEVES, T. V. P. **Caracterização da cafeicultura e estratégias para qualidade da bebida relacionada ao manejo de cultivo e pós-colheita no município de Ibicoara-Ba.Vitória da Conquista - BA**: UESB, 2010. 145 f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).

PELISSARI, S. A.; PERINI, J. L.; MIRANDA, M. A. **Caixas coletoras de água das chuvas**. *Jornal da Coaabriel, São Gabriel da Palha, ES*: Ano XI, n. 115, p. 8, 1997.

PRIMAVESI, A. M. **Agroecologia**: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, 1997.

RAMALHO, J. C. ; RODRIGUES, A. P.; LIDON, F. C.; MARQUES, L. M. C. LEITÃO, A. E.; FORTUNATO, A. S. Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in *Coffea* spp. **PLoS one**, v. 13, n. 6, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0198694.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da **Café arábica**: do plantio à colheita. v. 1, 896 p., 1 ed. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010.

ROMERO, J. C. P. Café de montanha perfaz cerca de 40% da produção brasileira. In: ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao geoprocessamento. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, **Visão Agrícola**, n. 12, p. 90-91, 2013.

SILVA, F. M; SALVADOR, N; RODRIGUES, R. F; TOURINO, E. S. **Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada**. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1212>. Acesso: 23 set. 2018.

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N. **Produção de café orgânico**: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural. Novas Edições Acadêmicas: Beau Bassin, Mauritius, 2021. 72p.

SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. 2004.

SIMÃO, J. B. P.; PELUZIO, T. M. de O.; ZACARIAS, A. J.; PEREIRA, I. M.; SALUCI, J. C. G.; OLIVEIRA, M. J. V. de; GUIDINELLE, R. B. (Org.). **Cafeicultura do Caparaó**: resultados de pesquisas / Alegre, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2017. 232 p.

SOUZA, I. I. de M.; ARAÚJO, E. da S.; JAEGGI, M. E. P. C.; SIMÃO, J. B. P.; ROUWS, J. R. C.; SOUZA, M. N. Effect of Afforestation of Arabica Coffee on the Physical and Sensorial Quality of the Bean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 7, p. 133-143, 2020.

SOUZA, M. C. M. de. **Cafés sustentáveis e denominação de origem**: a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários. 2006. 177f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-22112011-161753/pt-br.php>. Acesso em: 13 maio 2022.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, v.1000. 376p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015, v.5000. 376 p.

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133p.

SOUZA, P. M.; FORNAZIER, A.; PONCIANO, N. J. Distribuição espacial da produção agropecuária do estado do espírito santo: uma análise dos segmentos familiar e não familiar. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 78-91, 2020.

TEIXEIRA, T.D. Política estratégica para a cafeicultura brasileira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais....** Palestras do I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Brasília: Embrapa Café, 2002. p. 169-193.

TERRA VIVA. **Sustentabilidade na produtividade de café conilon no ES**. Disponível em: <https://tvterraviva.band.uol.com.br/aovivo/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

TRAUER, E.; ALINE DE BRITTOS VALDATI, A. de B.; COSTA, E. M. da C.; TRZECIAK, D. S.; VARVAKIS, G. **O Conhecimento e a Cadeia Produtiva do Café. Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**. 12 set. 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/235/94>. Acesso em: 29 maio 2022.

TRISTÃO, F. A.; KROHLING, C. A.; MUNER, L. H. de; MATHEUS FONSECA de SOUZA, M. F. de; FORNAZIER, M. J. Tendências para a sustentabilidade da cafeicultura de arábica em regiões de montanha. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 10, p. 105-124, jan./dez., 2019.

VAL JUNIOR, N.A. **Metodologia para determinação de perdas na colheita mecanizada do café**. 2015. 19f. Monografia – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo – MG, 2015.

VALENTE, O. F. Sobre barraginhas, terraços e caixas de captação de enxurradas. 2009. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2009/09/02/sobre-barraginhas-terraços-e-caixas-de-captacao-de-enxurradas-artigo-de-osvaldo-ferreira-valente>. Acesso em: 02 jun. 2022.

ZAMBOLIM, L. **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa: UFV, DFP, 2006.

ZONTA, J. H. et al. **Práticas de conservação de solo e água**. Embrapa Algodão Circular Técnica (INFOTECA-E), 2012.



www.meridapublishers.com