doi.org/10.51891/rease.v12i11.31712

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NO MAPEAMENTO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA CAFEICULTURA RONDONIENSE - REVISÃO DE LITERATURA

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN MAPPING WATER DEFICIT IN COFFEE CULTIVATION IN RONDÔNIA - A LITERATURE REVIEW

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL MAPEO DEL DÉFICIT HÍDRICO EN LA CAFEICULTURA DE RONDÔNIA - REVISIÓN DE LA LITERATURA

Lucas Orcino de Souza[1]
João Angelo Silva Nunes[2]

RESUMO: A deficiência hídrica constitui um dos principais fatores limitantes à produtividade da cafeicultura em Rondônia, especialmente devido a irregularidade na distribuição das chuvas e da coincidência entre o período seco e as fases fenológicas mais sensíveis do cafeeiro. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) surgem como ferramentas capazes de integrar, espacializar e analisar dados, auxiliando no planejamento agrícola e no manejo hídrico. O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de revisão de literatura, as aplicações dos SIG no monitoramento da deficiência hídrica e no manejo da irrigação na cafeicultura, com ênfase no estado de Rondônia. A pesquisa foi caracterizada como revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, desenvolvida a partir da consulta a artigos científicos, teses, dissertações, manuais técnicos e documentos institucionais publicados entre 2006 e 2026, com algumas exceções. Foram utilizadas as bases Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e SciELO, além de publicações de órgãos como Embrapa, CONAB, IBGE e INMET. Os resultados indicam que os SIG, associados ao sensoriamento remoto, a índices de vegetação como o NDVI, a dados de balanço hídrico e a softwares livres como o QGIS, possibilitam o mapeamento da variabilidade espacial do déficit hídrico e a identificação de áreas com maior risco de restrição hídrica. Conclui-se que os SIG apresentam elevado potencial para apoiar a tomada de decisão na cafeicultura rondoniense, contribuindo para o uso mais eficiente da água e aumento da produtividade, desde que utilizados dados de qualidade e em estudos locais detalhados.

Palavras-chave: Geotecnologias. *Coffea canephora*. Balanço hídrico.

[1]Graduando em Agrocomputação, Instituto Federal de Rondônia, Campus São Miguel do Guaporé.
[2]Doutor em Agronomia, Docente. Instituto Federal de Rondônia, Campus São Miguel do Guaporé.

ABSTRACT: Water deficit is a primary limiting factor for coffee productivity in Rondônia, largely due to irregular rainfall distribution and the overlap between the dry season and the coffee plant's most sensitive phenological stages. In this context, Geographic Information Systems (GIS) emerge as tools capable of integrating, mapping, and analyzing data, thereby supporting agricultural planning and water management. This study aimed to analyze—through a literature review—the applications of GIS in monitoring water deficits and managing irrigation in coffee cultivation, with a specific focus on the state of Rondônia. The research was conducted as a qualitative, exploratory-descriptive bibliographic review, drawing upon scientific articles, theses, dissertations, technical manuals, and institutional documents published between 2006 and 2026 (with some exceptions). Sources included Google Scholar, the CAPES Journal Portal, and SciELO, as well as publications from organizations such as Embrapa, CONAB, IBGE, and INMET. The findings indicate that GIS—when combined with remote sensing, vegetation indices (such as NDVI), water balance data, and open-source software like QGIS—enables the mapping of the spatial variability of water deficits and the identification of areas at higher risk of water stress. It is concluded that GIS holds significant potential for supporting decision-making in coffee production in Rondônia, contributing to more efficient water use and increased productivity, provided that high-quality data are utilized within the framework of detailed local studies.

Keywords: Geotechnologies. *Coffea canephora*. Water balance.

RESUMEN: El déficit hídrico constituye uno de los principales factores limitantes para la productividad de la caficultura en Rondônia, debido especialmente a la irregularidad en la distribución de las lluvias y a la coincidencia entre el período seco y las fases fenológicas más sensibles del cafeto. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) surgen como herramientas capaces de integrar, espacializar y analizar datos, contribuyendo a la planificación agrícola y a la gestión hídrica. El objetivo de este trabajo fue analizar, mediante una revisión de la literatura, las aplicaciones de los SIG en el monitoreo del déficit hídrico y en la gestión del riego en la caficultura, con énfasis en el estado de Rondônia. La investigación se caracterizó como una revisión bibliográfica de enfoque cualitativo y carácter exploratorio-descriptivo, desarrollada a partir de la consulta de artículos científicos, tesis, disertaciones, manuales técnicos y documentos institucionales publicados entre 2006 y 2026, con algunas excepciones. Se utilizaron las bases de datos Google Académico, el Portal de Periódicos de la CAPES y SciELO, además de publicaciones de organismos como Embrapa, CONAB, IBGE e INMET. Los resultados indican que los SIG, combinados con la teledetección, índices de vegetación como el NDVI, datos de balance hídrico y software libre como QGIS, permiten mapear la variabilidad espacial del déficit hídrico e identificar áreas con mayor riesgo de restricción hídrica. Se concluye que los SIG presentan un gran potencial para apoyar la toma de decisiones en la caficultura de Rondônia, contribuyendo a un uso más eficiente del agua y a un aumento de la productividad, siempre que se utilicen datos de calidad y se realicen estudios locales detallados.

Palabras clave: Geotecnologías. *Coffea canephora*. Balance hídrico.

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm transformado os sistemas produtivos em escala global, se consolidando como ferramentas essenciais para a melhoria da eficiência, da precisão e da qualidade das atividades técnicas. Nesse contexto, as geotecnologias emergem como um conjunto de instrumentos capazes de fornecer dados espaciais rápidos e confiáveis, fundamentais à tomada de decisão em diferentes áreas do conhecimento (SOUZA; CUNHA, 2020). Entre tais ferramentas, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) destacam-se por possibilitar a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, se mostrado uma ferramenta importante para a análise espacial da produção agrícola, permitindo o mapeamento e a organização das informações produtivas em diferentes áreas (COSTA; NUNES, 2026).

Aplicações de SIG têm ganhado relevância no setor agrícola, constituindo-se em recursos para o monitoramento e gestão da produção agrícola, permitindo a compreensão integrada das variáveis ambientais e produtivas que são fundamentais para tomada de decisão. Uma das ferramentas com grande aplicação e utilidade para esse monitoramento é o QGIS, por ser um software gratuito e de código aberto, que permite a realização de análises espaciais com grande eficiência, contribuindo com o desenvolvimento de toda a cafeicultura (BRUNO, 2017).

De acordo com Lopes Junior et al. (2023), o Brasil se destaca na produção de café (*Coffea spp.*), com grande relevância a nível mundial e no setor econômico do país. No estado de Rondônia a produção de café também vem se destacando com o crescimento da produção do Robusta Amazônico (*Coffea canephora*), esse aumento produtivo foi proporcionado pela evolução no uso de tecnologias aplicadas às técnicas de produção, bem como pelo manejo da irrigação, devido à aplicação do uso destas tecnologias voltadas ao monitoramento agrícola.

O clima do estado de Rondônia possui temperatura mínima entre 19,3 °C e 21,9 °C, temperatura máxima entre 29 °C e 31,8 °C, temperatura média anual entre 23,2 °C e 26 °C, pluviometria entre 1.340 mm ano^{-1} e 2.340 mm ano^{-1}. Essas características, juntamente a outros fatores, permitem o cultivo predominante de café Robusta Amazônico. Em grande parte do ano as precipitações excedem a evapotranspiração, permanecendo reservas hídricas no solo para o desenvolvimento das plantas, mas a existência de défices hídricos durante a floração (CARARO; DIAS, 2015). Estudos demonstram que, mesmo em regiões com elevada pluviosidade anual, a irregularidade na distribuição das chuvas e o aumento da

evapotranspiração nos meses mais quentes têm gerado cenários de restrição hídrica, com impactos diretos sobre o crescimento vegetativo, a fisiologia e a produção de *Coffea canephora*, espécie predominante em Rondônia (CUSTODIO et al., 2022).

Em relação a importância econômica e social da cafeicultura para o estado de Rondônia e da relevância da variabilidade hídrica para a região, há a necessidade de levantamento da literatura de forma sistematizada sobre como os SIG têm sido aplicados ao estudo da deficiência hídrica e de seus reflexos na cafeicultura rondoniense.

Diante do exposto, o presente trabalho apresenta uma revisão de literatura com o objetivo de analisar as aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica no monitoramento hídrico e na avaliação da deficiência hídrica na cafeicultura, com enfoque no estado de Rondônia. Discute-se, ainda, o potencial das geotecnologias como suporte ao planejamento agrícola e à gestão dos recursos hídricos nas lavouras cafeeiras, contribuindo para a consolidação de bases técnicas que orientem a tomada de decisão na região.

MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como revisão de literatura de natureza qualitativa, com abordagem exploratório-descritiva, fundamentada em levantamento bibliográfico sistemático sobre o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aplicados ao monitoramento da deficiência hídrica, ao balanço hídrico e ao manejo da irrigação na cafeicultura, com ênfase no estado de Rondônia.

O levantamento bibliográfico foi conduzido com base em publicações científicas e técnicas relevantes, compreendendo artigos indexados, livros, dissertações, teses, manuais técnicos e documentos de instituições de pesquisa reconhecidas. As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES e Biblioteca Eletrônica SciELO, selecionadas por possuírem amplo acervo de materiais avaliados por pares e abrangência nacional e internacional. Foram consultadas, ainda, publicações de órgãos oficiais como Embrapa, CONAB, IBGE e INMET, de modo a integrar dados técnico-científicos e informações climáticas e hidrológicas específicas da região estudada.

A estratégia de busca utilizou os descritores “Sistemas de Informação Geográfica”, “SIG”, “geotecnologias”, “deficiência hídrica”, “balanço hídrico”, “disponibilidade hídrica”, “cafeicultura”, “*Coffea canephora*”, “manejo de irrigação”, “monitoramento agrícola” e “Rondônia”, empregados isoladamente ou em combinações por meio dos operadores booleanos

"AND" e "OR". A seleção dos materiais considerou a aderência ao objetivo do estudo, a qualidade e a procedência da fonte, a atualidade das informações e a contribuição para a compreensão das aplicações de SIG no contexto hídrico da cafeicultura.

Adotou-se como recorte temporal prioritário o período de 2006 a 2026, correspondendo aos últimos 20 anos. Entretanto, foram admitidas publicações anteriores quando consideradas fundamentais para a fundamentação teórica, histórica ou metodológica do tema, especialmente aquelas relacionadas aos conceitos de SIG, geoprocessamento, sensoriamento remoto e manejo hídrico do cafeeiro.

O conteúdo revisado está organizado em eixos temáticos sequenciais: (i) fundamentos e conceitos de Sistemas de Informação Geográfica; (ii) características da cafeicultura no estado de Rondônia, com destaque para *Coffea canephora*; (iii) exigências hídricas do cafeeiro, deficiência hídrica e práticas de irrigação; (iv) aplicações de SIG no contexto cafeeiro; e (v) geotecnologias e ferramentas de análise espacial disponíveis. A síntese dos resultados foi realizada de forma descritiva e interpretativa, privilegiando a identificação de convergências, limitações e potencialidades das geotecnologias para o monitoramento e o manejo hídrico da cafeicultura rondoniense.

RESULTADOS

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), como conhecemos atualmente, teve seu desenvolvimento na década de 1960, evoluindo com o avanço tecnológico e a expansão de aplicações voltadas à gestão territorial e ambiental. No Brasil, a consolidação do SIG e do sensoriamento remoto ocorreu a partir da década de 1980, com investimentos em instituições de pesquisa e empresas, visando aprimorar o desenvolvimento de métodos e ferramentas para análise geográfica em diferentes setores (BOLFE et al., 2008).

O SIG compreende a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados espaciais referentes a fenômenos localizados na superfície terrestre. Trabalha com três dimensões fundamentais: espacial, temática e temporal, organizando informações georreferenciadas que descrevem objetos, fatos e processos distribuídos no território. Tais dados podem ser obtidos de mapas cartográficos, levantamentos de campo, imagens de satélite, fotografias aéreas, registros climáticos e cadastros ambientais, sendo que sensores acoplados aos drones, como câmeras multiespectrais ou térmicas, são equipamentos que podem coletar

dados em tempo real, podendo ser integrados e transformados em informações de suporte à tomada de decisão (CASTRO et al., 2014; NUNES; COELHO, 2025).

A capacidade de organizar, visualizar e analisar dados espaciais de forma eficiente é um dos principais atributos do SIG. Neves et al. (2022) destacam ainda a possibilidade de reunir e combinar informações de diferentes fontes, entre elas órgãos públicos, pesquisas de campo e bases digitais. Na agricultura os levantamentos espaciais contribuem para decisões sobre uso do solo, manejo de recursos hídricos, zoneamento agrícola e planejamento de cultivos agrícolas em geral, tais informações também podem ser obtidas por métodos convencionais ou por meio de questionários aplicados diretamente aos produtores (AGOSTINHO, 2005). As tecnologias modernas aplicadas ao monitoramento agrícola representam o estado atual da Agricultura 4.0, caracterizada pela utilização de ferramentas como sensores, sistemas de informação geográfica, drones, inteligência artificial e a telemetria (SANTOS; NUNES, 2026).

Segundo Costa (2011), o SIG é uma ferramenta versátil, podendo ser aplicada desde pequenas áreas até em escalas regionais e globais, sendo capaz de manipular um grande volume de dados geográficos. Já Rosa (2011) acrescenta que as geotecnologias vêm se transformando continuamente, abrangendo geoprocessamento, geomática e geotecnologias, com aplicações em gestão municipal, meio ambiente, agronegócio e planejamento estratégico. Dentre os softwares mais utilizados, destacam-se soluções comerciais (ArcGIS, MapInfo) e livres (GRASS, QGIS), com provedores de dados como IBGE, INPE, INMET, Embrapa e SIVAM.

Para o mapeamento e monitoramento de áreas agrícolas, o conjunto de geotecnologias é viável pela possibilidade de avaliação de áreas remotas, implantação de baixo custo, disponibilidade de dados públicos e imagens gratuitas, bem como softwares livres para a condução do estudo, além da precisão na estimativa dos resultados. Para que as informações levantadas sejam organizadas, calculadas, armazenadas e apresentadas, os SIGs atuam como ferramentas que transformam dados geográficos em conhecimento, possibilitando análises espaciais, modelagens e a visualização em diferentes mapas temáticos (FOLADOR et al., 2026).

Na cafeicultura, a aplicação de SIG permite, por exemplo, identificar solos mais propícios ao cultivo, analisar exposição solar e elaborar mapas de fertilidade que orientem a aplicação localizada de insumos, em sintonia com os princípios da agricultura de precisão. Diferente do manejo convencional, que adota doses uniformes em toda a área, o uso de informações espacializadas possibilita intervenções ajustadas à variabilidade do sistema solo-água-planta-atmosfera, otimizando recursos e reduzindo custos.

CARACTERÍSTICAS DA CAFEICULTURA EM RONDÔNIA

O cafeeiro é uma planta arbustiva da família das Rubiáceas, gênero *Coffea*, com mais de 100 espécies descritas. O café é uma bebida aromática com um sabor forte e é consumida por grande parte da população brasileira, cerca de 94% da população. O alto padrão de consumo junto com as novas tecnologias para melhoria de produtividade faz com que o café seja um produto importante para o agronegócio brasileiro (SILVA, 2007).

O destaque da cafeicultura brasileira é comprovado pelos dados fornecidos pela CONAB (2025), com área cultivada superior a 2,26 milhões de hectares. Desse total, 396,43 mil hectares, 17,6%, estão em formação e 1,86 milhão de hectares, 82,3%, em produção, sendo que 81,6% de toda área de cafezal brasileiro são de cafeeiro arábica (*Coffea arabica*).

Em Rondônia, a cafeicultura destaca-se por sua produção, com uma área de 60.621 ha e, com uma produtividade média de 50,2 sc/ha, exclusivamente de *Coffea canephora*, tendo uma safra de 3,0 milhões de sacas beneficiadas em 2023. O crescimento produtivo tem sido impulsionado pelo melhoramento genético, pela entrada de novas áreas e pelo aumento da produtividade, com ganho de 16,4% no período (LOPES JUNIOR et al., 2023). Em termos econômicos, o valor da produção no estado evoluiu de R$ 812 milhões em 2017 para aproximadamente R$ 2,9 bilhões em 2024, com produtividade que passou de 1.967 kg/ha para 3.533 kg/ha. O município de São Miguel do Guaporé, inserido nesse contexto, registrou, no ano de 2024, cerca de R$ 281,6 milhões em valor de produção (IBGE, 2024a; IBGE, 2024b).

A produtividade varia expressivamente conforme o manejo hídrico: lavouras sem irrigação podem alcançar mais de 50 sacas/ha, enquanto lavouras irrigadas superam 120 sacas/ha (FERRÃO et al., 2020). Nesse sentido, a intensificação da cultura em regiões sujeitas à restrição hídrica torna o manejo da água um elemento central para a sustentabilidade da atividade (CARDOZO; SILVA, 2025).

Várias técnicas são aplicadas para melhor desempenho e produção, uma delas é a clonagem por estaquia em outras variedades botânicas, melhorando significativamente o potencial de campo do cafeeiro de Rondônia, proporcionando resistência às pragas e doenças e aumentando a sua produtividade. Esse processo possibilita a seleção de matrizes que atendam a todos os critérios necessários dentro dos parâmetros estabelecidos. A base da cafeicultura de Rondônia apresenta características híbridas entre as variedades botânicas Conilon e Robusta (LOPES JUNIOR et al., 2023).

O programa de melhoramento de *Coffea canephora* da Embrapa Rondônia, iniciado em 1978, combinou seleção de plantas-matrizes em lavouras de produtores, aproveitando a variabilidade genética da espécie no estado, introdução de materiais do Incaper e do IAC, além de hibridações controladas e avaliação dos diferentes materiais genéticos em ambientes representativos (FERRÃO et al., 2020).

Em 2012, em parceria com o Consórcio Pesquisa Café, a Embrapa Rondônia lançou a BRS Ouro Preto, primeira cultivar clonal de café da instituição. Trata-se de uma cultivar sintética propagada vegetativamente por estaquia, resultante da combinação de 15 clones superiores e compatíveis, que reúne boas características agronômicas e agroindustriais com estabilidade produtiva adaptada às condições de trópicos úmidos e baixa altitude de Rondônia e da Amazônia Ocidental (RAMALHO et al., 2014). Em 2018, foram lançadas dez cultivares denominadas Robustas Amazônicos, agrupadas por ciclo de maturação: precoces (BRS 3137, BRS 3193), intermediárias (BRS 1216, BRS 2299, BRS 3210, BRS 3213, BRS 3220) e tardias (BRS 2314, BRS 2336, BRS 2357) (ESPINDULA et al., 2019; FERRÃO et al., 2020). Estas dez cultivares são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Relação com os nomes de dez cultivares de cafeeiros *C. canephora* com a especificação do grupo de compatibilidade, o ciclo de maturação, o número identificador e a genealogia de cada cultivar.

Nome da Cultivar	Grupo de Compatibilidade	Ciclo de Maturação	Identificador da Cultivar	Genealogia
BRS1216	1	2	16	Encapa03 x Robusta1675
BRS2299	2	2	99	Polinização aberta*
BRS2314	2	3	14	Encapa03 x Robusta640
BRS2336	2	3	36	Polinização aberta
BRS2357	2	3	57	Polinização aberta*
BRS3137	3	1	37	Polinização aberta
BRS3193	3	1	93	Polinização aberta
BRS3210	3	2	10	Encapa03 x Robusta2258
BRS3213	3	2	13	Encapa03 x Robusta2258
BRS3220	3	2	20	Encapa03 x Robusta1675

Fonte: Adaptado de Espindula et al., 2019.
* genótipos de polinização aberta provenientes da Cultivar Conilon – BRS Ouro Preto, desenvolvida pela Embrapa no ano de 2013.

IRRIGAÇÃO E EXIGÊNCIAS HÍDRICAS DO CAFEEIRO

A utilização da irrigação na cafeicultura redesenhou a distribuição geográfica do cultivo do café no Brasil, incorporando áreas antes não recomendadas para o plantio. Assim,

estimativas apontam que a falta de água pode reduzir drasticamente o crescimento das plantas sem que ela demonstre sinais de murchamentos ou outros sintomas visíveis por consequência de baixa umidade do solo (BUSATO et al., 2007).

O estado de Rondônia apresenta clima tropical úmido, com precipitação anual podendo chegar a valores superiores a 2.000 mm anuais, porém com acentuada sazonalidade: estação chuvosa de dezembro a março e estação seca pronunciada entre junho e setembro, período em que o déficit hídrico pode atingir valores superiores a 300 mm anuais, com meses entre junho e agosto apresentando maior deficiência, coincidindo com a fase de floração e formação de frutos, etapa crítica à produtividade. A distribuição irregular das chuvas e o período seco prolongado tornam a irrigação prática frequente nas lavouras. Contudo, a irrigação plena no período que antecede a floração pode atrasar o desenvolvimento do botão floral, indicando a necessidade de manejo diferenciado conforme a fase fenológica (FERNANDES et al., 2016; SILVA et al., 2015). A figura 1 apresenta a média climatológica da precipitação mensal para o Estado de Rondônia.

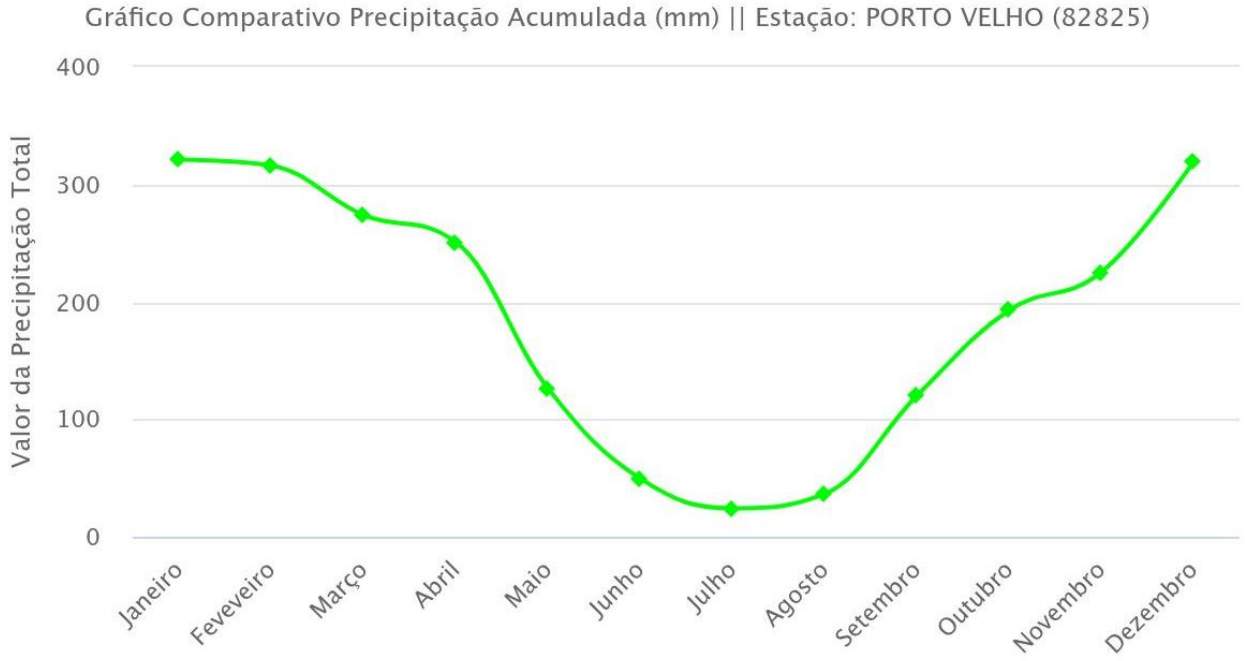


Figura 1. Média climatológica da precipitação mensal para o Estado de Rondônia.
Fonte: INMET (2026).

Em busca de criar um ambiente mais favorável ao cultivo de café, produtores vêm buscando tecnologias que podem ser aplicadas no meio rural, dentre elas a irrigação, essa prática de manejo já é uma realidade na cafeicultura brasileira, ocupando uma área significativa entre as que são irrigadas no país (NASCIMENTO et al., 2025).

A irrigação visa atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, e é necessário aplicá-la em quantidade e momento correto. Sua utilização propicia que áreas antes consideradas marginais para a produção de café se tornem aptas para o cultivo, além de promover incremento na produção de lavouras já instaladas (FERNANDES et al., 2016).

A irrigação é uma prática agronômica fundamental para mitigar os efeitos negativos decorrentes da variabilidade climática, particularmente em regiões sujeitas a estiagens prolongadas e distribuição irregular de chuvas (AMARAL et al., 2024) e consiste na aplicação artificial de água no solo para suprir a deficiência ou a má distribuição das chuvas, garantindo umidade adequada ao desenvolvimento das plantas (FOLADOR et al., 2026). Para o manejo da irrigação ser eficaz, deve-se basear no conhecimento da demanda hídrica da cultura, da evapotranspiração de referência, calculada a partir de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e fotoperíodo, e das propriedades do solo, entre elas a Capacidade de Campo (CC) e o Ponto de Murcha Permanente (PMP).

A disponibilidade de água no solo se refere ao intervalo de umidade no qual está retida pela matriz do solo e pode ser absorvida pelas raízes, a CC representa o limite que atende à quantidade de água retida no solo logo após que o excesso tenha sido drenado. Já o PMP é representado pelo limite inferior, significa que a disponibilidade de água no solo está tão baixa, que a planta não consegue mais extrair água suficiente para atender a sua demanda evapotranspirométrica devido à forte retenção matricial.

Sendo assim, é necessário conhecer outros parâmetros que envolvem o manejo da irrigação, entre eles, a estimativa da evapotranspiração, fundamental para o manejo adequado e eficiente da irrigação. Alguns dados são observados para a estimativa de evapotranspiração de referência (ETo), como a temperatura máxima e mínima do ar, fotoperíodo, temperaturas dos termômetros de bulbo seco e de bulbo molhado, umidade relativa média e diária do ar e a velocidade do vento (FRANÇA NETO et al., 2011).

A eficiência da irrigação é tomada como a quantidade de água efetivamente usada pela cultura, sendo necessário que seja disponibilizada a quantidade ideal para o desenvolvimento e produção de forma que não tenha excesso ou falta. Sendo assim, para um bom funcionamento da irrigação o sistema deve ser dimensionado e instalado corretamente recebendo manutenções, para garantir a distribuição uniforme da água. A distribuição da água deve ser um dos aspectos mais importantes a serem observados no manejo da água na cultura do café (MOTA, 2024).

A irrigação visa atender à demanda de água das plantas nos períodos críticos, e é necessário aplicá-la em quantidade e momento correto (FERNANDES et al., 2016). Sendo assim, é fundamental o conhecimento da quantidade adequada de água a ser fornecida para a planta, visando evitar a ocorrência de déficit hídrico. Nesse contexto, podem ser adotados métodos distintos para estimar a exigência hídrica pelas plantas, ou seja, podem ser obtidos pela demanda atmosférica, pelo monitoramento da umidade do solo, ou por meio de medidas diretas do fluxo de água na planta (MOTA, 2024).

O déficit hídrico prejudica especialmente o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, reduzindo a absorção de nutrientes, o crescimento da parte aérea e a produção de grãos, podendo ocorrer sem sintomas visíveis de murcha (SILVA, 2007; BUSATO et al., 2007). O manejo adequado busca manter a umidade próxima à Capacidade de Campo, sendo o gotejamento um dos sistemas mais eficientes para essa finalidade. A reposição da lâmina de água deve considerar a evapotranspiração da cultura (ETpc), e não apenas avaliação visual do produtor (SILVA, 2007; MOTA, 2024). A Figura 2 apresenta a deficiência hídrica anual no Estado de Rondônia.

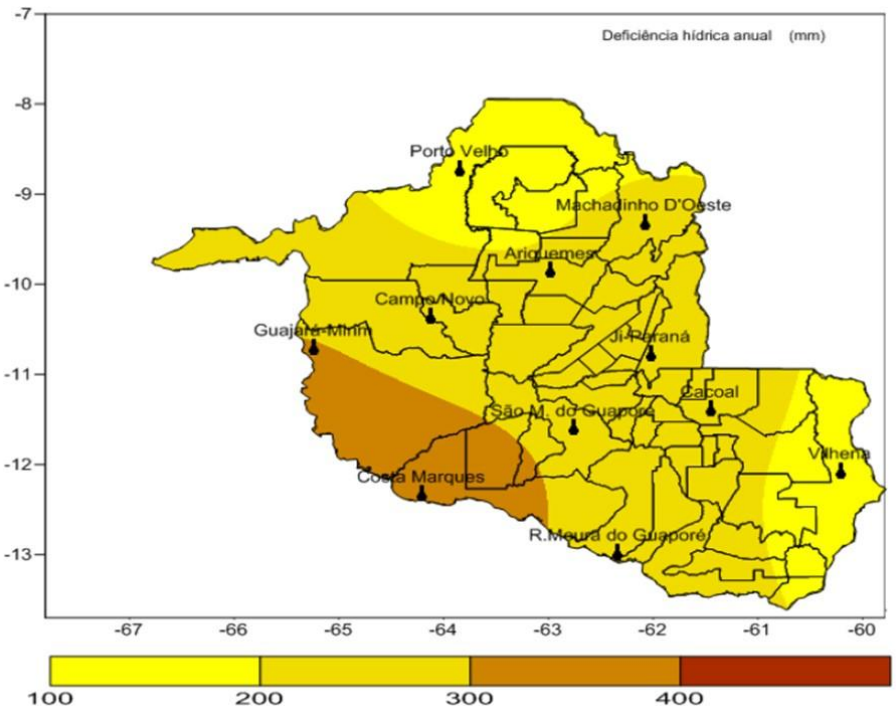


Figura 2. Deficiência hídrica anual no Estado de Rondônia.

Fonte: Silva et al. (2015).

Critérios de aptidão hídrica indicam que áreas com déficit anual de 150 a 200 mm são propícias ao cultivo de café, podendo requerer irrigação eventual; entre 200 e 400 mm, a irrigação complementar é recomendada; acima de 400 mm, o cultivo sem irrigação torna-se restrito (CAVALCANTI et al., 2026). Em Rondônia, a estação seca coincide com o período de maior exigência hídrica do cafeeiro, tornando o monitoramento e o manejo hídrico elementos determinantes para a estabilidade produtiva.

Segundo Espindula et al. (2019), a variedade Conilon possui porte reduzido e maior tolerância ao estresse hídrico, mas apresenta menor resistência à ferrugem-alaranjada do cafeeiro. Já a variedade de café Robusta apresenta maior resistência à ferrugem, nematoide das galhas e maior potencial para produção de bebida fina, porém, apresenta menor tolerância ao estresse hídrico e porte elevado, resultado de seu maior vigor vegetativo.

A apresentação de ferramentas que auxiliem o produtor a realizar o manejo de irrigação, faz-se cada vez mais necessária. A implantação de um programa de manejo requer conscientização, com visão integrada, tecnologia de ponta e operacionalidade, a fim de que se torne possível a otimização do uso dos insumos, aumento da produtividade, rentabilidade e ampliação da área irrigada nos locais com limitação dos recursos hídricos (BERNARDO et al., 2019).

DISCUSSÃO

A variabilidade espacial comum aos ambientes de cultivo representa um dos principais desafios à gestão da cafeicultura, especificamente no estado de Rondônia, onde as condições edafoclimáticas apresentam diferenças expressivas entre municípios e até entre localidades próximas dentro de um mesmo território. O estado, que detém mais de 60 mil hectares cultivados com *Coffea canephora* e tem na cafeicultura uma das bases econômicas do interior, apresenta características climáticas particulares: altitude média inferior a 500 metros, temperatura média anual entre 23,2 °C e 26 °C e pluviosidade entre 1.340 mm e 2.340 mm anuais (CARARO; DIAS, 2015).

Apesar da elevada precipitação total, a distribuição irregular das chuvas cria um período seco pronunciado que, em grande parte do estado, tem início em maio e se estende até setembro; em São Miguel do Guaporé e Alta Floresta d'Oeste, esse período seco inicia ainda mais cedo, em abril, estendendo-se por até seis meses de restrição hídrica (CARARO; DIAS, 2015). Nesse cenário, os SIG podem auxiliar na forma de compreender e conduzir a produção cafeeira, ao

possibilitar a integração de dados de diferentes naturezas, como altitude, fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, padrões de precipitação e produtividade em análises que revelam padrões dificilmente percebidos por métodos convencionais (COSTA, 2011).

A capacidade de avaliar e planejar com precisão ganha ainda mais relevância quando se considera que, historicamente, a produtividade média do estado permaneceu abaixo do potencial observado em lavouras bem manejadas, evidenciando que fatores ambientais e de gestão limitam a expressão produtiva da cultura (CARARO; DIAS, 2015).

A aplicação de SIG na cafeicultura vai além da organização de dados, possibilita a construção de mapas temáticos que auxiliam na tomada de decisões desde o planejamento da implantação das lavouras até a colheita, passando pelo manejo localizado de adubos, corretivos e irrigação, alinhando-se aos princípios da agricultura de precisão. Estudos demonstram que a análise da variabilidade espacial dos atributos do solo e do desenvolvimento das plantas permite identificar áreas com maior ou menor potencial produtivo, orientando práticas que elevam tanto a produtividade quanto a qualidade do produto final (MOREIRA et al., 2022).

No estado de Rondônia o balanço hídrico em escala local torna o SIG uma ferramenta estratégica. Os dados de balanço hídrico climatológico compilados para o estado revelam que o déficit acumulado pode atingir valores distintos em municípios relativamente próximos. Enquanto o município de Ji-Paraná registra-se cerca de 234 mm de déficit no período seco, em São Miguel do Guaporé é observado um déficit de 250 mm e em Cacoal 275 mm até o mês de outubro (CARARO; DIAS, 2015). Essa grande variação, até mesmo em municípios próximos, dificulta recomendações genéricas, reforçando a necessidade de ferramentas que representem a realidade de cada localidade, e é nesse sentido que o SIG torna-se indispensável, ao criar a possibilidade de mapear e comparar essas diferenças em escala detalhada.

O período de maior restrição hídrica, no estado de Rondônia, coincide com as fases fenológicas mais sensíveis do cafeeiro. O repouso fisiológico ocorre em maio e junho, mas a floração e o início da formação dos frutos concentram-se em julho e agosto, justamente entre os meses de menor precipitação. O déficit hídrico específico no mês de julho nas regiões centrais do estado é suficiente para comprometer a florada e a fixação de frutos caso não haja reposição artificial de água. A floração pode ocorrer de junho a setembro, de forma desigual, em função de chuvas esparsas que interrompem e reiniciam o processo, causando desuniformidade na maturação e perdas por abortamento floral e de frutos (FERNANDES et al., 2016; SILVA et al., 2015).

Estimativas indicam que o déficit hídrico acumulado superior a 150–200 mm já justifica a adoção de irrigação complementar, sendo que acima de 400 mm a irrigação torna-se obrigatória para que a cultura expresse seu potencial produtivo (CAVALCANTI et al., 2026). A diferença de produtividade entre lavouras irrigadas e não irrigadas é expressiva, lavouras sem irrigação podem alcançar em média 50 sacas por hectare, enquanto lavouras com manejo hídrico adequado podem superar 120 sacas por hectare (FERRÃO et al., 2020).

A umidade do solo tende a ser um atributo suscetível a alterações decorrentes das atividades antrópicas, exigindo uma densidade de amostragem que represente adequadamente a variabilidade dessa propriedade do solo. Nesse contexto, o SIG abre novas possibilidades para o aperfeiçoamento do mapeamento do solo, contribuindo para acelerar e tornar mais objetiva a coleta de dados em campo, melhorar a exatidão na delimitação das unidades de mapeamento, além de facilitar a disponibilização do produto final e a aplicação dos resultados (SARMENTO et al., 2008).

Sendo assim, o sensoriamento remoto amplia sobremaneira o alcance das análises, ao permitir o acompanhamento do vigor vegetativo por meio de índices como o NDVI, que revelam variações no estado nutricional e hídrico das lavouras muito antes de serem detectadas visualmente, por ser uma alternativa para auxiliar o manejo e o monitoramento da cafeicultura, permitindo registrar informações, sem necessidade de estar no local (FORMAGGIO; SANCHES, 2017; VIEIRA; MARCATTI, 2019). A integração desses dados em ambiente SIG permite cruzar índices de vegetação com dados climáticos, de relevo e de solo, apresentando dados que identificam regiões com maior aptidão ao cultivo, áreas sob risco de déficit hídrico e locais onde a irrigação pode trazer maior retorno econômico.

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite a aquisição de informações sobre a superfície terrestre por meio de sensores embarcados em satélites, aeronaves ou drones, sem a necessidade de contato direto com o alvo (NUNES; COELHO, 2025). Sampaio et. al, (2020) citam que o sensoriamento remoto também é utilizado no manejo de sistemas agropecuários através de diferentes técnicas, como por exemplo, o índice de vegetação que destacar a relação de variações relacionadas à análise e estudo dos parâmetros biofísicos das plantas, através de imagens, destacando com precisão a qualidade e a quantidade dessas plantas.

Estudos aplicados em diferentes regiões do Brasil demonstram o potencial dessas ferramentas no mapeamento da distribuição das lavouras, na estimativa de áreas produtivas e na avaliação do potencial de produção, contribuindo para estatísticas mais precisas e para o

planejamento público e privado (MOREIRA et al., 2010; PELUZIO et al., 2020). Para assegurar que o zoneamento da cultura do café demonstre condições cada vez mais próximas da realidade, estudos também têm incorporado riscos climáticos, levando em consideração dados de balanço hídrico, variações de temperatura do ar e a ocorrência de eventos adversos, e utilizado técnicas de geotecnologia para a espacialização dos resultados, entre elas, o SIG (ALVES et al., 2011).

O uso do geoprocessamento no estudo da cultura cafeeira tem proporcionado informações importantes para a agricultura (FERREIRA et al., 2021). Moreira et al. (2010) identificaram e mapearam áreas de café e através de imagens de satélites elaboraram estatísticas agrícolas referente à cultura para os estados de São Paulo e Minas Gerais, possibilitando uma visão da distribuição das lavouras em cada mesorregião. Já em mapeamento da distribuição das lavouras de café no território do Caparaó Capixaba, Peluzio et al. (2020) proporcionaram um diagnóstico da contribuição dos municípios com a cultura.

Apesar dos avanços tecnológicos, é importante reconhecer que os resultados obtidos por meio de geotecnologias não devem ser utilizados de forma isolada. A Análise Hierárquica de Processos (AHP) aplicada em ambiente SIG tem se mostrado promissora para avaliar o potencial produtivo de *Coffea canephora*, mas depende de dados complementares como mapeamento pedológico detalhado, séries históricas climáticas e modelos digitais de elevação de alta precisão para alcançar a confiabilidade necessária à tomada de decisão (MOREIRA et al., 2022).

Ainda segundo Moreira et al. (2022), para um resultado mais preciso em ambiente SIG, seria necessário o mapeamento pedológico em escala adequada e informações sobre índices pluviométricos e climáticos para o zoneamento dentro da área de estudo bem como utilização de dados de modelo digital de elevação de alta precisão ou similar às imagens do sensor RapidEye, já que a incidência solar é dependente desse dado.

Várias dessas ferramentas e bases de dados estão acessíveis a custo zero, favorecendo a disseminação de conhecimento entre produtores rurais. Entre as ferramentas disponíveis, o QGIS destaca-se por ser um software de código aberto, de fácil manipulação e compatível com diversos formatos de dados, o que o torna uma alternativa acessível e eficaz para instituições de pesquisa, extensão rural e técnicos que atuam diretamente com os cafeicultores.

De acordo com Pereira et al. (2018), dentre os softwares livres mais utilizados, destacam-se o QGIS e o Google Earth Pro. O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que suporta diversos formatos de dados vetoriais, matriciais e bancos de dados. Além disso, o QGIS

fornece recursos que permitem gerar, visualizar, gerenciar, editar e analisar dados além de permitir a composição de mapas.

Peluzio et al. (2025), com finalidade de caracterizar as áreas de cafés especiais certificados no território do Carparaó Capixaba, com finalidade de caracterizar a orientação do relevo, altitude, solo e clima das lavouras de café, utilizando dados de órgãos públicos e processados em SIG, no aplicativo QGIS. Na sequência, utilizando aplicativo computacional gratuito QGIS, geraram mapas de posicionamento das coordenadas sobre as lavouras de café da região.

Vários outros autores também têm utilizado o QGIS para análises espaciais e aplicações de geoestatísticas na cultura do café, aplicado a danos causados por geadas (ALVES et al., 2024), avaliar a resposta multiespectral e índices de vegetação da cultura do café (ARAÚJO et al., 2024), avaliar a relação entre o NDVI e a produtividade do café (CARNEIRO FILHO, 2026).

Diante desse cenário, percebe-se que as geotecnologias constituem um conjunto de recursos precisos e acessíveis, com potencial para responder as necessidades da cafeicultura de Rondônia, entre elas a sazonalidade hídrica, com intensidade e duração distintas por município, a necessidade de aumento da produtividade e a valorização das características de qualidade do café produzido no estado. A combinação de dados de balanço hídrico por localidade, imagens de satélite que acompanhem o vigor vegetativo ao longo do ano, ferramentas de processamento gratuitas e conhecimento agronômico permitem não apenas compreender melhor o que ocorre nas lavouras de café, mas também prever cenários, orientar a implantação de sistemas de irrigação e acompanhar a resposta das diferentes cultivares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura demonstrou que a disponibilidade hídrica constitui um dos fatores determinantes do desenvolvimento e da produtividade do cafeeiro *Coffea canephora*, sendo capaz de comprometer a florada, a fixação de frutos e o crescimento vegetativo, especialmente em regiões onde a estação seca coincide com as fases fenológicas mais sensíveis da cultura. Em Rondônia, apesar da elevada pluviosidade anual, a distribuição irregular das chuvas cria um período de restrição hídrica que pode se estender por até seis meses. Essa heterogeneidade climática, que varia inclusive entre localidades próximas, demonstra a necessidade do conhecimento das condições climáticas, das características do solo e das exigências hídricas da cultura para o planejamento adequado da irrigação.

Nesse contexto, os SIG, associados ao sensoriamento remoto, a imagens de satélite e a dados climáticos, revelam-se ferramentas estratégicas que possibilita a integração e a espacialização de informações que, de outra forma, permaneceriam isoladas. Permitem mapear a variação do déficit hídrico por município, acompanhar o vigor vegetativo por meio de índices como o NDVI, delimitar áreas com maior ou menor potencial produtivo e orientar a implantação de sistemas de irrigação no volume e período correto. Dentre as alternativas disponíveis, destaca-se o QGIS, software de código aberto que permite que pequenos e médios produtores, técnicos e instituições de pesquisa elaborarem mapas temáticos, cruzem dados ambientais e tomem decisões.

Conclui-se que o SIG apresenta elevado potencial para transformar o manejo hídrico da cafeicultura em Rondônia, contribuindo não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a redução do desperdício de água, a escolha de sistemas de irrigação mais eficientes e o uso sustentável dos recursos naturais. Contudo a confiabilidade dos resultados depende da qualidade dos dados de entrada, da combinação entre informações disponíveis e do aprofundamento de estudos locais considerando as particularidades de cada região do estado.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, F. D. R. Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas: UNICAMP, 2005; 226 f.

ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; BORÉM, F. M.; BARBOSA, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, 2011; 32(261): 01-12.

ALVES, L. Q.; SILVA, A. B.; PUTTI, F. F.; GÓES, B. C. Danos na cultura do café causado pelas geadas ocorridas no ano de 2021 nos municípios de Alfenas e Poços de Caldas, Brasil. PEER REVIEW in Interdisciplinary Studies, 2024; 6(9): 1-15.

AMARAL, L. L.; DOMICIANO, M. F.; BARBOSA, V. C.; CUNHA, V. M.; ALVES, Z. H. Plantio do cafeeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Cafeicultura), Escola Técnica Estadual Professor Carmelino Corrêa Júnior, Franca: ETEC, 2024; 25 p.

ARAÚJO, L. R.; BRITO, A. J. S.; BALEEIRO, T. T.; SANTOS, L. A.; CASTRO, I. T. P.; SILVA, J. S. A.; LEMOS, O. L. Sensoriamento remoto multiespectral no monitoramento das mudanças abióticas em lavouras de café no Planalto da Conquista. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 28, 2025, Vitória da Conquista. Anais[...]. Vitória da Conquista: UESB, 2025. p. 1-7.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. Manual de irrigação. Viçosa: UFV. 9 ed. 2019. 545 p.

BOLFE, E. L.; MATIAS, L. F.; FERREIRA, M. C. Sistemas de informação geográfica: uma abordagem contextualizada na história. Revista Geografia, 2008; 33(1): 69–88.

BRUNO, L. O. Aplicabilidade de sistemas de informações geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: o uso do QGIS. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2017; 4(8): 321-326.

BUSATO, C.; REIS, E. F.; MARTINS, C. C.; PEZZOPANE, J. E. M. Lâminas de irrigação aplicadas ao café conilon na fase inicial de desenvolvimento. Revista Ceres, 2007; 54(314): 351-357.

CARARO, D. C.; DIAS, A. F. S. Irrigação em Cafeeiros. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). Café na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 311-343.

CARDOZO, B. V. S.; SILVA, A. N. Interação entre adubação nitrogenada e manejo da irrigação na cultura do Café Conilon: uma revisão integrativa da literatura. Revista Nativa Americana de Ciências, Tecnologia & Inovação, 2025; 8(1): 73–82.

CARNEIRO FILHO, M. F. R. Índice NDVI e a sua correlação com a produtividade de café. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia: UFU, 2026; 15 p.

CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L.; KAISER, I. M. Sistema de informação geográfica na formulação de indicadores ambientais para sustentabilidade dos recursos hídricos. Revista Irriga, 2014; 19(4): 655-674.

CAVALCANTI, A. C.; CHEQUETTO, E.; DUBBERSTEIN, E. M.; GAVA, J. C.; FERREIRA, W. A. EMERICK, B. S. Irrigação em café conilon: análise da tensiometria remota no manejo hídrico no Norte do Espírito Santo. Artefactum - revista de estudos interdisciplinares, 2026; 25(1): e2536.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da safra brasileira de café, Brasília, DF, v. 12, n. 4, quarto levantamento, dezembro de 2025.

COSTA, F. P. Uso da geoestatística e da lógica fuzzy no estudo da variabilidade espacial e temporal da produtividade e da fertilidade do solo em café Conilon. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre: UFES 2011; 75 p.

COSTA, J. A.; NUNES, J. A. S. Monitoramento da temperatura e umidade do solo no cultivo do cacaueiro: uma revisão de literatura. Artefactum - Revista De Estudos Interdisciplinares, 2026; 25(9): e4229.

CUSTODIO, A. M.; SILVA, P. E. M.; SANTOS, T. R. D.; LOURENÇO, L. L.; AVILA, R. G.; SILVA, A. R.; SILVA, F. H. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; SILVA, F. G.

Seasonal Variation in Physiological Traits of Amazonian *Coffea canephora* Genotypes in Cultivation Systems with Contrasting Water Availability. Agronomy, 2022; 12(12): 3197.

ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ALVES, E. A.; DIOCLECIANO, J. M.; LUNZ, A. M. P.; SOUZA, F. F.; COSTA, J. N. M.; FERNANDES, C. F. Novas variedades de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental Brasileira: principais características. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2019. 36 p. (Comunicado Técnico, 413).

FERNANDES, A. L. T.; TAVARES, T. O.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Viabilidade técnica e econômica da irrigação localizada do cafeeiro, nas condições climáticas do planalto de Araxá, MG. Coffee Science, 2016; 11(3): 347-358.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; COMÉRIO, M. Cultivares de cafés Conilon e Robusta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2020; 41(309): 17-25.

FERREIRA, M. L.; ANDRADE, A. M.; SANTIAGO, W. E. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas propícias ao cultivo de café. Research, Society and Development, 2021; 10(4): e17410414050.

FOLADOR, T. D.; FELIPETTO, H. S.; CORDEIRO, J. P. S. Identificação de áreas aptas à implantação de irrigação por sistema de pivô central no Norte de Minas Gerais - Brasil com utilização de SIG e AHP. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 2026; 52(4): e145882.

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. Sensoriamento Remoto em Agricultura. São Paulo: Oficina de textos, 2017. 288p.

FRANÇA NETO, A. C.; MANTOVANI, E. C.; VICENTE, M. R.; VIEIRA, G. H. S.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G. Comparação entre métodos simplificados de estimativa de evapotranspiração de referência (ETo) para regiões produtoras de café brasileiras. Coffee Science, 2011; 6(2): 159-171.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). IBGE Explica: Produção Agropecuária: Café: Rondônia. Rio de Janeiro: IBGE, 2024a. Disponível em: ‹https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cafe/ro›. Acesso em: 4 jun. 2026.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Cidades@: Rondônia: Pesquisa: Produção Agrícola - Lavoura Permanente: Café. Rio de Janeiro: IBGE, 2024b. Disponível em: ‹https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/pesquisa/15/11863›. Acesso em: 04 jun. 2026.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). Gráficos Climatológicos: Precipitação Acumulada. 2026. Disponível em: ‹https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/RO/82825›. Acesso em: 17 out. 2026.

LOPES JUNIOR, H.; ROCHA, R. B.; KOLLN, A. M.; ALVES, E. A.; TEIXEIRA, A. L. Robustas amazônicos: qualidade do café de Rondônia. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), 2023; 14(2): 466–481.

MOREIRA, E. C.; SANTANA, L. S.; QUEIROZ, V. T. Utilização do método AHP, em ambiente SIG, para caracterização espacial de índice relativo de clorofila, índice de vegetação e incidência solar em área de cultivo de *Coffea canephora*. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, 2022; 3(1): 2-14.

MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; BARROS, M. A.; FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. Geotecnologias para mapear lavouras de café nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Engenharia Agrícola, 2010; 30(6): 1123-1135.

MOTA, L. A. Irrigação do cafeeiro conilon com estimativa da evapotranspiração e sistemas de previsão de chuvas. Monografia (Bacharelado em Agronomia), Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa: IFES, 2024; 44 p.

NASCIMENTO, T. R.; SOUSA, F. M.; MONROE, P. H. M.; TAGLIAFERRE, C.; GARCIA, P. A. B. B. Efeitos de diferentes sistemas de irrigação sob a qualidade do solo em cultivos da cultura do café. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 28, 2025, Vitória da Conquista. Anais[...]. Vitória da Conquista: UESB, 2025. p. 1-9.

NEVES, J. P. P.; SANTOS JUNIOR, R. L.; CONDURÚ, M. T.; ALMEIDA, A. C. P. A produção científica sobre Sistema de Informação Geográfica na Amazônia. ConCI: Convergências em Ciência da Informação, 2022; 5: 1-33.

NUNES, J. A. S.; COELHO, R. D. L. Avaliação da biomassa de pastagem através de índices de vegetação – Revisão de literatura. Revista Biodiversidade, 2025; 24(3): 44-61.

PELUZIO, T. M. O.; OLIVEIRA, V. J. V.; BESTETI, P. I. O.; PELUZIO, J. B. E. Identificação das lavouras de cafés especiais do território do caparaó capixaba. Revista Ifes Ciência, 2025; 11(1): 1-13.

PELUZIO, T. M. O.; PELUZIO, J. B. E.; FERRARI, J. L.; STURIÃO, A. P.; JAEGGI, M. E. P. C. Uso da geotecnologia para o mapeamento da cafeicultura no Caparaó Capixaba. Revista Ifes Ciência, 2020; 6(4): 92–104.

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.; OLIVEIRA, R. R. M. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. Journal of Environmental Analysis and Progress, 2018; 3(3): 250-264.

RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; VENEZIANO, W.; SANTOS, M. M. Cultivar de cafeeiro Conilon BRS Ouro Preto - características agronômicas e agroindustriais. Porto Velho: Embrapa Rondônia, Comunicado Técnico, n. 396. 2014. 10 p.

ROSA, R. O uso de tecnologias de informação geográfica no Brasil. Revista Geográfica de América Central, 2011; 2(47E): 1-17.

SAMPAIO, H. S.; BOURSCHEIDT, V.; SARRACINI, L. H.; JORGE, L. A. C.; BETTIOL, G. M.; BERNARDI, A. C. C. Comparação entre índices vegetativos obtidos por imagens aéreas com veículos aéreos não tripulados (VANT) e satélite. Brazilian Journal of Biosystems Engineering; 2020; 14(2): 111-124.

SANTOS, L. C.; NUNES, J. A. S. Monitoramento de pragas na cultura do feijoeiro com suporte de tecnologias digitais: armadilhas inteligentes e manejo integrado. Biodiversidade, 2026; 25(3): 127-142.

SARMENTO, E. C.; FLORES, C. A.; WEBER, E.; HASENACK, H.; PÖTTER, R. O. Sistema de informação geográfica como apoio ao levantamento detalhado de solos do Vale dos Vinhedos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2008; 32(especial): 2795-2803.

SILVA, C. A. Desempenho do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) submetido a lâminas de irrigação por gotejamento. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia: UFU, 2007; 81 p.

SILVA, M. J.; SARAIVA, F. A. M.; SILVA, A. A. G.; SANTOS NETO, L. A.; QUERINO, C. A. S. Clima. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). Café na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 41-54.

SOUZA, C. C.; CUNHA, M. C. O uso das geotecnologias como ferramenta de auxílio na análise ambiental no município de Jataí Goiás. Revista Geoambiente On-line, 2020; 38: 151–174.

VIEIRA, R. P. H.; MARCATTI, G. E. Detecção de anomalias na cultura do café utilizando imagens do satélite Sentinel-2. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos. Anais[...]. INPE, 2019. p. 2576-2579.