



## **Manejo Sustentável da Produção de Café no Cerrado Mineiro: A Contribuição do Caulim para Cultivos Comerciais**

### **Newton Roda**

Mestre em Sustentabilidade pela PUC - Campinas, Brasil  
rodans@uol.com.br

### **João Carlos Pontin**

Mestre em Sustentabilidade pela PUC - Campinas, Brasil  
jpontin@lemma-agro.com

### **Bruna Angela Branchi**

Professora Doutora, PUC - Campinas, Brasil  
bruna.branchi@puc-campinas.edu.br

### **Regina Marcia Longo**

Professora Doutora, PUC - Campinas, Brasil  
regina.longo@puc-campinas.edu.br

### **Fabricio Camillo Sperandio**

Pós-doutorando, PUC - Campinas, Brasil  
fabricioambiental@yahoo.com.br

## RESUMO

A cultura do café ocupa um papel de destaque no contexto nacional, cabendo destacar que o plantio de café a pleno sol no Brasil teve seu início a partir da libertação dos escravos com a redução de mão de obra a custo baixo. De maneira geral, o grau de luminosidade é o principal fator responsável pela produção do cafeeiro pois afeta as gemas vegetativas e florais, que posteriormente se tornam os frutos. Existem manejos que possibilitam mitigar as perdas de produtividade causadas pelas adversidades climáticas, especificamente o aumento da temperatura do ar e o excesso de radiação solar. Neste contexto o presente trabalho teve por objetivo discutir a aplicação de caulim em cultivos comerciais de café junto a produtores rurais no cerrado mineiro, como uma prática sustentável de produção agrícola. Para isso foi realizada uma pesquisa de campo junto a dezesseis cafeicultores que cultivam o café arábica (*Coffea arabica L.*), a pleno sol, no bioma do Cerrado de Minas Gerais, e que pulverizam o mineral caulim durante o manejo de produção das lavouras. Pode-se observar que os agricultores entrevistados buscam entender e aplicar algum tipo de manejo sustentável para a cultura e que a maioria vê a aplicação de caulim de maneira positiva, sendo necessário, porém implantar projetos de educação ambiental que tratem melhor desse tema junto aos cafeicultores de modo geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Cafeicultura. Mudanças Climáticas

## 1 INTRODUÇÃO

A consolidação do agronegócio brasileiro, pautado na cafeicultura está intimamente relacionada com os fatores bióticos e fatores abióticos. O conjunto desses fatores, quando em desequilíbrio, pode causar significativas perdas na produtividade e na qualidade dos produtos produzidos no campo (ASSAD; MAGALHÃES, 2014).

A produtividade e o sabor do café, bem como intensidade de pragas e doenças, estão relacionados ao comportamento do clima, particularmente a temperatura e a umidade (EMBRAPA, 2019). As regiões mais aptas para o cultivo do café arábica de alta qualidade e produtividade, são as regiões de montanha, localizadas a uma altitude acima 1200 m (BUNN *et al.*, 2015) e média anual da temperatura ambiente entre 18°C e 22°C (CAMARGO, 1985).

No Brasil há seis estados produtores de café, encabeçados por Minas Gerais que é responsável por mais de 50% do total produzido, sobre uma área de cultivo de mais de 1 milhão de ha e ocupando mais de uma centena de milhar de agricultores (EMBRAPA, 2020). Estudos sobre os impactos da mudança climática e lavouras de café indicam aumento de, aproximadamente, 0,25°C a cada década, concomitantemente à redução do acumulado anual de chuvas nos períodos de floração e amadurecimento dos grãos. Este conjunto de eventos climáticos adversos, provocaram uma redução de produtividade acima de 20%, particularmente na região Sudeste, notadamente Minas Gerais, maior estado produtor e exportador de café do Brasil, portanto o risco climático traduz-se em risco de redução de produção e aumento da vulnerabilidade social dos cafeicultores (ILYUB *et al.*, 2020).

Estudos científicos ressaltam a sensibilidade da planta de café sob adversidade climática, especificamente, instabilidade no regime de chuva e temperatura do ar, assim, mais de 90% das lavouras de café, já instaladas, estariam comprometidas, se houver elevação de 6 °C na atual temperatura média do ar (ASSAD; MAGALHÃES, 2014).

Existem tácitas evidências de que a mudança climática já começou, e também os impactos na produção de café, e em outras culturas-chave mundiais (LOBELL; SCHELENKER; COSTA-ROBERTS, 2011). Em 2014 o Estado de Minas Gerais, maior produtor de café do país e

responsável por um quarto da produção total, vivenciou um período de seca severa, acompanhado de altas, motivando especuladores do comércio, a anteciparem as altas dos preços (COOKE, 2016). O comportamento fisiológico e a produtividade de toda lavoura de *Coffea spp* dependem da fecundação das flores, do nascimento e enchimento dos grãos. No período da prefloração e também na fase inicial do grão de café (chumbinhos com tamanho entre 4,0 mm e 6,0 mm de comprimento) a presença de baixa umidade relativa do ar e, simultaneamente, temperaturas na faixa entre 20°C e 23°C provocam desidratação dos botões florais, conhecido como “abortamento floral” (flor estéril), e queda de “chumbinhos”, influenciando em perdas significativas de produtividade (MATIELLO; FERREIRA, 2016).

A preocupação com a ocupação do solo e os impactos ambientais das ações humanas podem ser observados nas conferências mundiais sobre o meio ambiente. Apresentado e aprovado na Assembleia Geral das Nações Unidas em 1983, o Relatório Brundtland explicitava as preocupações com as consequências da promoção do crescimento econômico. Nele, o desenvolvimento sustentável é definido como: “aquele desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem as suas próprias” (CMMAD, 1991, p. 9).

Esse relatório sustentava a necessidade de repensar o desenvolvimento para que fosse capaz de promover o progresso humano, atual e futuro (GUERRA, 2010). Assim, o sistema produtivo, analisado pelas lentes da sustentabilidade ambiental, deveria dedicar esforços para aumentar a produção considerando outros aspectos importantes, como o bioma, a sanidade e longevidade das lavouras, a redução dos impactos da bienalidade e a redução dos impactos do esgotamento do solo (KHATOUNIAN, 2001). Cabe destacar que o Brasil, quinto maior país do planeta, tem uma área total de 851,57 milhões de hectares, com uso e ocupação de diferentes formas.

As atividades agropecuárias ocupam 255,47 milhões de hectares, dos quais 21,2% são para pastagens nativas e cultivadas, 1,2% são recobertos com florestas plantadas, e somente 7,8% são destinados aos variados cultivos. 562,03 milhões de hectares, ou seja, 66% de todo o território nacional, está, teoricamente, ocupado por unidades de conservação integral, vegetação nativa intocável e terras indígenas, razão pela qual o Brasil é reconhecido como o país que mais preserva as áreas nativas, em comparação com outras nações (EMBRAPA, 2019).

Considerando o agronegócio do café e as principais regiões de produção, todas as propriedades rurais possuem, em média, uma porcentagem da área dedicada à preservação da vegetação nativa acima do mínimo estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (CFB). Em Minas Gerais, o valor é de 34%; no Espírito Santo, 33%; São Paulo, 22%, e na Bahia, 45% das áreas dedicadas à preservação (EMBRAPA, 2019). A evolução do ordenamento jurídico brasileiro impulsionado pelas Conferências Internacionais sobre o Meio Ambiente no âmbito da Organização das Nações Unidas impõe, atualmente, ao cafeicultor uma postura mais racional e sustentável no cultivo do café (REZENDE; CAMPOS, 2017).

O efeito da arborização oferece conforto térmico ao cafezal e traz efeitos benéficos sobre o solo porque promove uma mudança no microclima, influenciando os processos fisiológicos do cafeeiro. Torna-se então uma alternativa estratégica para as adversidades climáticas, principalmente a mudança nas temperaturas.

No cultivo do café, as adversidades climáticas causam impactos diretos, na redução da produtividade e indiretos, gerando instabilidade econômica principalmente nas comunidades rurais, que dependem para seu sustento das condições edafoclimáticas para o bom desempenho das lavouras. A mudança climática é eminente ameaça à integridade do sistema da cafeicultura de Minas Gerais a longo prazo (VIEIRA, 2007).

## 2 OBJETIVO

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar e discutir a contribuição do caulim para cultivos comerciais de café no âmbito da sustentabilidade e proteção ambiental a partir da aplicação e análise de questionários aplicados junto a cafeicultores cujas propriedades encontram-se inseridas no Cerrado mineiro.

## 3 METODOLOGIA

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, a qual contempla a observação dos fatos registrados e analisados sem qualquer forma de manipulação do pesquisador (PRODANOV, FREITAS, 2013). É também uma pesquisa exploratória, tendo em vista que o objetivo dessa pesquisa é proporcionar mais informações sobre o tema da investigação (PRODANOV, FREITAS, 2013; GIL, 2008).

Quanto ao procedimento técnico de coleta dos dados classifica-se como pesquisa de campo. Na fase da pesquisa de campo foram realizadas dezesseis entrevistas individuais, entre o universo conhecido de sessenta e cinco cafeicultores, que cultivam o café arábica (*Coffea arabica L.*), a pleno sol, no bioma do Cerrado de Minas Gerais, e que pulverizam o mineral caulim durante o manejo de produção das lavouras, há pelo menos duas safras consecutivas, como uma alternativa sustentável para a proteção das plantas contra excesso de radiação solar e altas temperaturas, como uma alternativa inovadora e acessível em substituição ao sombreamento do café pelo dossel de árvores nativas.

A amostra é intencional, também conhecida como “amostra de julgamento”, e faz parte do grupo de amostragem não probabilísticas. Trata-se de um tipo de amostra que demanda maior participação e envolvimento do pesquisador na escolha dos elementos da população que compõem a amostra (FLICK, 2009). A escolha desse tipo de amostragem está fundamentada no fato que o mineral caulim usado no manejo da lavoura do café a pleno sol, objeto dessa pesquisa, foi recém introduzido no mercado brasileiro (EMBRAPA, 2016). Portanto, o número de agricultores-usuários do caulim, frente ao universo de cafeicultores existentes no Brasil, é limitado (RODA *et al.*, 2020).

As dezesseis propriedades rurais que compõem a amostra estão localizadas a uma altitude entre 900m e 1.150m acima do nível do mar, ideal para o cultivo de café, dentro do Bioma Cerrado do Estado de Minas Gerais, considerado o segundo maior bioma tanto da América do Sul como do Brasil (EPAMIG, 2011).

As entrevistas foram realizadas nos meses de outubro e novembro de 2021, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-Campinas (Parecer nº 4.992.909 emitido em 23 de setembro de 2021).

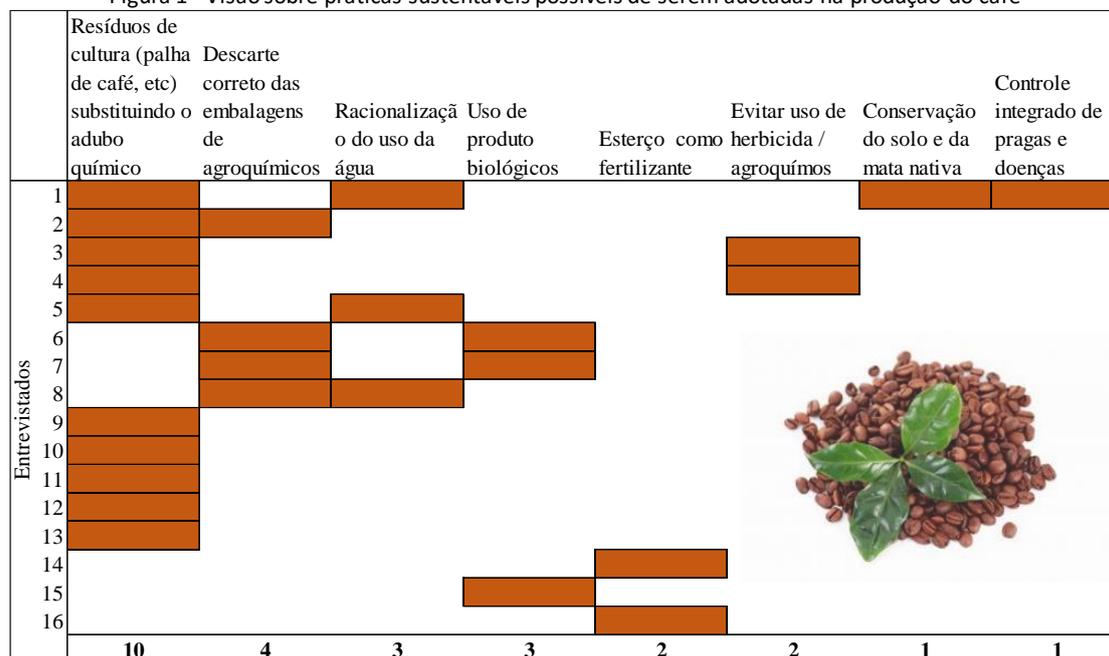
#### 4 RESULTADOS

Nas 16 propriedades que foram visitadas o uso do caulim como protetor do café era uma prática adotada. Isso permitia supor que se tratava de um grupo de agricultores particularmente atento aos desafios da preservação ambiental no cultivo do café. Quando perguntados, todos, em modos diferentes, se reconheceram como responsáveis pela preservação ambiental. É possível que o conceito de preservação ambiental, ou seja, de proteção integral do meio ambiente das ações antrópicas, tivesse sido usado em modo inapropriado pelos agricultores. É provável que estivessem pensando em conservação ambiental, ou seja eles estavam considerando o uso sustentável dos recursos naturais.

Para tanto foi investigada a visão de sustentabilidade ambiental. Para 15 respondentes “É o uso dos recursos naturais, como solo e água dos rios, o suficiente para produzir café e pensando em deixar para meus descendentes”. Somente um entrevistado definiu como “o uso dos recursos naturais, como solo e água dos rios o quanto seja preciso, para aumentar a produção de café, mesmo que seja de forma muito intensa”.

Pode-se observar que os participantes estavam atentos sobre a importância da sustentabilidade ambiental das próprias ações, mesmo que, à frente da pressão da produção eles possam recorrer a uso intensivo de solo e água. A indagação sobre a sustentabilidade ambiental focou então na descrição de práticas que eles adotavam, a Figura 1 permitiu observar que a prática mais frequente, em 10 das 16 propriedades é a substituição do adubo químico por resíduos de outros cultivos, como a palha de café. O descarte correto das embalagens de produtos químicos, citado por 25% dos entrevistados, confirmou a relevância de ter uma legislação que disciplina o correto manuseio de descarte das embalagens vazias de agrotóxicos (Lei n. 9974 de 2000). Cabe destacar que somente um entrevistado mencionou o controle integrado de pragas e doenças.

Figura 1 - Visão sobre práticas sustentáveis possíveis de serem adotadas na produção do café



Fonte: Elaboração própria, 2022.

A mesma figura evidencia a disparidade de conhecimento e ações entre os agricultores. Somente um deles informou a adoção de quatro diferentes práticas sustentáveis. Sete dos entrevistados sugeriram duas práticas, e 50% dos participantes somente uma. As respostas livres as estas perguntas permitiram ressaltar a necessidade de promover ações de educação ambiental que promovam a difusão do conhecimento de técnicas adicionais promotoras da sustentabilidade ambiental, além da importância de uma legislação favorável ao meio ambiente.

De maneira geral, pode-se dizer que em relação ao manejo da cultura cafeeira existem práticas que possibilitam mitigar as perdas de produtividade causadas pelas adversidades climáticas, especificamente o aumento da temperatura do ar e o excesso de radiação solar. Trata-se do sistema arborizado de sombreamento sob as copas das árvores nativas ou cultivadas, amplamente observado no cultivo de da Costa Rica (OIC, 2017).

O cafeicultor brasileiro tem pouca tradição no cultivo de café em sistemas arborizados sombreado, porém, existem pesquisas dedicadas ao Sistema Agroflorestal (SAF) que endossam a possibilidade, com sucesso, da prática em algumas regiões, as quais oferecem condições edafoclimáticas adequadas (MOURA *et al.*, 2018).

Em regiões tropicais, a utilização da arborização promove a redução da temperatura ambiente, impulsionando a melhora na floração e redução do índice de abortamento floral (DA MATTA *et al.*, 2007). Assim introduzir esse conceito dentro de práticas sustentáveis para a altura torna-se interessante e promissor.

Dessa maneira o caulim pode ser tratado como um insumo ecologicamente apropriado para o manejo de cultivos comerciais, apresentando-se na forma de pó de rocha processado e purificado se apresenta como um produto de baixo impacto ambiental, não tóxico ao meio

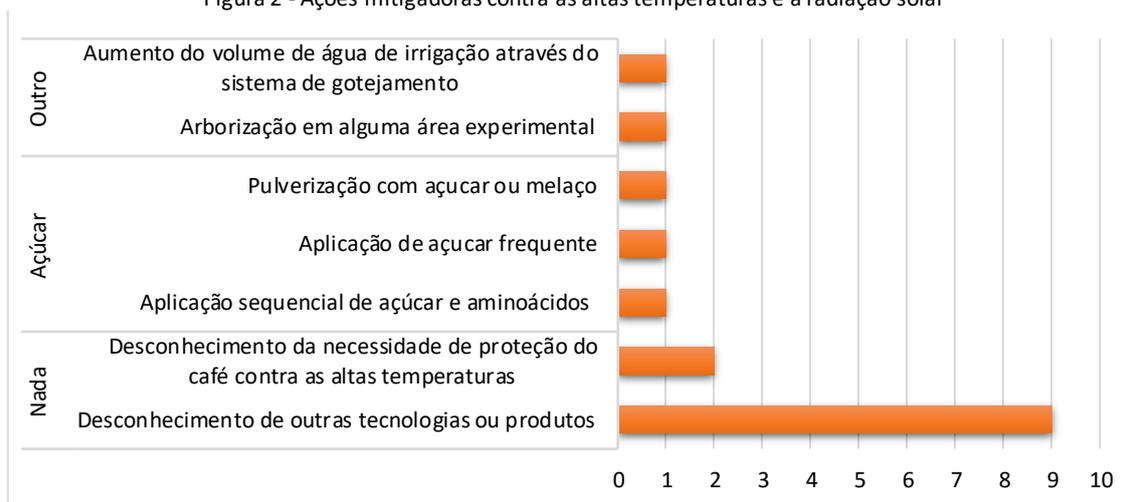
ambiente e aos seres vivos. Pulverizado sobre as plantas em mistura com água, após evaporação forma uma película microscópica de mineral aderida à superfície da planta, que a qual desempenha a função de redutor do estresse térmico, especificamente, naquelas partes do vegetal que estão expostas as radiações solares e altas temperaturas do ar, reduzindo queimaduras, contribuindo para o aumento de produção e da melhoria da qualidade das frutas (MPHANDE *et al.*, 2020; SHARMA; REDDY; DATTA, 2015; SMEDT; SOMEUS; SPANOGHE, 2015; GLENN; PUTERKA, 2005).

Quimicamente inerte, o caulim ( $Al_4 Si_4 O_{10} (OH)_8$ ) tem textura macia, alta capacidade higroscópica e se apresenta com ampla faixa de pH. Esse mineral, comumente encontrado na coloração branca, não sofre dilatação, é não abrasivo e com baixa condutividades térmica e elétrica, por isso, é um insumo muito utilizado como pigmento, e como inerte para reforço de carga nas formulações de produtos (GLENN; PUTERKA, 2005).

Publicações científicas comprovam a eficiência do caulim em vários cultivos, uma vez que o filme de partícula mineral que se forma com a sua pulverização nas plantas reflete a radiação solar, reduz o acúmulo de calor, reduz o estresse oxidativo, reduz a perda de água por transpiração, promovendo alívio do estresse abiótico, desdobrando-se em melhoria do funcionamento dos mecanismos fisiológicos, morfológicos e bioquímicos da planta (BRITO *et al.*, 2019).

Quando os agricultores que compõem a amostra do presente estudo foram indagados sobre as ações mitigadoras contra as altas temperaturas, antes da adoção do caulim, onze entrevistados declararam que não tomavam nenhuma providência, por desconhecimento de tecnologias apropriadas ou por ignorar a necessidade de proteger a lavoura das altas temperaturas (Figura 2).

Figura 2 - Ações mitigadoras contra as altas temperaturas e a radiação solar



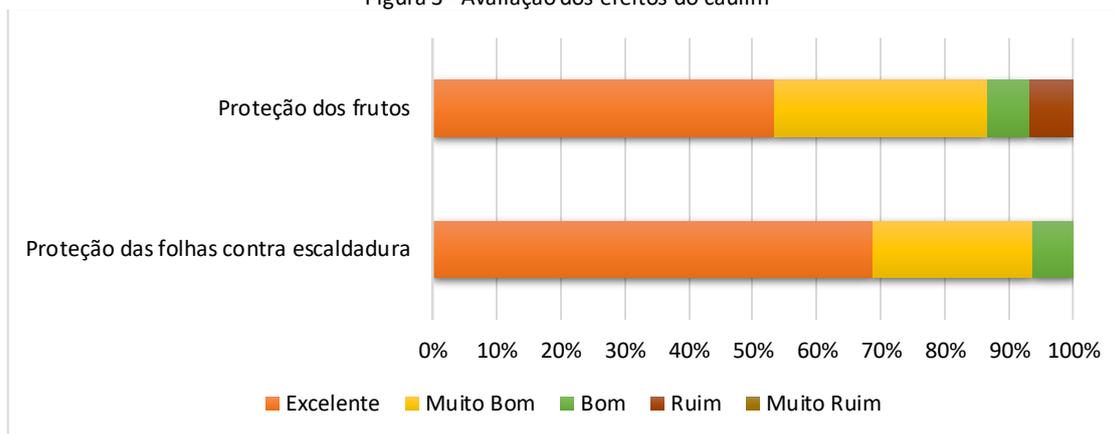
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Uma prática, declarada por três agricultores, foi a aplicação do açúcar. Um deles declarou que se trata de uma “Tecnologia que aprendi na África do Sul e utilizei nas plantações do Havaí, mas nem se compara com caulim. Usava como improvisado para reduzir o estresse

abiótico”. De acordo com um outro entrevistado o açúcar aumenta “a velocidade da absorção do fertilizante foliar e assim a planta fica mais nutrida e, portanto, mais resistente a estresse de temperatura”. Outra opção escolhida para ajudar a planta foi aumentar a irrigação por gotejamento. Enfim, somente um dos entrevistados recorria ao plantio de árvores que pudessem sombrear o cafezal, conforme apresentado na Figura 2.

Estudo conduzido na estação experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) revelou que as partes da planta de café expostas ao sol sofrem danos na estrutura celular decorrentes do alto grau de degradação de clorofila, (MOUTINHO-PEREIRA *et al.*, 2009). Cientes da importância de proteger frutas e folhas, os entrevistados na sua maioria avaliam muito positivamente o uso do caulim (Figura 3). Vale ressaltar que os benefícios reconhecidos na proteção das folhas superam, levemente, os benefícios na proteção dos frutos. Neste último caso aproximadamente 8% manifestam uma insatisfação com o produto.

Figura 3 - Avaliação dos efeitos do caulim



Fonte: Elaboração própria, 2022.

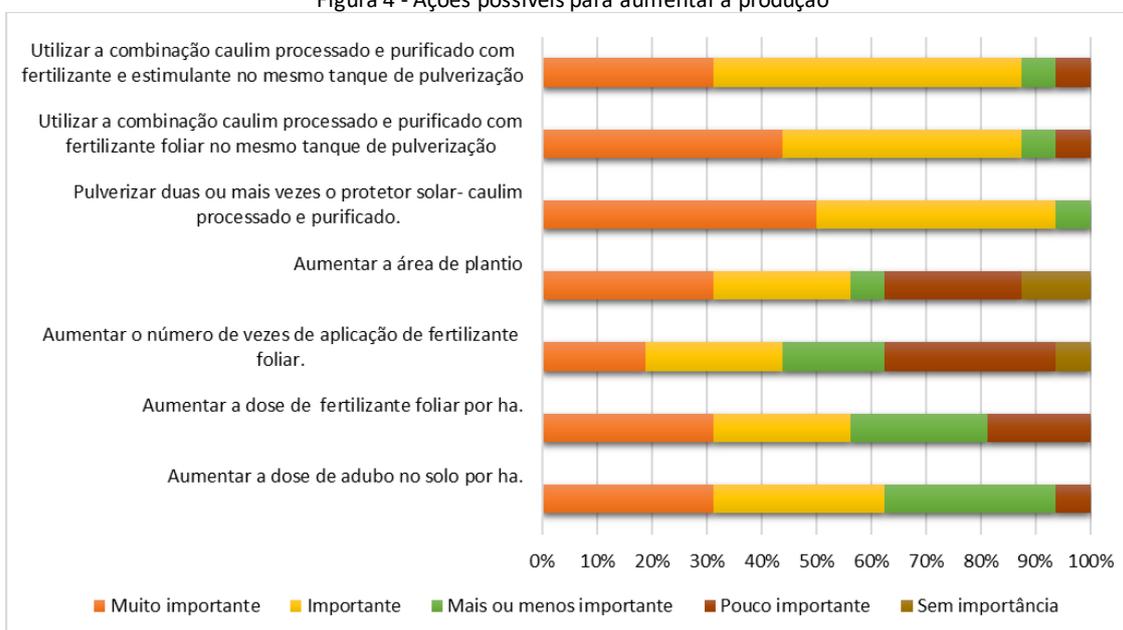
O caulim processado, purificado e formulado, é classificado como um insumo agrícola não perigoso, não inflamável, inodoro e isento de qualquer tipo de ingrediente quimicamente sintético, assim, em função desse conjunto de características está classificado no Brasil como insumo agrícola isento da obrigatoriedade de registro de uso comercialização e uso, tanto pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como também pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Nacionais Renováveis (IBAMA), órgãos que regulam todos os tipos de insumos agrícolas no Brasil (CGAA, 2014).

Após a pulverização, o caulim forma um filme de partícula mineral sobre a superfície, a qual proporciona alívio do estresse abiótico, devido a redução da perda de água por transpiração, aumento da taxa de água na planta, melhoria da condutância estomática. Essas mudanças influenciam positivamente nos mecanismos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos da planta, promovendo como consequência, uma maior sanidade às folhas e frutos, além da redução de cloroses ou queimaduras, provocadas pelo estresse oxidativo (BRITO *et al.*, 2019).

Estudos de campo demonstram que as partes das plantas expostas a pleno sol protegidas após a pulverização de caulim, quando comparadas com plantas não recobertas, apresentaram uma redução média de 4°C, gerando maior conforto térmico (KHALED; HAGAN; DAVENPORT, 1970). No mesmo estudo, os autores asseveram que, devido à formação da película de caulim sobre as folhas, observou-se também a redução de 25% na taxa de transpiração das plantas.

Enfim, uma vez avaliado o uso do caulim, conhecendo os impactos da altas temperaturas na lavoura e cientes da importância da adoção de práticas sustentáveis, havia o interesse em conhecer quais ações estavam sendo planejadas para aumentar a produção de café, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Ações possíveis para aumentar a produção



Fonte: Elaboração própria, 2022.

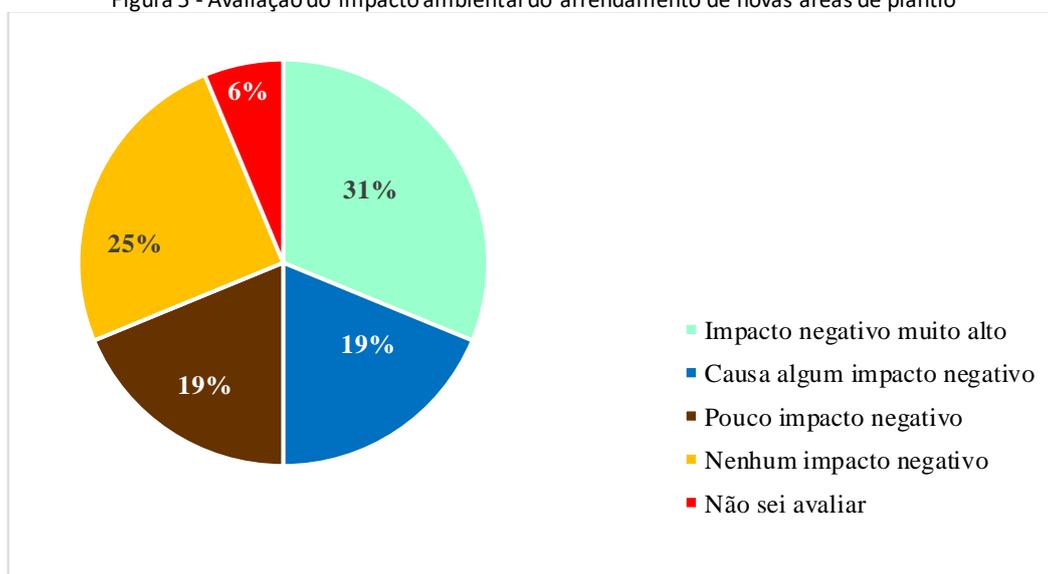
De maneira geral, tratando-se de cultivos agrícolas, a película de mineral caulim para ser eficaz, deve ter algumas características desejáveis como: 1) pH neutro (inerte); 2) Diâmetro menor que 2  $\mu m$ ; 3) Formulado para proporcionar uniformidade de espalhamento afim de formar uma película uniforme; 4) Suficientemente poroso para não interferir nas trocas gasosas das folhas; 5) Permitir a transmissão da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), exercendo, até um determinado grau, a função de agente refletor ou filtro da radiação ultravioleta (UV) e radiação infravermelho (IR) (GLENN; PUTERKA, 2005). O uso do caulim, sozinho ou com fertilizante, é reconhecida como uma opção importante ou muito importante por mais de 90% dos entrevistados. A totalidade ressalta a importância do uso do caulim, sozinho. Entretanto, cerca de 30% ressalta como muito importante aumentar a área de plantio, ou aumentar o uso de adubo ou fertilizante.

Lavouras comerciais de café cultivadas a pleno sol, que receberam pulverização do caulim processado, avaliadas sob condições climáticas desfavoráveis, se mostraram mais

produtivas comparadas com plantas desprovidas de proteção em função do conforto térmico da planta (ABREU *et al.*, 2020; GLENN *et al.*, 2001). Cafeeiros expostos a temperaturas acima de 23°C, sem sombreamento florestal, tendem a apresentar maior índice de abortamento de flores, induzindo a planta a produzir mais folhas e menos grãos (DE CAMARGO, 2010).

A contradição entre reconhecer a importância das próprias ações na conservação do meio ambiente e a escolha de aumentar a produção por meio da expansão da área foi investigada por meio da pergunta sobre a avaliação do impacto ambiental do arrendamento de novas áreas para o plantio de café. A Figura 5 sintetiza as respostas, onde pode-se observar que 31% reconhecem os impactos negativos muito elevados desta decisão, do outro, 44% apontam para pouco ou nenhum impacto negativo.

Figura 5 - Avaliação do impacto ambiental do arrendamento de novas áreas de plantio



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Resultados de pesquisas de campo apontaram que lavouras de café, protegidas com o caulim processado produziram mais frutos de café perfeitos, com maior tamanho, resultando em incremento da produtividade (ABREU *et al.*, 2016; SANTINATO *et al.*, 2016). Outro estudo comprovou o aumento de 28,4% na qualidade dos grãos e que cada kg de grão de café seco em coco, com proteção de caulim, rendeu 0,635 kg comparado com 0,594 kg da área colhida sem caulim (ABREU *et al.*, 2017). As plantas de café protegidas com Surround® WP produziram 94 sacas de 60 kg por hectare, contra as 91 sacas das plantas sem proteção (ABREU *et al.*, 2017).

## 5 CONCLUSÃO

De maneira geral, os resultados obtidos com o presente trabalho permitiram concluir que:

a) Os agricultores entrevistados reconheceram a importância de cuidar do meio ambiente, porém, acreditavam dever optar entre aumentar a produção ou promover a conservação ambiental;

b) Pela análise dos resultados das entrevistas pode-se observar que os participantes estavam cientes da importância de aplicar conceitos de sustentabilidade ambiental nas próprias ações, mesmo que, frente a pressão da produção poderiam recorrer a uso intensivo de solo e água;

c) Nas 16 propriedades analisadas os agricultores já utilizavam o caulim, para a maioria os entrevistados mostraram-se cientes da importância de proteger frutas e folhas por meio da utilização do produto;

d) Neste sentido, os entrevistados, na sua maioria, avaliaram positivamente o uso do caulim;

e) Cabe destacar a necessidade da adoção de ações de educação ambiental que promovam a difusão do conhecimento de técnicas adicionais promotoras da sustentabilidade ambiental, além da importância da aplicação da legislação favorável a proteção do meio ambiente junto as propriedades rurais.

## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABREU, D.P.; KROHLLING, C.A.; ABREU, G.P.; CAMPOSTRINI, E. Uso de Surround®WP na cafeicultura como mitigador do estresse por altas temperaturas. In Proceedings of the 43rd. **Anais**. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, Brazil, 7-10 November 2017. v. 1. p. 1-1.

ASSAD, E.D.; MAGALHÃES, A.R. **PBMC-Painel Brasileiro de Mudanças Climática**: Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

BRITO, C.; DINIS, L. T.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C. Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. **Scientia Horticulturae**. v. 250, p. 310-316, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.070>.

BUNN, C.; LÄDERACH, P.; OVALLE RIVERA, O.; KIRSCH, D. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. **Climatic Change**, v.129, p.89-101, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>.

CAMARGO, A. P. de. Florescimento e frutificação do café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985.

CGAA-Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins. Consulta Prévia sobre Protetor Solar para Plantas. **Anais**. Memória da 7ª Reunião Extraordinária do Comitê Técnico de 2013; Universidade de Brasília: Brasília, Brazil, 2014.

CMMAD - **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**: Nosso futuro comum. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: [https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf).> Acesso em: 15 fev. 2021.

COOKE, K. Climate Change Impacts to Drive Up Coffee Prices, **Climate News Network**, 2016. Disponível em: <http://ourworld.unu.edu/en/climate-change-impacts-to-drive-up-coffee-prices>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

DA MATTA, F.M; RONCHI, P. C.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007. Disponível em: <

[https://scholar.google.com.br/scholar?q=Ecophysiology+of+coffee+growth+and+production.+Brazilian+Journal+of+Plant+Physiology,&hl=pt-BR&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=schocart](https://scholar.google.com.br/scholar?q=Ecophysiology+of+coffee+growth+and+production.+Brazilian+Journal+of+Plant+Physiology,&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=schocart). Acesso em: 19 mar. 2021.

DE CAMARGO, M.B.P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia** 2010, 69, 239–247.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informe estatístico do café**. Brasília: MAPA, 2016.

Disponível em:

<[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe\\_estatistico/Sumario\\_Cafe\\_Marco\\_2016.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Marco_2016.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2021.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, 2019. Disponível em : < <https://www.embrapa.br/visao-2030>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sumário Executivo: Café**. Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe\\_estatistico/Sumario\\_Cafe\\_Marco\\_2020.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Marco_2020.pdf)>.

Acesso em: 27 abr. 2021.

EPAMIG - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Informe Agropecuário 261- **Produção de café: opção pela qualidade**, v. 32, n. 261, 2011. Disponível em: <<https://www.epamig.br/download/informe-agropecuario-261-producao-de-cafe-opcao-pela-qualidade-2011/>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução. Joice Elias Costa. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p. Disponível em:

<[http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/necio\\_turra/PPGG%20%20PESQUISA%20QUALI%20PARA%20GEOGRAFIA/flick%20%20introducao%20a%20pesq%20quali.pdf](http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/necio_turra/PPGG%20%20PESQUISA%20QUALI%20PARA%20GEOGRAFIA/flick%20%20introducao%20a%20pesq%20quali.pdf)>. Acesso em: 21 de abr. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GLENN, D. M.; PUTERKA, G. J. Particle films: a new technology for agriculture. **Horticultural reviews**, v. 31, p. 1-44, 2005.

GLENN, D. Michael et al. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality.

**Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 126, n. 2, p. 175-181, 2001.

GUERRA, S. **Direito internacional ambiental**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2010. Acesso em: 14 maio 2021.

ILYUB, K.; GARREY, R.; JANETOS, A.; MUELLER, N.D. Climate risks to Brazilian coffee production. **Environmental Research Letters**, v.15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba471>.

KHALED, A.; HAGAN, M. R.; DAVENPORT, D. C. Effects of kaolinite as a reflective antitranspirant on leaf temperature, transpiration, photosynthesis, and water-use efficiency, 1970. In: **AGU Journals**, v. 6, n.1, p.280-289, 1970. DOI: <https://doi.org/10.1029/WR006i001p00280>.

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

<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4000306/mod\\_resource/content/1/A%20reconstrucao%20ecologica%20da%20agricultura.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4000306/mod_resource/content/1/A%20reconstrucao%20ecologica%20da%20agricultura.pdf)>. Acesso em 20 mar. 2021.

LOBELL, D. B.; SCHELENKER, W.; COSTA-ROBERTS, J. Climate Trends and Global Production since 1980. **Science**, v. 333, n.6042, p. 616–620, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21551030/>. Acesso em: 17 set. 2021.

MATIELLO, J. B.; FERREIRA, I. B. **Proteção no plantio é essencial para mudas de café conilon: técnica de produção**. CaféPoint, 2016. Disponível em: < <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/protecao-no-plantio-e-essencial-para-mudas-de-cafe-conilon-98678n.apx>>.

MOURA, W. M.; TELES, M. C. A.; SILVA, C. S.; PEDROSA, A. W.; SILVA, L. P.; CANOTNI, L. G. Café arábica em sistemas convencionais e de base agroecológica em Minas Gerais. **Anais**. VI Congresso Latino-americano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia; V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de

setembro de 2017, Brasília/DF, / v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/962>>. Acesso em: 13 maio 2021.

MOUTINHO-PEREIRA, J.; GONÇALVES, B.; BACELAR, E.; CUNHA, J. B.; COUTINHO, J.; CORREIRA, C. Effects of elevated CO<sub>2</sub> on grapevine. *Vitis vinifera* L.): Physiological and yield attributes. **Viti- journal**, v.48, n.4, p.159-165, 2009.

MPHANDE, W.; KETTLEWELL, P. S.; GROVE, I. G.; FARRELL, A. D. The potential of antitranspirants in drought management of arable crops: A review. **Agricultural Water Management**, 236, e106143, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106143>.

OIC- **ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ**. Annual Review- 2017/18, 2018. Disponível em: <<https://www.ico.org/documents/cy2018-19/annual-review-2017-18-e.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed., Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REZENDE, N. E.; CAMPOS, C. A. H. Responsabilidade civil ambiental pela exploração da propriedade privada decorrente da cafeicultura no Brasil. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 198–216, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5216/rfd.v40i2.40932>.

RODA, N. de M.; PONTIN, J. C.; BRANCHI, B. A.; LONGO, R. M.; FERREIRA, D.H.L.; ABREU, D. P. Uso de caulinita processada como técnica sustentável de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola. **Anais. II Sustentare - Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas e V WIPIS - Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade**, 2020. Disponível em: <[https://www.even3.com.br/anais/2\\_sustentare\\_5\\_wipis/299560-uso-de-caulinita-processada-como-tecnica-sustentavel-de-mitigacao-dos-efeitos-das-mudancas-climaticas-na-producao/](https://www.even3.com.br/anais/2_sustentare_5_wipis/299560-uso-de-caulinita-processada-como-tecnica-sustentavel-de-mitigacao-dos-efeitos-das-mudancas-climaticas-na-producao/)>. Acesso em: 14 jan. 2022

SANTINATO, R., SANTINATO, F., ECKHARDT, C. F., RODA, N. DE M., & VIEIRA, L. C. (2016). Protetor solar Surround®WP atuando na proteção do cafeeiro contra escaldadura ou queimadura. Embrapa Café. **Anais. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 42, 2016, Serra Negra, SP. Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café.

SHARMA, R. R.; REDDY, S. V. R.; Datta, S. C. Particle films and their applications in horticultural crops. **Applied Clay Science**, v.116–117, 2015. p. 54–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.08.00>.

SMEDT, C.; SOMEUS, E.; SPANOGHE, P. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. **Pest Management Science**, v. 71, n. 10, p. 1355-1367, 2015.

VIEIRA, T. G. C. Geotechnologies in the assessment of land use changes in coffee regions of the state of Minas Gerais in Brazil. **Coffee Science**, v.2, n.2, p.142-149, jul./dez. 2007.