

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *lato sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS URUTAÍ**

WBEGNE FERREIRA DE FREITAS

**DIAGNÓSTICO DA ATUAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO NA CADEIA DE BIOINSUMOS NAS MESORREGIÕES DO
ESTADO DE GOIÁS**

URUTAÍ, GO

2026

WBEGNE FERREIRA DE FREITAS

DIAGNÓSTICO DA ATUAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA CADEIA DE BIOINSUMOS NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Instituto Federal Goiano como exigência parcial para obtenção do título de especialista em bioinsumos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Eliana Paula Fernandes Brasil

URUTAÍ, GO

2026


**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

F866d Freitas, Wbegne Ferreira de
DIAGNÓSTICO DA ATUAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES
FEDERAIS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA
CADEIA DE BIOINSUMOS NAS MESORREGIÕES DO
ESTADO DE GOIÁS / Wbegne Ferreira de Freitas. Urutaí 2026.
49f. il.
Orientadora: Prof^ª. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil.
Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
0130426 - Especialização em Bioinsumos - Urutaí (Campus
Urutaí).
I. Título.

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO


Aos vinte e nove dias do mês de maio de dois mil e vinte e seis, às 15:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil, Pós-Doutorando Michel de Paula Andraus e Profa. Dra. Vladia Correchel, para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado **DIAGNÓSTICO DA ATUAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NA CADEIA DE BIOINSUMOS NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS**, de Wbegne Ferreira de Freitas, estudante do curso de Pós graduação Lato Sensu em Bioinsumos do IF Goiano – Campus Urutaí, sob Matrícula nº 2024101304260015. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO, do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Goiânia, 29 de maio de 2026.

Documento assinado digitalmente
 **ELIANA PAULA FERNANDES BRASIL**
Data: 29/05/2026 17:11:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil

Orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 **MICHEL DE PAULA ANDRAUS**
Data: 29/05/2026 17:15:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pós-Doutorando Michel de Paula Andraus

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **VLADIA CORRECHEL**
Data: 29/05/2026 16:30:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Vladia Correchel

Membro da Banca Examinadora

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local / /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Documento assinado digitalmente
WBEGNE FERREIRA DE FREITAS
Data: 08/06/2026 19:58:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente
ELIANA PAULA FERNANDES BRASIL
Data: 08/06/2026 19:47:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

WBEGNE FERREIRA DE FREITAS

**DIAGNÓSTICO DA ATUAÇÃO
DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS
DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA CADEIA DE
BIOINSUMOS NAS
MESORREGIÕES DO ESTADO DE
GOIÁS**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Especialização *lato sensu* em bioinsumos, Campus Urutaí do IF Goiano, como exigência parcial para a obtenção do título de Especialista.

Goiânia, GO, 29 de maio de 2026.

BANCA EXAMINADORA

.....
Prof^ª. Dr^ª. Eliana Paula Fernandes Brasil -
Coordenadora executiva da unidade Cebio
UTT UFG Nuclisolos Agroambiental

.....
Pós-Doutorando Michel de Paula Andraus -
unidade CEBIO UTT UFG Nuclisolos
Agroambiental

.....
Prof^ª. Dra. Vladia Correchel - Escola de Agronomia
- Universidade Federal de Goiás

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e perseverança ao longo desta trajetória acadêmica e profissional.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, compreensão e incentivo durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho.

À minha orientadora, professora Eliana, pela paciência, dedicação e confiança durante a condução desta pesquisa. Sua orientação foi fundamental para que este trabalho pudesse ser desenvolvido e concluído, mesmo diante das dificuldades encontradas ao longo do percurso acadêmico e profissional.

Ao colega Marcos, pelo apoio constante, disponibilidade e contribuição significativa durante esta etapa final do trabalho. Sua ajuda foi essencial em diversos momentos da construção desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Bioinsumos, pela oportunidade de formação e desenvolvimento acadêmico.

Ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), à Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE) e ao Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO), pelo apoio institucional e incentivo às ações de pesquisa, ensino e extensão relacionadas aos bioinsumos no estado de Goiás.

Também agradeço às instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste estudo e para o fortalecimento da pesquisa em bioinsumos.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal ao longo desta caminhada.



RESUMO

Este estudo teve como objetivo diagnosticar o cenário de produção, pesquisa e extensão relacionadas aos bioinsumos nas instituições federais de ensino, pesquisa e extensão nas mesorregiões do Estado de Goiás, Brasil. Para isso, realizamos um levantamento documental entre 2020 e 2025, analisando fontes institucionais e registros técnico-científicos. O diagnóstico mostrou uma rede institucional de apoio em crescimento, destacando-se a estruturação de 13 unidades vinculadas ao Programa Estadual de Bioinsumos e ao Centro de Excelência em Bioinsumos (Cebio), composta por Unidades de Referência em Bioinsumos e Unidades de Transferência de Tecnologia. Quatro instituições federais, sendo elas o Instituto Federal Goiano (IF Goiano), o Instituto Federal de Goiás (IFG), a Universidade Federal de Goiás (UFG) e a Embrapa Arroz e Feijão, já desenvolvem iniciativas voltadas à produção de bioinsumos ou à multiplicação de microrganismos voltadas ao controle biológico de insetos-praga. A formação de pessoal também se destacou com o curso de especialização em bioinsumos oferecido em nove campi do IF Goiano. Foram identificadas diferenças entre as mesorregiões quanto à infraestrutura institucional, intensidade produtiva, acesso ao crédito rural e capacidade de difusão tecnológica, sendo a mesorregião Sul Goiano a mais bem atendida. Lacunas na articulação entre as atividades de extensão e a cadeia produtiva também foram identificadas, além da necessidade de mais suporte para pequenos produtores em áreas remotas. Diante disso, o estudo recomenda reforçar as cadeias produtivas regionais por meio de políticas integradas, ampliar a infraestrutura de biofábricas nas mesorregiões menos assistidas e promover programas de extensão que conectem as instituições aos produtores.

Palavras-chave: bioinsumos; diagnóstico; instituições federais; ensino-pesquisa-extensão; Goiás.

ABSTRACT

This study aimed to diagnose the scenario of production, research, and extension activities related to bioinputs in federal teaching, research, and extension institutions located in the mesoregions of the State of Goiás, Brazil. For this purpose, a documentary survey was conducted between 2020 and 2025 through the analysis of institutional sources and technical-scientific records. The diagnosis revealed a growing institutional support network, highlighting the planned establishment of 13 units linked to the State Bioinputs Program and to the Center of Excellence in Bioinputs (Cebio), including Bioinput Reference Units and Technology Transfer Units. Four federal institutions — the Federal Goiano Institute (IF Goiano), the Federal Institute of Goiás (IFG), the Federal University of Goiás (UFG), and Embrapa Rice and Beans — were identified as actively developing initiatives related to the production of bioinputs and the multiplication of microorganisms for biological pest control. Human resource training was also highlighted through the specialization course in bioinputs offered at nine campuses of IF Goiano. Regional differences were identified regarding institutional infrastructure, agricultural production intensity, access to rural credit, and technological diffusion capacity, with the South Goiás mesoregion presenting the highest concentration of initiatives and support structures. Gaps were also observed in the articulation between extension activities and productive chains, as well as limitations in the access of small-scale farmers located in remote areas to technological innovation. Therefore, the study recommends strengthening regional productive chains through integrated public policies, expanding biofactory infrastructure in less assisted mesoregions, and promoting extension programs capable of enhancing the connection between institutions and rural producers.

Keywords: bioinputs; diagnosis; federal institutions; teaching-research-extension; Goiás.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Categorias, funções e exemplos de aplicação dos bioinsumos	12
TABELA 2 – Síntese dos dados de crescimento do mercado de bioinsumos no Brasil	14
TABELA 3 – Normas relacionadas aos bioinsumos, abrangência e contribuições para a cadeia produtiva	17
TABELA 4 – Instituições analisadas, papel na cadeia de bioinsumos e contribuições estratégicas	19
TABELA 5 – Mesorregiões goianas e observações relacionadas à infraestrutura e difusão dos bioinsumos	21
TABELA 6 – Principais iniciativas institucionais relacionadas aos bioinsumos em Goiás.....	34
TABELA 7 – Indicadores produtivos, crédito rural e agricultura familiar por mesorregião do estado de Goiás.....	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mesorregião Sul Goiano	21
FIGURA 2 – Mesorregião Norte Goiano	22
FIGURA 3 – Mesorregião Noroeste Goiano	23

LISTA DE SIGLAS

ABCBio – Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico
AGRODEFESA – Agência Goiana de Defesa Agropecuária
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEBIO – Centro de Excelência em Bioinsumos
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CVTs – Centros Vocacionais Tecnológicos
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás
FUNAPE – Fundação de Apoio à Pesquisa
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFG – Instituto Federal de Goiás
IF Goiano – Instituto Federal Goiano
IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos
MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária
NEAs – Núcleos de Agroecologia
UEG – Universidade Estadual de Goiás
UFG – Universidade Federal de Goiás
URBs – Unidades de Referência em Bioinsumos
UTT – Unidades de Transferência de Tecnologia

Sumário

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE TABELAS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	9
INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	14
GERAL	14
ESPECÍFICOS	14
REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Conceitos fundamentais, classificação e contexto de sustentabilidade	15
2.2 Bioinsumos no Brasil: expansão do mercado, controle biológico e liderança em inoculantes	17
2.3 Marco regulatório e políticas públicas para bioinsumos	19
2.4 Pesquisa, extensão e bioinsumos no Cerrado goiano	22
2.5 Diagnóstico da produção e do uso de bioinsumos em Goiás.....	24
2.6 Barreiras técnicas, extensão rural e desafios para a consolidação da cadeia.....	29
METODOLOGIA.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS.....	43

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas produtivos mais sustentáveis tem ganhado força nos últimos anos e vem mudando a forma como a agricultura é conduzida em diferentes partes do mundo. Nesse contexto, o modelo tradicional de produção, fortemente dependente de insumos químicos, passou a ser amplamente debatido em função dos impactos ambientais e da elevada dependência de insumos externos, especialmente fertilizantes e defensivos agrícolas (FAO, 2022; COSTA et al., 2024).

Nesse cenário, os bioinsumos surgem como uma alternativa relevante. De acordo com o Plano Nacional de Bioinsumos, esses produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana são utilizados na produção agropecuária com o objetivo de promover o crescimento vegetal, melhorar a fertilidade do solo e auxiliar no controle biológico de pragas e doenças (BRASIL, 2020). Entre os principais exemplos estão os inoculantes, biofertilizantes, bioestimulantes e agentes biológicos. Além de contribuírem para a redução da dependência de insumos químicos sintéticos, essas tecnologias permitem produzir com maior equilíbrio ambiental, sem renunciar à produtividade, tornando os sistemas agrícolas mais resilientes e menos dependentes de fatores externos (EMBRAPA, 2024; SILVA et al., 2023).

No Brasil, esse movimento vem sendo impulsionado tanto pelo avanço da pesquisa quanto por políticas públicas específicas. Um exemplo é o Plano Nacional de Bioinsumos, que busca ampliar o uso dessas tecnologias e fortalecer a produção nacional, reduzindo a dependência externa e incentivando sistemas produtivos mais sustentáveis (BRASIL, 2020). Além disso, instituições públicas de pesquisa, como a Embrapa, têm desempenhado papel importante no desenvolvimento e difusão dessas tecnologias no país (EMBRAPA, 2024).

O crescimento do setor demonstra que essa transição já está em andamento, especialmente em regiões com forte atividade agropecuária. Dados recentes indicam que o mercado brasileiro de bioinsumos cresceu cerca de 15% na safra 2023/2024, movimentando aproximadamente R\$ 5 bilhões no período (CROPLIFE BRASIL, 2024). A área potencial tratada com bioinsumos na safra 2024/2025 alcançou aproximadamente 156 milhões de hectares, representando crescimento de 13% em relação à safra anterior (CROPLIFE

BRASIL, 2025). Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico, mais de 70 milhões de hectares já utilizam tecnologias de controle biológico no país, demonstrando a expansão dessas práticas na agricultura brasileira (ABCBio, 2023).

O Brasil também se destaca internacionalmente pela ampla utilização de inoculantes e pela adoção de tecnologias relacionadas à fixação biológica de nitrogênio, especialmente na cultura da soja. Essas tecnologias contribuem para a redução da dependência de fertilizantes nitrogenados importados, além de promover maior sustentabilidade aos sistemas produtivos (SAMBUICHI et al., 2024; EMBRAPA, 2024). Os bioinsumos deixaram de representar apenas uma tendência e passaram a ocupar posição estratégica na agricultura brasileira.

No estado de Goiás, esse tema ganha ainda mais importância (FREITAS, 2024). O estado está inserido no Cerrado, um dos principais polos agrícolas do país, e enfrenta o desafio constante de equilibrar produtividade e sustentabilidade. Tal situação faz com que as instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão tenham papel decisivo, seja na geração de conhecimento, seja na difusão de tecnologias. A implantação de biofábricas e programas de capacitação reforça esse movimento.

Mesmo com esses avanços, ainda existem desafios importantes. A distribuição da infraestrutura direcionada aos bioinsumos não ocorre de forma uniforme entre as mesorregiões goianas, concentrando-se principalmente em áreas com maior intensidade produtiva e maior disponibilidade de investimentos. Regiões menos estruturadas, especialmente aquelas com predominância da agricultura familiar, ainda apresentam limitações no acesso à tecnologia, assistência técnica especializada e capacitação. Nota-se que a integração entre ensino, pesquisa e extensão nem sempre se traduz em aplicação prática no campo, dificultando a difusão dessas tecnologias entre pequenos produtores. Em muitos casos, fatores como distância dos centros de pesquisa, baixa cobertura de assistência técnica rural e restrições de acesso ao crédito acabam reduzindo a capacidade de adoção de práticas mais sustentáveis (IBGE, 2019; LORENZONI et al., 2024; LIMA et al., 2025).

Diante disso, surge a seguinte questão: como está estruturada a atuação das instituições federais na promoção dos bioinsumos nas mesorregiões de Goiás e quais são as principais lacunas desse processo?

Este estudo se justifica justamente por buscar responder a essa questão. Do ponto de vista científico, a pesquisa contribui para ampliar as discussões sobre a atuação das instituições públicas na difusão de tecnologias sustentáveis e no fortalecimento da cadeia de bioinsumos no Cerrado brasileiro. Em nível institucional, o trabalho possibilita identificar lacunas, potencialidades e desigualdades regionais na atuação das instituições federais de ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para o planejamento de ações mais integradas e estratégicas.

Sob a perspectiva social, o tema dialoga diretamente com a necessidade de ampliar o acesso à inovação no campo, especialmente entre pequenos produtores e agricultores familiares, que frequentemente enfrentam limitações relacionadas à assistência técnica, infraestrutura e acesso ao crédito. Já no aspecto econômico, o fortalecimento da cadeia de bioinsumos pode contribuir para a redução da dependência de insumos importados, diminuição de custos produtivos e maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Dessa forma, o estudo busca contribuir não apenas para o avanço acadêmico da temática, mas também para o desenvolvimento regional e para a consolidação de práticas agrícolas mais sustentáveis.

OBJETIVOS

GERAL

Diagnosticar a atuação das instituições federais de ensino, pesquisa e extensão na cadeia de bioinsumos nas mesorregiões do estado de Goiás.

ESPECÍFICOS

- Identificar as instituições federais atuantes na cadeia de bioinsumos no estado;
- Analisar a distribuição regional das iniciativas relacionadas à produção, pesquisa e extensão
- Identificar lacunas e desigualdades na integração entre as instituições e a cadeia produtiva;
- Avaliar os principais desafios relacionados à difusão de tecnologias e ao acesso dos produtores aos bioinsumos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico foi estruturado para fundamentar o diagnóstico da atuação das instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão na cadeia de bioinsumos em Goiás. A discussão parte dos conceitos fundamentais e da inserção dos bioinsumos no contexto contemporâneo de sustentabilidade agrícola, avança para o marco regulatório nacional e estadual e, posteriormente, examina a pesquisa, a extensão, a produção e o uso dessas tecnologias no Cerrado goiano. Esse percurso é necessário porque os bioinsumos não constituem apenas uma categoria de produtos agrícolas, mas integram uma agenda mais ampla de inovação, redução da dependência de insumos sintéticos, valorização da biodiversidade e transição para sistemas produtivos de menor impacto ambiental.

2.1 Conceitos fundamentais, classificação e contexto de sustentabilidade

No Brasil, a definição jurídica de bioinsumo foi consolidada de forma mais abrangente pela Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024, que dispõe sobre produção, importação, exportação, registro, comercialização, uso, inspeção, fiscalização, pesquisa, experimentação, embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento, destinação de resíduos e incentivos à produção de bioinsumos para uso agrícola, pecuário, aquícola e florestal. No contexto brasileiro, a legislação define os bioinsumos como produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana destinados ao uso na produção, proteção, armazenamento e beneficiamento de produtos agropecuários, aquícolas e florestais, incluindo soluções oriundas de processos biotecnológicos aplicáveis aos sistemas produtivos (BRASIL, 2024).

Do ponto de vista técnico, os bioinsumos podem ser classificados em diferentes grupos, entre os quais se destacam os inoculantes, os biofertilizantes, os biodefensivos ou biopesticidas e os bioestimulantes. Os inoculantes são produtos que contêm microrganismos benéficos capazes de favorecer processos biológicos essenciais, como a fixação biológica de nitrogênio e a solubilização de nutrientes. Os biofertilizantes contribuem para a fertilidade do solo e para a ciclagem de nutrientes, enquanto os bioestimulantes atuam sobre processos

fisiológicos das plantas, estimulando crescimento, tolerância a estresses e eficiência no uso de nutrientes. Já os bio defensivos são utilizados no manejo de pragas e doenças por meio da ação de fungos, bactérias, vírus, parasitoides, predadores e outros organismos ou substâncias de origem biológica. Essa classificação evidencia a diversidade funcional dos bioinsumos e sua aplicação em diferentes etapas do manejo agrícola (XAVIER, 2024).

A adoção de bioinsumos está vinculada à busca por modelos produtivos mais sustentáveis, especialmente em um contexto de questionamento da dependência de insumos químicos sintéticos e de vulnerabilidade das cadeias globais de fertilizantes e defensivos. O Programa Nacional de Bioinsumos, instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, estabeleceu como diretrizes a promoção de alternativas economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis para a produção agrícola e pecuária, a valorização da biodiversidade brasileira, o incentivo a experiências locais e regionais e a integração entre ensino, pesquisa, extensão e produção (BRASIL, 2020). Segundo Faria (2024), esse programa representa importante mudança de paradigma na política agrícola brasileira ao posicionar os bioinsumos como instrumentos estratégicos para sustentabilidade, competitividade e fortalecimento da bioeconomia no agronegócio nacional.

Além da dimensão agroecológica, os bioinsumos também se inserem na agenda da agricultura de baixo carbono. Tecnologias como inoculantes para fixação biológica de nitrogênio, microrganismos promotores de crescimento, biofertilizantes e agentes de controle biológico podem reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados sintéticos e defensivos químicos, contribuindo para diminuir emissões associadas à produção, transporte e aplicação desses insumos (FAO, 2024). A Embrapa destaca que a fixação biológica de nitrogênio é um dos exemplos mais relevantes de uso de microrganismos benéficos no Brasil, especialmente na cultura da soja, possibilitando expressiva economia na substituição da adubação nitrogenada mineral (EMBRAPA, 2024a). Os bioinsumos devem ser compreendidos como instrumentos técnicos e estratégicos para conciliar produtividade, sustentabilidade e soberania tecnológica.

Tabela 1 – Categorias, funções e exemplos de aplicação dos Bioinsumos

Categoria de bioinsumo	Função principal	Exemplos de aplicação nos sistemas produtivos
Inoculantes	Inserção de microrganismos benéficos no sistema produtivo	Fixação biológica de nitrogênio, promoção de crescimento vegetal e solubilização de nutrientes
Biofertilizantes	Melhoria da fertilidade e da atividade biológica do solo	Ciclagem de nutrientes, estímulo à microbiota e melhoria de atributos químicos e biológicos do solo
Biodefensivos ou biopesticidas	Manejo biológico de pragas e doenças	Fungos entomopatogênicos, bactérias antagonistas, vírus, parasitoides e predadores
Bioestimulantes	Estímulo a processos fisiológicos vegetais	Crescimento radicular, tolerância a estresses e maior eficiência nutricional

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

2.2 Bioinsumos no Brasil: expansão do mercado, controle biológico e liderança em inoculantes

O Brasil reúne condições particularmente favoráveis ao desenvolvimento de bioinsumos em razão de sua biodiversidade, da diversidade de biomas, da escala de produção agrícola e da presença de uma rede pública de pesquisa agropecuária consolidada. A expansão do setor também decorre da pressão por redução de custos, da necessidade de enfrentar a resistência de pragas e patógenos a moléculas químicas e da busca por alternativas de menor impacto ambiental (AGROADVANCE, 2024). Hoje o que se observa é que os bioinsumos deixaram de ocupar posição marginal e passaram a integrar estratégias de manejo em culturas de grande relevância econômica, como soja, milho, algodão, feijão, hortaliças e fruticultura.

Dados recentes indicam crescimento acelerado da adoção dessas tecnologias no país. A CropLife Brasil informou que a utilização de bioinsumos cresceu 13% na safra 2024/2025, com crescimento médio anual de 22% nos três anos anteriores. A mesma fonte estimou área potencial tratada de 156 milhões de hectares na safra 2024/2025, considerando aplicações de biofungicidas, bioinseticidas, bionematicidas, bioinoculantes e solubilizadores de nutrientes. A taxa média de adoção por área passou de 23% para 26% entre as duas últimas

safras, tendo como referência uma área plantada de 77 milhões de hectares (CROPLIFE BRASIL, 2025). Embora esses dados sejam provenientes de entidade setorial, eles ajudam a dimensionar a velocidade de expansão do mercado e a crescente presença dos bioinsumos nos sistemas produtivos brasileiros.

A expansão do controle biológico também é expressiva. Segundo a Embrapa (2024b), o mercado brasileiro de pesticidas biológicos apresentou taxa anual composta de crescimento de 45% nos cinco anos anteriores a 2024, enquanto o mercado de agrotóxicos cresceu 6% no mesmo recorte. A área tratada com controle biológico no Brasil alcançou 70 milhões de hectares em 2022, e, no caso da soja, a área tratada com biopesticidas passou de 12 milhões de hectares em 2020 para 20 milhões de hectares em 2023. Esses números indicam que os bioinsumos já desempenham papel relevante no manejo fitossanitário, não apenas em sistemas orgânicos ou agroecológicos, mas também na agricultura convencional de larga escala.

A liderança brasileira no uso de inoculantes é outro aspecto central. A fixação biológica de nitrogênio na soja é reconhecida como uma das tecnologias biológicas de maior impacto econômico e ambiental na agricultura nacional. A Embrapa estima que, na safra 2012/2013, a substituição da adubação nitrogenada mineral pela inoculação em soja representaria economia aproximada de R\$ 898,00 por hectare; considerando 27,7 milhões de hectares cultivados, a economia anual estimada seria de R\$ 24,9 bilhões (EMBRAPA, 2024a). Esse caso demonstra que os bioinsumos não devem ser analisados apenas como produtos alternativos, mas como tecnologias capazes de reorganizar custos, reduzir dependência externa e aumentar a eficiência dos sistemas agrícolas.

Tabela 2 – Síntese dos dados de crescimento apresentados

Indicador	Dado confirmado	Fonte
Crescimento da utilização de bioinsumos na safra 2024/2025	13%	CropLife Brasil (2025)
Crescimento médio anual do setor nos três anos anteriores	22%	CropLife Brasil (2025)
Área potencial tratada com bioinsumos na safra 2024/2025	156 milhões de hectares	CropLife Brasil (2025)
Área tratada com controle biológico no Brasil em 2022	70 milhões de hectares	Embrapa (2024b)
Crescimento anual composto dos pesticidas biológicos nos cinco anos anteriores a 2024	45%	Embrapa (2024b)
Economia estimada com inoculação da soja na safra 2012/2013	R\$ 24,9 bilhões	Embrapa (2024a)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Apesar desse avanço, a literatura técnica aponta desafios importantes. Sambuichi, Policarpo e Alves (2024), em estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, destacam que a produção de bioinsumos no Brasil enfrenta obstáculos regulatórios, tecnológicos e territoriais. Entre eles estão a necessidade de aperfeiçoar normas para produção, qualidade e uso, a concentração regional das unidades produtoras e a desigualdade de acesso em regiões menos estruturadas. Portanto, a expansão do setor exige não apenas inovação científica, mas também políticas públicas que assegurem qualidade, rastreabilidade, assistência técnica e distribuição territorial mais equilibrada.

2.3 Marco regulatório e políticas públicas para bioinsumos

O fortalecimento do setor de bioinsumos no Brasil está diretamente associado à implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade, à soberania agrícola e à redução da dependência de insumos importados. A elevada dependência brasileira de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos tornou-se um dos principais desafios estratégicos do agronegócio nacional, especialmente diante das oscilações do mercado internacional e de crises geopolíticas que impactam diretamente os custos de produção e o abastecimento agrícola. Nesse contexto, os bioinsumos passaram a ocupar posição relevante

nas discussões relacionadas à segurança produtiva, à redução da dependência externa e ao fortalecimento da autonomia tecnológica do país (BRASIL, 2020; COSTA et al., 2024).

A institucionalização dessa agenda ganhou maior relevância com a criação do Programa Nacional de Bioinsumos, instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. O programa estabelece diretrizes voltadas à ampliação da produção, acesso e utilização de bioinsumos no país, incentivando alternativas economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis para os sistemas produtivos agropecuários. Entre seus principais objetivos destacam-se a valorização da biodiversidade brasileira, o fortalecimento da produção nacional de tecnologias biológicas, o estímulo à inovação e a integração entre ensino, pesquisa, extensão e setor produtivo (BRASIL, 2020). Segundo Faria (2024), o Programa Nacional de Bioinsumos representa uma importante mudança de paradigma na política agrícola brasileira ao posicionar os bioinsumos como instrumentos estratégicos para sustentabilidade, competitividade e fortalecimento da bioeconomia no agronegócio nacional.

Além do programa nacional, o marco regulatório brasileiro foi ampliado pela Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024, que passou a disciplinar de forma mais abrangente a produção, importação, exportação, registro, comercialização, uso, fiscalização, pesquisa, transporte e destinação de resíduos ligados aos bioinsumos (BRASIL, 2024). A legislação possui relevância especial diante da expansão da produção on farm, buscando estabelecer parâmetros relacionados à qualidade, segurança sanitária, rastreabilidade e utilização dessas tecnologias no meio rural.

No âmbito estadual, Goiás destaca-se pelo pioneirismo na formulação de políticas públicas voltadas ao setor. A Lei Estadual nº 21.005/2021 instituiu o Programa Estadual de Bioinsumos com o objetivo de incentivar práticas agrícolas sustentáveis, fortalecer cadeias produtivas regionais e ampliar o acesso às tecnologias biológicas no estado (GOIÁS, 2021). Posteriormente, a Lei nº 23.600/2025 promoveu atualizações relacionadas à regulamentação da produção, comercialização e utilização de bioinsumos, incorporando definições associadas à sustentabilidade, agricultura orgânica e produção aquícola e pecuária (GOIÁS, 2025a). De acordo com Faria (2024), Goiás foi o primeiro estado brasileiro a instituir um

programa estadual específico para bioinsumos, posicionando-se de forma pioneira nas discussões relacionadas à ampliação da utilização de tecnologias biológicas na agricultura.

Nesse cenário, o Estado desempenha papel fundamental tanto na formulação de políticas públicas quanto no financiamento de pesquisas, capacitação técnica e estruturação de redes de produção e difusão tecnológica. A atuação de instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão torna-se estratégica para viabilizar a expansão do setor e reduzir desigualdades regionais no acesso aos bioinsumos. Além das iniciativas federais, programas estaduais de incentivo vêm contribuindo para a consolidação da cadeia de bioinsumos, especialmente por meio da implantação de biofábricas, apoio à pesquisa aplicada e fortalecimento de parcerias institucionais voltadas à agricultura sustentável (BRASIL, 2020; GOIÁS, 2024). Faria (2024) destaca ainda que a efetividade dessas políticas depende da integração entre pesquisa, extensão rural, regulação e difusão tecnológica junto aos produtores.

A Agência Goiana de Defesa Agropecuária (Agrodefesa) também possui papel estratégico nesse processo, especialmente no que se refere à fiscalização, regulamentação e monitoramento da produção e utilização de bioinsumos no estado. Segundo a instituição, o acompanhamento técnico e sanitário da produção em biofábricas e unidades produtoras torna-se essencial para garantir qualidade, rastreabilidade e segurança no uso dessas tecnologias (AGRODEFESA, 2025). Esse aspecto ganha maior relevância diante da expansão das biofábricas institucionais e da crescente adoção da produção on farm em Goiás.

Tabela 3 – Normas, sua abrangência e suas contribuições para a cadeia de bioinsumos.

Norma ou política	Abrangência	Contribuição para a cadeia de bioinsumos
Decreto nº 10.375/2020	Nacional	Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e define diretrizes de integração entre ensino, pesquisa, extensão e produção
Lei nº 15.070/2024	Nacional	Estabelece o marco regulatório dos bioinsumos e disciplina produção, registro, comercialização, uso, fiscalização e pesquisa
Lei Estadual nº 21.005/2021	Goiás	Institui o Programa Estadual de Bioinsumos
Lei Estadual nº 23.600/2025	Goiás	Atualiza o programa estadual e incorpora definições alinhadas ao marco federal
Atuação da Agrodefesa	Goiás	Fiscalização do comércio, transporte, uso e produção em unidades próprias, com foco em legalidade e qualidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

2.4 Pesquisa, extensão e bioinsumos no Cerrado goiano

O Cerrado ocupa posição estratégica na agricultura brasileira e apresenta elevada relevância para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos bioinsumos. A intensificação produtiva nesse bioma exige soluções capazes de conciliar produtividade, eficiência agrônoma e sustentabilidade ambiental. Tal situação se mostra oportuna, visto que com os bioinsumos é possível explorar interações biológicas adaptadas às condições edafoclimáticas regionais, incluindo microrganismos do solo, agentes de controle biológico e tecnologias associadas ao manejo sustentável da microbiota (SILVA, 2024).

A atuação de instituições públicas é decisiva nesse processo. Universidades, institutos federais, centros de pesquisa e fundações de amparo à pesquisa exercem funções complementares na formação de recursos humanos, na validação agrônoma, na organização de coleções biológicas, na implantação de biofábricas e na transferência de tecnologia. Em Goiás, destacam-se o Instituto Federal Goiano, o Instituto Federal de Goiás, a Universidade

Federal de Goiás, a Universidade Estadual de Goiás, a Embrapa e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás. A presença dessas instituições permite articular ensino, pesquisa e extensão, condição essencial para transformar resultados científicos em soluções efetivamente utilizadas pelos produtores (LORENZONI et al., 2024).

Um dos principais marcos recentes dessa agenda no estado é o Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO). A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás informou investimento superior a R\$ 20 milhões para estruturação física, científica e institucional do centro, com foco em pesquisa aplicada, formação de redes de pesquisa, implantação de biofábricas e interiorização de tecnologias limpas (FAPEG, 2025). Segundo Faria (2024), iniciativas institucionais relacionadas às biofábricas e aos centros de pesquisa vêm contribuindo para consolidar Goiás como referência nacional no desenvolvimento de bioinsumos adaptados às condições do Cerrado.

Além da função produtiva, as biofábricas desempenham papel essencial na formação de recursos humanos e no desenvolvimento de pesquisas aplicadas. A presença dessas estruturas em instituições públicas fortalece o tripé ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a difusão tecnológica e para a capacitação de produtores e profissionais do setor (EMBRAPA, 2024; COSTA et al., 2024).

Faz-se importante também destacar as biofábricas on farm, estruturas instaladas dentro das propriedades rurais e voltadas à produção de microrganismos para uso interno nas lavouras. Esse modelo vem ganhando espaço devido à possibilidade de redução de custos com aquisição e transporte de insumos, além da maior flexibilidade no manejo e aplicação dos produtos biológicos. A descentralização da produção contribui para diminuir a dependência de fornecedores externos e favorecer a adaptação das tecnologias às condições locais de cultivo (EMBRAPA, 2024; SAMBUICHI et al., 2024). Faria (2024) ressalta ainda que a produção on farm vem se consolidando como importante alternativa para fortalecimento da autonomia produtiva e expansão do uso de tecnologias biológicas no meio rural brasileiro.

Estudos indicam que a proximidade entre centros produtores de bioinsumos e áreas agrícolas favorece a adoção dessas tecnologias, especialmente por pequenos e médios produtores, além de contribuir para maior eficiência econômica e operacional nos sistemas produtivos (COSTA et al., 2024; SAMBUICHI et al., 2024).

Nesse sentido, a consolidação dessas estruturas torna-se fundamental para ampliar a capilaridade da inovação agrícola e reduzir desigualdades regionais no acesso aos bioinsumos (IBGE, 2019; LORENZONI et al., 2024).

Tabela 4 – instituição, seu papel principal na cadeia e suas contribuições estratégicas.

Instituição ou rede	Papel na cadeia de bioinsumos em Goiás	Contribuição estratégica
IF Goiano	Ensino, pesquisa, extensão e governança de iniciativas vinculadas ao CEBIO	Formação de especialistas, instalação de biofábricas e validação aplicada
UFG	Pesquisa científica e formação	Desenvolvimento de estudos em microbiologia, manejo sustentável e agricultura tropical
UEG	Parcerias institucionais e pesquisa aplicada	Interiorização da ciência e apoio a ações integradas no estado
Embrapa	Pesquisa agropecuária e transferência de tecnologia	Desenvolvimento e difusão de tecnologias em inoculantes, controle biológico e manejo sustentável
FAPEG	Fomento científico e tecnológico	Financiamento de redes de pesquisa, infraestrutura e inovação aplicada
CEBIO	Articulação interinstitucional	Integração entre pesquisa, biofábricas, validação tecnológica e qualificação profissional

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

2.5 Diagnóstico da produção e do uso de bioinsumos em Goiás

O diagnóstico da produção e do uso de bioinsumos em Goiás deve considerar a coexistência de diferentes modelos tecnológicos, incluindo produtos comerciais registrados, unidades institucionais de pesquisa, biofábricas vinculadas a instituições públicas e iniciativas de produção on farm. A expansão dessas tecnologias acompanha a relevância do

estado na produção agrícola nacional e a crescente demanda por sistemas produtivos mais sustentáveis (SAMBUICHI et al., 2024; FARIA, 2024).

Segundo levantamento divulgado pelo Governo de Goiás, na safra 2020/2021, 16% da área cultivada de soja, 42% da área de feijão e 96% da área de algodão na região de Goiás e Distrito Federal receberam algum tipo de biodefensivo (GOIÁS, 2022). Esses dados indicam que a adoção dos bioinsumos ocorre de forma diferenciada entre culturas, sendo mais intensa em cadeias produtivas com elevada demanda por manejo fitossanitário sustentável.

A política estadual também estimulou a estruturação de biofábricas ligadas a instituições públicas de ensino e pesquisa. O Governo de Goiás divulgou a previsão de implantação de 13 biofábricas vinculadas a instituições públicas, reforçando a estratégia de interiorização da produção e ampliação da infraestrutura estadual de bioinsumos (GOIÁS, 2024). Essas estruturas possuem importância estratégica por funcionarem como espaços de ensino prático, pesquisa aplicada, validação agronômica e extensão rural.

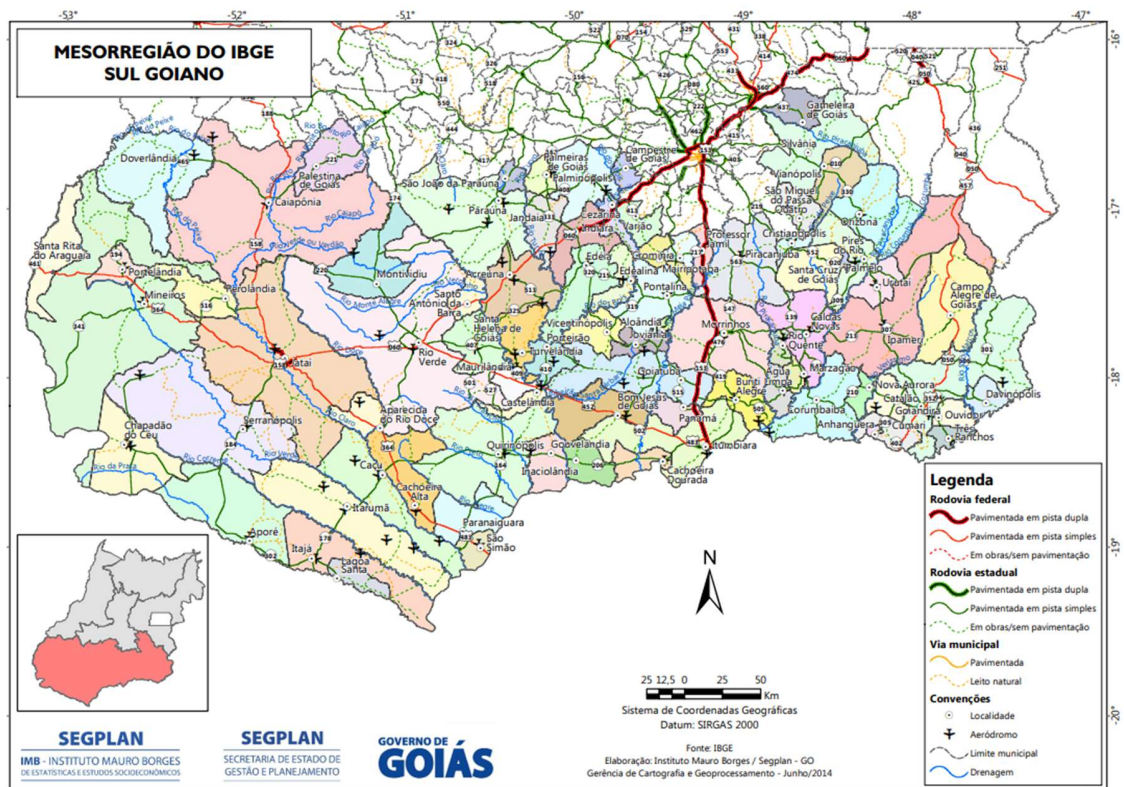
A análise territorial deve considerar a divisão oficial do estado em cinco mesorregiões: Centro Goiano, Leste Goiano, Norte Goiano, Noroeste Goiano e Sul Goiano (IMB, 2024). Nesse contexto, a mesorregião Sul Goiano concentra importante parcela da infraestrutura relacionada aos bioinsumos, incluindo instituições de ensino, pesquisa, biofábricas e ações de extensão rural. Municípios como Rio Verde, Jataí e Mineiros destacam-se pela elevada intensidade produtiva e forte presença do agronegócio (IBGE, 2022; GOIÁS, 2023).

Tabela 5 – mesorregiões e observações iniciais.

Mesorregião oficial de Goiás	Observação para o diagnóstico de bioinsumos
Centro Goiano	Abrange áreas com forte presença institucional, serviços e articulação logística
Leste Goiano	Inclui municípios do entorno do Distrito Federal e áreas com demandas específicas de assistência técnica
Noroeste Goiano	Podem apresentar maior distância de centros de pesquisa e menor densidade de estruturas especializadas
Norte Goiano	Exige atenção quanto à interiorização de capacitação, extensão rural e acesso a tecnologias
Sul Goiano	Concentra importantes polos agrícolas, como a região de Rio Verde, Jataí e Mineiros, com elevada demanda por inovação

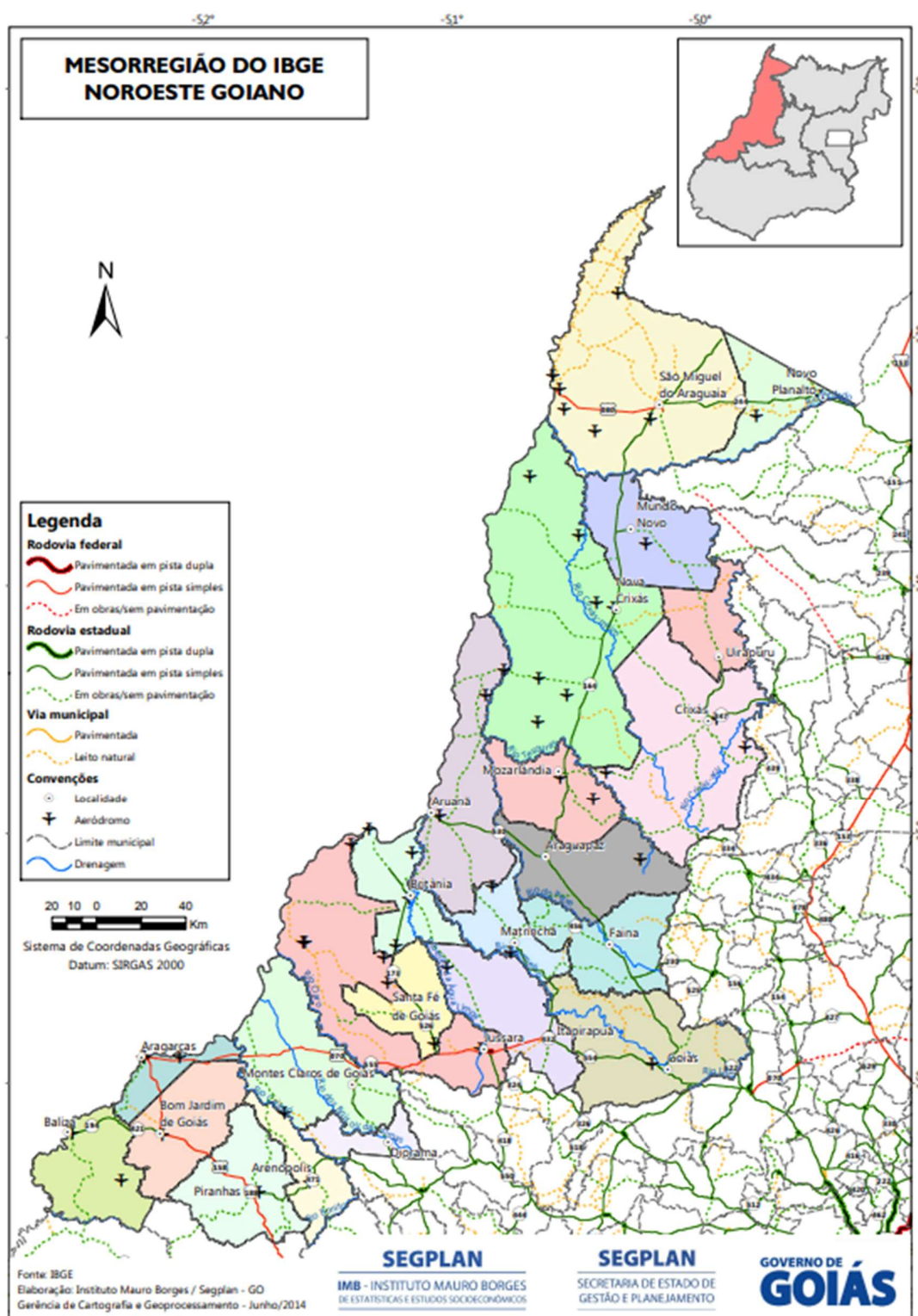
Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).

Figura 1 – Mesorregião Sul Goiano.



Fonte: IBGE (2017), adaptado pelo autor.

Figura 3 – Mesorregião Noroeste Goiano.



Fonte: IBGE (2017), adaptado pelo autor.

A Figura 3 apresenta a mesorregião Noroeste Goiano, região que também apresenta limitações relacionadas ao acesso à assistência técnica especializada e à presença de estruturas institucionais voltadas aos bioinsumos.

Mesmo com os avanços observados, ainda existem desafios importantes relacionados à distribuição territorial da infraestrutura e das ações voltadas aos bioinsumos em Goiás. A concentração de investimentos, instituições de pesquisa e iniciativas de extensão em regiões economicamente mais estruturadas acaba ampliando desigualdades no acesso à inovação tecnológica. Regiões menos assistidas, especialmente aquelas com maior presença da agricultura familiar, ainda apresentam limitações relacionadas à assistência técnica especializada, capacitação profissional e acesso contínuo às tecnologias biológicas. Além disso, a integração entre ensino, pesquisa e extensão nem sempre se traduz em aplicação prática no campo, dificultando a difusão dessas tecnologias entre pequenos produtores. Em muitos casos, fatores como distância dos centros de pesquisa, baixa cobertura de assistência técnica rural e restrições de acesso ao crédito acabam reduzindo a capacidade de adoção de práticas mais sustentáveis (IBGE, 2019; LORENZONI et al., 2024; LIMA et al., 2025).

2.6 Barreiras técnicas, extensão rural e desafios para a consolidação da cadeia

Apesar do avanço científico, institucional e mercadológico observado nos últimos anos, a consolidação da cadeia de bioinsumos em Goiás ainda enfrenta importantes barreiras técnicas, econômicas, estruturais e culturais. A expansão dessas tecnologias não depende apenas da disponibilidade de produtos biológicos ou da existência de centros de pesquisa, mas também da capacidade de difusão, adaptação e incorporação dessas soluções pelos produtores rurais em diferentes contextos produtivos (SAMBUICHI et al., 2024; LORENZONI et al., 2024; BORTOLOTTI; SAMPAIO, 2021).

Entre os principais desafios identificados estão as limitações relacionadas à assistência técnica especializada, à capacitação profissional e à transferência efetiva de tecnologia para o campo. Embora instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão desenvolvam iniciativas importantes voltadas aos bioinsumos, a integração entre essas

atividades nem sempre resulta em aplicação prática contínua junto aos produtores. Segundo Lorenzoni et al. (2024), a efetividade da transferência tecnológica em bioinsumos depende da articulação entre pesquisa, validação prática, extensão rural e acompanhamento técnico contínuo, especialmente em regiões mais afastadas dos centros de inovação.

A desigualdade regional também representa fator relevante nesse processo. Mesorregiões com menor concentração de infraestrutura institucional e menor presença de assistência técnica tendem a apresentar maiores dificuldades de acesso à informação, capacitação e tecnologias voltadas à agricultura sustentável. Nessas regiões, pequenos produtores e agricultores familiares frequentemente enfrentam limitações relacionadas ao crédito rural, à aquisição de insumos e à adoção de práticas inovadoras. Estudos realizados com agricultores familiares demonstram que a ausência de acompanhamento técnico contínuo e a dificuldade de acesso à informação ainda representam importantes barreiras para maior utilização dos bioinsumos (LIMA et al., 2025).

Outro desafio relevante está relacionado à resistência cultural e à percepção de risco associada ao uso dessas tecnologias. Em muitos casos, produtores rurais ainda demonstram maior confiança em modelos convencionais de manejo baseados em insumos químicos sintéticos, especialmente devido à rapidez de resposta observada em determinados produtos químicos. A adoção de bioinsumos frequentemente exige mudanças relacionadas ao manejo agrícola, monitoramento das lavouras, planejamento preventivo e compreensão das interações biológicas envolvidas nos sistemas produtivos. Dessa forma, a ausência de capacitação técnica adequada pode comprometer a eficiência da utilização dessas tecnologias e dificultar sua consolidação no campo (BORTOLOTTI; SAMPAIO, 2021).

Além dos desafios técnicos e culturais, questões regulatórias e operacionais também merecem destaque, principalmente diante da expansão da produção on farm. Embora esse modelo apresente vantagens relacionadas à redução de custos e maior autonomia produtiva, sua ampliação exige atenção quanto à qualidade microbiológica, rastreabilidade, padronização e segurança sanitária dos produtos utilizados nas propriedades rurais. Segundo Faria (2024), o fortalecimento da cadeia de bioinsumos no Brasil depende da construção de mecanismos regulatórios capazes de equilibrar estímulo à inovação, segurança técnica e ampliação do acesso às tecnologias biológicas.

Dados esses pontos, a atuação integrada entre políticas públicas, instituições de ensino e pesquisa, assistência técnica e setor produtivo torna-se fundamental para consolidar os bioinsumos como estratégia efetiva de desenvolvimento agrícola sustentável. A ampliação da infraestrutura de pesquisa, o fortalecimento da extensão rural, a formação de recursos humanos especializados e a criação de indicadores de monitoramento aparecem como elementos essenciais para reduzir desigualdades regionais e ampliar a democratização do acesso à inovação no meio rural (LORENZONI et al., 2024; FARIA, 2024; IBGE, 2019).

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo. A pesquisa teve como objetivo analisar a atuação das instituições federais de ensino, pesquisa e extensão na cadeia de bioinsumos nas mesorregiões do estado de Goiás.

A população da pesquisa foi composta por instituições federais de ensino, pesquisa e extensão com atuação no estado de Goiás, sendo consideradas aquelas que apresentam iniciativas relacionadas ao desenvolvimento, produção, difusão ou capacitação em bioinsumos. Entre as instituições analisadas destacam-se o Instituto Federal Goiano (IF Goiano), o Instituto Federal de Goiás (IFG), a Universidade Federal de Goiás (UFG) e unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com atuação no estado. Instituições estaduais, como a Universidade Estadual de Goiás (UEG), foram consideradas apenas no contexto de parcerias institucionais relacionadas às iniciativas em bioinsumos. A seleção das instituições ocorreu de forma intencional, com base na identificação de atividades vinculadas à temática, por meio de fontes institucionais oficiais.

Os dados foram obtidos por meio de levantamento documental, utilizando como principais fontes: sites institucionais das instituições analisadas; relatórios técnicos e administrativos; publicações técnico-científicas; e documentos oficiais relacionados a políticas públicas, como o Plano Nacional de Bioinsumos e programas estaduais. Adicionalmente, foram consideradas informações provenientes de visitas técnicas a campo que possuem infraestrutura voltada à produção de bioinsumos, quando disponíveis.

Para a análise dos dados, foram definidos critérios qualitativos, com o objetivo de permitir a comparação entre as instituições e entre as mesorregiões do estado. Os principais critérios considerados foram: presença de biofábricas ou unidades de produção de bioinsumos; desenvolvimento de atividades de ensino, como cursos de capacitação e especialização; atuação em pesquisa científica relacionada à temática; e realização de ações de extensão voltadas à difusão de tecnologias junto aos produtores rurais.

Os dados coletados foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, sendo posteriormente analisados por meio de técnicas de análise descritiva e comparativa. A comparação entre as mesorregiões foi realizada com base na distribuição das instituições, da infraestrutura disponível e das atividades desenvolvidas, bem como em indicadores produtivos e socioeconômicos obtidos em bases oficiais, incluindo área cultivada, valor da produção agrícola, acesso ao crédito rural e participação da agricultura familiar. A integração dessas informações permitiu identificar padrões territoriais, assimetrias regionais e lacunas na atuação institucional, além de compreender como fatores produtivos, econômicos e tecnológicos influenciam a distribuição das iniciativas relacionadas aos bioinsumos no estado de Goiás.

O recorte temporal da pesquisa compreendeu o período entre 2020 e 2025. A escolha desse intervalo se justifica pela implementação do Plano Nacional de Bioinsumos em 2020 e pela intensificação recente das políticas públicas, investimentos institucionais e iniciativas relacionadas aos bioinsumos no Brasil. Em complemento, o período selecionado concentra a maior parte das ações, projetos e informações institucionais disponíveis sobre a temática no estado de Goiás, permitindo uma análise mais atualizada da atuação das instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão.

Como limitações do estudo, destacam-se a dependência de dados institucionais, que podem apresentar variações quanto ao nível de detalhamento e atualização, bem como a ausência de padronização das informações entre as diferentes instituições analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento identificou quatro instituições federais de ensino, pesquisa e extensão com atuação direta em bioinsumos no estado de Goiás: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Instituto Federal de Goiás (IFG), Universidade Federal de Goiás (UFG) e unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Além dessas instituições, observou-se a participação da Universidade Estadual de Goiás (UEG) em ações de cooperação e parcerias institucionais relacionadas aos bioinsumos. As iniciativas identificadas envolvem atividades de ensino, pesquisa, extensão, capacitação profissional e desenvolvimento de tecnologias voltadas à produção e utilização de bioinsumos.

Os dados coletados revelam que a cadeia de bioinsumos em Goiás vem passando por um processo de consolidação institucional, impulsionado principalmente pela atuação conjunta das instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão. Entre as instituições analisadas, o Instituto Federal Goiano se destaca pela estrutura voltada à formação de profissionais e pelo desenvolvimento de ações práticas relacionadas aos bioinsumos. A instituição conta com curso de especialização na área ofertado em nove campi, além da atuação integrada ao Centro de Excelência em Bioinsumos do Estado de Goiás (CEBIO), iniciativa apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e voltada ao fortalecimento da pesquisa, inovação e difusão tecnológica em bioinsumos.

O Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO) possui uma estrutura organizada em três Unidades de Referência em Bioinsumos (URBs), localizadas nos campi Rio Verde, Urutaí e Morrinhos do IF Goiano, além de dez Unidades de Transferência de Tecnologia (UTTs) distribuídas em diferentes regiões do estado, incluindo Cristalina, Ceres, Hidrolândia, Posse, Campos Belos, Ipameri, Iporá, Goiânia e Anápolis. Embora frequentemente associadas ao conjunto das 13 estruturas previstas pelo Programa Estadual de Bioinsumos, as UTTs possuem função prioritariamente voltada à transferência de tecnologia, capacitação e extensão rural, enquanto as URBs concentram atividades de pesquisa aplicada, multiplicação de microrganismos e validação tecnológica. Entre as estruturas com atuação já documentada destacam-se as unidades de Urutaí, Rio Verde e Morrinhos, além da atuação da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás,

ampliando a capilaridade das ações de pesquisa, extensão e capacitação profissional relacionadas aos bioinsumos. Esse cenário reforça o papel das instituições públicas na consolidação da cadeia de bioinsumos e na difusão de tecnologias sustentáveis, conforme discutido por Costa et al. (2024).

Também foram identificadas iniciativas de extensão e capacitação desenvolvidas pelo Instituto Federal de Goiás (IFG), com destaque para o Projeto Cerrado, voltado à promoção de cursos relacionados a bioinsumos e recuperação de áreas degradadas (IFG, 2024). Além disso, observou-se a atuação conjunta de instituições como IF Goiano, UFG e UEG em ações ligadas ao Centro de Excelência em Bioinsumos, fortalecendo atividades de pesquisa aplicada, capacitação técnica e transferência de tecnologia no estado (CEBIO, 2024).

Além das iniciativas conduzidas pelo IF Goiano, observou-se a participação de outras instituições de ensino e pesquisa no fortalecimento do ecossistema de bioinsumos em Goiás, com atuação em pesquisa aplicada, capacitação profissional, transferência tecnológica e implantação de estruturas vinculadas ao Programa Estadual de Bioinsumos.

Tabela 6 – Principais iniciativas institucionais relacionadas aos bioinsumos em Goiás.

Instituição	Principais iniciativas
IF Goiano	Especialização multicampi, biofábricas, CEBIO
UFG	UTT CEBIO, pesquisas com microrganismos, REM
UFCAT	Biofábrica, laboratórios multiusuários
UFJ	Pesquisas com Trichoderma e manejo biológico
UEG	Plataforma de inovação e integração estadual
EMBRAPA	Pesquisa aplicada e validação tecnológica

Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).

Além das instituições centrais analisadas, foram identificadas iniciativas complementares desenvolvidas pela UEG, UFCAT e UFJ, principalmente em ações de pesquisa aplicada e cooperação institucional relacionadas aos bioinsumos.

Essa estruturação também evidencia o avanço da rede de unidades vinculadas às instituições públicas no âmbito do Programa Estadual de Bioinsumos. Conforme previsto pelo Programa Estadual de Bioinsumos e impulsionado por investimentos da FAPEG, a meta de implantação de 13 unidades encontra-se em fase avançada de implementação. O IF

Goiano, em especial, demonstra protagonismo por meio da unidade de Urutaí, que atua como centro de multiplicação de microrganismos voltados ao controle biológico. Esse cenário corrobora a perspectiva de Costa et al. (2024), que destacam a importância das políticas públicas e do investimento estatal para o fortalecimento da inovação tecnológica no setor de bioinsumos.

A Embrapa Arroz e Feijão, sediada em Santo Antônio de Goiás, complementa essa rede com uma biofábrica de escala científica voltada ao desenvolvimento de cepas adaptadas às condições edafoclimáticas do Cerrado. Estudos desenvolvidos nessas unidades indicam elevados índices de eficiência do controle biológico em culturas como soja, milho e tomate, em alguns casos superiores a 90% (EMBRAPA, 2024). Esses resultados reforçam a importância da adaptação regional das tecnologias biológicas e dialogam com os apontamentos de Bortoloti e Sampaio (2021) sobre a eficiência técnica do controle biológico quando associado à pesquisa científica aplicada.

Ao analisar a distribuição regional dessas iniciativas, verifica-se concentração significativa da infraestrutura e das ações institucionais na mesorregião Sul Goiano, especialmente em municípios como Rio Verde, Jataí, Mineiros e Catalão. Essa concentração está associada à elevada intensidade produtiva da região, que abriga alguns dos principais polos do agronegócio brasileiro. Dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) indicam que Rio Verde ocupou a segunda posição entre os maiores produtores de soja do Brasil em 2022, com aproximadamente 1,6 milhão de toneladas produzidas, enquanto Jataí figurou entre os quinze maiores produtores nacionais da cultura. Além disso, Rio Verde e Jataí também se destacaram entre os maiores produtores brasileiros de milho, reforçando a relevância econômica e produtiva da região para o agronegócio nacional (IBGE, 2022; GOIÁS, 2023). A mesorregião Centro Goiano também apresenta participação relevante, especialmente em função da atuação da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia, e da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, instituições que desempenham papel estratégico na pesquisa, formação de recursos humanos e transferência de tecnologia.

A concentração das iniciativas relacionadas aos bioinsumos na mesorregião Sul Goiano não parece decorrer exclusivamente da presença de instituições de ensino, pesquisa e extensão. Os dados analisados indicam que a região concentra os maiores valores de

produção agrícola, a maior área destinada às culturas temporárias e alguns dos principais polos produtivos do estado, como Rio Verde, Jataí, Mineiros e Montividiu (IBGE, 2024; IMB, 2025). Esse cenário sugere uma relação entre a intensidade da atividade agropecuária e a concentração das estruturas voltadas à inovação, uma vez que regiões economicamente mais dinâmicas tendem a demandar maior suporte tecnológico, validação agrônômica, assistência técnica especializada e soluções voltadas à redução de riscos produtivos. Em contraste, as mesorregiões Norte Goiano e Noroeste Goiano apresentam menor participação relativa na área cultivada e no valor da produção agrícola estadual, além de desafios relacionados ao acesso ao crédito rural, à adoção de tecnologias e à consolidação de estruturas especializadas voltadas à inovação agrícola (IBGE, 2017; EMATER GOIÁS, 2025). Dessa forma, os resultados sugerem que as diferenças observadas entre as mesorregiões refletem não apenas a distribuição das estruturas institucionais identificadas, mas também condicionantes produtivos, econômicos e tecnológicos que influenciam diretamente a difusão dos bioinsumos no estado de Goiás.

Já a mesorregião Leste Goiano vem ampliando sua participação nas iniciativas relacionadas aos bioinsumos, com destaque para o município de Cristalina, importante polo agrícola nacional. Segundo dados da PAM/IBGE, Cristalina figura entre os principais municípios produtores de soja do país, além de se destacar pela elevada tecnificação dos sistemas produtivos e por possuir uma das maiores áreas irrigadas do Brasil (BARROS et al., 2023; IBGE, 2022). Cristalina destaca-se nacionalmente pela elevada concentração de áreas irrigadas e pela expansão dos sistemas de irrigação por pivô central, condição que favorece a diversificação agrícola e a produção de culturas como feijão, alho, cebola, batata, tomate e trigo. A implantação de estrutura vinculada ao Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBio) no município reforça a inserção da região nas estratégias estaduais voltadas ao desenvolvimento e à difusão dos bioinsumos.

Em contrapartida, as mesorregiões Norte Goiano e Noroeste Goiano apresentam menor presença de estruturas voltadas à pesquisa, produção e difusão de bioinsumos. Nessas regiões, o acesso à assistência técnica especializada e às tecnologias voltadas ao manejo biológico ainda ocorre de forma limitada, especialmente entre pequenos produtores e agricultores familiares. Essa distribuição das iniciativas no eixo Sul-Centro-Leste evidencia

uma concentração regional das estruturas de pesquisa, produção e difusão de bioinsumos identificadas neste estudo. Tal cenário sugere a necessidade de ampliação das ações institucionais voltadas às mesorregiões Norte Goiano e Noroeste Goiano, visando promover maior capilaridade das iniciativas relacionadas aos bioinsumos e ampliar o acesso às tecnologias voltadas à agricultura sustentável. Os resultados também indicam que regiões caracterizadas por maior dinamismo agropecuário concentram maior número de instituições, estruturas e iniciativas relacionadas aos bioinsumos, favorecendo oportunidades de pesquisa, capacitação e transferência de tecnologia, aspecto também observado por Freitas (2024) ao analisar a inserção dos bioinsumos na agricultura goiana e o papel das instituições federais.

Tabela 7 – Indicadores produtivos, crédito rural e agricultura familiar por mesorregião do estado de Goiás

Mesorregião	Área cultivada (ha)	Valor da produção (R\$)	Estab. financiados	Estab. sem financiamento	Agricultura familiar
Sul Goiano	6.315.389	39,9 bilhões	7.451	35.972	28.426
Centro Goiano	662.822	5,3 bilhões	5.428	31.909	28.268
Leste Goiano	1.253.410	10,4 bilhões	1.897	20.909	17.703
Norte Goiano	335.931	2,4 bilhões	2.134	15.624	13.897
Noroeste Goiano	412.182	2,5 bilhões	1.843	12.507	9.733

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base em IBGE/PAM (2024) e Censo Agropecuário/IBGE (2017/2019).

Os dados apresentados na Tabela 7 reforçam que a mesorregião Sul Goiano concentra não apenas a maior área cultivada e o maior valor da produção agrícola estadual, mas também o maior número de estabelecimentos com acesso ao crédito rural. Em conjunto, esses indicadores evidenciam maior dinamismo produtivo e maior capacidade de absorção tecnológica, fatores que ajudam a explicar a concentração de estruturas institucionais, ações de pesquisa, capacitação e difusão de bioinsumos observada nesta pesquisa.

Outro ponto relevante identificado na pesquisa está relacionado à articulação entre ensino, pesquisa, extensão e setor produtivo. Essa integração pode ser observada nas ações vinculadas ao Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBio), na implantação de biofábricas, nas Unidades de Referência em Bioinsumos (URBs), nas Unidades de Transferência de Tecnologia (UTTs) e na oferta de cursos de formação especializada em bioinsumos

promovidos pelo IF Goiano. No entanto, os resultados indicam que a existência dessas estruturas, por si só, não garante a difusão homogênea das tecnologias no território. Em determinadas regiões, fatores como restrições de acesso ao crédito rural, necessidade de assistência técnica contínua, capacitação especializada e gestão de risco ainda limitam a adoção dos bioinsumos pelos produtores. Dessa forma, a efetividade desse processo depende da capacidade de transformar pesquisa aplicada, validação técnica e formação profissional em práticas incorporadas ao cotidiano produtivo, especialmente nas mesorregiões com menor concentração de estruturas institucionais especializadas. Esse cenário reforça os desafios inerentes à transferência de tecnologia e à difusão de soluções biológicas no meio rural brasileiro, conforme apontado por Lorenzoni et al. (2024), Bortoloti e Sampaio (2021) e Faria (2024).

A extensão rural representa um dos principais desafios para a consolidação da cadeia de bioinsumos em Goiás. Embora o presente estudo não tenha mensurado diretamente a efetividade dos serviços de extensão rural, a literatura especializada aponta que a ausência de acompanhamento técnico contínuo constitui um dos principais fatores limitantes para a adoção de bioinsumos pelos produtores rurais (LIMA et al., 2025). Apesar dos avanços científicos e institucionais observados, a transferência do conhecimento técnico para o campo ainda enfrenta limitações estruturais e econômicas. Entre os principais entraves relatados na literatura estão o custo inicial para implantação de biofábricas próprias, a baixa disponibilidade de assistência técnica contínua e as dificuldades relacionadas ao manejo integrado entre produtos biológicos e químicos (LORENZONI et al., 2024; BORTOLOTTI; SAMPAIO, 2021; LIMA et al., 2025). Esse cenário reforça os desafios inerentes à transferência de tecnologia e à difusão de soluções biológicas no meio rural, especialmente no que se refere à necessidade de maior integração entre pesquisa, extensão rural e capacitação técnica dos produtores.

A produção *on farm* também surge como ponto relevante na discussão dos resultados. Embora esse modelo apresente vantagens relacionadas à autonomia produtiva e à redução de custos, o diagnóstico aponta desafios relacionados à padronização, qualidade microbiológica e segurança sanitária dos produtos produzidos nas propriedades rurais. Nesse contexto, torna-se fundamental a atuação integrada entre instituições de pesquisa, órgãos

reguladores e assistência técnica, especialmente diante da necessidade de protocolos mais rigorosos para transferência de tecnologia e validação técnica das práticas utilizadas pelos produtores (LORENZONI et al., 2024).

De forma geral, os resultados demonstram que Goiás possui uma base científica e institucional relevante para expansão do setor de bioinsumos no Brasil, representada pela atuação de instituições como o Instituto Federal Goiano (IF Goiano), a Universidade Federal de Goiás (UFG), o Instituto Federal de Goiás (IFG) e a Embrapa Arroz e Feijão, além das iniciativas vinculadas ao Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBio), às Unidades de Referência em Bioinsumos (URBs), às Unidades de Transferência de Tecnologia (UTTs), às biofábricas e aos programas de formação especializada na área. Entretanto, a consolidação dessa cadeia depende da ampliação das ações de extensão rural, da redução das assimetrias regionais identificadas neste estudo e do fortalecimento das conexões entre pesquisa, assistência técnica e setor produtivo. Nesse sentido, a criação de estruturas regionais de apoio e difusão tecnológica nas mesorregiões menos atendidas pode contribuir para ampliar a democratização do acesso aos bioinsumos e fortalecer o desenvolvimento agrícola sustentável no estado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que a cadeia de bioinsumos em Goiás se encontra em processo de expansão, impulsionada tanto por políticas públicas quanto pela atuação das instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão. Esse avanço pode ser observado na ampliação da infraestrutura relacionada aos bioinsumos, na criação de biofábricas e no fortalecimento das ações de capacitação e formação profissional.

Ao mesmo tempo, ficou claro que esse crescimento não acontece de forma equilibrada. A concentração de iniciativas em determinadas regiões evidencia um desafio importante: reduzir as desigualdades no acesso à tecnologia.

A análise dos indicadores produtivos e de suporte à atividade agropecuária reforçou que a concentração das iniciativas no Sul Goiano está relacionada não apenas à presença institucional, mas também ao maior dinamismo produtivo, ao valor da produção agrícola e ao acesso ao crédito rural. Esses fatores indicam maior capacidade regional de absorção tecnológica e ajudam a explicar a maior concentração de estruturas, ações de pesquisa, capacitação e difusão de bioinsumos nessa mesorregião.

Outro ponto relevante é a dificuldade de conectar, de forma mais efetiva, o que é produzido dentro das instituições com a realidade do campo. Essa distância aparece principalmente no caso dos pequenos produtores, que enfrentam limitações de acesso ao crédito rural, aos instrumentos de gestão de risco, como o seguro rural e o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), e à assistência técnica especializada.

Isso indica que o desenvolvimento dos bioinsumos não depende apenas de mais pesquisa ou mais estrutura. Depende, principalmente, de integração: integração entre políticas públicas, instituições e produtores.

Como contribuição, o trabalho oferece um panorama organizado da atuação das instituições federais na cadeia de bioinsumos em Goiás, possibilitando melhor compreensão das desigualdades regionais e dos principais desafios associados à difusão dessas tecnologias. Os resultados podem contribuir para a formulação e o aperfeiçoamento de políticas públicas voltadas ao fortalecimento dos bioinsumos, além de auxiliar no planejamento institucional de ações de ensino, pesquisa e extensão mais integradas e estratégicas. Ademais, o estudo aponta caminhos para ampliar o acesso à inovação no meio rural, reduzir desigualdades regionais e fortalecer o desenvolvimento regional sustentável a partir da expansão de iniciativas relacionadas aos bioinsumos.

Entre as possibilidades para o fortalecimento da cadeia de bioinsumos em Goiás, destacam-se a ampliação da infraestrutura de biofábricas nas mesorregiões menos atendidas, o fortalecimento das ações de extensão rural e capacitação técnica, a intensificação da formação de recursos humanos especializados, a ampliação das parcerias entre instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão e o desenvolvimento de indicadores de monitoramento, que podem contribuir para melhor acompanhamento das iniciativas relacionadas aos bioinsumos e para precisar a efetividade das políticas públicas voltadas ao setor.

Por outro lado, o estudo apresenta limitações, principalmente relacionadas à disponibilidade e à padronização dos dados. Isso abre espaço para pesquisas futuras mais aprofundadas, especialmente com foco em indicadores quantitativos, estudos de campo e avaliação da efetividade das políticas públicas voltadas à difusão dos bioinsumos em Goiás.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, EXTENSÃO RURAL E PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMATER GOIÁS). Relatório de Gestão 2024. Goiânia: Emater Goiás, 2025. Disponível em: https://goias.gov.br/emater/wp-content/uploads/sites/62/2025/08/Relatorio_de_Gestao_2024.pdf. Acesso em: 4 jun. 2026.

AGÊNCIA GOIANA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, EXTENSÃO RURAL E PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMATER GOIÁS). Telefones, endereços, e-mails e horários de atendimento. Goiânia: Emater Goiás, 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/emater/telefones-enderecos-email-horarios-de-atendimento/>. Acesso em: 4 jun. 2026.

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (AGRODEFESA). Governo de Goiás abre consulta pública sobre atualização da legislação de bioinsumos. Goiânia: Agrodefesa, 14 abr. 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/agrodefesa/governo-de-goias-abre-consulta-publica-sobre-atualizacao-da-legislacao-de-bioinsumos/>. Acesso em: 14 maio 2026.

AGROADVANCE. Mercado de bioinsumos no Brasil: 5 causas do crescimento. Piracicaba: Agroadvance, 22 maio 2024. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-mercado-de-bioinsumos-no-brasil/>. Acesso em: 14 maio 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO (ABCBio). Relatório setorial 2023. Campinas: ABCBio, 2023.

BARROS, N. S. et al. Expansão da área irrigada por pivôs centrais no município de Cristalina, Goiás, entre 2000 e 2020. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2023. Anais [...]. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2023/papers/expansao-da-area-irrigada-por-pivos-centrais-no-municipio-de-cristalina-goias-um>. Acesso em: 14 maio 2026.

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M. Desafios e estratégias no desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico no Brasil. In: NUPPRE. Sanidade vegetal: estudos e perspectivas. Florianópolis: UFSC, 2021. p. 192-205. Disponível em: https://nuppre.paginas.ufsc.br/files/2021/02/Livro-Sanidade-Vegetal-Vers%C3%A3o-Digital-1_compressed.pdf. Acesso em: 9 maio 2026.

BRASIL. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm. Acesso em: 14 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024. Dispõe sobre a produção, importação, exportação, registro, comercialização, uso, inspeção, fiscalização, pesquisa, experimentação, embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento, destinação de resíduos e incentivos à produção de bioinsumos para uso agrícola, pecuário, aquícola e florestal. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 14 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Nacional de Bioinsumos. Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-nacional-de-bioinsumos>. Acesso em: 3 nov. 2025.

CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS (CEBIO). Centro de Excelência em Bioinsumos fortalece pesquisa e inovação no estado de Goiás. Goiânia: Cebio, 2024. Disponível em: <https://cebio.org.br>. Acesso em: 9 maio 2026.

COSTA, P. H.; MENDES, R. F.; PEREIRA, D. L. Políticas públicas e inovação tecnológica no setor de bioinsumos no Brasil. Revista de Inovação no Agronegócio, v. 7, n. 1, p. 102-119, 2024.

CROPLIFE BRASIL. Adoção de bioinsumos cresceu 13% na safra 2024/2025. São Paulo: CropLife Brasil, 5 jun. 2025. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/adocao-de-bioinsumos-cresceu-13-na-safra-2024-2025/>. Acesso em: 14 maio 2026.

CROPLIFE BRASIL. Mercado de bioinsumos cresceu 15% na safra 2023/2024. São Paulo: CropLife Brasil, 2024. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/mercado-de-bioinsumos-cresceu-15-na-safra-2023-2024/>. Acesso em: 9 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Biological nitrogen fixation: about the theme. Brasília, DF: Embrapa, 2024a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 14 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Panorama dos bioinsumos no Brasil: avanços e perspectivas. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Pesticidas biológicos cresceram 45% no Brasil nos últimos cinco anos. Brasília, DF: Embrapa, 26 fev. 2024b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87248594/pesticidas-biologicos-cresceram-45-no-brasil-nos-ultimos-cinco-anos>. Acesso em: 14 maio 2026.

FAO. Bioinsumos: oportunidades de investimento na América Latina. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/8f9d3d3f-64f8-43e2-b332-757f68b41143>. Acesso em: 14 maio 2026.

FAO. The State of Food and Agriculture 2022. Rome: FAO, 2022.

FARIA, Renato de Sousa. Bioinsumos na agricultura brasileira: políticas públicas e marco regulatório. 2024. Tese (Doutorado em Agronegócio) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024.

FREITAS, L. A. A inserção dos bioinsumos na agricultura goiana e o papel das instituições federais. Revista Goiana de Ciências Agrárias, v. 12, n. 4, p. 215-229, 2024.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS (FAPEG). CEBIO impulsiona a inovação científica em bioinsumos em Goiás. Goiânia: FAPEG, 16 jun. 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/fapeg/cebio-impulsiona-a-inovacao-cientifica-em-bioinsumos-em-goias/>. Acesso em: 14 maio 2026.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS (FAPEG). Inaugurada biofábrica do Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBio), em Cristalina. Goiânia: FAPEG, 2024. Disponível em: <https://goias.gov.br/fapeg/inaugurada-biofabrica-do-centro-de-excelencia-em-bioinsumos-em-cristalina/>. Acesso em: 14 maio 2026.

GOIÁS. Bioinsumos ganham espaço nas lavouras goianas. Goiânia: Portal Goiás, 24 fev. 2022. Disponível em: <https://goias.gov.br/bioinsumos-ganham-espaco-nas-lavouras-goianas/>. Acesso em: 14 maio 2026.

GOIÁS. Governo do Estado. Goiás terá 13 biofábricas ligadas a instituições públicas de ensino e pesquisa. Goiânia: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2024. Disponível em: <https://goias.gov.br/agricultura/goias-tera-13-biofabricas-ligadas-a-instituicoes-publicas-de-ensino-e-pesquisa/>. Acesso em: 14 maio 2026.

GOIÁS. Lei nº 21.005, de 14 de maio de 2021. Institui o Programa Estadual de Bioinsumos. Goiânia: Governo do Estado de Goiás, 2021.

GOIÁS. Lei nº 23.600, de 29 de agosto de 2025. Altera a Lei nº 21.005, de 14 de maio de 2021, que institui o Programa Estadual de Bioinsumos, e dá outras providências. Goiânia: Casa Civil do Estado de Goiás, 2025a. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/111181/lei-23600. Acesso em: 14 maio 2026.

GOIÁS. Rio Verde é o segundo maior produtor de soja do Brasil. Goiânia: Governo de Goiás, 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/casacivil/rio-verde-e-o-segundo-maior-produtor-de-soja-do-brasil/>. Acesso em: 14 maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 4 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 14 maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 4 jun. 2026.

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS (IFG). Projeto Cerrado oferece cursos em bioinsumos e recuperação de áreas degradadas. Cidade de Goiás: IFG, 2024. Disponível em: <https://www.ifg.edu.br/ultimas-noticias-campus-cidade-de-goias/39956-projeto-cerrado-oferece-cursos-em-bioinsumos-e-recuperacao-de-areas-degradadas>. Acesso em: 3 nov. 2025.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO (IF GOIANO). Especialização em Bioinsumos é ofertada em nove campi. Rio Verde: IF Goiano, 2023. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/sisrad/176-destaque-rio-verde/25878-especializacao-em-bioinsumos.html>. Acesso em: 3 nov. 2025.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO (IF GOIANO). Inaugurada biofábrica de bioinsumos no Campus Urutaí. Urutaí: IF Goiano, 2023. Disponível em: <https://ifgoiano.edu.br/home/index.php/ultimas-noticias-urutai/26507-inaugurada-biofabrica-de-bioinsumos-no-campus-urutai.html>. Acesso em: 3 nov. 2025.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO (IF GOIANO). Inaugurada biofábrica em Cristalina. Goiânia: IF Goiano, 2024. Disponível em: <https://ifgoiano.edu.br/home/index.php/calendario-ceres/160-noticias-anteriores/25514-inaugurada-biofabrica-em-cristalina.html>. Acesso em: 14 maio 2026.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (IMB). Mapas das Mesorregiões do Estado de Goiás – IBGE. Goiânia: IMB, 2024. Disponível em: <https://goias.gov.br/imb/mapas-das-mesorregioes-de-goias-ibge/>. Acesso em: 14 maio 2026.

LIMA, G. L. C.; LUZ, R. S.; VIEIRA, W. C. S.; SOUSA, M. P.; QUADROS, H. S.; SANTOS, S. G. Bioinsumos: uma percepção a partir dos agricultores familiares. Cuadernos de Educación y Desarrollo, v. 17, n. 3, e7769, 2025. DOI: 10.55905/cuadv17n3-040. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/7769>. Acesso em: 14 maio 2026.

LORENZONI, L. P.; MARCHESAN, T. B.; SILUK, J. C. M.; REDISKE, G.; RICCI, M. R. Revisão sistemática de literatura em transferência de tecnologia: o ciclo de desenvolvimento dos bioinsumos. Revista Gestão e Desenvolvimento, v. 21, n. 2, 2024. DOI: 10.25112/rgd.v21i2.3887. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/3887>. Acesso em: 14 maio 2026.

SAMBUICHI, R. H. R.; POLICARPO, M. A.; ALVES, F. A produção de bioinsumos no Brasil: desafios e potencialidades. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Brasília, n. 32, p. 57-65, jun./dez. 2024. DOI: 10.38116/brua32art5. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/items/a00ff242-5a14-4338-97e5-ae0c07c8fee3>. Acesso em: 14 maio 2026.

SILVA, A. F. G. Potencial dos bioinsumos para a agricultura sustentável: uma análise a partir de suas características, conceitos e vantagens. Revista Mirante, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/16196>. Acesso em: 14 maio 2026.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. T.; FREITAS, L. A. Produção e uso de bioinsumos na agricultura brasileira: desafios e oportunidades. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 18, n. 2, p. 45-62, 2023.

SOUZA, M. V.; ARAÚJO, C. A. Sustentabilidade e o uso de bioinsumos na agricultura do Cerrado. Goiânia: UFG, 2022.

XAVIER, L. S. Bioinsumos na agricultura brasileira: uma revisão sobre impactos ambientais e econômicos. Revista Mirante, v. 17, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/17543>. Acesso em: 14 maio 2026.