

Projeto

Etnobotânica Aplicada: Estruturação de Horto Medicinal na Fazenda Experimental do INSA em Campina Grande – Paraíba - Brasil

Applied Ethnobotany: Establishment of a Medicinal Garden at the INSA Experimental Farm in Campina Grande, Paraíba, Brazil

Etnobotánica aplicada: Estructuración de un huerto medicinal en la Finca Experimental del INSA en Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Semirames do Nascimento Silva¹, Aline Carla de Medeiros², Leonardo Afonso Pereira da Silva Filho³, Carlos Alberto Lins Cassimiro⁴, Josefa Morgana Viturino de Almeida⁵, Raquel Assunção Oliveira⁶, Renato Lima Dantas⁷, Renato Pereira Lima⁸, Carlos Ticiano Coutinho Ramos⁹ e Patricio Borges Maracajá¹⁰

Resumo: O presente projeto técnico propõe a implantação do Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada, por meio da estruturação de um Horto de Plantas Medicinais na Fazenda Experimental Prof. Ignácio Hernan Salcedo, pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI), em Campina Grande (PB). Diferente dos modelos botânicos acadêmicos tradicionais baseados em famílias taxonômicas, o horto adota uma metodologia inovadora de arranjo espacial, organizando-se de forma didática e funcional em canteiros demonstrativos sistematizados por indicações terapêuticas (patologias respiratórias, inflamações, distúrbios do sistema nervoso, afecções gastrointestinais e metabólicas). O desenho metodológico incorpora Tecnologias de Convivência com o Semiárido, integrando a microirrigação por gotejamento de alta precisão, a proteção térmica superficial por cobertura morta (mulching) com palhada vegetal regional e o aporte contínuo de adubação orgânica via esterco caprino curtido e compostagem. Além do caráter pedagógico de ciência cidadã e extensão rural para a agricultura familiar e agentes comunitários de saúde (alinhado ao programa Farmácias Vivas do SUS), o centro atuará como plataforma de prospecção científica e bioeconomia. O espaço subsidiará estudos analíticos voltados à caracterização físico-química e fitoquímica da flora da Caatinga, incluindo a avaliação dos efeitos do estresse hídrico sobre a biossíntese de metabólitos secundários de interesse científico e tecnológico. Ressalta-se que o INSA não terá como finalidade a produção ou fabricação de fitoterápicos, mas atuará na geração de conhecimento científico, no desenvolvimento e validação de metodologias, na caracterização e padronização de matérias-primas vegetais e no apoio técnico-científico às comunidades tradicionais, povos e comunidades locais, agricultores familiares, associações e demais instituições parceiras. A atuação será estruturada em rede, promovendo a integração entre pesquisa, conhecimentos tradicionais, conservação da biodiversidade, cultivo sustentável e inovação, de modo a subsidiar iniciativas de parceiros habilitados voltadas ao desenvolvimento futuro de produtos seguros, eficazes, padronizados e de interesse para a saúde.

1. D. Sc. em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil(2020) Pesquisadora Adjunta do Instituto Nacional do Semiárido , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/7040371743984962> Orcid iD ? <https://orcid.org/0000-0001-7252-6026> .E-mail: semirames.silva@insa.gov.br
 2. D. Sc. em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil(2020) Professora do Secretaria de Educação do Estado da Paraíba , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/6587099361548333>. <https://orcid.org/0000-0002-0161-3541>.E-mail: alinemedeiros@ufcg.gov.br
 3. M. Sc. Mestrado em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil. . <http://lattes.cnpq.br/6288366170991271>. <https://orcid.org/0000-0002-7168-2868>.. UFCG –Universidade Federal de Campina Grande .Pombal –Paraíba –Brasil. .E-mail: leozinhocg@hotmail.com
 4. M. Sc. Tecnologista-bioeconomia/INSA. <http://lattes.cnpq.br/5925647884672173>. E-mail: carlos.cassimiro@insa.gov.br E-mail: carlos.cassimiro@insa.gov.br
 5. Doutorado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil(2017) Meteorologista do Instituto Nacional de Meteorologia , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/9158221546122615>.
 - 6 Doutorado em Programa de Pós-graduação em Estudos da Mídia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil(2025) Pesquisadora Adjunta do Instituto Nacional do Semiárido , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8213296308094058>. <https://orcid.org/0000-0001-9876-7151>.
 7. Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, Brasil(2015). Tecnologista em Biodiversidade do Instituto Nacional do Semiárido , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/3733124992560617>. <https://orcid.org/0000-0002-5464-9476>.
 - 8 D. Sc. Eng. Agrônomo.. <http://lattes.cnpq.br/5767308356895558>.INSA –Instituto Nacional do Semiárido Campina Grande – Paraíba –Brasil.E-mail: patriciomaracaja@gmail.com
 - 9 Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal da Paraíba, Brasil(2015) Técnico em C&T do INSTITUTO NACIONAL DO SEMI ÁRIDO , Brasil. <http://lattes.cnpq.br/2242510981538563>.
 - 10 Doutorado em Doutor Engenheiro Agrônomo pelo Universidad de Córdoba - Espanha, Espanha(1995). Pesquisador Bolsista do CNPq/INSA/PCI. <http://lattes.cnpq.br/5767308356895558>. <https://orcid.org/0000-0003-4812-0389>. E. mail. patriciomaracaja@gmail.com.
- INTESA –Informativo Técnico do Semiárido. ISSN: 2317-305X v.20, n. 2, p.123-142, jul–dez, 2026**
DOI: 10.18378/intesa.v20i2.12381

Palavras-chave: Caatinga; Farmácia Viva; Fitoterapia; Inovação Tecnológica; Semiárido Brasileiro.

Abstract: This technical project proposes the establishment of a Reference Center for Applied Ethnobotany through the creation of a Medicinal Plant Garden at the Prof. Ignácio Hernan Salcedo Experimental Farm, which belongs to the National Institute of the Semi-Arid (INSA/MCTI) in Campina Grande, Paraíba. Departing from traditional academic botanical models based on taxonomic families, the garden adopts an innovative spatial arrangement methodology; it is organized in a didactic and functional manner into demonstration beds categorized by therapeutic indications (respiratory conditions, inflammation, nervous system disorders, and gastrointestinal and metabolic ailments). The methodological design incorporates technologies for living with the semi-arid environment, integrating high-precision micro-drip irrigation, surface thermal protection via mulching with regional plant residues, and continuous organic fertilization using compost and aged goat manure. Beyond its educational role in citizen science and rural extension for family farming and community health agents—aligning with the Unified Health System's (SUS) "Farmácias Vivas" (Living Pharmacies) program—the center will serve as a platform for scientific prospecting and the bioeconomy. The facility will support analytical studies aimed at the physicochemical and phytochemical characterization of Caatinga flora, including the assessment of how water stress affects the biosynthesis of secondary metabolites of scientific and technological interest. It is important to note that INSA's objective is not the production or manufacturing of herbal medicines; rather, the institute will focus on generating scientific knowledge, developing and validating methodologies, characterizing and standardizing plant raw materials, and providing technical-scientific support to traditional communities, local peoples, family farmers, associations, and other partner institutions. Operations will be structured as a network, fostering integration among research, traditional knowledge, biodiversity conservation, sustainable cultivation, and innovation, so as to support initiatives by qualified partners aimed at the future development of safe, effective, and standardized products of interest to health.

Keywords: Caatinga; Living Pharmacy; Phytotherapy; Technological Innovation; Brazilian Semi-arid.

Resumen: El presente proyecto técnico propone la implementación del Centro de Referencia en Etnobotánica Aplicada mediante la creación de un jardín de plantas medicinales en la Finca Experimental Prof. Ignácio Hernan Salcedo, perteneciente al Instituto Nacional del Semiárido (INSA/MCTI), en Campina Grande (PB). A diferencia de los modelos botánicos académicos tradicionales basados en familias taxonómicas, el jardín adopta una metodología innovadora de disposición espacial, organizándose de manera didáctica y funcional en parcelas demostrativas sistematizadas según indicaciones terapéuticas (patologías respiratorias, inflamaciones, trastornos del sistema nervioso, afecciones gastrointestinales y metabólicas). El diseño metodológico incorpora tecnologías de convivencia con el semiárido, integrando el microrriego por goteo de alta precisión, la protección térmica superficial mediante cobertura orgánica (*mulching*) con restos vegetales de la región y el aporte continuo de abono orgánico a base de estiércol caprino compostado y compostaje. Además de su carácter pedagógico orientado a la ciencia ciudadana y la extensión rural para la agricultura familiar y los agentes comunitarios de salud (en consonancia con el programa *Farmácias Vivas* del SUS), el centro actuará como plataforma de prospección científica y bioeconomía. El espacio servirá de base para estudios analíticos centrados en la caracterización fisicoquímica y fitoquímica de la flora de la Caatinga, incluida la evaluación de los efectos del estrés hídrico en la biosíntesis de metabolitos secundarios de interés científico y tecnológico. Cabe destacar que el INSA no tendrá como finalidad la producción o fabricación de fitoterápicos, sino que se centrará en la generación de conocimiento científico, el desarrollo y validación de metodologías, la caracterización y estandarización de materias primas vegetales y el apoyo técnico-científico a comunidades tradicionales, pueblos y comunidades locales, agricultores familiares, asociaciones y otras instituciones colaboradoras. La actuación se estructurará en red, promoviendo la integración entre investigación, conocimientos tradicionales, conservación de la biodiversidad, cultivo sostenible e innovación, con el fin de respaldar iniciativas de socios cualificados orientadas al desarrollo futuro de productos seguros, eficaces, estandarizados y de interés para la salud.

Palabras clave: Caatinga; Farmacia Viva; Fitoterapia; Innovación tecnológica; Semiárido brasileño.

INTRODUÇÃO

A Etnobotânica Aplicada é uma ferramenta científica de vanguarda e de profundo impacto social, pois atua diretamente na intersecção entre o patrimônio cultural intangível e a validação botânica, farmacológica e agrônômica contemporânea (Cavalcante, 2025). No contexto do Semiárido brasileiro, secularmente habitado por comunidades rurais, quilombolas e povos tradicionais, o conhecimento acumulado sobre o uso

de plantas nativas da Caatinga para o alívio de enfermidades representa uma das estratégias de sobrevivência mais resilientes da região (Santos, 2025). No entanto, esse saber empírico e histórico encontra-se sob constante ameaça de erosão cultural devido à urbanização e à falta de registros sistemáticos (Medeiros, 2023). A etnobotânica aplicada intervém precisamente nesse cenário, resgatando de forma ética esses saberes tradicionais, documentando-os e transmutando-os em dados científicos que possam ser testados, reproduzidos e salvaguardados institucionalmente.

A escolha estratégica da Fazenda Experimental Prof. Ignácio Hernan Salcedo, do Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI), para sediar o Horto Medicinal eleva essa prática a um novo patamar de excelência técnica e alcance geopolítico. O INSA poderá ocupar e atuar como um polo de pesquisas aplicadas para o Nordeste setentrional, possuindo laboratórios modernos e corpo técnico altamente qualificado capaz de dar o suporte analítico de que o empirismo popular necessita para ser validado diante da comunidade científica internacional. Estruturar esse horto dentro de uma estação de pesquisa federal significa criar um elo sólido entre a ciência de ponta e a sociedade civil, convertendo relatos etnobotânicos em protocolos rígidos de cultivo sustentável, bioeconomia e conservação genética *ex situ* em um ambiente controlado e representativo do ecossistema de Caatinga.

Ademais, a estruturação do horto medicinal sob a chancela do INSA resolve uma lacuna crônica na cadeia produtiva da fitoterapia regional: a falta de padronização biológica e agrônoma. Quando cultivadas de forma dispersa e sem critérios técnicos, as plantas medicinais sofrem variações extremas em seus perfis químicos devido a variações de solo e estresse hídrico desordenado. Dentro da Fazenda Experimental, o manejo sistematizado permite monitorar a estabilidade do material genético e avaliar como as tecnologias de convivência com a seca afetam a síntese de princípios ativos benéficos. O espaço funciona, portanto, como um centro difusor de matrizes botânicas puras e sadias, gerando mudas de alta qualidade e com identidade taxonômica estritamente verificada, pré-requisito indispensável para abastecer projetos municipais de Farmácias Vivas do SUS.

Sob o ponto de vista da extensão tecnológica e da ciência cidadã, o Horto Medicinal na fazenda do instituto transforma-se em um espaço vivo de letramento científico e emancipação social para o sertanejo. Ao receber caravanas de agricultores familiares, cooperativas agrícolas, estudantes e profissionais de saúde, o INSA materializa o conhecimento científico de forma tátil, visual e prática. A etnobotânica aplicada ganha vida à medida que os visitantes compreendem que a vegetação nativa que os cerca, muitas vezes negligenciada, carrega um valor terapêutico e

econômico extraordinário (Quinteiro, 2012). Essa vivência prática estimula a replicação de quintais medicinais agroecológicos produtivos em diversas comunidades, fortalecendo a soberania comunitária em saúde e reduzindo os custos municipais com a aquisição de alopáticos sintéticos para queixas de baixa complexidade (Santos et al. 2013).

A sinergia entre a Etnobotânica Aplicada e a infraestrutura do INSA insere o projeto de maneira contundente nas diretrizes contemporâneas de desenvolvimento sustentável e bioeconomia circular para o Semiárido (Ferrari, 2023). Em uma era de transição ecológica, o mapeamento e a reprodução assistida da flora medicinal representam caminhos concretos para gerar renda complementar no campo sem a necessidade de desmatamento ou degradação dos solos da Caatinga (Vieira, 2026). O horto consolida-se, em última análise, como um monumento científico e ecológico que prova que a conservação ambiental e o desenvolvimento social caminham juntos (Pinheiro, 2023). Sob a liderança do INSA, o projeto estabelece marcos metodológicos valiosos para que o patrimônio biológico do Nordeste seja transformado em ativos de saúde pública, inovação tecnológica, orgulho cultural e sustentabilidade para todo o território nacional.

A busca por alternativas terapêuticas eficazes, seguras e de baixo custo encontra, historicamente, um forte aliado no conhecimento tradicional sobre o uso de plantas medicinais (Bueno, Martinez e Bueno, 2016). No contexto do Semiárido Brasileiro, região marcada por forte resiliência socioambiental e pela biodiversidade única do bioma Caatinga, esse patrimônio cultural e botânico assume um papel ainda mais estratégico (Tabarelli et al., 2018). Muitas das espécies nativas possuem compostos metabólicos secundários altamente concentrados uma resposta adaptativa das próprias plantas ao estresse climático, o que lhes confere propriedades medicinais ímpares. (Pessoa, 2025) Muitas dessas propriedades já são validadas cientificamente ou estão no radar de pesquisas avançadas de bioprospecção e bioeconomia.

Apesar de toda essa riqueza, observa-se frequentemente uma perda gradual desse saber popular entre as novas gerações, somada à degradação ambiental e à escassez de espaços públicos voltados à educação em saúde e à preservação da flora local. Paralelamente, o Sistema

Único de Saúde (SUS), por meio da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares e das diretrizes do programa Farmácias Vivas, incentiva fortemente a inserção da fitoterapia na Atenção Primária como forma de promover a soberania comunitária em saúde e reduzir a dependência exclusiva de fármacos sintéticos para morbidades de baixa complexidade (Queiroz, 2019).

Nesse cenário de vanguarda científica e tecnológica, a implantação do Horto de Plantas Medicinais do Semiárido é projetada estrategicamente para ser sediada na Estação Experimental Prof. Ignácio Hernan Salcedo, pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI), localizada em Campina Grande (PB). O INSA, como unidade de pesquisa federal, tem o papel institucional de viabilizar soluções interinstitucionais e difundir tecnologias sustentáveis para a região. A Estação Experimental, com sua vasta infraestrutura e áreas dedicadas à preservação e à agroecologia, constitui o ambiente ideal para a validação, multiplicação e difusão desse conhecimento. O projeto se alinha diretamente às diretrizes de atuação do Núcleo de Produção Vegetal e do Núcleo de Biodiversidade do instituto, potencializando as pesquisas já existentes com extratos ecossistêmicos e conservação de germoplasma.

A escolha da Estação Experimental do INSA como ponto focal deste horto atende à necessidade urgente de descentralizar o conhecimento científico e aproximá-lo do produtor rural e das comunidades tradicionais. A infraestrutura do instituto oferece suporte de laboratório especializado e corpo técnico qualificado para monitorar a estabilidade química, a pureza e a padronização das mudas que serão cultivadas (Couto, 2017). Essa chancela científica eleva o horto de um espaço comunitário local para um centro de referência regional em etnobotânica aplicada, servindo de elo entre a pesquisa acadêmica de ponta e o uso prático da flora da Caatinga.

Diferente de arranjos botânicos convencionais organizados por famílias taxonômicas, este horto será estruturado na Estação Experimental de forma sistematizada por indicações de utilização. Os canteiros demonstrativos serão divididos de acordo com as principais demandas epidemiológicas locais, agrupando plantas direcionadas ao tratamento de doenças respiratórias, processos inflamatórios, distúrbios do sistema

nervoso e afecções gastrointestinais (Lovatto, 2021). Essa disposição prática transforma o espaço em um vitrine tecnológica e laboratório vivo, facilitando as ações de popularização da ciência promovidas pelo INSA. O modelo otimiza o treinamento de extensionistas, o intercâmbio com agricultores familiares da região e a capacitação de agentes comunitários de saúde no âmbito do programa Farmácias Vivas do SUS.

A relevância social deste arranjo reside na sua capacidade de dialogar diretamente com as dores cotidianas da população do Semiárido (Santos, 2023). Doenças sazonais e crônicas de baixa complexidade sobrecarregam os postos de saúde de municípios interioranos que, muitas vezes, enfrentam dificuldades logísticas para o abastecimento regular de medicamentos alopáticos (Vasconcelos, 2025). Ao criar canteiros que espelham essas patologias, o INSA oferece uma resposta visual e didática imediata, capacitando os visitantes a replicarem em seus quintais produtivos pequenas unidades de saúde verde, baseadas na fitoterapia integrativa.

Além do forte caráter pedagógico e social, o horto atuará como um campo de experimentação científica dentro da fazenda do instituto. Ele integrará as tecnologias de convivência com a semiaridez já chanceladas e difundidas pelo INSA, tais como sistemas de manejo agroecológico, a conservação da umidade do solo por meio de coberturas mortas adaptadas e a eficiência hídrica em cultivos localizados. O monitoramento das necessidades hídricas das plantas medicinais sob o clima semiárido fornecerá dados preciosos para a otimização do uso da água, um recurso escasso e precioso na região, estabelecendo parâmetros técnicos para a agricultura familiar (Carneiro, 2013).

O projeto assume também um papel crucial na conservação genética da flora nativa frente às ameaças da desertificação e do desmatamento na Caatinga. Muitas das espécies medicinais endêmicas sofrem com o extrativismo predatório e não controlado, o que coloca em risco populações inteiras de plantas de lento crescimento, como a Aroeira e o Cumaru (Queiroga, 2016; Furtado, 2025). Ao estabelecer bancos de matrizes botânicas protegidos e manejados na Fazenda Experimental, o INSA assegura a salvaguarda desse patrimônio genético, servindo como uma unidade de resgate,

conservação *ex situ* e reprodução controlada dessas espécies ameaçadas.

Do ponto de vista econômico, o Horto de Plantas Medicinais do Semiárido se insere nas discussões contemporâneas sobre a consolidação da Bioeconomia e da transição ecológica no Nordeste setentrional. O fomento à cadeia produtiva de fitoterápicos e plantas secas representa uma alternativa real de geração de renda complementar para as cooperativas de agricultores familiares e associações de mulheres rurais. O espaço demonstrativo no INSA validará o potencial de mercado dessas culturas, servindo como modelo de viabilidade econômica para que pequenos produtores passem a enxergar a flora nativa em pé como um ativo de alto valor agregado.

Dessa forma, sob a chancela institucional do INSA, o Horto de Plantas Medicinais se consolidará não apenas como um espaço de resgate cultural e assistência à saúde, mas como um arranjo tecnológico replicável para o desenvolvimento da bioeconomia e da soberania comunitária em todo o Semiárido brasileiro. A integração entre ciência cidadã, rigor técnico e extensão rural garantirá que a Estação Experimental Prof. Ignácio Hernan Salcedo continue a cumprir sua missão de transformar o conhecimento sobre o Semiárido em ações concretas que melhorem a qualidade de vida do sertanejo e protejam a integridade do seu bioma.

JUSTIFICATIVA

A implantação do Horto de Plantas Medicinais na Fazenda Experimental do INSA justifica-se pela urgente necessidade de integrar a validação científica de ponta ao resgate dos saberes etnobotânicos tradicionais do Semiárido, consolidando um modelo de Bioeconomia circular e inclusiva para o Nordeste. Diante do avanço dos processos de desertificação e do extrativismo predatório que ameaçam espécies endêmicas da Caatinga, como a *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) e a *Amburana cearensis* (Cumaru), a criação de um banco de germoplasma e matrizes protegidas atua como uma estratégia essencial de conservação genética *ex situ*. Além disso, ao testar e validar tecnologias de convivência com a semiaridez incluindo o manejo agroecológico do solo e a eficiência de sistemas de irrigação localizada o INSA transforma o horto em uma vitrine tecnológica

viva, capaz de gerar dados científicos inéditos sobre a fisiologia e o rendimento de metabólitos secundários dessas plantas sob estresse hídrico.

No âmbito social e de saúde coletiva, o projeto se justifica como um instrumento de indução de políticas públicas voltadas à soberania comunitária e à consolidação das Farmácias Vivas do SUS em municípios interioranos. A organização inovadora dos canteiros por indicações terapêuticas imediatas (como afecções respiratórias e inflamações) atende de forma direta ao perfil epidemiológico regional, desmistificando o uso da fitoterapia e facilitando o treinamento didático de agentes comunitários de saúde, extensionistas e agricultores familiares. Dessa forma, a Fazenda Experimental do INSA cumpre o seu papel de liderança institucional e difusão científica, oferecendo às comunidades rurais uma alternativa concreta de segurança terapêutica, empoderamento social e geração de renda complementar por meio do cultivo sustentável da flora nativa, reduzindo a dependência de fármacos sintéticos e fortalecendo a Atenção Primária à Saúde.

METODOLOGIA

O desenho metodológico para a consolidação do Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada na Fazenda Experimental do INSA compreende quatro etapas integradas: zoneamento infraestrutural, coleta ética de germoplasma, manejo agroecológico assistido e validação laboratorial. Inicialmente, o espaço destinado ao horto passará por um processo de limpeza mecânica superficial e demarcação topográfica, garantindo uma insolação plena para as espécies xerófilas e sombreamento artificial planejado (por meio de telas de monofilamento com 50% de interceptação luminosa) para as plantas aclimatadas de sub-bosque. Os canteiros suspensos serão construídos com dimensões modulares padronizadas de 1,20 metro de largura por 5 metros de comprimento e 40 centímetros de altura, espaçados entre si por corredores de 1 metro cobertos com brita ou cascalho local, uma escolha de engenharia que otimiza a circulação didática de caravanas e o trânsito seguro de carrinhos de manejo.

A segunda etapa metodológica foca no resgate etnobotânico e no suprimento de matrizes botânicas sadias e com rastreabilidade taxonômica garantida. Sob a coordenação do corpo científico do INSA, serão realizadas expedições botânicas programadas em áreas remanescentes de Caatinga e em quintais produtivos de agricultores parceiros na região do Semiárido. Precedidas pela assinatura do Termo de Consentimento Prévio Informado (TCPI) e devidamente cadastradas no SisGen, as coletas de propágulos (estacas, rebentos e sementes) serão encaminhadas ao viveiro de propagação da fazenda para enraizamento e posterior aclimatização. Para cada espécie selecionada, amostras testemunhas (*vouchers*) serão desidratadas e herborizadas para depósito formal no Herbário do INSA, assegurando que o banco de germoplasma ativo do horto trabalhe exclusivamente com espécies cuja identidade taxonômica esteja estritamente verificada por especialistas.

A terceira etapa consiste no manejo agrônomo rigorosamente ancorado nas Tecnologias de Convivência com o Semiárido. O solo de preenchimento dos canteiros elevados será composto por uma mistura homogênea na proporção de 2:1:1 de terra local (comumente franco-arenosa), esterco caprino curtido na própria fazenda e composto orgânico vegetal derivado da reciclagem de biomassa do instituto. O sistema de microirrigação por gotejamento de alta frequência será automatizado por sensores de umidade (tensiômetros) inseridos no solo, programados para liberar lâminas hídricas cirúrgicas que mantenham a capacidade de campo sem promover o encharcamento. Logo após o transplântio das mudas para seus respectivos canteiros patológicos, será aplicada manualmente uma camada de 5 a 10 centímetros de cobertura morta (*mulching*) utilizando palhada desidratada de carnaúba ou folheto local, bloqueando o estresse térmico radicular e reduzindo as perdas hídricas por evapotranspiração.

A quarta e última etapa metodológica consolida a interface de pesquisa e extensão do projeto. Trimestralmente, amostras de tecidos vegetais (folhas, cascas ou raízes, a depender da espécie) serão coletadas no horto em diferentes horários e submetidas a processos de secagem em estufas com circulação de ar forçada a 40 °C, nos laboratórios do INSA. Esses insumos passarão por

extração por solventes e posterior triagem fitoquímica via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) e Cromatografia Gasosa (CG-MS), mapeando as oscilações nos teores de princípios ativos decorrentes das variações climáticas sazonais da Caatinga. Paralelamente às análises, o horto operará em fluxo contínuo como um polo de ciência cidadã, sediando oficinas práticas de capacitação para agentes de saúde, extensionistas e agricultores, transformando os dados analíticos de laboratório em cartilhas e guias de manejo acessíveis para a replicação de Farmácias Vivas do SUS em todo o Nordeste brasileiro.

Organização dos Canteiros por Indicações Terapêuticas

A disposição física e funcional do Horto de Plantas Medicinais na Fazenda Experimental do INSA adota o modelo de "Jardim Terapêutico Sistematizado" ou "Relógio do Corpo Humano". Diferente dos modelos botânicos acadêmicos tradicionais organizados rigidamente por famílias taxonômicas (como Lamiaceae ou Fabaceae) que confundem o público não especializado, este layout agrupa as espécies de acordo com as principais demandas epidemiológicas e os sistemas orgânicos do corpo humano. Esta abordagem puramente didática otimiza as ações de extensão rural, permitindo que agricultores, técnicos e agentes de saúde compreendam visual e intuitivamente quais plantas combatem quais enfermidades.

Cada canteiro funcionará como uma unidade de demonstração tecnológica isolada, onde as plantas nativas da Caatinga e as espécies exóticas amplamente adaptadas ao Semiárido serão cultivadas sob rígidos critérios agroecológicos. A seleção abaixo prioriza espécies validadas pela Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), pela Anvisa e por estudos consolidados da Embrapa Semiárido, garantindo a segurança no manejo e na futura indicação de uso.

Abaixo, detalha-se a ampliação dos canteiros temáticos com a inclusão de novas espécies e suas respectivas aplicações:

Canteiro 1: Doenças Respiratórias (Gripes, Asma, Bronquite e tosse sazonais)

Este canteiro reúne plantas com propriedades broncodilatadoras, expectorantes e imunoestimulantes, fundamentais para o tratamento de afecções pulmonares comuns nos períodos de transição climática do Semiárido.

- Amburana de Cheiro / Cumaru (*Amburana cearensis*): Árvore nativa cuja casca e sementes contêm cumarina. É amplamente utilizada na produção de xaropes caseiros e fitoterápicos para o alívio da asma e da bronquite asmática.

- Guaco (*Mikania glomerata* / *Mikania laevigata*): Trepadeira de clima tropical que se adapta muito bem sob sombreamento de árvores nativas. Suas folhas possuem forte ação broncodilatadora e expectorante.

- Hortelã-da-folha-graúda / Malva do Reino (*Plectranthus amboinicus*): Espécie herbácea de altíssima resiliência hídrica. Suas folhas suculentas são ricas em timol, atuando como um potente antisséptico bucal, antiviral e expectorante para tosse persistentes.

- Assa-peixe (*Vernonia polysphaera*): Arbusto resistente cujas folhas são empregadas como béquicas (antitossígenas) e auxiliam na eliminação de secreções pulmonares profundas.

Canteiro 2: Processos Inflamatórios e Cicatrização (Uso Interno, Externo e Ginecológico)

Espécies focadas na regeneração tecidual, ação antisséptica localizada e combate a inflamações agudas, servindo como base para pomadas, compressas e banhos de assento.

- Aroeira-do-Sertão (*Myracrodruon urundeuva*): Uma das espécies arbóreas mais importantes da Caatinga. Suas cascas são ricas em taninos, possuindo ação cicatrizante e anti-inflamatória validada cientificamente, muito utilizada na saúde da mulher (banhos de assento ginecológicos).

- Cajueiro (*Anacardium occidentale*): A entrecasca do cajueiro apresenta propriedades adstringentes e anti-inflamatórias marcantes. É comumente indicada para gargarejos contra inflamações na garganta e cicatrização de feridas cutâneas.

- Babosa (*Aloe vera*): Planta suculenta xerófila por excelência, perfeitamente adaptada à escassez hídrica. O gel mucilaginoso de suas folhas

é um dos maiores regeneradores celulares da flora, indicado para queimaduras, psoríase e inflamações dermatológicas.

- Confrei (*Symphytum officinale*): Planta herbácea cujo uso externo (compressas) acelera a cicatrização de contusões, hematomas e inflamações nas articulações, devido à presença de alantoína.

Canteiro 3: Sistema Nervoso (Ansiedade, Estresse, Insônia e Cefaleias)

Canteiro planejado para o cultivo de plantas ansiolíticas e sedativas leves, voltadas ao equilíbrio emocional e à melhoria da qualidade do sono da população.

- Capim-Santo / Capim-Limão (*Cymbopogon citratus*): Gramínea de fácil manejo que produz óleo essencial rico em citral e mirceno. Atua como calmante suave, relaxante muscular e redutor da ansiedade diária.

- Cidreira-de-Árvore / Erva-Cidreira (*Lippia alba*): Arbusto altamente adaptável ao solo seco do Semiárido. Suas folhas possuem propriedades sedativas, espasmolíticas (alívio de dores de estômago de origem nervosa) e combatem a insônia crônica.

- Catingueira (*Poincianella pyramidalis*): Árvore símbolo da Caatinga. O uso popular e os estudos etnobotânicos locais associam o chá de suas folhas e flores ao alívio de tensões nervosas, dores de cabeça e quadros febris associados ao estresse físico.

- Mulungu (*Erythrina velutina*): Árvore nativa que se destaca por suas propriedades marcadamente sedativas e do sistema nervoso central. A decocção de sua casca é indicada para quadros severos de insônia, agitação mecânica e estresse crônico.

Canteiro 4: Afecções Gastrointestinais e Hepáticas (Digestão, Gastrite e Fígado)

Canteiro destinado ao tratamento de disfunções do aparelho digestório, azia, má digestão, intoxicações alimentares e proteção do fígado.

- Boldo-Nacional / Boldo-Gambá (*Plectranthus barbatus*): Planta de propagação extremamente rápida por estaquia. Suas folhas amargas contêm forskolina, substância que estimula

a secreção biliar, agiliza a digestão e protege o tecido hepático.

- **Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*):** Árvore perenifólia (que não perde as folhas na seca) da Caatinga. Suas cascas e folhas contêm alta concentração de saponinas, conferindo ação detergente e antisséptica, usada tradicionalmente para a saúde bucal, limpeza gástrica e combate a inflamações do trato digestivo.

- **Alecrim-Pimenta (*Lippia sidoides*):** Arbusto nativo cujo óleo essencial é riquíssimo em timol e carvacrol. Atua como um dos mais potentes antimicrobianos naturais da Caatinga, combatendo fungos, bactérias estomacais (como auxílio contra *H. pylori*) e infecções intestinais.

- **Quebra-Pedra (*Phyllanthus niruri*):** Planta herbácea espontânea que cresce facilmente em solos pedregosos. Possui ação diurética comprovada e atua diretamente no relaxamento do sistema urinário, auxiliando na prevenção e eliminação de cálculos renais (pedras nos rins).

Canteiro 5: Doenças Metabólicas e Cardiovasculares (Hipertensão, Diabetes e Depuração) - Canteiro Adicional

Este novo espaço é direcionado ao suporte terapêutico de doenças crônicas não transmissíveis, que afetam uma parcela significativa da população idosa do Semiárido.

- **Pata-de-Vaca (*Bauhinia forficata*):** Árvore de pequeno porte cujas folhas possuem ação hipoglicemiante oral testada, sendo um excelente coadjuvante no controle de taxas de açúcar no sangue (Diabetes tipo 2).

- **Chuchu (*Sechium edule*):** Cultivado de forma verticalizada em caramanchões para otimizar espaço. O chá de suas folhas possui propriedades diuréticas e hipotensoras acentuadas, auxiliando no controle da pressão arterial.

- **Carqueja (*Baccharis trimera*):** Planta perene que, além de auxiliar na digestão, possui forte ação depurativa do sangue, auxiliando na redução do colesterol ruim e no controle glicêmico.

Tabela 1. Espelho dos Canteiros Terapêuticos

Canteiro Temático	Nome Popular	Nome Científico	Função Terapêutica Principal
1. Respiratório	Amburana de Cheiro / Cumaru	<i>Amburana cearensis</i>	Broncodilatador e antiasmático (uso das cascas/sementes).
	Guaco	<i>Mikania glomerata</i>	Expectorante e antitussígeno (rico em cumarina).
	Hortelã-da-folha-graúda	<i>Plectranthus amboinicus</i>	Antisséptico bucal e antiviral das vias aéreas superiores.
	Assa-peixe	<i>Vernonia polysphaera</i>	Béquico (alívio de tosse persistentes e secreções).
2. Inflamações e Cicatrização	Aroeira-do-Sertão	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Cicatrizante potente e antisséptico ginecológico.
	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Anti-inflamatório adstringente para garganta e pele.
	Babosa	<i>Aloe vera</i>	Regenerador celular, cicatrizante térmico e dermatológico.
	Confrei	<i>Symphytum officinale</i>	Uso externo para contusões, hematomas e inflamações articulares.
3. Sistema Nervoso	Capim-Santo / Capim-Limão	<i>Cymbopogon citratus</i>	Ansiolítico leve, calmante e relaxante muscular.
	Cidreira-de-Árvore	<i>Lippia alba</i>	Sedativo suave e calmante para dores gástricas nervosas.
	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	Alívio de tensões, cefaleias e quadros febris associados.
	Mulungu	<i>Erythrina velutina</i>	Sedativo do sistema nervoso central (combate à insônia severa).
4. Gastrointestinal	Boldo-Nacional / Gambá	<i>Plectranthus barbatus</i>	Estimulante biliar, digestivo e protetor hepático.

	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	Saúde bucal, higienização gástrica e antisséptico (rico em saponinas).
	Alecrim-Pimenta	<i>Lippia sidoides</i>	Antimicrobiano potente (fungicida e bactericida gástrico/cutâneo).
	Quebra-Pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>	Diurético e relaxante urinário para prevenção de cálculos renais.
5. Doenças Metabólicas	Pata-de-Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Hipoglicemiante oral (coadjuvante no controle do Diabetes tipo 2).
	Chuchu (folhas)	<i>Sechium edule</i>	Diurético e hipotensor acentuado (auxílio na Pressão Arterial).
	Carqueja	<i>Baccharis trimera</i>	Depurativo do sangue e redutor de taxas lipídicas/glicêmicas.

Tecnologias de Convivência com o Semiárido

A consolidação de um Horto de Plantas Medicinais em plena Caatinga exige a superação dos desafios impostos pela severidade climática da região, marcada por regimes pluviométricos irregulares, longos períodos de estiagem e elevadas taxas de evapotranspiração (Souza, 2020). Em vez de combater as características naturais do bioma, o projeto adota o conceito contemporâneo de convivência com o Semiárido (Pereira, 2016). Essa abordagem técnica prioriza o uso racional de insumos e a valorização de recursos endógenos, garantindo a autossuficiência do espaço e transformando as limitações climáticas em vetores de inovação tecnológica e sustentabilidade ecológica (Silva, 2010).

Para assegurar a plena viabilidade e a perenidade do horto na Fazenda Experimental do INSA, o desenho metodológico incorpora um conjunto integrado de práticas agroecológicas adaptadas. Essas soluções buscam mitigar o estresse hídrico e térmico sobre as espécies medicinais, otimizando cada gota d'água disponível e fortalecendo a estrutura física e biológica do solo. O manejo inteligente do ecossistema baseia-se em três pilares tecnológicos fundamentais: a microirrigação localizada de alta precisão, a proteção térmica superficial do solo e o aporte planejado de matéria orgânica de origem animal e vegetal local (Soares, 2026)

Irrigação por Gotejamento e Eficiência Hídrica

A otimização dos recursos hídricos é viabilizada por meio da implantação de um sistema de irrigação por gotejamento, técnica que representa o estado da arte em eficiência de aplicação de água

no Semiárido. Diferente de métodos convencionais por aspersão, que geram perdas massivas por deriva e evaporação direta na atmosfera, o gotejamento promove a deposição pontual e lenta da água diretamente na zona radicular de cada planta (Bassoi, et al., 2017). Esse fornecimento direcionado reduz drasticamente o desperdício, mantendo o bulbo úmido do solo em níveis ideais de hidratação sem promover o encharcamento.

O dimensionamento técnico do sistema baseia-se em tubulações gotejadoras autocompensantes de baixa vazão e alta frequência, projetadas para operar sob variações de pressão mantendo a uniformidade da rega (Valverde Jimenez, 2017). A liberação fracionada de água diretamente no solo inibe também a proliferação de plantas espontâneas nas entrelinhas dos canteiros, uma vez que apenas a área adjacente às espécies medicinais recebe umidade (Mota, 2023). Esse controle cirúrgico reduz a competição por nutrientes e minimiza a necessidade de capinas manuais frequentes, otimizando a mão de obra operacional na fazenda do instituto.

Adicionalmente, a adoção do gotejamento permite a incorporação futura da técnica de fertirrigação orgânica, injetando biofertilizantes líquidos diretamente na rede de distribuição. Esse processo otimiza a absorção de nutrientes pelas plantas medicinais através das raízes profundas, maximizando a síntese de princípios ativos valiosos (Bazei, 2023). Sob a supervisão técnica do INSA, o sistema poderá ser monitorado por sensores de umidade do solo, garantindo que as regas ocorram estritamente nos momentos de real necessidade fisiológica da cultura.

Cobertura Morta (*Mulching*) Organobotânico

A segunda tecnologia essencial para a proteção do ecossistema do horto é a aplicação sistemática de cobertura morta, também conhecida como *mulching* botânico, sobre toda a superfície útil dos canteiros (Araujo et al. 2009). Essa prática mimetiza o comportamento natural das florestas tropicais e da própria Caatinga durante o ciclo de deposição foliar, estabelecendo uma barreira física protetora (Oliveira, 200). Para o projeto, prioriza-se o uso de insumos regionais abundantes, como a palhada seca de carnaúba, folhas desidratadas de árvores nativas e cinzas vegetais controladas.

O principal benefício do *mulching* orgânico é a drástica redução da evaporação direta da água retida no solo, estendendo consideravelmente o intervalo necessário entre as irrigações (Ferreira et al. 2013). Ao bloquear a incidência direta dos raios solares sobre a terra, a palhada atua como um isolante térmico de alta eficiência, minimizando as flutuações extremas de temperatura no solo ao longo do dia (Pimentel e Guerra, 2011). Raízes submetidas a solos com temperaturas estáveis e amenas apresentam maior capacidade de absorção hídrica e menor estresse oxidativo, favorecendo o vigor das plantas medicinais (Andrade, 2025).

Além do controle microclimático, a decomposição gradual dessa matéria vegetal morta enriquece continuamente as camadas superficiais do solo com carbono estrutural e frações de matéria orgânica estável (Abreu, 2025). O uso integrado de cinzas de madeira vegetal adiciona potássio e micronutrientes essenciais ao substrato, além de auxiliar no equilíbrio do pH e atuar como um repelente físico natural contra pragas rasteiras, eliminando o uso de defensivos químicos sintéticos que alterariam a pureza dos fitoterápicos (Machado, 2005).

Adubação Orgânica e Manejo Biológico do Solo

O terceiro pilar do manejo agroecológico consiste na estruturação de um programa contínuo de adubação orgânica, utilizando como matéria-prima principal o esterco caprino curtido, elemento de alta disponibilidade nas propriedades rurais e criações do Semiárido brasileiro (Oliveira et al. 2012). O esterco caprino, quando passa pelo processo correto de cura e estabilização térmica, torna-se um insumo extremamente rico em nitrogênio, fósforo e potássio de liberação lenta,

além de ser isento de sementes de plantas invasoras viáveis e patógenos (Amorim, 2002).

A incorporação do adubo orgânico ao solo é complementada pela compostagem de resíduos vegetais gerados na própria Fazenda Experimental do INSA, criando um ciclo fechado de reaproveitamento de biomassa. A matéria orgânica aplicada atua diretamente na melhoria das propriedades físicas do solo local, comumente arenoso ou franco-arenoso. Ela aumenta a capacidade de troca catiônica e atua como uma esponja molecular, retendo as moléculas de água que, de outra forma, seriam perdidas por lixiviação profunda nos horizontes inferiores do solo (Amorim, Lucas Junior e Resende, 2005).

Sob o ponto de vista biológico, o aporte contínuo de compostos orgânicos estimula a proliferação de uma microbiota benéfica e diversificada, incluindo fungos micorrízicos e bactérias solubilizadoras de fosfato (Panzitta, 2026). Esses microrganismos estabelecem simbioses benéficas com as raízes das plantas medicinais, ampliando significativamente a área de exploração radicular e a capacidade de absorção de nutrientes raros (Souza, 2026). O solo vivo e biologicamente ativo fortalece o sistema imunológico vegetal, conferindo maior tolerância natural ao ataque de insetos e patógenos de solo (Batista et al. 2018).

Sinergia Tecnológica e Sustentabilidade Ecológica

A integração simultânea dessas três tecnologias irrigação localizada, cobertura morta e adubação orgânica gera um efeito de sinergia ecológica que potencializa os resultados isolados de cada prática (Basto, Lopes e Rodrigues, 2023). A matéria orgânica estruturada retém a água gotejada com precisão, enquanto a cobertura morta impede que essa umidade evapore devido à intensa radiação solar da região (Silva, Benini e Godoy, 2024). Esse ciclo virtuoso de conservação permite que o horto mantenha índices ótimos de produtividade e fitomassa mesmo sob restrições hídricas severas (Cavalcante e Garcia, 2024).

Esse arranjo tecnológico serve como um modelo replicável de segurança ecológica para pequenas propriedades rurais, cooperativas agrícolas e unidades básicas de saúde do interior do Nordeste. O INSA, ao validar este modelo integrado

em sua Fazenda Experimental, oferece uma resposta prática e de baixo custo de implantação para a agricultura familiar local (Kaetsu, Kumasaka, e Casado, 2024). A adoção dessas práticas demonstra que é viável produzir plantas medicinais com elevado rigor de qualidade e pureza biológica utilizando insumos internos da propriedade e gastando o mínimo de recursos hídricos.

Em suma, as Tecnologias de Convivência com o Semiárido aplicadas ao Horto de Plantas Medicinais elevam o espaço de um simples campo de cultivo para uma unidade de referência em ecoeficiência e resiliência ambiental. O

monitoramento contínuo dessas variáveis pelo corpo técnico e científico do INSA permitirá a geração de boletins técnicos, a publicação de artigos científicos e a consolidação de guias de manejo que guiarão a expansão do programa Farmácias Vivas em todo o Semiárido brasileiro, alinhando ciência cidadã, saúde pública e conservação da Caatinga.

As Tecnologias de Convivência Empregadas

Abaixo, apresenta-se a síntese estruturada das soluções que garantem a sustentabilidade hídrica e biológica do horto na fazenda do instituto:

Tabela 2. Tecnologias de Convivência Empregadas

Tecnologia Social / Prática	Insumos Utilizados	Mecanismo de Ação no Solo / Planta	Impacto Direto na Sustentabilidade
Irrigação por Gotejamento	Tubulações de polietileno, emissores autocompensantes e filtros de disco.	Aplicação localizada e lenta de água na zona radicular, evitando perdas periféricas.	Redução de até 60% no consumo de água em comparação com métodos de aspersão tradicionais.
Cobertura Morta (Mulching)	Palhada seca de carnaúba, folhas desidratadas locais e cinzas vegetais.	Barreira física contra radiação solar direta; redução drástica da evaporação; isolamento térmico.	Manutenção da umidade do solo por mais tempo; estabilização da temperatura radicular.
Adubação Orgânica	Esterco caprino curtido e composto de resíduos orgânicos da fazenda.	Aumento da porosidade e da capacidade de retenção hídrica do solo; liberação gradual de macro e micronutrientes.	Estruturação de solos arenosos; estimulação da microbiota nativa benéfica; eliminação de adubos químicos.
Integração Sistêmica	Combinação dinâmica de todos os insumos e práticas descritos acima.	Criação de um microclima estável nos canteiros com retenção e conservação hídrica integradas.	Máxima eficiência ecológica; resiliência do horto durante os períodos de estiagem prolongada no Semiárido.

A convergência dessas tecnologias de convivência estabelece um padrão metodológico essencial para garantir que a produção de fitoterápicos no Semiárido ocorra sob os preceitos da sustentabilidade e da segurança biológica (Silva, 2010). Ao associar a estabilidade térmica promovida pelo *mulching* organobotânico à nutrição equilibrada proveniente do esterco caprino curtido, o horto não apenas otimiza o uso da água, mas também interfere positivamente no metabolismo secundário das espécies cultivadas (Ramos et al. 2026; Borella, Barbosa e Silva, 2024). Esse ambiente controlado e agroecológico estimula a biossíntese e a padronização dos óleos essenciais e

compostos ativos das plantas, garantindo que as futuras preparações medicinais tenham a eficácia e o rigor terapêutico exigidos pelos parâmetros da Anvisa e do programa Farmácias Vivas do SUS (Gadelha et al. 2013; Gadelha et al. 2015; Bastos et al. 2024).

Em última análise, a validação desse arranjo tecnológico na Fazenda Experimental do INSA cumpre uma função crucial de ciência cidadã e transferência de tecnologia para o Nordeste setentrional. Mais do que uma unidade de produção vegetal isolada, o espaço consolida-se como um modelo replicável de baixo custo para cooperativas, escolas agrícolas e municípios inseridos na região de

clima semiárido. Ao demonstrar de forma prática que o manejo inteligente da Caatinga e a otimização dos recursos locais são suficientes para edificar uma farmácia verde perene, o INSA reforça o seu

protagonismo institucional no desenvolvimento de soluções voltadas à soberania em saúde, à transição ecológica e à resiliência socioambiental das comunidades sertanejas.

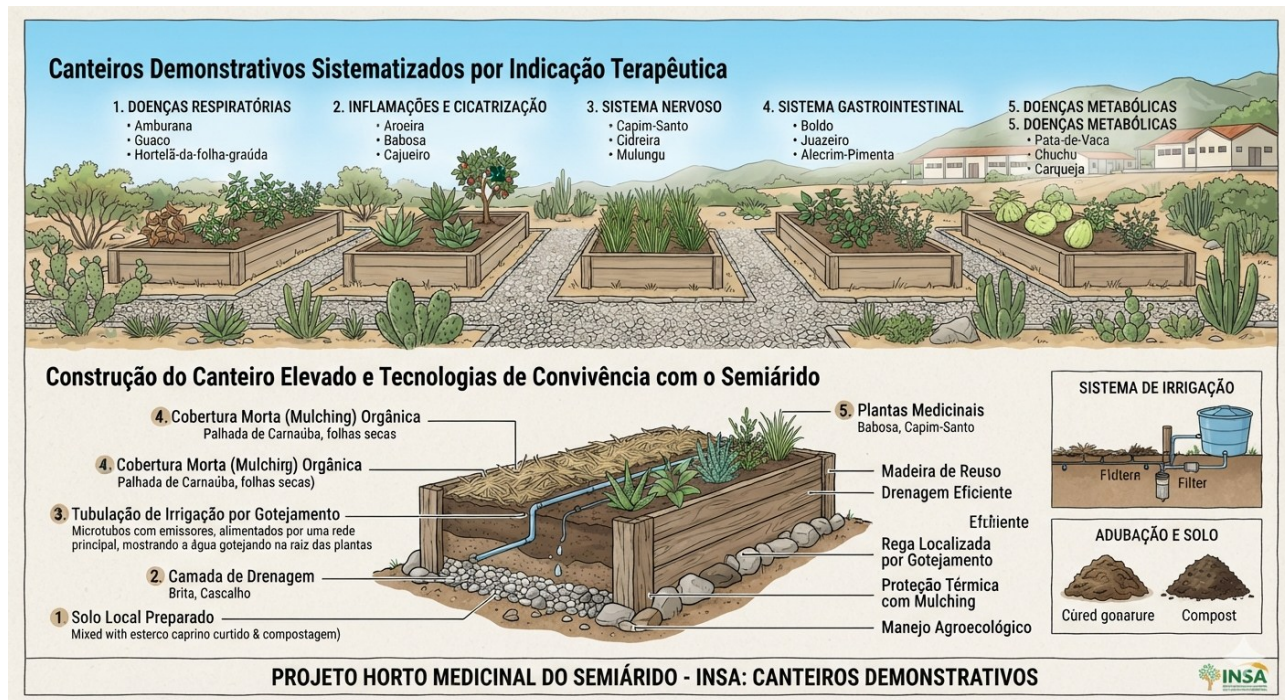


Figura 1 – Esquema estrutural em corte de canteiro elevado e arranjo espacial dos canteiros demonstrativos sistematizados por patologias na Fazenda Experimental do INSA.

Fonte: Elaborado pelo autor com o suporte do modelo de Inteligência Artificial Generativa Nano Banana 2 (2026).

Análise Técnica e Descrição Estrutural do Desenho Demonstrativo

A infografia técnica gerada ilustra o arranjo espacial e a engenharia de solo projetada para os canteiros da Fazenda Experimental do INSA, materializando o conceito de "Jardim Terapêutico Sistematizado". Na porção superior do desenho, observa-se a distribuição sequencial e retangular dos canteiros suspensos, alinhados de forma modular para otimizar o fluxo de visitação pública e a realização de dias de campo. Cada módulo é delimitado por estruturas de contenção lateral feitas preferencialmente de madeira de reúso tratada ou alvenaria ecológica uma escolha de engenharia que evita o desmoronamento dos canteiros devido a ventos fortes, protege o solo preparado contra a erosão pluvial enxurrada e facilita a ergonomia durante o manejo e a colheita das espécies.

O detalhamento em corte do canteiro elevado revela a sobreposição científica de camadas projetada para maximizar o aproveitamento hídrico e a nutrição vegetal. A base do canteiro apoia-se sobre o solo local previamente submetido à subsolagem e incorporação profunda de esterco caprino curtido e composto orgânico, criando uma zona de transição biológica ativa. Logo acima, uma camada técnica de drenagem composta por brita e cascalho garante o escoamento ideal do excesso de água em episódios de chuvas torrenciais sazonais, prevenindo a anóxia radicular e o surgimento de fungos patogênicos no colo de plantas sensíveis, como o Alecrim-Pimenta e o Guaco.

O coração tecnológico do desenho destaca-se na ilustração dos emissores de microirrigação por gotejamento localizados sob a vegetação. As tubulações pretas de polietileno cruzam longitudinalmente os canteiros, posicionando gotejadores cirurgicamente na base caulinar de cada

matriz botânica, assegurando que a umidade atinja o bulbo radicular sem molhar a parte aérea, o que reduz drasticamente as perdas por evaporação e os riscos de queima foliar pela radiação solar. Acima do solo moldado, a representação da cobertura morta (*mulching*) com palhada seca de carnaúba recobre inteiramente a superfície útil, funcionando como um escudo térmico contra o sol escaldante da Caatinga e mantendo a terra visivelmente úmida e fria.

Nas seções laterais da infografia, os diagramas complementares reforçam a integração de processos na fazenda do instituto. O esquema do sistema de filtragem e dosagem hídrica assegura que a água salobra ou com sedimentos, comum no Semiárido, passe por elementos filtrantes antes de atingir os microtúbulos, prevenindo entupimentos químicos ou mecânicos na rede. Por fim, o modelo visual destaca a separação entre o esterco caprino puro em processo de cura térmica e o composto estabilizado rico em húmus, demonstrando o ciclo fechado de reciclagem de nutrientes biológicos que sustentará a vitalidade fitoterapêutica do horto do INSA de forma autônoma e agroecológica.

Prospecção Científica: Análises Físico-Químicas das Plantas e sua Aplicabilidade Médica

A implantação do horto medicinal na Fazenda Experimental do INSA abre um horizonte promissor para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas focadas na caracterização físico-química e fitoquímica da flora da Caatinga. As plantas nativas do Semiárido desenvolvem barreiras adaptativas rigorosas para sobreviver à escassez hídrica crônica e à intensa radiação solar. Do ponto de vista metabólico, esse estresse ambiental atua como um gatilho que intensifica a biossíntese de metabólitos secundários, tais como taninos, flavonoides, cumarinas, saponinas e óleos essenciais ricos em terpenos. Consequentemente, o laboratório vivo do horto torna-se uma plataforma ideal para correlacionar o manejo agroecológico (com uso de gotejamento e *mulching*) com a variação quantitativa e qualitativa desses princípios ativos, garantindo o rigor científico necessário para subsidiar o uso seguro na medicina.

As análises físico-químicas em laboratório são fundamentais para transformar o conhecimento etnobotânico tradicional em fitoterapia baseada em evidências. Por meio de técnicas como

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas (CG-MS) e espectroscopia no infravermelho, os pesquisadores do INSA podem traçar o perfil digital (*fingerprint*) de cada espécie cultivada nos canteiros demonstrativos. Esses ensaios permitem determinar com precisão a umidade, o teor de cinzas totais, a acidez e, principalmente, isolar e quantificar os marcadores químicos responsáveis pela ação terapêutica (como a cumarina na *Amburana cearensis* ou o timol na *Lippia sidoides*). Essa padronização fitoquímica é o primeiro e mais crucial passo exigido por agências regulatórias, como a Anvisa, para assegurar que um extrato vegetal possua reprodutibilidade em sua atividade biológica e possa evoluir para um medicamento fitoterápico seguro.

Além da padronização, o estudo contínuo das frações físico-químicas abre caminhos para a elucidação dos mecanismos de ação farmacológica e toxicológica dessas plantas na medicina moderna. O isolamento de compostos puros permite a realização de ensaios *in vitro* e *in vivo* para avaliar propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e citotóxicas. Compreender como as moléculas interagem com receptores celulares humanos possibilita o desenho de novas matrizes farmacêuticas, combatendo desde patologias locais até o desenvolvimento de novos antibióticos naturais para enfrentar microrganismos multirresistentes. As análises físico-químicas também determinam os parâmetros ideais de estabilidade e degradação térmica das plantas, fornecendo dados cruciais sobre o tempo de prateleira e as melhores formas de armazenamento (folhas secas, rasuradas ou pós), evitando a perda de eficácia medicinal do insumo.

Finalmente, a sinergia entre o cultivo controlado no Semiárido e o refino analítico laboratorial consolida a inserção do Nordeste na cadeia global da Bioeconomia e da saúde integrativa. Ao mapear cientificamente a composição química da flora medicinal da Caatinga sob diferentes lâminas de irrigação, o INSA pode fornecer respostas técnicas para otimizar a produção farmacêutica na agricultura familiar, indicando, por exemplo, o momento exato da colheita em que a planta atinge o pico de concentração de seu princípio ativo. Esse arcabouço científico não apenas valida o uso seguro de chás, xaropes e compressas na Atenção Primária à Saúde por meio do programa

Farmácias Vivas do SUS, mas também protege a propriedade intelectual e a biodiversidade brasileira, convertendo recursos biológicos resilientes em ativos tecnológicos de alto valor para a medicina contemporânea.

Metodologia de Coleta Ética e Acesso ao Patrimônio Genético (Regras do SisGen/CGEN)

A execução das atividades de pesquisa, bioprospecção e coleta de matrizes botânicas para o Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada na Fazenda Experimental do INSA será pautada pela estrita observância da legislação brasileira de biodiversidade. As ações serão integralmente coordenadas em conformidade com a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (conhecida como o Marco Legal da Biodiversidade) e regulamentada pelo Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016. Qualquer atividade que envolva o acesso ao patrimônio genético (PG) de espécies nativas da Caatinga e/ou ao conhecimento tradicional associado (CTA) detido por comunidades tradicionais e agricultores familiares do Semiárido será obrigatoriamente cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), gerido pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Para as etapas de campo que envolvam o resgate de saberes populares (etnobotânica e etnofarmacologia), a metodologia do projeto incorporará o protocolo de Consentimento Prévio Informado (CPI). Antes de qualquer coleta de dados e entrevistas estruturadas com detentores do saber tradicional, a equipe técnica do INSA submeterá a proposta ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP). O CPI será obtido de forma clara, em linguagem acessível e formalizado por meio de Termos de Consentimento Prévio Informado (TCPI) ou Termos de Anuência Específica, assegurando às comunidades o direito à justa e equitativa repartição de benefícios (monetários ou não-monetários) decorrentes de eventual exploração econômica futura, conforme preconizado pelo Marco Legal. Os dados obtidos nas entrevistas serão inseridos no SisGen anteriormente à divulgação de qualquer resultado científico ou depósito de patentes.

Paralelamente, as coletas físicas de material botânico e o transporte de propágulos (sementes, estacas e plantas inteiras) para a formação do banco de germoplasma e dos canteiros demonstrativos na Fazenda Experimental seguirão normas rigorosas de manejo sustentável e biossegurança. O INSA solicitará as devidas autorizações de coleta junto ao Sistema de Autorização e Informação sobre Biodiversidade (SISBIO/ICMBio) sempre que as expedições ocorrerem em Unidades de Conservação federais ou áreas de proteção ecológica estaduais. Todo material genético coletado em campo receberá um código único de rastreabilidade institucional e amostras testemunhas (*vouchers*) serão devidamente desidratadas, identificadas por especialistas taxonomistas e depositadas em herbários oficiais chancelados e indexados (como o Herbário do INSA ou parceiros), garantindo a autenticidade botânica de cada táxon.

O cadastramento das pesquisas no SisGen ocorrerá de forma sistêmica e em fluxo contínuo. As atividades de caracterização físico-química, fitoquímica e os ensaios biológicos laboratoriais de triagem metabólica previstos para o projeto configuram atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico baseadas no acesso ao Patrimônio Genético nacional. Portanto, o INSA, valendo-se de sua personalidade jurídica institucional credenciada, efetuará os registros no sistema federal antes de etapas críticas como: remessa de amostras ao exterior (se houver), requerimento de direitos de propriedade intelectual (patentes), publicação de artigos científicos, resumos ou relatórios em congressos e periódicos, ou qualquer forma de comercialização e licenciamento de bioprodutos derivados da flora medicinal da Caatinga.

Por fim, a consolidação desta metodologia ética e legal no INSA servirá como um modelo pedagógico e institucional de boas práticas para todo o Semiárido. Ao demonstrar a viabilidade de se realizar ciência cidadã e bioprospecção de alto nível em total alinhamento com os mecanismos de controle do SisGen/CGen, o instituto salvaguarda a soberania biológica nacional e combate ativamente a biopirataria. Esse rigor ético confere segurança jurídica institucional às universidades parceiras, indústrias farmacêuticas e cooperativas agrícolas integradas ao projeto, assegurando que o desenvolvimento da bioeconomia no Nordeste

ocorra com respeito absoluto aos direitos das populações tradicionais e à integridade soberana do patrimônio genético do bioma Caatinga.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O planejamento das macroatividades para a estruturação do Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada na Fazenda Experimental do INSA foi distribuído ao longo de um ciclo cronológico de 12 meses. Esta progressão temporal respeita o tempo de repouso do solo, o período de enraizamento das estacas em viveiro e as etapas regulatórias obrigatórias de licenciamento ambiental e patrimonial.

Tabela 3.. Cronograma Técnico de Execução (Meses 1 a 12)

Macroatividades / Etapas de Execução	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
A1. Cadastro institucional no SisGen/CGen e submissão ao Comitê de Ética.	■	■										
A2. Limpeza da área, demarcação topográfica e cercamento contra invasores.		■	■									
A3. Abertura de canais de drenagem, montagem física dos canteiros suspensos.			■	■								
A4. Incorporação de esterco caprino curtido, adubação e montagem do gotejamento.				■	■							
A5. Expedições botânicas, resgate etnobotânico (CPI) e coleta de matrizes sadias.		■	■	■	■	■						
A6. Produção de mudas em viveiro e aclimatização das espécies coletadas.			■	■	■							
A7. Plantio sistemático nos canteiros (Divisão por indicações terapêuticas).						■	■					
A8. Aplicação manual do <i>mulching</i> organobotânico (palhada de carnaúba).							■	■				
A9. Coletas laboratoriais, análises físico-químicas e fitoquímicas (CLAE / CG-MS).								■	■	■	■	■
A10. Elaboração de placas didáticas, cartilhas e guias de manejo do horto.									■	■		
A11. Inauguração oficial, início das oficinas de capacitação e ciência cidadã.											■	■
A12. Monitoramento fitossanitário e relatórios técnicos finais de balanço.												■

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruturação do Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada na Fazenda Experimental do INSA consolida um marco metodológico e institucional na valorização da Caatinga. Ao integrar a sabedoria etnobotânica tradicional ao ecossistema de pesquisa de ponta de uma instituição federal, o projeto rompe com o isolamento acadêmico e

entrega uma resposta pragmática à sociedade. A disposição inovadora dos canteiros demonstrativos, organizada por indicações terapêuticas imediatas, aproxima a ciência das demandas epidemiológicas cotidianas do Semiárido, gerando um ambiente de aprendizado intuitivo que fortalece as diretrizes nacionais do programa Farmácias Vivas do SUS.

A eficiência do horto repousa diretamente na aplicação bem-sucedida das Tecnologias de

Convivência com o Semiárido. O gotejamento computadorizado, a cobertura morta e a adubação com resíduos caprinos provam que restrições hídricas severas podem ser superadas com inteligência ecológica e insumos locais, estabelecendo um modelo de resiliência produtiva totalmente replicável para a agricultura familiar. Simultaneamente, o refino das análises físico-químicas e o respeito absoluto às normas regulatórias do SisGen/CGen blindam o patrimônio genético nacional e fornecem as bases científicas para que esses insumos vegetais tenham a eficácia e a segurança farmacológica exigidas pela medicina moderna.

Em última análise, o projeto materializa os conceitos mais avançados de bioeconomia e ciência cidadã. Sob a liderança do INSA, o centro deixa de ser um mero espaço de cultivo vegetal e assume a estatura de um polo difusor de soberania em saúde, conservação *ex situ* da agrobiodiversidade e emancipação socioeconômica para o sertanejo. Ao demonstrar que a Caatinga preservada e manejada agroecologicamente é capaz de edificar uma farmácia verde autônoma e perene, este horto cumpre a missão maior de transformar o conhecimento especializado em um ativo estratégico de desenvolvimento sustentável, equidade social e dignidade para toda a população do Semiárido brasileiro.

NOTA DE TRANSPARÊNCIA TECNOLÓGICA:

A estruturação textual preliminar, a organização taxonômica inicial das tabelas e a ilustração esquemática tridimensional dos canteiros elevados contidos neste projeto contaram com o suporte operacional da Inteligência Artificial Generativa Nano Banana 2, atuando estritamente sob a supervisão, curadoria técnica, direcionamento conceitual e revisão fitoquímica final do autor.

BIBLIOGRAFIAS

ABREU, Jorge Ritter de. **Gestão da Matéria Orgânica do Solo: Dinâmica, Indicadores e Manejos**. Viseu, 2025.

AMORIM, Ana C.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de; RESENDE, Kleber T. de. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 57-66, 2005.

AMORIM, Ana Carolina. Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes. 2002. xix, 113 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/e7292b4c-d2a4-442c-bc3e-6ae8ca270d44> acessado em 20 de agosto de 2026

ANDRADE, Rafaela da Mota. Respostas in vitro a estresses abióticos em *Gliricidia sepium*. 2025. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2025.

ARAÚJO, C. B. O., SANTOS, A. M., FERNANDES, L. A., MARTINS, E. R., SAMPAIO, R. A., COSTA, C. A., & LEITE, G. L. D. Uso da adubação orgânica e cobertura morta na cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 2, p. 117-123, 2009.

BASSOI, L. H., GONDIM, R. S., RESENDE, R. S., DE ANDRADE JUNIOR, A. S., BASSOI, L. H., & JUNIOR, A. S. D. A. A agricultura irrigada no Nordeste do Brasil: estado da arte, desafios e oportunidades. **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: INOVAGRI, p. 131-166, 2017.

BASTOS, Denilson; GADELHA, Carlos. Vulnerabilidades em saúde e a importância da integração da produção local de medicamentos estratégicos para o SUS. **Saúde e Sociedade**, v. 32, p. e220748pt, 2024.

BASTOS, Pedro; LOPES, Monike; RODRIGUES, Davi. Inovações Tecnológicas Moldando Transformações: a Sinergia Tecnológica para um Futuro Sustentável. In: **Anais do Congresso**

Nacional Universidade, EAD e Software Livre. 2023.

BATISTA, ER, ZANCHI, CS, FERREIRA, DA, SANTIAGO, FDA, PINTO, FA, SANTOS, JD, ... & CARNEIRO, MC. Atributos biológicos do solo em sistema integrado de produção agropecuária. e outros. **Ed. Sistemas Integrados de produção agropecuária no Brasil. Tubarão: Copiart**, v. 71-90, 2018.

BAZEI, Bruna Caroline. Fertirrigação por gotejamento com sistema de bombeamento fotovoltaica. 2023. 119 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/6846> acessado em 20 de agosto de 2026

BORELLA, Julio Cezar; BARBOSA, Douglas Valente; DA SILVA, Larissa Oliveira. Farmácias Vivas: instrumento para viabilização da fitoterapia no Sistema Único de Saúde (SUS): uma revisão narrativa. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, v. 5, n. 1, p. 278-295, 2024.

BUENO, Maria José Adami; MARTINEZ, Beatriz Bertolaccini; BUENO, José Carlos. Manual de plantas medicinais e fitoterápicos. **Univás: Pouso Alegre**, 2016.

CARNEIRO, JOANA JUNQUEIRA. Temas agroecológicos conservam solo e água. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – MG. 2013. 102p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/811/1/Dissertacao-Joana-Final.pdf>. acessado em 20 de agosto de 2026

CAVALCANTE, Elizabeth Nantes; GARCIA, Rebeca Alves de Souza. Meio ambiente, inteligência artificial e sustentabilidade. In: **ESG e economia circular na gestão 4.0: ações para negócios mais sustentáveis**. Blucher Open Access, 2024. p. 90-103.

CAVALCANTE, Felipe Sant'Anna. **Etnobotânica amazônica: estratégias de vida, uso e conservação**

de plantas medicinais. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2025. 152 f. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/10829>, acessado em 20 de agosto de 2026.

COUTO, Aruana Vargas et al. Consórcios olerícolas baseados na sucessão vegetal: um experimento em hortas sintrópicas. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2017.112p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/194257>. acessado em 20 de agosto de 2026

FERRARI, Patricia Aparecida et al. Etnobotânica e sustentabilidade: uma análise sobre os conhecimentos tradicionais e o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas, Florianópolis,. 2023.. 179p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247613>. acessado em 20 de agosto de 2026

FERREIRA, I. C. P. V., ARAUJO, A. V. D., NASCIMENTO, A. L., CAVALCANTI, T. F. M., & SANTOS, L. D. T.. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 582-588, 2013.

FURTADO, Fabiana Caetano. Aspectos botânicos, biológicos e químicos das plantas medicinais em uma comunidade ribeirinha no Sul do Amazonas. 2025. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá (AM), Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/11475> acessado em 20 de agosto de 2026

GADELHA, C. S., JUNIOR, V. M. P., BEZERRA, K. K. S., MARACAJÁ, P. B., & MARTINS, D. S.. Utilização de medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais em diferentes segmentos da sociedade. **Revista Verde de Agroecologia e**

Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 3, p. 32, 2015.

GADELHA, C. S., JUNIOR, V. M. P., BEZERRA, K. K. S., PEREIRA, B. B. M., & MARACAJÁ, P. B. . Estudo bibliográfico sobre o uso das plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 27, 2013.

KAETSU, Patricia Taeko; KUMASAKA, Júlia Mitsue; CASADO, Tania. Bioeconomia na Amazônia: Tensões e Sinergias da Sustentabilidade Corporativa. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 28, p. e240072, 2024.

LOVATTO, Patrícia B. **Fitoprotetores botânicos: União de saberes e tecnologias para transição agroecológica**. Editora Appris, 2021.

MACHADO, Pedro LO de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química nova**, v. 28, p. 329-334, 2005.

MEDEIROS, Thayná Kelly Formiga de. O potencial e a percepção de uso de espécies arbóreas em comunidades quilombolas no semiárido paraibano. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba – Brasil. 2023. 173f.. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/41801> acessado em 20 de agosto de 2026

MOTA, Marília de Jesus. Revitalização e ampliação do horto medicinal Monografia (Graduação) 3 Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão,. 3 São Luís, 2023. 60 p. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/4482/1/MONOGRAFIA%20e2%80%9320MAR%20c3%8dLIA%20DE%20JESUS%20MOTA%20e2%80%9320ENG.%20AGRON%20c3%94MIA%20CCA%20UEMA%202023.pdf>. acessado em 20 de agosto de 2026

NANO BANANA 2. **Ferramenta de Inteligência Artificial Generativa**. Versão 2.0. [S. l.]: [s. n.], 2026. Computação em nuvem. Suporte na redação técnica, estruturação de canteiros terapêuticos e

geração assistida de infográfico demonstrativo para o projeto "Centro de Referência em Etnobotânica Aplicada".

OLIVEIRA, F. F. D., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. D., RIBEIRO, R. D. L., ESPINDOLA, J. A. A., RICCI, M. D. S., & CEDDIA, M. B.. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 216-220, 2008.

OLIVEIRA, L. D., STANGARLIN, J. R., LANA, M. D. C., SIMON, D. N., & ZIMMERMANN, A. Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema de cultivo orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 4, p. 557-565, 2012.

PANZITTA, Mercedes Belen . Bioprospecção de bactérias promotoras de crescimento vegetal e controle biológico de *Fusarium* sp. na região Sul do Brasil. 2026. Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná 63p. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/8433/2/Mercedes_Panzitta_2026.pdf acessado em 20 de agosto de 2026

PEREIRA, Maria Cecília Gomes. Água e convivência com o semiárido: múltiplas águas, distribuições e realidades. **São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo**, 2016.

PESSOA, Dihego de Souza. Manejo dos recursos naturais e a sustentabilidade ecológica, social e produtiva: estudo de caso no assentamento Patativa do Assaré, semiárido paraibano. 2025. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) –, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2025. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/43096>

PIMENTEL, João VF; GUERRA, Hugo OC. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 9, p. 896-902, 2011.

- PINHEIRO, Alexandre Carvalho Lima. **A ecoteologia do Santuário Cristo Redentor à luz da Encíclica Laudato Si'**. Vozes Acadêmica, 2023.
- QUEIROGA, Vicente de Paula. Pequizeiro: Extrativismo na Chapada do Araripe. 1ed. /Organizadores, Vicente de Paula Queiroga, Ênio Giuliano Girão, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Esther Maria Barros de Albuquerque. – Campina Grande: AREPB, 2016. 180 f. : il. color. ISBN 978-85-67494-16-6
- QUEIROZ, Daniela Pereira Neto de. A educação ambiental crítica e o saber popular na escola: o exemplo das plantas medicinais. 2019. 125 f. Dissertação(Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Nove de Julho, São Paulo. <https://bibliotecade.uninove.br/handle/tede/2013> acessado em 20 de agosto de 2026
- QUINTEIRO, Mariana Martins da Costa. Etnobotânica aplicada à definição de formas tradicionais de uso, manejo e percepção dos recursos vegetais em Visconde de Mauá (RJ/MG): ações conjuntas para etnoconservação florestal da Mata Atlântica. 2012. 223 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012. Disponível em: <https://rima.ufrjr.br/jspui/handle/20.500.14407/9356> acessado em 20 de agosto de 2026
- RAMOS, P. R., RIBEIRO, C. V., DA SILVA OLIVEIRA, C. J., DE BRITO, A. E. G. C., FERREIRA, R. A., SILVA, J. R., ... & DA CUNHA, P. P.. Pedagogias do cuidado na ecologia dos saberes: educação em saúde para a convivência com o semiárido. **REMUNOM**, v. 13, n. 01, p. 1-37, 2026.
- SANTOS, Amaury da S. dos et al. Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga d'Ajuda-Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 100-111, 2013.
- SANTOS, Joana Érika Menezes. **Uma análise territorial sobre o uso e a preservação das plantas medicinais nas comunidades Povoado Caraíbas do Lino, Delmiro Gouveia/AL, e Serra das Viúvas, Água Branca/AL**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Unidade Delmiro Gouveia - Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2022. 67 f.. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/8799>. acessado em 20 de agosto de 2026
- SANTOS, Viviane Brás dos. **Representações sociais sobre educação no semiárido: reflexões a partir dos olhares de pedagogos/os**. Editora Dialética, 2023.
- SILVA, Allan Leon Casemiro; BENINI, Sandra Medina; DE GODOY, Jeane Aparecida Rombi. Cidades inteligentes e cidades sustentáveis: contradições e sinergia para a construção de um modelo integrado. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 20, n. 58, p. 350-382, 2024.
- SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Banco do Nordeste do Brasil, 2010.
- SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Banco do Nordeste do Brasil, 2010.
- SOARES, Eduardo Alessandro. **Introdução à Engenharia Agrônoma**. Freitas Bastos, 2026.
- SOUZA, Danilo Diego de. **Adaptações de plantas da Caatinga**. Oficina de Textos, 2020.
- SOUZA, Mariana. Dinâmica do fósforo no solo e a implementação de fertilizantes organominerais bioativos. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de São Carlos, Campus São Carlos, 2026. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/24310>. acessado em 20 de agosto de 2026
- TABARELLI, M., LEAL, I. R., SCARANO, F. R., & SILVA, J. D.. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018.

VALVERDE JIMÉNEZ, Jonathan Paúl. **Projeto e dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico isolado/conectado à rede para atender a demanda de irrigação de UVA**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

VASCONCELOS, Genize Kaoany Alves et al. Nas margens do acesso: assistência farmacêutica sob a perspectiva da equidade locorregional no interior do Amazonas. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Assistência Farmacêutica, Florianópolis, SC, 2025. 243 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/27023> 5 acessado em 20 de agosto de 2026

VIEIRA, Valesca Oliveira. Semear inovações: agroecologia no semiárido sergipano em tempos de Antropoceno. Dissertação (Mestrado em Administração) — Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. 2026. 133 f. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/25256> acessado em 20 de agosto de 2026