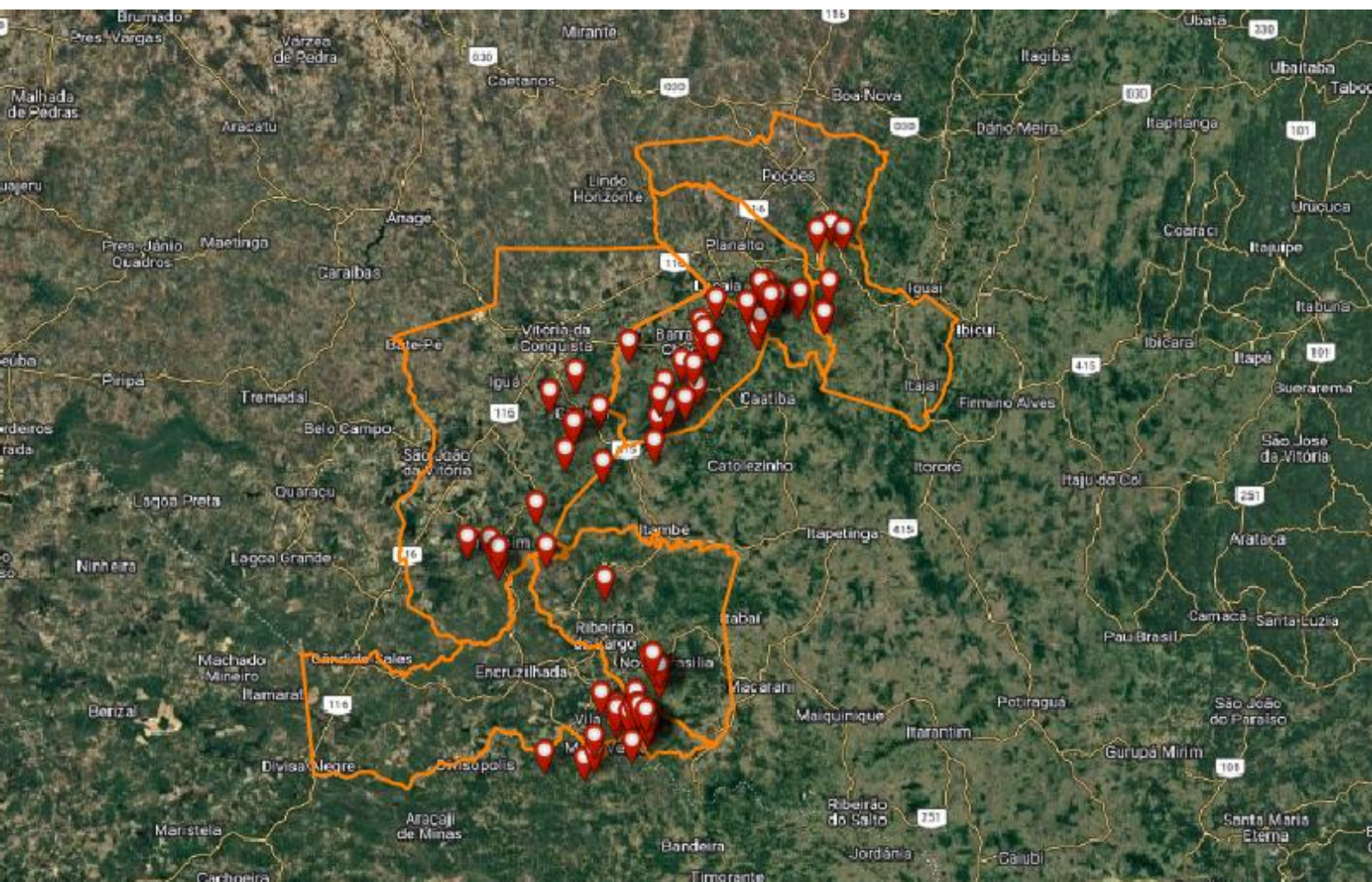


MONITORAMENTO REMOTO DO CAFÉ ARÁBICA DO PLANALTO DA CONQUISTA

Imagem: Google Earth Engine



10 DE MARÇO DE 2026

AUTOR:

ROZYMÁRIO BITTENCOURT FAGUNDES

Analista de Dados Geoespaciais
Mestre em Agricultura de Precisão



SAFRA DO CAFÉ

Av. Jardim Guanabara, 1900, Boa Vista
Vitória da Conquista – BA
www.safradocafe.com.br
contato@safradocafe.com.br
77 98849 1600

Apresentação

Esta análise integra dados de 81 talhões de café arábica distribuídos em sete municípios do sudoeste da Bahia, avaliados durante a fase fenológica de expansão rápida e granação, período decisivo para o enchimento dos frutos e definição do potencial produtivo. Para caracterizar as condições das lavouras, foram utilizados dados ópticos do Sentinel-2, dados de radar do Sentinel-1 e informações climáticas do ERA5, permitindo uma avaliação conjunta do vigor vegetativo, da estrutura do dossel e das condições meteorológicas.

O período analisado foi marcado por chuvas acima da média em toda a região, com precipitação média diária superior a 10 mm e acumulados superiores a 300 mm nos 28 dias avaliados. As temperaturas permaneceram próximas da faixa considerada adequada para o cafeeiro, entre 21,7°C e 22,9°C, enquanto a radiação solar variou entre 12,3 e 12,7 MJ/m²/dia. A combinação entre elevada umidade relativa, entre 80% e 90%, e alto volume de chuvas cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças, aumentando o risco fitossanitário nas lavouras.

A análise óptica (Sentinel-2) indica predomínio de lavouras com bom desempenho vegetativo. Dos talhões avaliados, 19 foram classificados com alto potencial produtivo, representando cerca de 50% dos talhões válidos para análise, enquanto 15 apresentam potencial moderado, correspondendo a aproximadamente 43% da área. Apenas dois talhões foram classificados com baixo potencial produtivo, equivalentes a cerca de 7% da área monitorada. Os índices espectrais médios reforçam esse diagnóstico, com NDVI de 0,711, indicando alto vigor vegetativo, MSAVI2 de 0,825, associado a elevada biomassa, e índices de clorofila em níveis elevados.

Os dados de radar confirmam esse cenário ao indicar predomínio de lavouras adultas com dossel fechado. Os valores médios de retroespalhamento, com VV de -8,63 dB e VH de -14,84 dB, são típicos de áreas com elevada densidade foliar e estrutura vegetativa consolidada, compatíveis com lavouras em fase produtiva ativa.

Considerando as condições climáticas ideais descritas por Camargo para o cafeeiro arábica na fase de granação, que envolvem temperaturas entre 18°C e 22°C, boa disponibilidade hídrica sem encharcamento e radiação solar suficiente para sustentar a fotossíntese, observa-se que a principal limitação do período foi o excesso de chuvas, significativamente acima da média histórica. Assim, embora as lavouras apresentem bom vigor vegetativo e estrutura adequada, o cenário climático exige atenção ao manejo fitossanitário e ao monitoramento das condições de solo para evitar impactos na produtividade.

Informações gerais

- 81 talhões monitorados (fonte dos dados espaciais: CONAB 2019)
- Área total: 872 hectares
- Municípios: Vitória da Conquista, Barra do Choça, Encruzilhada, Planalto, Poções, Nova Canaã e Ribeirão do Largo
- Espécie: Coffea arabica L.
- Período analisado: janeiro a março de 2026
- Fase fenológica: Expansão rápida e granação

Materiais e metodologia

O monitoramento foi realizado por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE), utilizada para a obtenção e processamento das imagens ópticas do Sentinel-2, dos dados de radar do Sentinel-1 e dos dados climáticos do ERA5-Land. Para o Sentinel-2, foram selecionadas imagens de 30 de dezembro de 2025 a 10 de março de 2026, com limite máximo de 20% de cobertura de nuvens, tendo sido aplicado rigoroso filtro baseado nas bandas SCL (Scene Classification) e QA60, que permitiu identificar e remover pixels contaminados por nuvens, sombras e cirrus. Adicionalmente, foi adotado limiar mínimo de 80% de cobertura válida dentro de cada talhão para garantir a confiabilidade dos dados, resultando em 36 talhões com condições adequadas para análise óptica, num mosaico com 2 imagens. Foram calculados nove índices espectrais: NDVI, MSAVI2, NDRE, GNDVI, CCCI, NDMI, NDWI, TWI2 e NBR, com valores médios extraídos por talhão – todos variam entre -1 e 1.

Com relação aos dados do Sentinel-1, foram utilizadas 18 imagens em órbita descendente no período de 10 de janeiro a 6 de março de 2026, permitindo avaliar a estrutura do dossel independentemente da presença de nuvens. Foram extraídos os valores médios de retroespalhamento nas polarizações VV e VH, classificados conforme categorias estruturais da literatura científica para identificação de lavouras adultas com dossel fechado e estimativa de volume foliar. Já para o ERA5-Land, foram obtidos dados diários de precipitação acumulada, temperatura média do ar, radiação solar e umidade relativa entre os dias correspondentes ao período de análise do Sentinel-1, com valores médios extraídos por buffer de 30 km ao redor de cada talhão. Este recorte temporal permitiu que os três conjuntos de dados fossem analisados para o mesmo período fenológico, correspondente à fase de expansão rápida e granação do café arábica, garantindo coerência na interpretação integrada dos resultados.

Análise integrada por município

Vitória da Conquista

O município de Vitória da Conquista possui a maior área total monitorada entre os municípios, com 169,74 hectares distribuídos em 15 talhões analisados por radar e meteorologia. Destes, sete talhões apresentaram cobertura válida para análise óptica, totalizando aproximadamente 70 hectares efetivamente avaliados por imagens Sentinel-2.

As condições meteorológicas no município foram marcadas por chuvas excessivas, com precipitação média diária de 10,8 mm e volume acumulado superior a 300 mm no período de 28 dias analisado pelo ERA5. A temperatura média de 22,3°C situou-se ligeiramente acima da faixa ideal para o cafeeiro, enquanto a umidade relativa elevada, acima de 85%, associada ao alto volume de chuvas, criou condições de risco fitossanitário significativo. A radiação solar de 12,5 MJ/m²/dia manteve-se dentro da faixa adequada para a fotossíntese.

A análise óptica revelou que a maioria dos talhões apresentou condições vegetativas favoráveis, com valores elevados de NDVI e MSAVI2 indicando dossel bem desenvolvido e boa biomassa. Talhões como 1799, 1784 e 1879 foram classificados com alto potencial produtivo em função da elevada concentração de clorofila, alta atividade fotossintética e boa condição hídrica no dossel.

O talhão 1879 destacou-se com valores extremamente elevados de NDVI e NDRE, indicando vegetação muito densa. Outros talhões como 1787, 1655 e 1786 apresentaram potencial moderado, principalmente devido a sinais de leve limitação hídrica ou condição vegetativa intermediária observada no NBR e no NDMI. O talhão 1933 também foi classificado como moderado em razão de NDVI mais baixo e risco de déficit hídrico indicado pelo NDMI próximo de zero.

A análise de radar confirmou a predominância de lavouras adultas com fechamento de dossel em praticamente todos os talhões. Os valores de retroespalhamento VV situaram-se majoritariamente entre -7,7 e -9,9 dB, característicos de lavouras consolidadas. Talhões como 1799, 1719 e 1879 apresentaram valores de VV próximos de -7,8 dB e VH acima de -14,5 dB, indicando estrutura vegetativa densa e alto volume foliar.

Outros talhões como 1933, 1787 e 1786 apresentaram valores de VH mais baixos, sugerindo volume vegetativo moderado, embora ainda compatível com lavouras em fase produtiva. Os

talhões 1655 e 1965 apresentaram VV ligeiramente mais baixos, sugerindo dossel ainda em desenvolvimento ou menor densidade estrutural.

A integração das análises indica que Vitória da Conquista apresenta um conjunto majoritariamente composto por lavouras adultas com bom vigor vegetativo e estrutura de dossel consolidada. As condições meteorológicas, embora favoráveis em termos térmicos e de radiação, impõem desafios relacionados ao excesso de chuvas e à elevada umidade, que exigem monitoramento fitossanitário constante. Os talhões com potencial moderado estão associados principalmente a limitações hídricas pontuais ou menor densidade do dossel, fatores que podem ser monitorados ao longo do ciclo.

Barra do Choça

Barra do Choça possui 15 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 167,75 hectares. Destes, nove talhões apresentaram cobertura válida para análise óptica, configurando uma das áreas com maior número de talhões processados por imagens Sentinel-2.

As condições meteorológicas foram praticamente equivalentes às observadas em Vitória da Conquista, com precipitação média diária de 10,8 mm, volume acumulado superior a 300 mm, temperatura média de 22,3°C e umidade relativa entre 80% e 90%. A radiação solar de 12,5 MJ/m²/dia manteve-se adequada para a atividade fotossintética.

A análise óptica revelou predominância de alto potencial produtivo na maioria dos talhões. Talhões como 672, 154, 660, 120, 502 e 223 apresentaram elevado vigor vegetativo, alta biomassa e forte atividade fotossintética, indicando lavouras bem desenvolvidas. O talhão 223 destacou-se pelos valores elevados de NDVI e NDMI, sugerindo bom equilíbrio entre vigor e disponibilidade hídrica.

Talhões como 531 e 336 foram classificados como moderados por apresentarem vigor vegetativo um pouco menor ou biomassa intermediária. O talhão 468 foi o único classificado com baixo potencial, apresentando NDVI relativamente baixo, sinais de estresse vegetativo no NBR e risco de déficit hídrico indicado pelo NDMI próximo de zero.

A análise de radar indicou padrão semelhante ao observado em Vitória da Conquista, com predominância de lavouras adultas de dossel fechado. Os valores de VV situaram-se majoritariamente entre -7,6 e -9,4 dB. Talhões como 178, 531, 179 e 381 apresentaram valores relativamente altos de retroespalhamento, indicando dossel mais fechado e maior densidade estrutural.

Em alguns casos, como nos talhões 660, 120 e 610, o VH indicou volume vegetativo moderado, sugerindo áreas com menor densidade foliar relativa, embora ainda dentro de padrão típico de lavouras adultas. A integração das análises mostra que Barra do Choça concentra lavouras de alto potencial produtivo, com estrutura de dossel consolidada e bom vigor vegetativo. O único talhão com baixo potencial apresenta sinais claros de estresse que merecem atenção específica. As condições climáticas, com chuvas excessivas e alta umidade, representam o principal desafio para a manutenção da sanidade das lavouras no município.

Encruzilhada

Encruzilhada possui 15 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 164,68 hectares, mas apenas dois talhões apresentaram cobertura válida para análise óptica, em função da presença de nuvens nas imagens Sentinel-2 durante o período analisado. As condições meteorológicas foram marcadas por chuvas excessivas, com precipitação média diária de 10,8 mm e volume acumulado superior a 300 mm.

A temperatura média de 22,4°C situou-se acima da faixa ideal, e a umidade relativa elevada, acima de 80%, manteve-se como fator relevante no ambiente de cultivo. A radiação solar de 12,6 MJ/m²/dia mostrou-se adequada para a fotossíntese. A análise óptica dos dois talhões com cobertura válida demonstrou bom desempenho vegetativo, com classificações entre potencial moderado e alto.

Os índices espectrais indicaram vegetação densa com alta biomassa e boa atividade fotossintética, embora o NBR tenha indicado condição vegetativa moderada em parte da área, justificando a classificação intermediária em um dos casos. A análise de radar, que pôde avaliar a totalidade dos 15 talhões, indicou predominância de dossel fechado em praticamente todas as áreas.

Destacou-se o talhão 924, com valor de VV próximo de -6,9 dB e VH relativamente elevado, sugerindo vegetação bastante densa. Parte dos talhões apresentou valores de VH mais baixos, como 980, 886 e 966, indicando volume vegetativo moderado, embora os valores de VV confirmem estrutura de lavoura adulta com fechamento de dossel.

A integração das análises revela que, apesar da limitada disponibilidade de imagens ópticas, o município de Encruzilhada apresenta lavouras predominantemente adultas com estrutura de dossel consolidada. As condições climáticas, especialmente o excesso de chuvas e a alta umidade, exigem atenção redobrada ao monitoramento fitossanitário.

Planalto

Planalto possui 15 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 151,70 hectares, configurando o município com maior número de talhões analisados por imagens ópticas, com 13 talhões processados pelo Sentinel-2. As condições meteorológicas apresentaram um diferencial importante em relação aos demais municípios: a temperatura média de 21,9°C situou-se dentro da faixa ideal para o cultivo do cafeeiro arábica (18-22°C), condição considerada por Camargo (1985a) como o elemento climático mais importante para a aptidão do cafeeiro.

No entanto, Planalto registrou a maior precipitação média entre os municípios, com 11,0 mm diários, volume acumulado superior a 308 mm no período, representando um fator de risco relevante. A umidade relativa muito alta, acima de 85%, e a radiação de 12,4 MJ/m²/dia completam o cenário climático do município.

A análise óptica revelou predominância de alto potencial produtivo na maioria dos talhões. Talhões como 1302, 1234, 1281, 1337, 1280, 1322 e 1300 apresentaram elevados valores de vigor vegetativo, alta concentração de clorofila e boa condição hídrica. Parte dos talhões foi classificada como potencial moderado, como 1320, 1355, 1332, 1357 e 1331, principalmente por apresentarem biomassa moderada ou sinais leves de limitação hídrica. O talhão 1328 foi o único classificado com baixo potencial no município, apresentando NDMI negativo indicativo de déficit hídrico e valores reduzidos de NBR que sugerem estresse vegetativo.

A análise de radar corroborou os achados ópticos, com a maioria das áreas apresentando valores de VV entre -7,5 e -9,6 dB. Talhões como 1302, 1322 e 1300 apresentaram valores de VH mais elevados, indicando maior volume foliar e maior densidade do dossel. Outros talhões como 1281, 1337, 1357 e 1332 apresentaram valores de VH mais baixos, caracterizando volume vegetativo moderado, possivelmente associado a variações no estágio de desenvolvimento ou densidade das plantas. O talhão 1233 apresentou VV mais baixo, indicando área com dossel ainda em desenvolvimento.

A integração das análises mostra que Planalto reúne condições térmicas particularmente favoráveis ao cultivo do café, o que se reflete no predomínio de alto potencial produtivo. O desafio climático no município está associado ao excesso de chuvas, o mais elevado entre todas as áreas analisadas, exigindo estratégias de manejo voltadas à drenagem e ao controle fitossanitário.

Poções

Poções possui 3 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 31,64 hectares. Todos os três talhões apresentaram cobertura válida para análise óptica. As condições meteorológicas registraram precipitação média de 10,5 mm diários, ainda caracterizando chuvas excessivas, embora ligeiramente inferior aos demais municípios. A temperatura média de 22,1°C situou-se no limite superior da faixa ideal, com alguns talhões registrando até 22,2°C. A umidade relativa elevada, acima de 85%, e a radiação solar de 12,3 MJ/m²/dia seguem o padrão regional.

A análise óptica revelou que todos os talhões apresentaram desempenho vegetativo elevado. Os talhões 1429 e 1443 foram classificados com alto potencial produtivo em razão do vigor vegetativo elevado, forte atividade fotossintética e boa disponibilidade hídrica. O talhão 1438 apresentou potencial moderado, principalmente em função de valores intermediários de biomassa e vigor, embora ainda dentro de um cenário produtivo favorável.

Já a análise de radar confirmou a presença de lavouras adultas com dossel fechado em todos os talhões. O talhão 1443 apresentou valores mais elevados de retroespalhamento em VH, sugerindo maior volume foliar, enquanto os talhões 1429 e 1438 apresentaram volume vegetativo moderado, embora mantenham estrutura de dossel compatível com lavouras estabelecidas. A integração das análises indica que Poções concentra lavouras de bom potencial produtivo, com estrutura vegetativa consolidada e condições climáticas semelhantes ao padrão regional, porém com precipitação ligeiramente inferior, o que pode representar uma vantagem relativa em termos de risco de encharcamento.

Nova Canaã

Nova Canaã possui 3 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 26,80 hectares. Destes, dois talhões apresentaram cobertura válida para análise óptica. As condições meteorológicas registraram precipitação média diária de 10,7 mm, caracterizando chuvas excessivas, com risco de lixiviação de nutrientes. A temperatura média de 22,3°C situou-se ligeiramente acima da faixa ideal, combinada com umidade relativa acima de 85%. A radiação solar de 12,4 MJ/m²/dia mostrou-se adequada para a atividade fotossintética.

A análise óptica dos dois talhões com cobertura válida indicou potencial produtivo moderado para ambos. Os índices espectrais revelaram bom desenvolvimento vegetativo e atividade fotossintética adequada, porém com níveis de biomassa e vigor inferiores aos observados nos talhões classificados como alto potencial em outros municípios.

A análise de radar, que avaliou a totalidade dos três talhões, indicou valores de VV típicos de dossel fechado, com destaque para valores de VH relativamente elevados que sugerem bom volume foliar e densidade estrutural da vegetação. O padrão observado é compatível com lavouras adultas em estágio produtivo. A integração das análises mostra que Nova Canaã apresenta lavouras com bom desenvolvimento vegetativo, porém com potencial produtivo moderado em relação ao conjunto regional. As condições climáticas seguem o padrão de chuvas excessivas e alta umidade, exigindo monitoramento fitossanitário.

Ribeirão do Largo

Ribeirão do Largo possui 15 talhões monitorados por radar e meteorologia, totalizando 159,54 hectares. Destes, nenhum talhão apresentou cobertura válida para análise óptica no período, em função da presença de nuvens nas imagens Sentinel-2.

As condições meteorológicas apresentaram precipitação média variando entre 10,1 e 10,6 mm diários, com um talhão específico (ID 1567.0) registrando 10,0 mm diários, classificado como chuva alta (6-10 mm/dia) em vez de excessiva. A temperatura média de 22,7°C a 22,9°C situou-se consistentemente acima da faixa ideal, sendo a mais elevada entre todos os municípios.

A umidade elevada, em torno de 82%, e a radiação de 12,5-12,6 MJ/m²/dia completam o cenário climático do município. A ausência de imagens ópticas em função da cobertura de nuvens é um indicador relevante por si só, confirmando o padrão de alta nebulosidade associado ao regime de chuvas intensas no período.

A análise de radar, única fonte de informação sobre a vegetação no município, indicou que a maior parte das áreas apresenta valores de VV entre -7,5 e -9,7 dB, característicos de lavouras adultas com fechamento de dossel. Alguns talhões, como 1546 e 1540, apresentaram valores de retroespalhamento mais elevados, sugerindo dossel mais denso e maior volume foliar. Outros talhões apresentaram VH mais baixo, indicando volume vegetativo moderado, mas ainda dentro do padrão típico de lavouras estabelecidas.

A integração das análises revela que Ribeirão do Largo, embora não tenha sido avaliado por imagens ópticas no período, apresenta lavouras predominantemente adultas com estrutura de dossel consolidada, conforme indicado pelo radar. As temperaturas mais elevadas em relação aos demais municípios representam um fator de atenção, especialmente quando combinadas com a alta umidade e o excesso de chuvas, que podem potencializar riscos fitossanitários.

Principais destaques da análise

MUNICÍPIO	ALTO POTENCIAL	POTENCIAL MODERADO	BAIXO POTENCIAL	DESTAQUE TÉCNICO
VITÓRIA DA CONQUISTA	3 (43%)	4 (57%)	0	Lavouras com bom vigor vegetativo e dossel consolidado; excesso de chuvas aumenta risco fitossanitário
BARRA DO CHOÇA	6 (67%)	2 (22%)	1 (11%)	Maior proporção de alto potencial produtivo; apenas um talhão com sinais claros de estresse
ENCRUZILHADA	1 (50%)	1 (50%)	0	Cobertura óptica limitada por nuvens; radar indica predominância de lavouras adultas
PLANALTO	7 (54%)	5 (38%)	1 (8%)	Condição térmica mais favorável da região; maior volume de chuva do período
POÇÕES	2 (67%)	1 (33%)	0	Pequena área, mas com lavouras de alto vigor e estrutura de dossel consolidada
NOVA CANAÃ	0	2 (100%)	0	Desenvolvimento vegetativo adequado, porém com vigor intermediário
RIBEIRÃO DO LARGO	—	—	—	Avaliação baseada apenas em radar; predominância de lavouras adultas com dossel fechado

Diagnóstico do potencial produtivo

No conjunto regional, aproximadamente dois terços dos talhões de café arábica avaliados no Planalto da Conquista apresentam alto potencial produtivo e cerca de um terço potencial moderado, com poucos casos de baixo potencial. As condições climáticas foram marcadas por precipitação acumulada superior a 300 mm no período de 28 dias e umidade relativa elevada, cenário que favorece o desenvolvimento vegetativo, mas aumenta o risco fitossanitário, exigindo monitoramento contínuo das lavouras.

Referências

CAMARGO, A. P. O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v. 11, n. 126, 1985a.

FAGUNDES, Rozymario Bittencourt. Sensoriamento remoto e redes neurais na estimativa da produtividade do café arábica na Bahia. 2025. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 19 mar. 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/35196>.

MANOEL, M. C. et al. Integração de imagens multissensores (Sentinel-1, Sentinel-2 e Landsat 8) na classificação de áreas cafeeiras. Revista da ANPEGE, Dourados, 2025. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/19756>.

TOLENTINO, F. M. et al. Potencial de séries temporais de atributos extraídos de imagens SAR/Sentinel-1 na discriminação de cafeeiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 2023. Anais [...]. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/potencial-de-series-temporais-de-atributos-extraidos-de-imagens-sarsentinel-1-na?lang=pt-br>.