

1.1. AGRICULTURA

O aumento da temperatura do ar, ondas de calor, secas severas e inundações mais frequentes poderão refletir em magnitude, direta e indireta na produção agropecuária e silvicultura no Espírito Santo, com impactos significativos na produtividade, na qualidade e na sustentabilidade das atividades agropecuárias.

O Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura (PEDEAG-4) (2023-2032) destaca que o setor agrícola pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para o sequestro de carbono. O Plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono) foi incorporado ao Plano Estadual de Descarbonização e Neutralização de Gases de Efeito Estufa. O PEDEAG-4 também inclui ações para adaptação climática da agricultura, como: (i) Ampliação do monitoramento agrometeorológico no estado. (ii) Pesquisa e desenvolvimento de novos materiais genéticos resilientes ao clima. (iii) Zoneamento climático para otimizar o uso de terras agrícolas considerando as mudanças climáticas. (iv) Estímulo ao desenvolvimento de tecnologias para eficiência no uso da água.

A versão 2023-2032 do PEDEAG é a primeira a tratar das mudanças climáticas e seus efeitos sobre a agricultura. Dentre os temas transversais, as mudanças climáticas foram pontuadas em temas de importância relativamente ao impacto na agricultura, através das temáticas “educação, pesquisas e extensão” e “agricultura familiar”.

O Espírito Santo já enfrenta problemas com pastagens degradadas, especialmente em municípios com características de região semiárida. Em 2024, a SUDENE redefiniu os limites do semiárido, incluindo municípios do norte do Espírito Santo, onde as projeções climáticas indicam aumento dos períodos de seca.

O PEDEAG-4 visa reduzir pastagens degradadas, aumentar a preservação permanente e expandir áreas de florestas plantadas e culturas agroflorestais. Há uma meta de aumentar a agricultura irrigada nas propriedades, passando de 43,3% para 55%. Para atingir essa meta, será necessário aumentar as reservas de água a curto e médio prazo.

O PEDEAG-4 visa diminuir significativamente a quantidade de pastagens degradadas, aumentar as áreas com preservação permanente e floresta plantada, bem como áreas de plantios com árvores com culturas ou pastagens. Ao mesmo tempo, o PEDEAG-4 tem como meta sair dos 43,3% para 55% das propriedades com agricultura irrigada, portanto, há necessidade a curto e médio prazo aumentar significativamente as reservas de água. Entretanto, as projeções climáticas apontam para menor disponibilidade hídrica no Espírito Santo.

1.1.1. Importância econômica da agropecuária e silvicultura no Espírito Santo

Considerando o Censo Agropecuário de 2017, existem aproximadamente 110 mil propriedades rurais no estado, tendo uma média de 30,1 hectares por propriedade. Destaca-se que 88%

apresentam áreas iguais ou inferiores a 50 hectares (IBGE, 2024), portanto, é notório a importância das pequenas propriedades e da agricultura familiar no Espírito Santo.

A agropecuária e a silvicultura representam aproximadamente 5% do PIB Capixaba e empregam 13,1% da mão de obra do estado, tendo, nos últimos anos, crescimento significativamente acima da média nacional. Por sua vez, o agronegócio representa um terço das riquezas do Espírito Santo, sendo a principal atividade econômica em 80% dos municípios Capixabas (PEDEAG-4, 2024), deixando evidente a importância econômica e social do agronegócio para os agricultores e seus respectivos municípios. Nesse cenário, uma das metas descritas no PEDAG-4 é o aumento de 45% do valor bruto da produção agropecuária em 2032, comparativamente a 2022 (de R\$ 24,2 para 35 bilhões reais). Outra meta importante é aumentar em pelo menos 40% a produção/produktividade, no mesmo período para a maioria das culturas.

O Espírito Santo apresenta condições favoráveis para produção de diversas espécies, possui recursos humanos qualificados e tecnologias disponíveis, que deixam o estado no topo da produção e exportação de algumas commodities agrícolas e produtos agroindustriais. Em 2022, o café representou mais de 50% do PIB agropecuário (e silvicultura), 34,49% relativos ao café conilon (Figura 1 (a)), 16,32% ao café arábica (Figura 1(b)), 8,66% ao tomate e outros produtos da olericultura (Figura 1(c)), 6,93% a avicultura de postura, 4,82% ao mamão, 4,06% a pecuária de corte, 4,02% a pimenta do reino e cerca de 2% a avicultura de corte, pecuária de leite, banana e silvicultura.

Portanto, o café é ainda o produto agropecuário mais importante em termos do PIB agropecuário no estado. Assim, a influência das mudanças climáticas na produção de café é objeto de interesse particular em estudos científicos. As mudanças climáticas estão associadas ao aumento de temperatura, onda de calor, secas e inundações com riscos sobre a disponibilidade hídrica para a agricultura, entretanto, paradoxalmente, Martins et al. (2024) identificou que alguns genótipos de elite do café apresentam uma resiliência ambiental maior que se acreditava. Foi demonstrado que o CO₂eq elevado atenua os prejuízos associados a condições estressantes em níveis fisiológicos e bioquímicos, melhorando o funcionamento do aparelho de fotossíntese, aumentando a eficiência do uso da água e fortalecendo alguns mecanismos de proteção (Rodrigues et al., 2016, Semedo et al., 2021). O CO₂eq elevado também pode promover mudanças arquitetônicas e morfológicas, com ajustes alométricos vinculados à partição de biomassa dentro dos órgãos da planta e à estimulação do crescimento e, finalmente, maiores rendimentos das colheitas (Marques et al., 2022; Ramalho et al., 2018; Rodrigues et al., 2024).



(a)



(b)



(c)

Figura 1 (a) Lavoura de café conilon/Robusta (*Coffea canephora*) cultivada no Espírito Santo. (b) Lavoura de café arábica (*Coffea arabica*) cultivada no Espírito Santo. (c) Olericulturas diversas cultivadas no Espírito Santo.

1.1.2. Estresse térmico e hídrico sobre a agricultura no Espírito Santo

As plantas e animais necessitam de uma faixa adequada de temperatura para seu crescimento e desenvolvimento, pois essa variável influencia diretamente o metabolismo dos seres vivos. Quando expostas a temperaturas extremas, as plantas apresentam estresse térmico que pode afetar significativamente a produtividade (Taiz et al., 2014, Rodrigues et al., 2016, Martins et al., 2024). Por exemplo, em 2017, devido as ondas de calor, houve abortamento significativo de flores em pimenta do reino e, conseqüentemente, queda da produção no Espírito Santo (G1, 2024c). A Organização Meteorológica Mundial define ondas de calor como eventos que ocorrem quando a temperatura máxima diária é 5°C superior àquela do período de referência por tempo

superior a 6 dias na mesma região. Fato similar ocorreu no final de 2023, quando ondas de calor provocaram queda da produção esperada do café conilon em aproximadamente 30% (Cafeicultura, 2024). Vale destacar que a produção de café em 2024 será similar a obtida em 2022 (CONAB, 2024).

Grande parte das espécies cultivadas evoluíram em condições de sombra. Contudo, a maioria dos plantios no Espírito Santo são em sistema a pleno sol, onde as plantas crescem quase inteiramente sob luz solar plena, com grande sucesso e alto rendimento. No entanto, o cultivo de sombreamento pode ser usado como uma alternativa para adaptação ao aumento da temperatura ocasionado pelas mudanças climáticas (Jawo et al., 2022, Salvador et al., 2024). Esse tipo de cultivo favorece ainda a diversificação e conservação dos recursos naturais.

O cultivo de café em sistemas agroflorestais (Figura 2) aumenta a abundância e diversidade no ambiente (Dobo et al., 2018, Tapaça et al., 2024), atenua a alta temperatura e melhora a qualidade do solo (Oliosi et al., 2016; Partelli et al., 2014), portanto, pode ser uma alternativa promissora para adaptação às frequentes ondas de calor, somadas a outras alternativas como plantas mais tolerantes ao estresse térmico. Entretanto, ainda há necessidade de investigações científicas sobre o nível de sombreamento para as diferentes culturas e diferentes árvores e sobre genótipos ou variedades mais tolerantes, entre outras.

Toda planta, bem como todos os animais necessitam de água para o seu crescimento e desenvolvimento e, até mesmo para sobreviver. A água está envolvida em diversos processos metabólicos e sua falta provoca danos e até mesmo morte das folhas e plantas (Figura 3). A tecnologia mais utilizada, principalmente no norte do Espírito Santo para superar o estresse hídrico é o uso da irrigação, que depende de investimento financeiro, energia e disponibilidade hídrica.

Historicamente, o estado passou por várias secas consideradas importantes, por exemplo, a seca ocorrida a partir do segundo semestre de 2014 que envolveu praticamente todo ano de 2015. Essa catástrofe climática causou danos econômicos e sociais gigantescos nas atividades agropecuária do estado, levando a uma queda significativa da produção de muitos produtos capixabas, como café, pimenta do reino, pecuária e outras (ALES, 2024, G1, 2024a, G1, 2024b). Nesse período, grande parte das lavouras de café conilon, bem como de pimenta do reino eram irrigadas e muitos agricultores tinham barragens em suas propriedades. Contudo, com grande uso e falta de chuva por quase dois anos, proporcionou o secamento de muitas barragens e leitos de córregos (Figura 4). Assim, muitos agricultores, fizeram drenagens profundas em leitos de córregos, poços rasos e artesianos em busca de água subterrânea. Essa seca provocou uma perda superior a 3,5 bilhões de reais devido, principalmente, à queda da produção do café Conilon (G1, 2024a). Atualmente, por exemplo, se ocorresse uma queda de 50% da produção de café, ponderando os bons preços praticados em 2024, a perda direta seria de em torno de 10 bilhões de reais. Esse fato, dentre outros mostra o imenso prejuízo ocasionado pela seca e a evidente necessidade de captar e armazenar água, bem como conhecer o potencial de das reservas de água superficiais e subterrâneas, mas, principalmente, otimizar o uso da água e melhorar as espécies para enfrentamento a escassez hídrica.

Por outro lado, as enchentes podem ocasionar o estresse hídrico por afogamento das culturas (Figura 5), uma vez que a grande maioria das plantas não suporta mais de dois ou três dias com

solo submerso em água e, portanto, sem oxigênio disponível para o metabolismo respiratório de raízes. As enchentes podem também ocasionar danos físicos estruturantes, desde a interdição de estradas, desmoronamentos e erosões, até a danificação de estruturas prediais, morte de animais e de pessoas.



(a)



(b)



(c)

Figura 2 (a) Lavourea de café com mogno africano em Pinheiros (ES). (b) Lavourea de café com cedro australiano em São Mateus (ES). Fileiras simples de cedro australiano entre 5 carreiras de café. (c) Lavourea de café com seringueira em Jaguaré (ES). Fileiras duplas de seringueira entre 10 carreiras de café.



(a)



(b)

Figura 3 (a) Planta e (b) lavourea durante a seca extrema de 2014/2015.



Figura 4 Barragens sem água, condição ocasionada pelo uso da irrigação durante a seca de 2014/2015 em Vila Valério, município do ES.



Figura 5 (a) Áreas agrícolas de (a) manga e banana e (b) banana e pastagem (e rodovia) alagadas em início de 2020 em Alegre (ES).

O Espírito Santo ao longo de sua história tem enfrentado diversas enchentes, trazendo grandes prejuízos nos campos e nas cidades. Medidas de prevenção estão associadas a aprimoramentos para melhoria da absorção de água no solo da capacidade de armazenamento de água impedindo ou diminuindo o escoamento superficial das águas. Para isso, deve-se buscar constantemente o manejo sustentável das lavouras, com práticas conservacionistas, plantio de árvores, construção de caixas secas, terraços, barraginhas e barragens.