

NOTA TÉCNICA

HEMPTECH BRASIL

nº 03/2026

Adequabilidade edafoclimática potencial para o cultivo de *Cannabis sativa* no Brasil: subsídios para pesquisa e experimentação

Embrapa

INSTITUTO FICUS

Autores

George Corrêa Amaro[1] (george.amaro@embrapa.br);
Rodrigo Moura Pereira[2] (npalhari@gmail.com);
Daniela Matias de Carvalho Bittencourt[2] (daniela.bittencourt@embrapa.br);
Lara Caroline Carvalho Rezende[2,3] (lara.c.c.rezende@gmail.com);
Guilherme Cunha Malafaia[4] (guilherme.malafaia@embrapa.br);
Lorenzo Rolim da Silva[5] (lorenzorolim@tangho.green).

[1] Embrapa Roraima
[2] Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil
[3] Instituto Ficus, São Paulo, SP, Brasil
[4] Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS.
[5] Latin America Industrial Hemp Association (LAIHA) / Federation of International Hemp Organizations (FIHO).

1. Por que avaliar a adequabilidade ambiental no Brasil?

Cannabis sativa L. reúne aplicações associadas à produção de fibras, grãos, biomassa e compostos de interesse medicinal. O desenvolvimento de sistemas de produção no Brasil, entretanto, depende de informações sobre o comportamento de diferentes materiais genéticos em ambientes tropicais e subtropicais, onde fotoperíodo, temperatura, disponibilidade hídrica e condições de solo podem alterar o desenvolvimento das plantas (Zhang et al., 2018; De Prato et al., 2022).

Diante da diversidade de climas e solos brasileiros, uma avaliação espacial preliminar pode identificar ambientes prioritários para ensaios, apoiar a seleção de locais de pesquisa e gerar hipóteses sobre a adaptação da espécie. O objetivo deste estudo foi estimar a adequabilidade edafoclimática potencial em escala nacional e indicar áreas em que a transferência das previsões exige cautela.

2. Como a análise foi realizada?

Foram inicialmente reunidos 5.631 registros globais de ocorrência de *C. sativa* (Figura 1), provenientes de diferentes fontes, incluindo o Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Após procedimentos de controle de qualidade, foi aplicado um recorte entre 35° S e 35° N para reduzir a influência predominante de registros de regiões temperadas. Após a aplicação dos filtros ambientais e espaciais, 293 ocorrências foram utilizadas na modelagem, incluindo registros classificados como nativos e introduzidos.

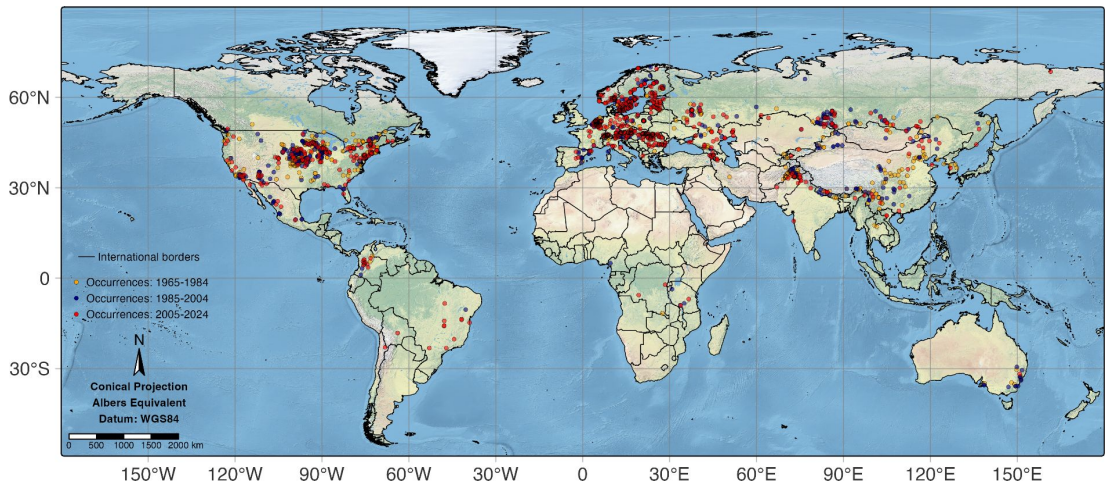


Figura 1 — Distribuição espacial global da base de ocorrências utilizadas na modelagem, sem aplicação de recorte latitudinal. Os pontos representam os registros históricos, divididos em três períodos: 1965-1984 (amarelo), 1985-2004 (azul) e 2005-2024 (vermelho). Fonte: modelagem original, 2026.

Os modelos relacionaram essas ocorrências a variáveis climáticas do WorldClim 2.1, dados de elevação e atributos físicos do solo do SoilGrids. Foram inicialmente avaliados oito algoritmos; seis com desempenho selecionado — GAU, GBM, Maxent, NET, RAF e SVM — integraram o conjunto final (ensemble), resumido pela mediana das previsões. A validação utilizou separação por blocos espaciais, para reduzir o efeito da proximidade geográfica entre observações de treinamento e teste (Fick & Hijmans, 2017; Poggio et al., 2021; Roberts et al., 2017).

O resultado consiste em uma superfície contínua de adequabilidade, sua classificação em cinco categorias derivadas dos valores previstos para as ocorrências de calibração e um diagnóstico de extrapolação ambiental. As classes são relativas à modelagem e não correspondem a faixas de produtividade ou a classes agronômicas validadas.

3. O que os mapas indicam?

O padrão espacial estimado aponta maior adequabilidade potencial em porções das regiões Sul e Sudeste, além de núcleos no litoral e em áreas de planalto do Nordeste (Figura 2). Juntas, as classes de adequabilidade moderada, alta e muito alta somam cerca de

1.315.000 km² no território nacional. Essa área não representa terra cultivável, economicamente viável ou legalmente autorizada, mas sim uma estimativa de regiões com condições de solo e clima semelhantes às dos locais de ocorrência observados entre 35° N e 35° S. As classes de menor adequabilidade no Centro-Oeste e no Norte refletem sobretudo a escassez de ocorrências de calibração nessas regiões e não demonstram inaptidão agronômica; por isso, essas regiões devem ser objeto prioritário de estudos futuros.

Tabela 1 — Área estimada por classe de adequabilidade edafoclimática potencial de *C. sativa* no Brasil.

Classe de adequabilidade	Área estimada (km²)
Marginal	2.586.605
Moderada	592.778
Alta	718.167
Muito alta	4.098

Fonte: estimativas do ensemble original (2026). Valores espaciais derivados das classes de adequabilidade; não equivalem a área de produção.

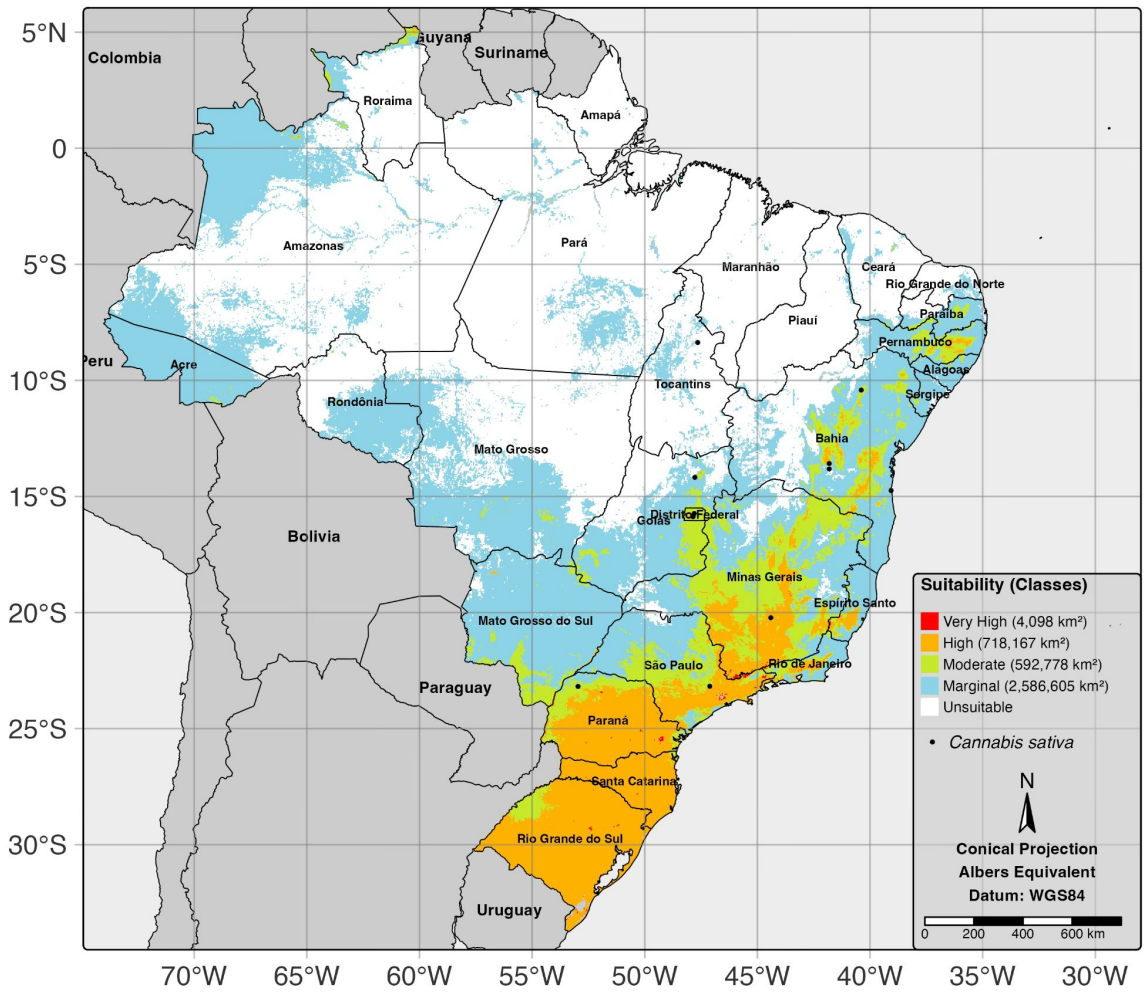


Figura 2 — Classes de adequabilidade edafoclimática potencial de *C. sativa* no Brasil. As cores expressam a similaridade ambiental estimada pelo modelo, não a produtividade esperada. Fonte: modelagem original, 2026.

4. Onde os resultados exigem maior cautela?

Uma parte das áreas do Sul apresenta, simultaneamente, elevada adequabilidade e maior extrapolação ambiental. Isso ocorre quando as combinações de características ambientais presentes no Brasil diferem das combinações representadas nos dados de calibração. Nessas situações, o modelo transfere relações estimadas para ambientes menos conhecidos, o que aumenta a incerteza da interpretação.

O diagnóstico de extrapolação foi calculado por uma medida de distância ambiental multivariada (Shape). Valores mais elevados não significam necessariamente inadequação, mas indicam a necessidade de análises de sensibilidade e de validação de campo antes de qualquer conclusão agronômica (Velazco et al., 2023).

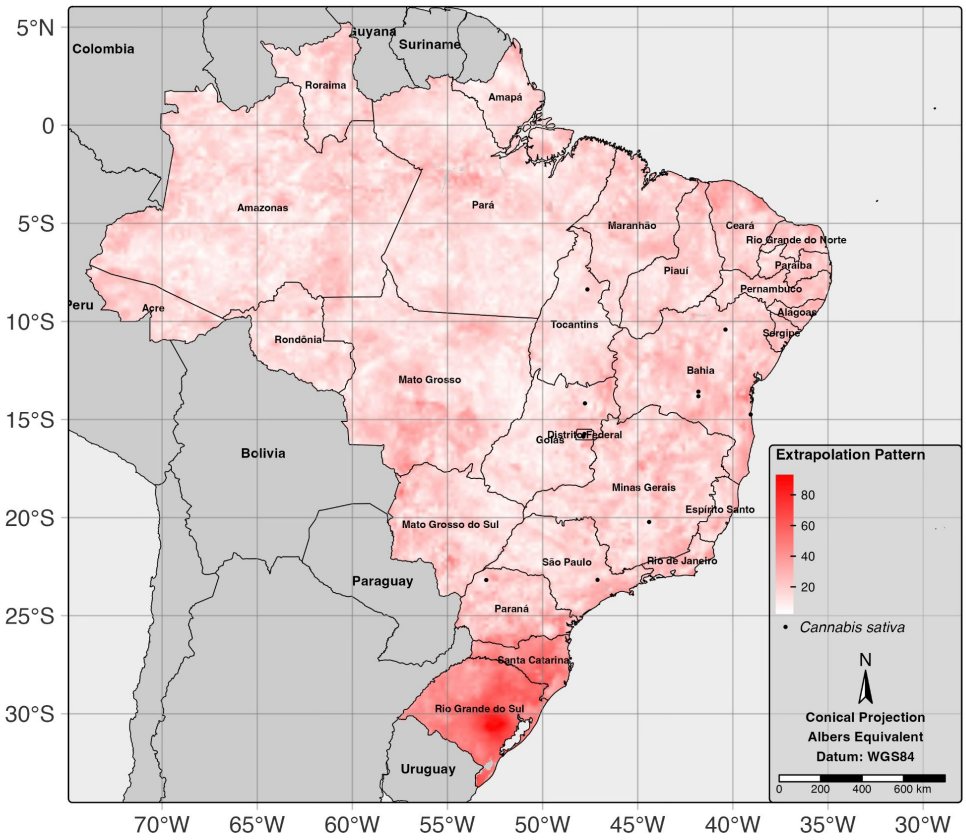


Figura 3 — Extrapolação ambiental multivariada no Brasil. Tonalidades mais intensas indicam maior distância em relação aos ambientes representados na calibração e, consequentemente, maior cautela na transferência das previsões. Fonte: modelagem original, 2026.

5. O que o modelo não permite concluir?

A adequabilidade estimada reflete associações estatísticas entre ocorrências e condições ambientais; não mede a produção de fibras ou sementes, o rendimento de biomassa, a concentração de canabinoides, a estabilidade do THC ou a qualidade dos produtos. Os registros de ocorrência não foram separados por finalidade produtiva, cultivar ou quimiotipo. Assim, não é possível utilizar os mapas para recomendar um material genético específico.

O recorte latitudinal reduz a influência de condições tipicamente temperadas, mas não elimina diferenças entre linhagens, populações naturalizadas, áreas cultivadas e práticas de manejo. Além disso, a avaliação não incorporou diretamente fatores como fertilidade química, drenagem, irrigação, pragas e doenças, infraestrutura, custos, uso da terra ou exigências regulatórias. A escala espacial é adequada à triagem nacional, não à escolha de áreas dentro de uma propriedade. O mapa também não representa a resposta da espécie ao fotoperíodo, que não foi incluído entre os preditores (ver seção “Fotoperíodo, latitude e janela de semeadura”).

Evidências de adaptação latitudinal e de interações entre genótipo, temperatura, fotoperíodo e nitrogênio reforçam a necessidade de que a validação contemple diferentes materiais genéticos e condições de cultivo (Zhang et al., 2018; De Prato et al., 2022). Para Santa Catarina, Camargo et al. (2024) já discutiram restrições e janelas de cultivo associadas a variáveis agrometeorológicas; essa abordagem é complementar, mas não equivalente ao modelo de distribuição aqui apresentado. Também são complementares o modelo global de distribuição de *C. sativa* com variáveis de clima e solo de Halpin-McCormick et al. (2025) e o zoneamento nacional baseado em exigências agronômicas da ADWA Cannabis e do GBEC-UFV (2019), cuja aptidão para fibra, muito mais ampla do que as classes aqui estimadas, reflete a diferença entre uma abordagem de exigências agronômicas e uma abordagem de nicho.

Fotoperíodo, latitude e janela de semeadura

C. sativa é uma planta de dia curto quantitativa: o comprimento do dia define a duração da fase vegetativa, a altura das plantas e a produção de haste (Lisson et al., 2000; Amaducci et al., 2008). Em Bundaberg, Austrália (cerca de 25° S), a cultivar avaliada exigiu dias com mais de 13h40 para alcançar produtividade elevada (Hall et al., 2014); na Flórida, os fotoperíodos críticos de cultivares de fibra e de grão ficaram entre 13h45 e 14h, e o crepúsculo civil mostrou-se biologicamente efetivo (Zhang et al., 2021). Cultivares neutras ao fotoperíodo escapam dessa restrição (Cherney & Small, 2016) e, sob dias de 11,5 a 12,5 h, a temperatura passa a governar o tempo até a floração (De Prato et al., 2022).

No Brasil, o fotoperíodo máximo anual, do nascer ao pôr do sol, varia de 12h17 em Boa Vista/RR a 14h13 em Pelotas/RS (Tabela 2). Sem contar o crepúsculo, o dia mais longo do ano só atinge 13h40 ao sul de aproximadamente 24,7° S e 14h ao sul de aproximadamente 29° S. Considerando o crepúsculo civil, a Tabela 3 classifica datas de semeadura de referência, no formato do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) do MAPA, segundo o fotoperíodo médio nos 60 dias após a emergência.

Tabela 2 — Fotoperíodo máximo e mínimo anual em municípios de referência.

Município (latitude)	Máx., nascer–pôr do sol	Mín., nascer–pôr do sol	Máx., com crepúsculo civil	Dias/ano com ≥ 14 h, com crepúsculo civil
Boa Vista/RR (2,8° N)	12h17	11h57	13h02	0
Manaus/AM (3,1° S)	12h18	11h57	13h03	0
Palmas/TO (10,2° S)	12h43	11h32	13h29	0
Brasília/DF (15,8° S)	13h04	11h11	13h52	0
Goiânia/GO (16,7° S)	13h07	11h08	13h55	0
Campo Grande/MS (20,5° S)	13h22	10h53	14h12	59
Londrina/PR (23,3° S)	13h34	10h42	14h25	82
Chapecó/SC (27,1° S)	13h51	10h26	14h44	102
Porto Alegre/RS (30,0° S)	14h05	10h13	15h00	113
Pelotas/RS (31,8° S)	14h13	10h04	15h10	119

Fonte: cálculo astronômico com declinação solar diária (fórmula de Cooper) e altura do Sol de −0,833° (nascer e pôr) ou −6° (crepúsculo civil); o modelo CBM (Forsythe et al., 1995) fornece resultados equivalentes.

Tabela 3 — Fotoperíodo médio, com crepúsculo civil, nos 60 dias após a emergência (considerada 10 dias após a semeadura), por data de semeadura. Classes: A, ≥ 14h00, favorável a uma fase vegetativa longa (fibra e biomassa de haste); B, de 13h30 a 13h59, intermediária (duplo propósito ou materiais de fotoperíodo crítico curto); C, < 13h30, floração precoce provável em cultivares temperadas (priorizar grão, inflorescência ou materiais neutros e de baixa latitude).

Município	01/set	01/out	01/nov	01/dez	01/jan	01/fev	01/mar
Boa Vista/RR	12h46 (C)	12h43 (C)	12h43 (C)	12h43 (C)	12h44 (C)	12h47 (C)	12h52 (C)
Manaus/AM	12h52 (C)	12h58 (C)	13h02 (C)	13h01 (C)	12h56 (C)	12h50 (C)	12h46 (C)
Palmas/TO	13h01 (C)	13h17 (C)	13h26 (C)	13h25 (C)	13h12 (C)	12h55 (C)	12h39 (C)
Brasília/DF	13h08 (C)	13h33 (B)	13h47 (B)	13h45 (B)	13h26 (C)	12h59 (C)	12h34 (C)
Goiânia/GO	13h10 (C)	13h35 (B)	13h51 (B)	13h48 (B)	13h28 (C)	13h00 (C)	12h34 (C)
Campo Grande/MS	13h15 (C)	13h47 (B)	14h06 (A)	14h03 (A)	13h38 (B)	13h03 (C)	12h31 (C)
Londrina/PR	13h20 (C)	13h57 (B)	14h19 (A)	14h14 (A)	13h46 (B)	13h06 (C)	12h28 (C)
Chapecó/SC	13h27 (C)	14h11 (A)	14h36 (A)	14h31 (A)	13h58 (B)	13h10 (C)	12h25 (C)
Porto Alegre/RS	13h33 (B)	14h22 (A)	14h51 (A)	14h46 (A)	14h08 (A)	13h13 (C)	12h23 (C)
Pelotas/RS	13h36 (B)	14h29 (A)	15h01 (A)	14h55 (A)	14h14 (A)	13h16 (C)	12h22 (C)

Fonte: cálculo astronômico conforme a Tabela 2; limiares das classes baseados em Hall et al. (2014) e Zhang et al. (2021). Tabela indicativa, que não substitui ensaios de campo.

As implicações diferem por finalidade. Para fibra e biomassa de haste, a classe A ocorre apenas no Sul e no sul do Centro-Oeste, com semeadura entre outubro e dezembro. Grãos de duplo propósito toleram melhor dias curtos quando se usam genótipos precoces ou neutros (Tang et al., 2016). Para inflorescência, a conformidade do teor de THC total (≤ 0,3% p/p nas inflorescências secas) depende da data de colheita (Yang et al., 2020; Anvisa, 2026a); em baixa latitude, a indução natural da floração permite mais de um ciclo por ano com irrigação.

6. Contribuições para a pesquisa e a cadeia produtiva

A principal contribuição do estudo é oferecer uma ferramenta inicial de inteligência territorial para a agenda de pesquisa do HempTech Brasil. Combinadas com o diagnóstico de extrapolação, as estimativas permitem propor locais de experimentação em ambientes contrastantes, comparar respostas de genótipos e priorizar a produção de dados agronômicos nas regiões brasileiras.

A continuidade do trabalho exige ensaios multilocais para avaliar o ciclo fenológico, a sensibilidade ao fotoperíodo, a produtividade e a qualidade de fibras e sementes, o manejo hídrico e nutricional, a sanidade vegetal e a estabilidade da conformidade do teor de THC total (≤ 0,3% p/p nas inflorescências secas). Os resultados experimentais poderão subsidiar modelos mais específicos e, futuramente, avaliações de zoneamento agrícola fundamentadas em exigências de cultivo e desempenho.

Do mapa ao campo: validação, germoplasma, marco regulatório e estudos futuros no Centro-Oeste e no Norte

A validação pode ser organizada como uma rede multilocal distribuída ao longo dos gradientes de adequabilidade, extrapolação e latitude: o Sul, com alta adequabilidade e alta extrapolação; o Sudeste, com alta adequabilidade; os núcleos de planalto do Nordeste; e o Centro-Oeste e o Norte, com classes marginais e baixa densidade de dados. Em cada local, convém avaliar ao menos três materiais (uma cultivar temperada de referência, um material de baixa latitude e um material neutro ao fotoperíodo), para separar o efeito do ambiente do efeito do genótipo (Tang et al., 2016; Petit et al., 2020).

O protocolo mínimo de coleta deve incluir datas de semeadura, emergência e início da floração; altura e produtividade de haste seca e de grão; THC total em mais de um estádio após a antese (Yang et al., 2020); análise química e física do solo; dados meteorológicos diários; e coordenadas georreferenciadas, com metadados no padrão ODMAP (Zurell et al., 2020), para que os dados possam recalibrar o modelo. Uma validação independente pode comparar as classes previstas com pontos de cultivo documentados e autorizados, não utilizados na calibração, e ser apresentada como tabela de concordância.

A validação de campo proposta depende de Autorização Especial da Anvisa (RDCs nº 1.012/2026 e nº 1.013/2026) e da importação de material de propagação conforme a Portaria SDA/MAPA nº 1.342/2025. Fora da pesquisa, o cultivo está restrito a *C. sativa* com THC total ≤ 0,3% nas inflorescências secas e a fins medicinais e farmacêuticos, nos termos da tese firmada pelo STJ no IAC 16. Como não há cultivares de *C. sativa* no Registro Nacional de Cultivares, os ensaios devem gerar dados compatíveis com DHE e com valor de cultivo e uso (Brasil, 2024, com decisão complementar em 2026; Brasil, 2025; Anvisa, 2026a, 2026b).

Para pesquisa, o registro da cultivar é dispensado, mas a origem e a rastreabilidade do material de propagação são obrigatórias; para o cultivo com fins medicinais ou farmacêuticos, exige-se cultivar registrada no RNC (Anvisa, 2026c). Em consulta ao CultivarWeb em 16/11/2026, a espécie não constava do registro, e não há descritores nacionais publicados (MAPA, 2026). As diretrizes de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade da UPOV para Cannabis (TG/276/2) podem servir de base para que materiais adaptados cheguem ao registro sem retrabalho (UPOV, 2025).

Estudos futuros no Centro-Oeste e no Norte são os que mais podem refinar o zoneamento. Essas regiões combinam as menores latitudes do país (nos municípios de referência do Norte e do Planalto Central, dia máximo entre 12h17 e 13h07 e classes B ou C em todas as datas de semeadura; Tabelas 2 e 3), ambientes de Cerrado e de Amazônia, com sazonalidade hídrica marcada, Latossolos ácidos e temperaturas noturnas elevadas, e escassez quase total de ocorrências: nessas regiões, os registros brasileiros do download GBIF utilizado limitam-se ao Distrito Federal e ao Tocantins (GBIF.org, 2026). As classes marginais nessas regiões apresentam, portanto, a maior incerteza do mapa. Recomenda-se incluir ensaios georreferenciados no Centro-Oeste e no Norte, com materiais de baixa latitude e neutros ao fotoperíodo, em janelas de semeadura e regimes hídricos contrastantes, e prever um ciclo de recalibração do modelo à medida que esses dados forem gerados, inclusive no âmbito da autorização de pesquisa concedida pela Anvisa à Embrapa em 19/11/2025 (Anvisa, 2025). O uso do MapBiomas (Souza et al., 2020) permite restringir a análise a áreas já convertidas para uso agrícola e evitar indicar áreas de vegetação nativa.

7. Considerações finais e perspectivas para o planejamento da cadeia produtiva

O modelo identifica ambientes potencialmente promissores para a investigação de *C. sativa* no Brasil, com destaque para porções das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Esses resultados devem ser interpretados em conjunto com o diagnóstico de extrapolação ambiental: a distribuição estimada representa uma hipótese de compatibilidade entre as condições ambientais brasileiras e aquelas observadas nos registros utilizados na modelagem, e não uma recomendação de cultivo. Sua aplicação ao planejamento produtivo depende de validação em campo e da consideração de fatores que não foram avaliados diretamente neste estudo.

Embora as classes de adequabilidade moderada, alta e muito alta abranjam aproximadamente 1,3 milhão de km², essa extensão não corresponde à área cultivável ou economicamente viável. A classe muito alta é restrita, com 4.098 km², e parte das áreas de maior adequabilidade — sobretudo no Sul — apresenta também maior extrapolação ambiental. Portanto, a disponibilidade de áreas não deve ser considerada isoladamente: a seleção de genótipos adaptados e a validação experimental em diferentes ambientes tropicais e subtropicais são etapas essenciais para orientar decisões futuras.

O avanço dos estudos de aptidão e o planejamento da cadeia produtiva requerem três frentes complementares. A primeira é diferenciar as análises conforme a finalidade de produção. Para usos medicinais, fatores como fotoperíodo, temperatura e nutrição podem influenciar o perfil de canabinoides e a conformidade com os limites aplicáveis de THC (De Prato et al., 2022). Para fibra, grão e biomassa, também são relevantes o fotoperíodo, o calendário de implantação (Camargo et al., 2024) e a proximidade das unidades de processamento.

A segunda frente é integrar, às variáveis ambientais, informações não contempladas neste estudo, como uso da terra, infraestrutura, sistemas produtivos e condicionantes legais. Essa integração poderá ampliar a utilidade da triagem territorial para o planejamento e a alocação de recursos por agentes públicos e privados. A terceira é validar e aprimorar os modelos por meio de uma rede de ensaios agronômicos em locais com diferentes níveis de adequabilidade e extrapolação, incluindo ambientes análogos aos da calibração. A incorporação de projeções climáticas e a prospecção de germoplasma adaptado às condições brasileiras também poderão contribuir para esse processo (Zhang et al., 2018).

A consolidação de uma base nacional de dados, associada à caracterização de germoplasma e à avaliação de materiais em campo, permitirá testar as hipóteses geradas pela modelagem e recalibrar as estimativas. Com esses avanços, a adequabilidade edafoclimática poderá constituir uma camada inicial de estudos de aptidão mais abrangentes e contribuir para a construção de subsídios técnicos para futuras avaliações de zoneamento agrícola, inclusive no âmbito do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Referências:

ADWA CANNABIS; GBEC-UFV. Cannabis medicinal e industrial no Brasil: potencial edafoclimático (sumário executivo). Viçosa, 2019. Disponível em: https://adwacannabis.com.br/wp-content/uploads/2019/08/relatorioadwa_sum%C3%A1rio-e xecutivo.pdf.

AMADUCCI, S. et al. Modelling post-emergent hemp phenology (Cannabis sativa L.): theory and evaluation. European Journal of Agronomy, 28, 90–102, 2008. DOI: 10.1016/j.eja.2007.05.006.

ANVISA. Anvisa atende pedido da Embrapa e autoriza pesquisa de cultivo de Cannabis pela instituição. Brasília, 19 nov. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2025/anvisa-atende-pedido-da-emb
rapa-e-autoriza-pesquisa-de-cultivo-de-cannabis-pela-instituicao.

ANVISA. Resolução RDC nº 1.013, de 30 de janeiro de 2026, com redação dada pela RDC nº 1.023, de 11 de maio de 2026. Brasília, 2026a. Disponível em: https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&cod_menu

=8542&cod_modulo=310&link=S&numeroAto=00001013&orgao=RDC%2FDC%2FANVISA

%2FMS&seqAto=000&tipo=RDC&valorAno=2026.

ANVISA. Anvisa publica regras para produção de cannabis medicinal (RDCs nº 1.012, 1.013, 1.014 e 1.015/2026). Brasília, 3 fev. 2026b. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2026/anvisa-publica-regras-para-pr oducao-de-cannabis-medicinal.

ANVISA. Perguntas e Respostas sobre as RDC nº 1.012 e 1.013, de 30 de janeiro de 2026.

1. ed. Brasília, ago. 2026c.Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/medicamentos/controlados/rdcs-no-1-012-2026-e-n o-1-013-2026.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. REsp nº 2.024.250/PR (IAC 16). Rel. Min. Regina Helena Costa, Primeira Seção, julgado em 13 nov. 2024. QO na Pet no REsp 2.024.250/PR, julgado em 8 abr. 2026. Informativo de Jurisprudência nº 884. Disponível em: https://processo.stj.jus.br/jurisprudencia/externo/informativo/?acao=pesquisarumaedicao&liv re=%270884%27.cod.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 1.342, de 28 de julho de 2025. Requisitos fitossanitários para a importação de sementes de Cannabis sativa. Diário Oficial da União, seção 1, p. 114, 30 jul. 2025.

CAMARGO, P.; PANDOLFO, C.; BOSCO, L. C. Climate risk assessment for Cannabis spp. in Santa Catarina State, Brazil. Agrometeoros, 32, e027692, 2024. DOI: 10.31062/agrom.v32.e027692.

CHERNEY, J. H.; SMALL, E. Industrial hemp in North America: production, politics and potential. Agronomy, 6, 58, 2016. DOI: 10.3390/agronomy6040058.

DE PRATO, L. et al. The cannabinoid profile and growth of hemp (Cannabis sativa L.) is influenced by tropical daylengths and temperatures, genotype and nitrogen nutrition. Industrial Crops and Products, 178, 114605, 2022. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.114605.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37, 4302–4315, 2017. DOI: 10.1002/joc.5086.

FORSYTHE, W. C. et al. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. Ecological Modelling, 80, 87–95, 1995. DOI: 10.1016/0304-3800(94)00034-F.

GBIF.ORG. GBIF Occurrence Download: Cannabis sativa. Global Biodiversity Information Facility, 2026. DOI: 10.15468/dl.epwh9g.

HALL, J.; BHATTARAI, S. P.; MIDMORE, D. J. The effects of photoperiod on phenological development and yields of industrial hemp. Journal of Natural Fibers, 11, 87–106, 2014. DOI: 10.1080/15440478.2013.846840.

HALPIN-McCORMICK, A. et al. Species distribution of Cannabis sativa: past, present and future. PLOS ONE, 20, e0306007, 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0306007.

LISSON, S. N.; MENDHAM, N. J.; CARBERRY, P. S. Development of a hemp (Cannabis sativa L.) simulation model 2. Australian Journal of Experimental Agriculture, 40, 413–417, 2000. DOI: 10.1071/EA99059.

MAPA. Registro Nacional de Cultivares – CultivarWeb. Consulta em 16 nov. 2026. Disponível em:

https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php.

PETIT, J. et al. Genetic variability of morphological, flowering, and biomass quality traits in hemp. Frontiers in Plant Science, 11, 102, 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.00102.

POGGIO, L. et al. SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. SOIL, 7, 217–240, 2021. DOI: 10.5194/soil-7-217-2021.

ROBERTS, D. R. et al. Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. Ecography, 40, 913–929, 2017. DOI: 10.1111/ecog.02881.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes. Remote Sensing, 12, 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735.

TANG, K. et al. Comparing hemp cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. Industrial Crops and Products, 87, 33–44, 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.04.026.

UPOV. TG/276/2 – Hemp, Cannabis (Cannabis sativa L.): guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Genebra, 2025. Disponível em: https://www.upov.int/documents/d/upov/tg-documents-en-tg276.pdf.

VELAZCO, S. J. E. et al. How far can I extrapolate my species distribution model? Exploring shape, a novel method. Ecography, e06992, 2023. DOI: 10.1111/ecog.06992.

YANG, R. et al. Development of cannabinoids in flowers of industrial hemp (Cannabis sativa L.): a pilot study. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68, 6058–6064, 2020. DOI: 10.1021/acs.jafc.0c01211.

ZHANG, M. et al. Photoperiodic flowering response of essential oil, grain, and fiber hemp cultivars. Frontiers in Plant Science, 12, 694153, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.694153.

ZHANG, Q. et al. Latitudinal Adaptation and Genetic Insights Into the Origins of Cannabis sativa L. Frontiers in Plant Science, 9, 1876, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01876.

ZURELL, D. et al. A standard protocol for reporting species distribution models. Ecography, 43, 1261–1277, 2020. DOI: 10.1111/ecog.04960.



Figura 1. Infográfico com destaques da cadeia produtiva do Cânhamo e Cannabis no Brasil.
Fonte: HEMPTECH (com apoio de IA).



HEMPTECH BRASIL

Embrapa

INSTITUTO FICUS