



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

GEANE JOSÉ DA SILVEIRA

**DA TRADIÇÃO AO DIGITAL: A TRANSFORMAÇÃO CURRICULAR NO
MESTRADO EM AGROENERGIA DA UFT**

**PALMAS, TO
2025**

GEANE JOSÉ DA SILVEIRA

**DA TRADIÇÃO AO DIGITAL: A TRANSFORMAÇÃO CURRICULAR NO
MESTRADO EM AGROENERGIA DA UFT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
do Tocantins como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Dr. Eduardo José Cezari
Co-orientador: Dr. Guilherme Benko de Siqueira

Área de concentração: Ensino-Aprendizagem.
Linha de Pesquisa: Currículos Específicos de
Etapas e Modalidades de Educação.
Produto Final: Nota Técnica

Palmas, TO
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S587d Silveira, Geane José da.

Da tradição ao digital: a transformação curricular no Mestrado em Agroenergia da UFT. / Geane José da Silveira. – Palmas, TO, 2025.
94 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Educação, 2025.

Orientador: Eduardo José Cezari

Coorientador: Guilherme Benko de Siqueira

1. Transformação curricular. 2. Agroenergia digital. 3. Inovação no ensino. 4. Tecnologias educacionais; Pós-graduação profissional. I. Título

CDD 370

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEANE JOSÉ DA SILVEIRA

DA TRADIÇÃO AO DIGITAL: A TRANSFORMAÇÃO CURRICULAR NO MESTRADO EM AGROENERGIA DA UFT

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal do Tocantins, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação, aprovada pela banca examinadora abaixo assinada.

Data de aprovação: 06/05/2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eduardo José Cezari, PPPGE, UFT
Orientador

Prof. Dr. Guilherme Benko de Siqueira, PPGAD, UFT
Co-orientador

Prof. Dr. Felipe da Silva Ponte de Carvalho, UNESA RJ
Examinador externo

Prof. Dr. José Damião Trindade Rocha, PPPGE, UFT
Examinador interno

*Porque Deus amou o mundo de tal maneira que deu o seu Filho
unigênito, para que todo aquele que nele crê não pereça, mas
tenha a vida eterna.*

(João 3:16)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus mais profundos agradecimentos àqueles que foram fundamentais ao longo desta jornada acadêmica.

Primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e resiliência que me sustentaram nos momentos mais desafiadores. A Ele, todo o meu louvor por guiar cada um dos meus passos.

Ao meu orientador, Eduardo Cezari, minha sincera gratidão por seu apoio incansável, por acreditar em mim e por sua orientação sábia que foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho. Sua paciência e dedicação foram verdadeiramente inspiradoras. Ao professor Guilherme Benko por todos os ensinamentos valiosos, mesmo em meio a uma rotina intensa, encontrar um tempo para ser meu co-orientador. Ao professor Damião por compartilhar seus conhecimentos comigo de maneira tão natural e espontânea. Nunca me esquecerei de seu apoio. À professora Patrícia Medina, por sua inexplicável sabedoria e sobretudo sua paciência em me ajudar sempre. Vocês são profissionais incríveis. Obrigada por tudo.

Ao meu esposo, Napoleão, meu companheiro de vida, cujo amor e incentivo constantes foram a base sobre a qual construí meus sonhos e, especialmente, cada parte deste trabalho. Sua compreensão e apoio me deram forças para continuar, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Antônio e Maria, por todo o amor, educação e valores que me transmitiram. Sem o exemplo de integridade e perseverança de vocês, eu não teria chegado até aqui. Obrigada por sempre acreditarem em mim.

Às minhas irmãs, Júnia e Gisa, por serem minhas confidentes e por estarem sempre ao meu lado, compartilhando as alegrias e os desafios dessa jornada. A amizade e o apoio de vocês foram inestimáveis.

Aos meus filhos, Lucas e Pietro, minha fonte diária de inspiração, coração fora do peito, minha maior riqueza. À minha sobrinha Nathália por deixar o ambiente sempre mais leve. Enfim, a toda minha família, vocês me motivam a ser melhor a cada dia, e todo o meu esforço é para construir um futuro do qual vocês possam se orgulhar.

Às minhas chefes, Flávia Tonani e Solange Ságio, meu profundo agradecimento por toda a compreensão e flexibilidade, permitindo que eu conciliasse meu trabalho com meus estudos. A confiança e o apoio de vocês foram essenciais para que eu pudesse chegar a esta conquista.

À querida amiga Neliane que nunca mediu esforços para me ajudar em minhas dificuldades. Nunca me esquecerei de sua bondade, generosidade e lealdade. Você é um presente para a humanidade.

A todos vocês, minha imensurável gratidão!

RESUMO

Este trabalho tem como tema a transformação curricular do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), a partir da sua transição para o modelo digital, em resposta às **novas demandas tecnológicas e de sustentabilidade** no setor agroenergético. O estudo parte da seguinte **problemática: de que maneira as modificações no currículo do programa atenderam às novas exigências tecnológicas e ambientais do setor agroenergético?** Para responder a essa questão, foram definidos os seguintes **objetivos**: (1) analisar as mudanças curriculares ocorridas na transição do mestrado convencional para o digital; (2) avaliar os impactos no processo de ensino-aprendizagem e nas metodologias utilizadas; e (3) identificar a inserção de tecnologias digitais, como **Big Data, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e blockchain** na estrutura curricular. A **metodologia adotada** foi de natureza **descritiva e documental**, com base na análise de dados secundários oriundos de bases científicas (*Scopus* e *Web of Science*), documentos institucionais (atas de reuniões, relatórios, currículos de egressos) e registros da Plataforma Sucupira da CAPES. Os **principais resultados** apontam que a reformulação curricular promoveu **maior flexibilidade, interdisciplinaridade e alinhamento com o mercado de trabalho**, especialmente no que se refere à qualificação profissional para atuação em um contexto de transformação digital. O trabalho evidencia que a adoção de metodologias híbridas e tecnologias educacionais fortaleceu o processo formativo e a inserção dos egressos no setor agroenergético. **Como produto final**, será apresentada uma **Nota Técnica** com diretrizes e recomendações para programas de pós-graduação que buscam realizar **transições curriculares rumo à educação digital**, contribuindo com subsídios práticos para gestores e formuladores de políticas acadêmicas.

Palavras-chave: Transformação curricular; Agroenergia digital; Inovação no ensino; Tecnologias educacionais; Pós-graduação profissional.

ABSTRACT

This paper focuses on the curricular transformation of the Graduate Program in Agroenergy at the Federal University of Tocantins (UFT), based on its transition to the digital model, in response to new technological and sustainability demands in the agroenergy sector. The study starts from the following question: how did the changes in the program's curriculum meet the new technological and environmental demands of the agroenergy sector? To answer this question, the following objectives were defined: (1) to analyze the curricular changes that occurred in the transition from the conventional to the digital master's degree; (2) to evaluate the impacts on the teaching-learning process and the methodologies used; and (3) to identify the insertion of digital technologies, such as Big Data, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI) and blockchain in the curricular structure. The methodology adopted was descriptive and documentary in nature, based on the analysis of secondary data from scientific databases (Scopus and Web of Science), institutional documents (meeting minutes, reports, graduates' CVs) and records from CAPES' Sucupira Platform. The main results indicate that the curricular reformulation promoted greater flexibility, interdisciplinarity and alignment with the job market, especially with regard to professional qualification for work in a context of digital transformation. The work shows that the adoption of hybrid methodologies and educational technologies strengthened the training process and the insertion of graduates in the agroenergy sector. As a final product, a Technical Note will be presented with guidelines and recommendations for postgraduate programs that seek to carry out curricular transitions towards digital education, contributing with practical subsidies for managers and academic policy makers.

Keywords: Curricular transformation; Digital agroenergy; Innovation in teaching; Educational technologies; Professional postgraduate studies.

LISTA DE SIGLAS

BASF	<i>Badische Anilin- und Sodafabrik</i>
BIONORTE	Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EATs	Tecnologias agrícolas ecológicas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAG	Faculdade de Guaraí
FAPT	Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins
FAPTO	Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IA	Inteligência artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IESC	Integração Ensino Saúde e Comunidade
IFAP	Instituto Federal do Amapá
IFMA	Instituto Federal do Maranhão
IFTO	Instituto Federal do Tocantins
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
Nº	Número
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PPGA	Programa de Pós-Graduação em Agroenergia
PPGAD	Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital
PPP	Projeto Político Pedagógico
Prof.	Professor
RT-qPCR	<i>Reverse transcription polymerase chain reaction</i>
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
TO	Tocantins
UEG	Universidade Estadual de Goiás
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UFV	Universidade Federal de Viçosa
Unitins	Universidade Estadual do Tocantins
USP	Universidade de São Paulo

FIGURAS

Figura 1 - Ficha técnica PPGAD	28
Figura 2 - Parcerias Estratégicas	33
Figura 3 - Parcerias Estratégicas	34
Figura 4 - Egresso Doutorando na UFVJM.....	35
Figura 5 - Principais projetos PPGAD	36
Figura 6 -- Principais projetos PPGAD	37
Figura 7 - Intercambio Docente PPGAD.....	38
Figura 8 - Intercambio Docente PPGAD.....	38
Figura 9 - Intercambio Docente PPGAD.....	39
Figura 10 - Práticas acadêmicas	40
Figura 11 - Práticas acadêmicas	40
Figura 12 - Panorama Agroenergético	45
Figura 13 - Egressa Destaque	48
Figura 14 - Egresso Destaque.....	48
Figura 15 - Principais projetos PPGAD – Nanotecnologia para recuperar áreas degradadas	49
Figura 16 - Principais projetos PPGAD – Projeto Macaúba e Castanha do Pará.....	50
Figura 17 - Principais projetos PPGAD – Bioeconomia no Agronegócio	50
Figura 18 - Principais projetos PPGAD – Identificação e Edição Genômica	51
Figura 19 – Projeto Premiado Internacionalmente	54
Figura 20 – Artigo Premiado	55
Figura 21 - Pesquisa setor agroenergético	59
Figura 22 - Atuação dos discentes PPGAD.....	61
Figura 23 – Laboratório do PPGAD/UFT em uso por discentes.....	75

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resumo palavras-chave Scopus	20
Gráfico 2- Resumo palavras-chave WoS.....	21
Gráfico 3 - Resumo bases de dados	21
Gráfico 4 - Transformação Curricular - Carga Horária	26
Gráfico 5 - Transformação Curricular - Créditos	27
Gráfico 6 - Transformação Curricular - Carga Horária.....	43
Gráfico 7 - Transformação Curricular - Crédito.....	43
Gráfico 8 - Comparativo Transformação Curriculares Disciplinas Obrigatórias 2024..	44
Gráfico 9 - Evolução número de alunos	56
Gráfico 10 - Resumo número de alunos	57

QUADROS

Quadro 1 - Transformações Curriculares: Disciplinas Obrigatórias e Eletivas/Optativas-Integradoras	30
Quadro 2 - Disciplinas Optativas Eixo 1	45
Quadro 3 - Disciplinas Optativas Eixo 2	46
Quadro 4 - Disciplinas Optativas Eixo 3	46
Quadro 5 - Disciplinas Optativas Integradoras.....	47
Quadro 6 - Dissertações relevantes no PPGA	52
Quadro 7 - Egressos PPGA – Destaques	58
Quadro 8 - Currículo Convencional vs. Digital.....	66
Quadro 9 - Disciplina Convencional vs. Digital.....	66
Quadro 10 - Relação Teoria e Prática Convencional vs. Digital.....	67

TABELAS

Tabela 1 - Resultados SCOPUS	19
Tabela 2 - Resultados WoS	20
Tabela 3 - Dissertações Defendidas e Aprovadas no PPGA-UFT (2012-2023)	60

SUMÁRIO

MEMORIAL.....	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVO GERAL	18
2.1. Objetivos Específicos.....	18
3. METODOLOGIA	19
3.1. Levantamento Bibliográfico e Análise de Tendências	19
3.2. Pesquisa Participante e Análise Documental.....	22
3.3. Etapas da Análise	22
4. JUSTIFICATIVA.....	23
5. REFERENCIAL TEÓRICO	24
5.1. A Pós-Graduação no Brasil: Histórico, Desenvolvimento e Contribuições da Universidade Federal do Tocantins	24
5.2. Desafios Iniciais dos Programas de Pós-Graduação em Agroenergia na UFT e Outras Universidades Brasileiras.....	29
5.3. Pesquisas Desenvolvidas e Parcerias Estratégicas	35
5.4. Transformação da Matriz Curricular	41
5.5. Agronegócio e Linhas de Pesquisa	44
5.6. Produções relevantes no contexto acadêmico, social e econômico.....	51
5.7. Agroenergia convencional (2008 a 2021).....	58
5.8. Destaque para algumas Dissertações PPGAD	59
5.9. Excelência na formação de profissionais.....	61
5.10. Impacto Social e Inserção Profissional: Conectando Academia, Políticas Públicas e Sociedade.....	62
5.11. Ensino Híbrido e Inovação Disruptiva na Pós-Graduação.....	64
6. O PROCESSO DE TRANSIÇÃO PARA O MESTRADO EM AGROENERGIA DIGITAL: CONTEXTO E RESULTADOS	65
6.1. Comparativo modelos teóricos: Convencional versus Digital.....	70

6.1.1. Organização Curricular do PPGA da UFT	70
6.1.2. A Pós-Graduação como Formadora de Recursos Humanos para Realidades Concretas	71
7. PRODUTO FINAL – NOTA TÉCNICA	76
7.1. Resumo Executivo do Produto Final: Nota Técnica	76
CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS	80

MEMORIAL

A pergunta mais complexa que enfrentamos é, sem dúvida, "Quem sou eu?". Podemos estar completamente convencidos de nossas identidades, gostos e valores, mas, ao nos depararmos com essa indagação, a confusão se instala. Sempre que essa pergunta surge, encontro-me em um ciclo de autoanálise, questionando se sou extrovertida ou reservada. A resposta depende de diversos fatores, como o ambiente, o assunto em questão e o desenrolar dos meus dias.

Nasci em 1988, na cidade de Uruaçu, interior de Goiás. Minha família, humilde e devota da fé cristã, viveu com os pés fincados na terra e a cabeça voltada para o céu. Apesar das limitações materiais, meus pais sempre acreditaram no poder transformador da educação e me incentivaram a estudar com afinco para garantir um futuro promissor.

Desde cedo, descobri nos livros não apenas uma fonte de conhecimento, mas um refúgio — um lugar onde eu podia sonhar e vislumbrar um futuro diferente. As primeiras leituras, como *O Jardim Secreto*, de Frances Hodgson Burnett, e *O Pequeno Príncipe*, de Antoine de Saint-Exupéry, abriram portas para a imaginação e a sensibilidade, ensinando sobre amizade, solidão e o poder dos sentimentos.

Com o passar do tempo, os clássicos da literatura brasileira ocuparam minhas horas nas bibliotecas. *Iracema*, de José de Alencar, e *A Moreninha*, de Joaquim Manuel de Macedo, apresentaram-me ao romantismo, enquanto *A Escrava Isaura*, de Bernardo Guimarães, trouxe reflexões sobre liberdade e desigualdade, marcando uma fase de maior consciência social. Na adolescência, a leitura ganhou contornos mais críticos com *Triste Fim de Policarpo Quaresma*, de Lima Barreto, e *Macunaíma*, de Mário de Andrade, que desafiaram minha visão sobre o Brasil e suas contradições.

Já na vida adulta, obras como *O Tempo e o Vento*, de Érico Veríssimo, e *Grande Sertão: Veredas*, de João Guimarães Rosa, tornaram-se marcos na minha jornada de leitora, aprofundando meu entendimento sobre o tempo, a memória e a condição humana. Cada livro, em seu tempo, não apenas preencheu as páginas da minha história pessoal, mas também moldou minha visão de mundo, consolidando uma paixão pela literatura que atravessa diferentes fases da vida.

Sou a caçula de três irmãs, e minha infância foi marcada por cidades pequenas, onde meu pai exercia o ministério pastoral na Igreja Assembleia de Deus. A vida em uma família pastoral na década de 1990 era guiada por rigidez, disciplina e forte senso

comunitário. Desde cedo, aprendi a importância das Escrituras Sagradas e a necessidade de estar informada sobre o mundo ao meu redor. Falar em público nas reuniões da igreja e auxiliar nas escolas bíblicas dominicais despertaram meu interesse pela educação e moldaram profundamente minha trajetória profissional.

Meu sonho de ser professora surgiu aos dezessete anos, impulsionado pelo desejo de compartilhar o amor pelo conhecimento. Ao ser aprovada no primeiro vestibular que prestei, senti uma imensa realização. Ingressei no curso de Letras na Universidade Estadual de Goiás (UEG) em 2006, e cada aula era uma nova descoberta. Formei-me em 2010 e, no mesmo ano, fui aprovada em um concurso público para professora do ensino fundamental na cidade de Palmas-TO. Lecionei na Escola Municipal Jorge Amado entre 2010 e 2014, onde experimentei o brilho nos olhos dos alunos ao compreenderem conceitos complexos, entregando-me com paixão e dedicação ao nobre ofício de ensinar.

Em 2014, passei em um concurso para a Universidade Federal do Tocantins (UFT) e assumi o cargo de secretária executiva no Mestrado em Agroenergia Digital. A princípio, temi me afastar da educação direta, mas logo percebi que adentrava um universo vasto e rico em conhecimento. Os últimos dez anos na UFT têm sido uma verdadeira imersão em ciência e inovação, acompanhando as transformações curriculares do programa de mestrado e o impacto da pesquisa na vida das pessoas e no futuro do planeta.

Cada dia na universidade representa uma nova oportunidade de aprender e contribuir para que o conhecimento seja gerado e compartilhado. A UFT tornou-se mais do que um local de trabalho; é um espaço onde minha paixão pela educação se manifesta de novas formas. Acredito profundamente que a educação é essencial para promover transformações significativas na sociedade. Como mestra, vejo meu papel não apenas como educadora, mas como facilitadora do desenvolvimento humano, comprometida em inspirar pessoas para que se tornem protagonistas de um futuro mais justo e consciente.

1. INTRODUÇÃO

A área de concentração **Ensino-Aprendizagem** do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal do Tocantins (UFT) busca compreender os processos educativos em diferentes contextos e propor estratégias que qualifiquem o ensino diante das demandas contemporâneas. Inserida nesse contexto, a linha de pesquisa **Currículos Específicos de Etapas e Modalidades de Educação** tem como foco o estudo, o desenvolvimento e a avaliação de propostas curriculares em diferentes níveis e modalidades educacionais, considerando suas especificidades, públicos-alvo e finalidades formativas (CHIARELLA et al., 2015).

Neste trabalho, a **transformação curricular digital** é colocada como o eixo central de análise, entendida como uma estratégia essencial para a atualização e modernização dos programas de pós-graduação frente às inovações tecnológicas e às novas exigências formativas. O estudo **concentra-se especificamente na reestruturação do currículo do Mestrado em Agroenergia** da UFT, destacando sua **transição de um modelo convencional para um modelo digital**, como resposta às mudanças tecnológicas e às crescentes demandas do setor agroenergético.

A escolha por esse foco se justifica pela necessidade urgente de **compreender como as inovações digitais impactam a estrutura curricular, os métodos de ensino e a formação profissional** em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país. Mais do que uma simples atualização de conteúdos, a transformação digital curricular envolve a revisão de fundamentos pedagógicos, a incorporação de tecnologias emergentes e a redefinição dos perfis profissionais que se pretende formar.

A dissertação está, portanto, centrada na análise das **modificações no Projeto Pedagógico do Curso (PPC)** e suas implicações no processo de ensino-aprendizagem, investigando como as novas tecnologias — como a **Internet das Coisas (IoT), o Big Data, a Inteligência Artificial (IA) e o Blockchain** — foram incorporadas ao currículo e às metodologias educacionais, influenciando diretamente o perfil dos egressos e a atuação profissional no setor agroenergético.

Desde sua criação, em 2008, o Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da UFT tem buscado atender às demandas emergentes do setor, com foco em sustentabilidade e inovação. Contudo, com o avanço das tecnologias e a transformação do cenário produtivo nacional e global, foi necessário repensar sua proposta pedagógica. A transição para o **Mestrado em Agroenergia Digital** representa, portanto, uma resposta

institucional às transformações estruturais do setor, exigindo a reconfiguração do currículo e das práticas pedagógicas.

Diante disso, este estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão:

- De que maneira as modificações no currículo do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins atenderam às novas demandas tecnológicas e de sustentabilidade no setor agroenergético?

Para responder a essa questão, foram definidos os seguintes objetivos:

2. OBJETIVO GERAL

Analisar as modificações curriculares do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), com foco na transição do modelo convencional para o digital, e sua adequação às novas demandas tecnológicas e de sustentabilidade no setor agroenergético.

2.1. Objetivos Específicos

- **Compreender a trajetória histórica do programa e as transformações curriculares da matriz curricular**, identificando os marcos principais de sua reestruturação desde a criação em 2008 até a implementação do modelo digital. **Memorial Institucional e Seções 5.1 a 5.4 – Histórico e Transformação Curricular.**
- **Identificar as mudanças curriculares** que possibilitaram a transição do ensino convencional para a abordagem digital, com foco na atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). **Seção 6 – O Processo de Transição para o Mestrado em Agroenergia Digital.**
- **Analisar o impacto da incorporação das tecnologias digitais** (como Internet das Coisas, Big Data, Inteligência Artificial e blockchain) no processo de ensino-aprendizagem e na formação dos estudantes, com ênfase na interdisciplinaridade, flexibilidade e inovação metodológica. **Seções 5.5 a 5.10 e 6.1 – Impactos formativos e teórico-metodológicos.**

- **Avaliar os resultados dessa transformação curricular** na atuação dos egressos e na conexão com as demandas do setor agroenergético, especialmente no contexto de sustentabilidade e inovação. **Seção 6.1 e Conclusão** – Perfil dos egressos, impacto profissional e contribuições ao setor.
- **Produzir uma Nota Técnica como produto final**, sistematizando orientações e boas práticas para a reestruturação curricular em programas de pós-graduação com base digital. **Produto Final (Nota Técnica) e Conclusão.**

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa de caráter descritivo e documental, com base em análise de dados secundários. A escolha por esse método se justifica pela natureza do objeto investigado — a transformação curricular do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da UFT — e pela necessidade de compreender os processos históricos, políticos e acadêmicos que fundamentaram a transição do modelo convencional para o digital.

3.1. Levantamento Bibliográfico e Análise de Tendências

Inicialmente, foi realizado um levantamento em bases científicas internacionais — *Scopus* e *Web of Science* (WoS) — com o objetivo de identificar as tendências de publicações relacionadas aos seguintes termos, em inglês: *Master's Degree*, *Master's Degree in Conventional*, *Master's Degree in Digital* e *Agro AND Energy AND Digital*. A busca restringiu-se ao período de 2022 a 2025 e ao tipo de documento artigo científico.

Os resultados obtidos — 1.575 documentos na Scopus e 268 na WoS — revelaram a predominância de estudos voltados à educação em nível de mestrado, mas pouca produção especificamente sobre agroenergia digital, evidenciando o ineditismo e a relevância desta pesquisa. As informações estão detalhadas nas Tabelas 1 e 2, e nos Gráficos 1 a 3.

Tabela 1 - Resultados SCOPUS

ITM	KEYWORDS	PALAVRAS-CHAVE	2022 A 2024	ARTIGO
1	Master's degree	Curso de mestrado	1.329	

ITM	KEYWORDS	PALAVRAS-CHAVE	2022 A 2024	ARTIGO
2	Master's degree in Conventional	Mestrado em Agroenergia Convencional	48	
3	Master's degree in Digital	Mestrado em Agroenergia Digital.	185	
4	Agro' AND 'Energy' AND 'Digital'	agro' 'energia' 'digital'	13	
Resultado			1575	

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

A Tabela 1 apresenta os termos utilizados na busca para o desenvolvimento do trabalho, considerando exclusivamente os quantitativos da base de dados SCOPUS. O operador booleano AND foi aplicado no item 4.

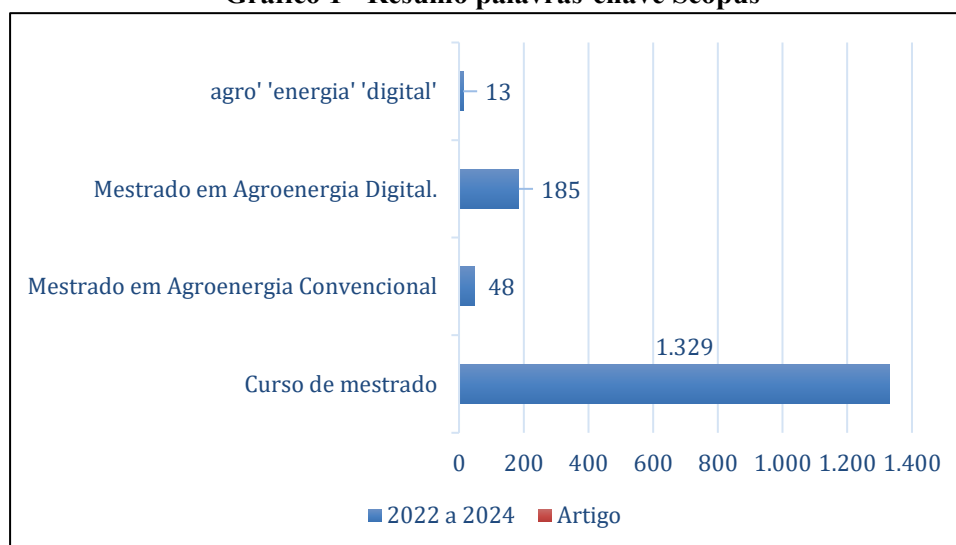
Tabela 2 - Resultados WoS

ITM	KEYWORDS	PALAVRAS-CHAVE	2022 A 2025	ARTIGO
1	Master's degree	Curso de mestrado	249	
2	Master's degree in Conventional	Mestrado em Agroenergia Convencional	2	
3	Master's degree in Digital	Mestrado em Agroenergia Digital.	16	
4	Agro' AND 'Energy' AND 'Digital'	agro' 'energia' 'digital'	1	
Resultado			268	

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

Na Tabela 2, são apresentados os mesmos termos utilizados na estratégia de busca para o desenvolvimento do estudo. Os quantitativos indicam o número de resultados obtidos na base de dados WoS, utilizando exclusivamente o operador booleano AND para a combinação dos termos.

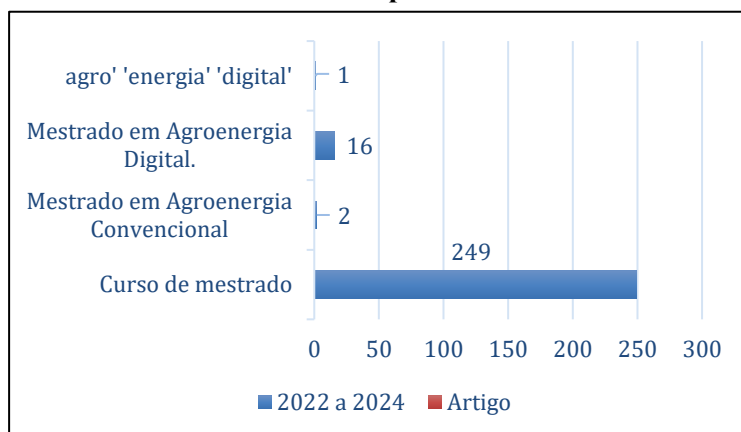
Gráfico 1 - Resumo palavras-chave Scopus



Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 1, o termo composto pelas palavras-chave ‘Curso de mestrado’ foi o que apresentou maior número de resultados com 1329 documentos, em comparação com os termos ‘agro’ ‘energia’ ‘digital’ apenas 13 resultados obtidos.

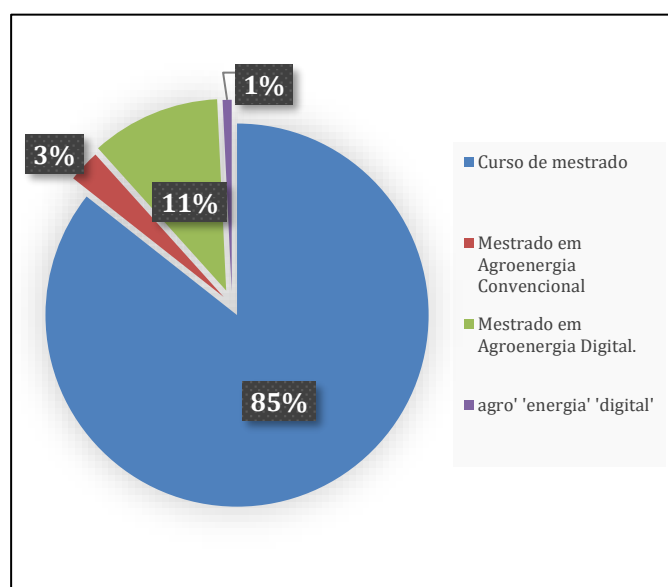
Gráfico 2- Resumo palavras-chave WoS



Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 2, referente à busca na base de dados WoS, o termo composto pelas palavras-chave Curso de mestrado apresentou o maior número de resultados, com 249 documentos localizados. Em contrapartida, os termos “agro”, “energia” e “digital”, combinados, resultaram em apenas 1 documento.

Gráfico 3 - Resumo bases de dados



Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 3, apresenta um resumo de ambas as bases de dados *Scopus* e *WoS*, com os termos usados na busca para o desenvolvimento do estudo, observa-se a diferença percentual nos resultados referente as palavras-chave, com 85% dos resultados encontrados em ambas as bases de dados para o termo ‘Curso de mestrado’.

3.2. Pesquisa Participante e Análise Documental

Considerando a experiência da autora **como secretária executiva do Programa de Mestrado em Agroenergia Digital da UFT**, foram aplicados os princípios da **pesquisa participante**, com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre os processos internos de reestruturação do curso.

Para isso, foram analisados os seguintes documentos institucionais:

- Regimentos internos e projetos pedagógicos (PPCs) do programa;
- Grades curriculares ao longo dos anos;
- Atas de reuniões com docentes e discentes;
- Relatórios enviados à CAPES (Plataforma Sucupira);
- Avaliações internas e relatórios de autoavaliação do curso;
- Currículos Lattes e trajetórias profissionais dos egressos.

Essas fontes permitiram uma análise robusta das **modificações no currículo** e dos **impactos na formação acadêmica** dos alunos, bem como na inserção profissional no setor agroenergético.

3.3. Etapas da Análise

a) Mapeamento Histórico do Programa (2008–2025)

- Seleção e codificação de documentos institucionais.
- Organização cronológica dos dados.
- Identificação de marcos de mudança curricular e institucional.
- Comparação com diretrizes nacionais da CAPES e MEC.

b) Investigação das Motivações para a Mudança Curricular

- Análise de conteúdo das atas de reuniões.
- Categorização temática das falas (ex.: demandas do mercado, adequação normativa, necessidades dos alunos).
- Interpretação à luz dos referenciais teóricos sobre inovação curricular.

c) Avaliação dos Impactos na Formação dos Estudantes e no Setor

- Análise quantitativa dos relatórios de egressos (satisfação, dificuldades, contribuições).
- Estudo das trajetórias profissionais dos ex-alunos.
- Correlação entre mudanças curriculares e desempenho dos egressos no mercado de trabalho.

4. JUSTIFICATIVA

A relevância do estudo está fundamentada na crescente importância da agroenergia como uma solução sustentável para os desafios energéticos globais, além da necessidade urgente de qualificar profissionais capacitados para lidar com as novas demandas tecnológicas e ambientais.

A transição para a agroenergia digital redefine as fronteiras da inovação agrícola, e oferece respostas mais eficientes e sustentáveis para os problemas contemporâneos, como a mitigação das mudanças climáticas e a preservação dos recursos naturais.

No entanto, essa transformação tecnológica demanda uma reestruturação profunda na formação dos profissionais, razão pela qual, a adaptação curricular do Mestrado em Agroenergia da UFT se consolidou como objeto de estudo crucial para entender o futuro da educação e da pesquisa no campo da agroenergia, sobretudo no âmbito da Amazônia, região de atuação prioritária da UFT, conforme previsto no Plano de Desenvolvimento Institucional e, em igual tempo, de interesse mundial justificam nosso interesse de estudo.

Além disso, o estudo deseja contribuir para o corpo de conhecimento sobre o papel das instituições de ensino superior na promoção da inovação tecnológica e na transformação digital no setor agroenergético. Ao explorar a experiência da UFT, a pesquisa oferece insights que podem ser aplicados em outras instituições, ampliando as

oportunidades de desenvolvimento sustentável e inovação no setor agroenergético brasileiro.

Assim, esta dissertação está organizada em seções. A primeira seção, a Introdução, apresenta as motivações para o estudo, a temática e os procedimentos metodológicos conduzidos em pesquisa para resultar na sistematização desta dissertação; a segunda seção remonta um histórico da contribuição da Universidade Federal do Tocantins à pós-graduação brasileira sua expansão e consolidação da modalidade convencional de ensino.

Na terceira seção, aborda-se o processo de Transição para o Mestrado em Agroenergia Digital, analisando as transformações curriculares do programa, com destaque para os fatores que motivaram a mudança curricular e metodológica, além de ressaltar as principais adaptações realizadas.

Seguindo, na seção quarta com as interações sobre alguns impactos ocorridos com a adoção de tecnologias digitais na transformação da Agroenergia, destaque para os impactos econômicos, ambientais e acadêmicos.

Para os desafios e oportunidades a seção quinta, discute as principais barreiras para a implementação da transição para Agroenergia Digital, assim como as oportunidades que surgem em virtude desse processo.

Para conclusão sistematiza-se os principais achados do estudo realizado, remetendo as principais contribuições da dissertação para o campo da Agroenergia e possíveis recomendações que agregam a perspectivas futuras.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. A Pós-Graduação no Brasil: Histórico, Desenvolvimento e Contribuições da Universidade Federal do Tocantins

A pós-graduação no Brasil é uma modalidade de ensino superior que se destina a aprofundar os conhecimentos adquiridos na graduação, por meio de cursos que envolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão. A pós-graduação brasileira se divide em duas grandes categorias: a pós-graduação *stricto sensu*, que inclui mestrados e doutorados, e a pós-graduação *lato sensu*, que abrange cursos de especialização e MBA (BRASIL, 2006).

Teve início na década de 1950, com a criação dos primeiros programas de mestrado e doutorado. Antes disso, o sistema educacional brasileiro era centrado

basicamente na graduação, com poucas oportunidades de aprofundamento acadêmico. O marco inicial para a pós-graduação foi a criação da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que começaram a desenvolver programas de mestrado e doutorado nas décadas seguintes, estabelecendo as bases para o sistema de pós-graduação no país (BRASIL, 2006).

O nível *stricto sensu* foi estabelecido como um modelo de formação avançada, voltada para a produção de conhecimento científico e acadêmico. Ele tem como objetivo principal a qualificação de profissionais altamente especializados, aptos a atuar na pesquisa científica e em diversas áreas de ensino superior. Por sua vez, a pós-graduação *lato sensu* tem como foco a formação de especialistas em áreas específicas, com um vínculo mais direto com o mercado de trabalho (BRASIL, 2006).

As primeiras instituições a criar programas de pós-graduação no Brasil foram, além da USP, as universidades Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Federal de Minas Gerais (UFMG). A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) iniciou a implantação de seus cursos de pós-graduação em 1967 (UFMG.BR, 2025) sendo, que em 1968, a UFMG já oferecia sete cursos de pós-graduação, sendo três doutorados e seis mestrados, principalmente nas áreas biomédicas e exatas, com apenas um curso na área de ciências humanas e sociais (REVISTAS.UFRJ.BR, 2025). Já a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) implantou seu primeiro curso de mestrado em Engenharia Química em 1963, por meio da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) (APGUFRJ.WORDPRESS.COM).

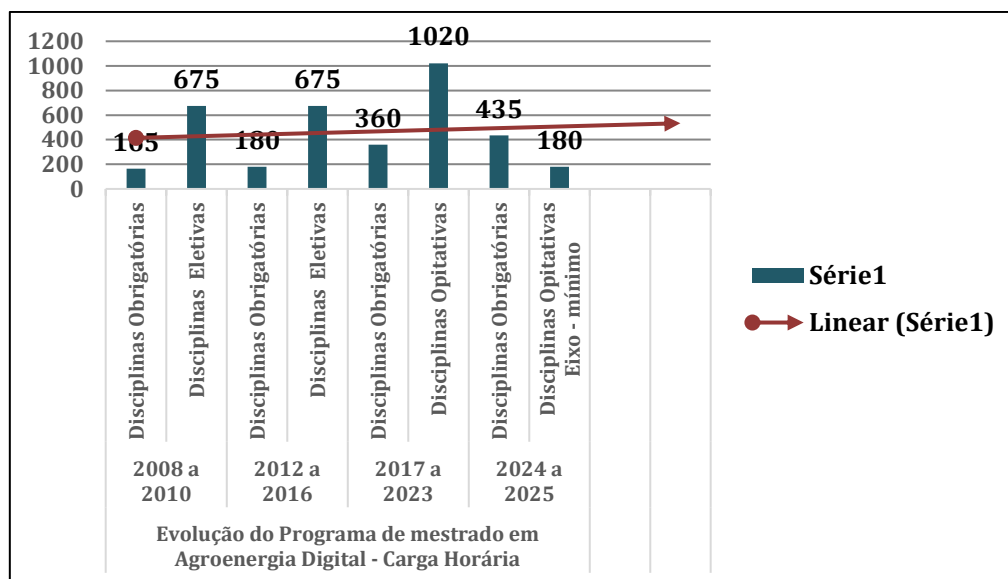
Posteriormente, em 1972, foi criado o Programa de Pós-Graduação em Educação da UFRJ, com a oferta do curso de mestrado, ampliado em 1980 com a criação do doutorado. (PPGE.EDUCACAO.UFRJ.BRE).

Essas universidades pioneiras estabeleceram mestrados e doutorados em áreas como ciências sociais, ciências naturais e engenharia, seguindo o modelo educacional da pós-graduação internacional, principalmente o europeu e norte-americano (BRASIL, 2006).

A Universidade Federal do Tocantins (UFT), por sua vez, foi criada em 2000, no último ano do século 20, com o objetivo de promover o ensino superior e a pesquisa no estado de Tocantins, região Norte do Brasil, oferecendo cursos de graduação e pós-graduação, voltados para as necessidades locais e regionais. Sua criação também visou a descentralização do ensino superior no Brasil, ampliando o acesso à educação de qualidade em áreas menos atendidas (UFT, 2025)

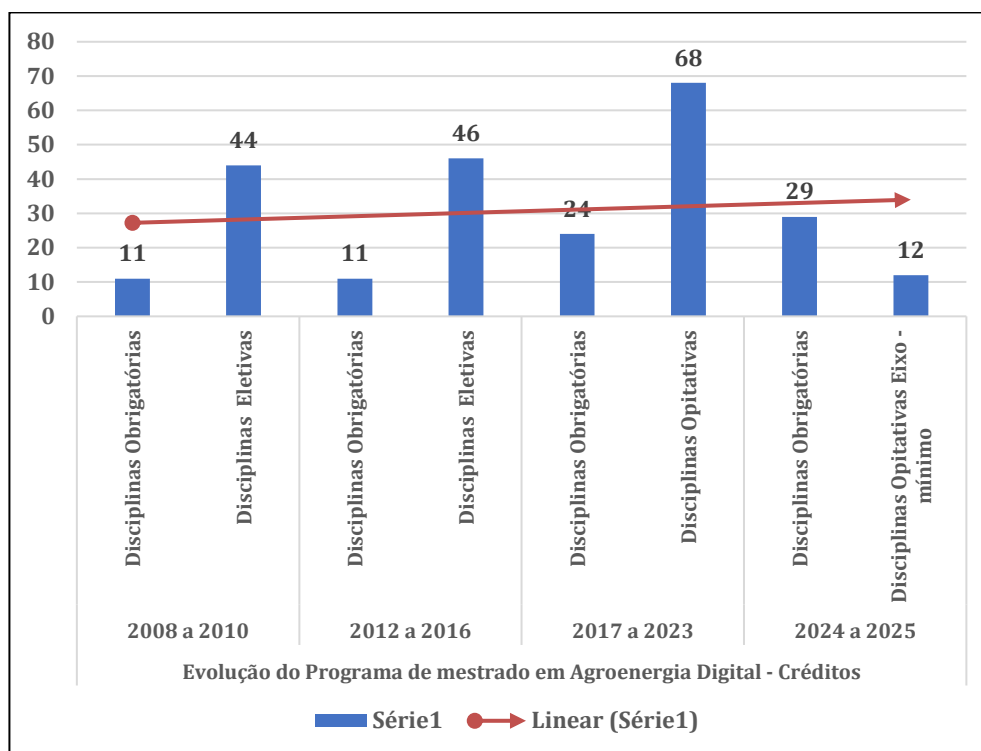
A pós-graduação na UFT se consolidou ao longo dos anos, acompanhando o crescimento da universidade e as mudanças nas demandas educacionais e de pesquisa no Brasil. A criação de novos programas de pós-graduação e a busca por parcerias com outras instituições de ensino superior e pesquisa ampliaram o alcance da universidade e sua contribuição para o cenário educacional e científico nacional (BRASIL, 2006).

Gráfico 4 - Transformação Curricular - Carga Horária



Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 4, observa-se a transformação curricular da carga horária no programa de mestrado em Agroenergia Digital, separando disciplinas obrigatórias, eletivas e optativas ao longo dos períodos de 2008 a 2025. Com essa projeção conclui-se que a linha de tendência indica um leve aumento ao longo do tempo com destaque para o período de 2017 a 2023 com a ampliação das disciplinas optativas (1020h) e aumento nas obrigatórias (360h). Sendo visível que o programa expandiu as disciplinas optativas entre 2017 e 2023, possivelmente para abranger novas áreas e atender possíveis demandas do mercado.

Gráfico 5 - Transformação Curricular - Créditos

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 5, apresenta a transformação curricular dos créditos no programa de mestrado em Agroenergia Digital, assim como no gráfico anterior, separando as disciplinas obrigatórias, eletivas e optativas ao longo dos períodos de 2008 a 2025. Com essa projeção observa-se uma linha de tendência com leve aumento ao longo do tempo com destaque para o período de 2017 a 2023 com a ampliação das disciplinas optativas (68 créditos) assim como ocorre o aumento nas obrigatórias (24 créditos). Sendo visível que o programa expandiu as disciplinas optativas entre 2017 e 2023, sendo importante ressaltar que nos anos de 2024 a 2025, nas disciplinas obrigatórias os créditos são 29 em contrapartida com as optativas que apresentam significativa redução 12, possivelmente para atender possíveis demandas exigidas ao programa.

A criação do Mestrado em Agroenergia da UFT, em 2008, conforme ficha técnica apresentada na Figura 1, teve início na modalidade presencial. Segundo informações dispostas no site oficial da UFT (2025), o programa foi concebido com o objetivo de desenvolver, aprimorar e difundir conhecimentos sobre técnicas de produção de culturas bioenergéticas, processos de obtenção de biocombustíveis e o aproveitamento de seus coprodutos (resíduos), considerando aspectos socioeconômicos e ambientais. A proposta

do curso se alinha especialmente às demandas das regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil, em resposta ao crescimento da produção agroenergética.

No Tocantins, estado considerado uma fronteira agrícola com significativa produção de grãos e geração de biomassa, o PPGA busca formar profissionais especializados para atuar na cadeia produtiva agroenergética, contribuindo para inserir o estado em uma posição de destaque no cenário nacional e para atender à crescente demanda global por soluções inovadoras na crise energética e na redução da dependência de fontes não renováveis.

Figura 1 - Ficha técnica PPGAD

Ficha Técnica	
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA DIGITAL	PPGAD
Código e link na Plataforma Sucupira:	Agroenergia Digital (16003012005PQ)
Nível:	Mestrado
Modalidade:	Acadêmico
Modalidade de Ensino:	Educação Presencial
Área Básica:	Engenharia de Processamento de Produtos Agrícolas (50303007)
Área de Avaliação:	Ciências Agrárias I
Local:	Câmpus de Palmas
Data de Início:	01/01/2008
Nota do curso de Mestrado (Avaliação Capes):	3

Fonte: Elaboração própria, uft.edu.br, 2025.

A Figura 1 apresenta o Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital (PPGAD) como sendo, um curso de Mestrado Acadêmico, aprovado pela CAPES em 2007, mas tendo seu início em março de 2008, com a primeira turma composta por 12 alunos. O programa está vinculado à área de Engenharia de Processamento de Produtos Agrícolas e inserido na avaliação de Ciências Agrárias I. Ressalta, também que o PPGAD é oferecido na modalidade presencial no Câmpus de Palmas, Estado do Tocantins, direcionado para profissionais de diferentes áreas do conhecimento relacionadas às cadeias produtivas de Agroenergia, possui conceito 3 na CAPES, indicando sua qualificação dentro do sistema nacional de pós-graduação.

5.2. Desafios Iniciais dos Programas de Pós-Graduação em Agroenergia na UFT e Outras Universidades Brasileiras

No início do século XXI, a crescente preocupação com as mudanças climáticas e a dependência de combustíveis fósseis impulsionou a busca por fontes de energia renováveis, como parte dos compromissos estabelecidos no Protocolo de Quioto – 1997 (ASSAD; MARTINS, 2022).

O Brasil, com suas características agrícolas únicas e uma já consolidada indústria de biocombustíveis, como o etanol de cana-de-açúcar, estava estrategicamente posicionado para liderar a transição para uma economia de baixo carbono, impulsionado por políticas públicas como o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), lançado em 2004 (ASSAD; MARTINS, 2022). Nesse contexto, o Mestrado em Agroenergia da UFT foi criado para suprir a demanda por profissionais capacitados, visando fortalecer a posição da instituição no desenvolvimento agrícola e agroenergético (COLLICCHIO *et al.*, 2022).

As primeiras turmas do Mestrado em Agroenergia da UFT, iniciadas logo após sua criação, enfrentaram uma série de desafios. Os estudantes, oriundos de diversas áreas relacionadas, como agronomia, engenharia agrícola e ciências ambientais, trouxeram uma bagagem teórica diversificada, mas essa heterogeneidade exigiu adaptação do corpo docente para adequar o currículo e as metodologias de ensino a um público variado (UFT/PPP/PPGAD, 2020).

A infraestrutura limitada, como a falta de laboratórios especializados e bibliotecas com acervo atualizado, foi um obstáculo significativo nos primeiros anos da pós-graduação da Universidade Federal do Tocantins (UFT), refletindo um cenário que também foi enfrentado por diversas outras universidades no Brasil, especialmente nas décadas iniciais de implementação dos programas de pós-graduação. Em muitas instituições de ensino superior em regiões menos desenvolvidas ou recém-criadas, como a UFT, a infraestrutura ainda era um desafio, o que dificultava a criação de um ambiente propício à pesquisa de qualidade e ao desenvolvimento acadêmico em áreas de fronteira, como a agroenergia.

Nos primeiros anos da Universidade Federal do Tocantins (UFT), a pressão para desenvolver pesquisas relevantes e inovadoras no campo da agroenergia era significativa. Essa situação é semelhante à enfrentada por programas de pós-graduação em áreas emergentes em outras universidades brasileiras. Muitas instituições, ao implementarem

seus primeiros programas de mestrado e doutorado, lidaram com a necessidade de desenvolver projetos de pesquisa com impacto local e nacional, mesmo sem uma infraestrutura robusta que garantisse sucesso imediato (FREITAS, 2024)

Segundo Pereira *et al* (2016), as universidades como a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pioneiras no desenvolvimento de programas de pós-graduação no Brasil, também enfrentaram desafios de infraestrutura. Inicialmente, essas instituições precisaram investir na expansão e atualização de suas bibliotecas, laboratórios e centros de pesquisa, processos que demandaram tempo e recursos.

Além disso, o currículo do curso de pós-graduação da UFT passou por ajustes frequentes nos primeiros anos, buscando um equilíbrio entre disciplinas fundamentais e especializadas. Conforme Quadro 1, observa-se a transformação curricular das disciplinas para atender a demanda constante por profissionais com conhecimento que envolvesse outros nichos da grade curricular como empreendedorismo e inovação.

Quadro 1 - Transformações Curriculares: Disciplinas Obrigatórias e Eletivas/Optativas-Integradoras

2008.2 à 2011	2012 à 2016	2017 à 2023	2024 à 2025
Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias
Disciplinas	Disciplinas	Disciplinas	DISCIPLINA
Agroenergia I - Culturas Bioenergéticas e biocombustível	Agroenergia I - Culturas Bioenergéticas e biocombustível	Estatística Experimental	Agroenergia Digital
Agroenergia II - Aspectos Sócio -economicos de sistemas e de agroenergia	Agroenergia II - Aspectos Sócio -economicos de sistemas e de agroenergia	Agroenergia I - Aspectos Sócio Econômicos de Sistema	Metodologia Científica, Inovação e Propriedade Intelectual
Estatística Experimental	Estatística Experimental	Metodologia de Pesquisa e Difusão Científica	Estatística Experimental
Metodologica de Pesquisa e Difusão Científica	Metodologica de Pesquisa e Difusão Científica	Seminário	Dissertação
Eletivas	Seminário	Proficiência em Língua Estrangeira	Proficiência em Língua Estrangeira
Disciplinas	Eletivas	Qualificação do Projeto de Pesquisa	Qualificação do Projeto de Pesquisa
Tecnologia e obtenção de biocombustíveis	Disciplinas	Agroenergia II - Contextualização e Perspectivas	Seminário
Manejo e Fertilidade do solo e nutrição de culturas bioenergeticas	Tecnologia e obtenção de biocombustíveis	Atividades Complementares	Estágio à docência I
Culturas Bioenergeticas	Manejo e Fertilidade do solo e nutrição de culturas bioenergeticas	Eletivas	Estágio à docência II

2008.2 à 2011	2012 à 2016	2017 à 2023	2024 à 2025
Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias
Disciplinas	Disciplinas	Disciplinas	DISCIPLINA
Bioprocessos Industriais	Culturas Bioenergéticas	Disciplinas	Atividades Complementares
Agroenergia e Desenvolvimento Territorial	Bioprocessos Industriais	Fisiologia da Produção de Culturas Agroenergéticas	Eletivas
Análises Instrumentais e Controle de Qualidade	Agroenergia e Desenvolvimento Territorial	Biologia Molecular	Disciplina - Eixo 1
Avaliação e aproveitamento de resíduos	Análises Instrumentais e Controle de Qualidade	Biotecnologia Aplicada a Agroenergia	Bases Fisiológicas, Bioquímicas e Moleculares
Avaliação e melhoramento vegetal de culturas bioenergéticas	Avaliação e aproveitamento de resíduos	Microbiologia Aplicada	Microbiologia e Biotecnologia do Solo
Métodos de Melhoramento de Plantas	Avaliação e melhoramento vegetal de culturas bioenergéticas	Planejamento e Logística em Cadeias Produtivas	Bioeconomia e Sustentabilidade de Cadeias Produtivas
Instalações Industriais para produção de biocombustível	Métodos de Melhoramento de Plantas	Agroenergia e Desenvolvimento Territorial	Tópicos Especiais
Microbiologia Aplicada	Instalações Industriais para produção de biocombustível	Análises Instrumentais e Controle de Qualidade	Disciplina - Eixo 2
Planejamento e Logística em cadeias produtivas de Agroenergia	Microbiologia Aplicada	Avaliação e Aproveitamento de Resíduos	Métodos Analíticos para Biomassas Bioenergéticas
Produção e utilização de biomassa florestal como fonte de energia	Planejamento e Logística em cadeias produtivas de Agroenergia	Bioprocessos Industriais	Rotas Tecnológicas para Resíduos Agroindustriais
Seminário	Produção e utilização de biomassa florestal como fonte de energia	Manejo e Fertilidade do Solo e Nutrição de Culturas	Engenharia 4.0 de Bioprocessos
	Tópicos Especiais	Tecnologia de Obtenção de Biocombustíveis	Tópicos Especiais
	*Atividades Complementares I, II, III e IV	Tópicos Especiais	Processos de Produção de Biocombustíveis
		Culturas Bioenergéticas	Disciplina - Eixo 3
		Métodos de Melhoramento Genético de Plantas	Agricultura de Precisão: Criação e Utilização de Zonas de Manejo na Agricultura de Precisão Moderna
		Bioquímica Aplicada a Agroenergia	Introdução à Bioinformática
		Pesquisa Operacional	Ciências de Dados
		Gestão da Cadeia de Suprimento	Análise de Dados no Agronegócio
		Aproveitamento de Resíduos Agroenergéticos para Materiais	Disciplina - Integradora

2008.2 à 2011	2012 à 2016	2017 à 2023	2024 à 2025
Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias	Obrigatórias
Disciplinas	Disciplinas	Disciplinas	DISCIPLINA
		Produção e Utilização de Biomassa Florestal como Fonte	Recarbonização do Solo com Indicador de Sustentabilidade do Sistema
		Estágio à Docência Superior I	Mudanças Ambientais e Aplicabilidade de Modelos
		Estágio à Docência Superior II	Agricultura de Precisão nas Culturas de Milho, Sorgo e Soja
			Instalações Agroindustriais
			Análise Genômica e Transcricional de Plantas

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Quadro 1, observa-se o foco crescente em tecnologias e inovações digitais, quando surgem disciplinas como "Agroenergia Digital" (2024) e "Ciências de Dados" (2017-2023), refletindo a tendência de digitalização no setor (EPE, 2022). Além da integração de sustentabilidade e bioeconomia, a partir de 2017, temas como "Bioeconomia e Sustentabilidade de Cadeias Produtivas" e "Recarbonização do Solo" surgem, indicando uma ênfase em práticas agrícolas sustentáveis, seguindo uma tendência global (SENAR, 2024). Observa-se no período de 2012 a 2016 a inserção de mais cursos voltados para inovação, como "Metodologia Científica" e "Propriedade Intelectual", (BEN, 2023). Com as disciplinas de "Estágio à Docência" e "Atividades Complementares" se destacam, especialmente em 2024, observa-se a relevância que o direcionamento o programa insere para que os discentes tenham uma educação prática e aplicada, possibilitando uma maior interação ente teoria e prática.

Isso também foi uma característica comum em outros programas recém-criados no Brasil, principalmente em áreas de pesquisa inovadoras, como a agroenergia, que exigem uma constante atualização curricular para acompanhar as mudanças rápidas nas tecnologias e nas necessidades do mercado. Em universidades como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e até mesmo em programas mais tradicionais como o da Universidade de São Paulo (USP), o currículo dos primeiros cursos de pós-graduação frequentemente passava por reavaliações e adaptações, à medida que novas áreas de conhecimento surgiam e eram incorporadas ao ensino superior (PEREIRA *et al*, 2016).

A despeito destas condições, os primeiros alunos demonstraram resiliência, e as pesquisas realizadas começaram a gerar impactos significativos, tanto no meio acadêmico quanto no setor produtivo, estabelecendo o programa como uma referência (UFT/PPP/PPGAD, 2020).

O Mestrado em Agroenergia da UFT prioriza, desde seu início, o estabelecimento de parcerias estratégicas para fortalecer suas atividades de ensino e pesquisa, recentemente a Universidade Federal do Tocantins (UFT), por meio do Laboratório de Microbiologia Geral e Aplicada (LMGA), oferecerá o curso internacional "Processos Microbianos em Agroenergia: Aplicações de Fúngicos e Leveduras para Produção de Biocombustíveis", ocorrerá entre os dias 03 e 15 de outubro de 2025, conforme matéria no site UFT (2025), Figura 2, o evento conta com financiamento da Organização das Nações Unidas (ONU), via Universidade das Nações Unidas (UNU).

Figura 2 - Parcerias Estratégicas

EVENTO INTERNACIONAL
UFT oferta curso sobre fungos e biocombustíveis com apoio da ONU
 Formação promovida pelo Laboratório de Microbiologia Geral e Aplicada acontecerá em outubro de 2025 e contará com professores e estudantes do Brasil e do exterior

Por danielossantos | Publicado em 07/02/2025 - 11:15 | Atualizado em 07/02/2025 - 11:18

A Universidade Federal do Tocantins (UFT), por meio do laboratório Laboratório de Microbiologia Geral e Aplicada (LMGA), oferecerá o curso internacional "Processos Microbianos em Agroenergia: Aplicações de Fúngicos e Leveduras para Produção de Biocombustíveis". A formação será realizada no Câmpus de Palmas, entre os dias 3 e 15 de outubro de 2025, e conta com financiamento da Organização das Nações Unidas (ONU), via Universidade das Nações Unidas (UNU).

De acordo com o professor Raphael Pimenta, o curso é fruto de uma parceria entre os programas de mestrado em Agroenergia Digital (PPGAD), Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) e Bionorte (PPGBionorte). "Teremos professores renomados, tanto do país quanto do exterior, além da participação de estudantes brasileiros e estrangeiros, muitos dos quais financiados pelo próprio curso", destaca.

A oferta da formação representa um prestígio para a UFT, uma vez que a seleção das instituições que sediam e ofertam esses cursos é altamente concorrida. "Este ano, a UNU-Biolac teve um número recorde de inscrições, tornando a seleção ainda mais disputada. Apenas instituições reconhecidas por suas boas práticas em pesquisa conseguem esse financiamento", explica Pimenta. O professor ressalta que essa conquista coloca a universidade em evidência tanto no cenário nacional quanto internacional.

O curso tem foco na biotecnologia de fungos filamentosos e leveduras, com aplicações voltadas principalmente para a produção de biodiesel. No entanto, também abordará outras tecnologias que utilizam esses microrganismos para impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil.

O que é a UNU-Biolac?
 A iniciativa faz parte da programação do Programa Universitário de Biotecnologia das Nações Unidas para a América Latina e o Caribe (UNU-Biolac) para 2025. Com 37 anos de atuação, o programa busca fortalecer a biotecnologia na região por meio da formação prática, transferência de tecnologia e cooperação Sul-Sul. Essas atividades são consideradas cruciais para impulsionar a sustentabilidade, a saúde e o desenvolvimento da América Latina e do Caribe.

A UNU, instituição global da ONU, completará 50 anos em 2025 e mantém seu compromisso de gerar conhecimento, parcerias e impacto para promover a paz e a sustentabilidade com base em evidências científicas.

Fonte: www.uft.edu.br, 2025.

Na Figura 2, a matéria ressalta a parceria entre a UFT e a ONU para a realização do curso sobre fungos e biocombustíveis, representando um avanço estratégico para o Estado do Tocantins, consolidando sua posição como fronteira agroenergética, o evento fortalece a biotecnologia aplicada à agroenergia, capacitando profissionais e pesquisadores em práticas inovadoras e sustentáveis. Destaque também para o apoio da

UNU-Biolac, o que confere um prestígio internacional à UFT, evidenciando sua relevância no cenário acadêmico global. A presença de professores renomados e estudantes estrangeiros promove a troca de conhecimento e fortalece redes de pesquisa, além de impulsionar o desenvolvimento de biocombustíveis a partir de fungos e leveduras, diversificando a matriz energética do agronegócio regional. A matéria pontua também a oportunidade para fomentar tecnologias sustentáveis, alinhadas às demandas ambientais e de produtividade, assim como a possibilidade de atrair investimentos para o Estado, incentivando a instalação de novos centros de pesquisa e empresas do setor bioenergético, a capacitação de profissionais locais contribui para a geração de empregos qualificados e inovação tecnológica, o curso reforça o papel do Tocantins como um polo de agroenergia sustentável no Brasil.

Outras parcerias com universidades renomadas, conforme Figura 3, como a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade de São Paulo (USP), ampliaram o intercâmbio acadêmico e fortaleceram a internacionalização do programa, fortalecendo também as colaborações com empresas do setor agroenergético, como produtores de etanol, também foram fundamentais para a obtenção de recursos financeiros e tecnológicos, assegurando que as pesquisas fossem relevantes para o mercado (UFT/PPP/PPGAD, 2020).

Figura 3 - Parcerias Estratégicas



Fonte: www.uft.edu.br, 2024

Na Figura 3, conforme reportagem no portal UFT, evento realizado foi o VII Curso de Análise da Expressão Gênica por PCR em Tempo Real, nos dias 8 a 12 de julho de 2024, no Laboratório de Fisiologia Molecular de Plantas, no Setor de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras, e contou com uma carga horária de 40 horas, gerando certificado para os participantes, um dos palestrantes foi professor do PPGAD, Dr. Horllys Barreto.

5.3. Pesquisas Desenvolvidas e Parcerias Estratégicas

O impacto do programa no mercado de trabalho começou a se consolidar à medida que os egressos do mestrado demonstraram sua capacidade de inovar no setor agroenergético. As parcerias com empresas do setor, particularmente no ramo de biocombustíveis, contribuíram para que as pesquisas desenvolvidas tivessem aplicabilidade prática, resultando em inovações tecnológicas e na profissionais altamente qualificados.

Figura 4 - Egresso Doutorando na UFVJM



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 4, a participação do egresso Paulo Ricardo atualmente Doutorando na UFVJM, como um dos expositores no I Congresso Internacional e II Congresso Brasileiro de Macaúba, dos dias 23 a 25 de outubro de 2024, na cidade de Campinas, Estado de São Paulo, sediado no Instituto Agrônômico – IAC.

Projetos de pesquisa em colaboração com empresas produtoras de etanol, focados na otimização de processos produtivos e na redução do impacto ambiental, conforme Figura 2, exemplificam o impacto das colaborações nas inovações realizadas (UFT/PPP/PPGAD, 2020).

Figura 5 - Principais projetos PPGAD



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 5, o PPGAD (2024) apresenta no projeto Baixo Carbono, parcerias importantes como Governo do Estado do Tocantins (Seagro/Ruraltins), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e a Universidade Estadual do Tocantins – UNITINS, a pesquisa desenvolvida buscar inserção de novas tecnologias que promovam uma agricultura de baixo carbono, como a avaliação do impacto de sistemas agropecuários e o estoque de carbono no solo.

Essas parcerias também abriram portas para a inserção dos egressos no mercado, promovendo a criação de oportunidades de emprego e inovação no setor agroenergético.

Figura 6 -- Principais projetos PPGAD



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Projeto Batata-Doce para Produção de Etanol, na Figura 6, é segundo o PPGAD (2024), uma pesquisa voltada para o melhoramento genético da batata-doce, que resultou em um aumento de até 430% na produtividade, o projeto viabilizou a instalação de uma usina de etanol com capacidade para processar de 3.000 a 10.000 litros/dia, promovendo a diversificação das fontes de bioenergia.

A internacionalização do Mestrado em Agroenergia foi uma prioridade desde o início, a partir de 2010, o programa estabeleceu colaborações com universidades e centros de pesquisa em países como Estados Unidos, Alemanha, Portugal e França, que já possuíam tradição em pesquisas avançadas na área de agroenergia.

Essas colaborações facilitaram o intercâmbio de conhecimento, a realização de projetos de pesquisa conjunta e a participação em redes globais, contribuindo para o fortalecimento do programa em termos acadêmicos e de visibilidade internacional, atualmente o programa possui duas docentes que estão fazendo esse intercambio conforme Figuras 7 a 9.

Figura 7 - Intercambio Docente PPGAD



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 7, a docente do mestrado em Agroenergia Digital, Dr^a Solange Sággio foi destaque internacional, participando de sessões científicas de inovação e tecnologia na Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Figura 8 - Intercambio Docente PPGAD



Fonte: www.uft.edu.br, 2024

Assim, temos na Figura 8 conforme matéria do portal UFT (2024), destaca que a professora do Mestrado em Agroenergia Digital, Dra Lina María Grajales, atuará pelo período de um ano como visitante na Utah State University, em Logan, no estado de Utah, em parceria com o professor Dr. Hailei Wang, duas vezes ganhador do prêmio a pesquisador do ano, a publicação ressalta ainda que durante o período de um ano, a perspectiva que desenvolvimento de pesquisas científicas direcionadas para o programa.

Figura 9 - Intercambio Docente PPGAD



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 9, a parceria entre UFT e a Universidade da Flórida, promovendo cooperação acadêmica, científica e cultural, com foco em pesquisas colaborativas e intercâmbio, segundo o professor Dr. Carlos Juliano Brant, durante o processo foi possível desenvolver uma colaboração para futuros projetos de pesquisa, assim como uma ampliação das redes internacionais do PPGAD.

Em paralelo, o currículo passou por um processo contínuo de ajustes para garantir que as disciplinas oferecidas fossem relevantes para as necessidades do setor agroenergético em evolução. Essas mudanças foram fundamentais para alinhar o conteúdo acadêmico com as demandas práticas e tecnológicas do mercado, fortalecendo a qualidade do ensino e pesquisa oferecidos pelo programa, conforme Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Práticas acadêmicas



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 10, as discentes do PPGAD, Ana Lúcia e Elian, período 2021.1, desenvolvem atividades no laboratório de análise biométrica do fruto da macaúba.

Figura 11 - Práticas acadêmicas



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 11, o aluno Domingos, edital 2023-2, realiza a pesquisa no laboratório de Análises de Solos e Resíduos Agroindustriais, orientado pelo professor Dr. Guilherme

Benko, segundo o professor, a pesquisa é sobre a Hidrólise da batata-doce, a filtração pós-hidrólise para leitura de glicose, no glicocimento e HPLC.

A estrutura curricular original do Mestrado em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) foi elaborada para oferecer uma base sólida nos aspectos técnicos, científicos e socioeconômicos do setor agroenergético. Em um contexto em que as discussões sobre fontes de energia renovável e sustentabilidade ganhavam destaque tanto em ambientes acadêmicos quanto em políticas públicas, o currículo foi desenhado para responder às demandas emergentes da época.

5.4. Transformação da Matriz Curricular

A matriz curricular era composta por disciplinas que buscavam proporcionar uma compreensão abrangente dos principais temas relacionados à agroenergia. Entre as disciplinas obrigatórias, conforme edital 2012-1, destacam-se:

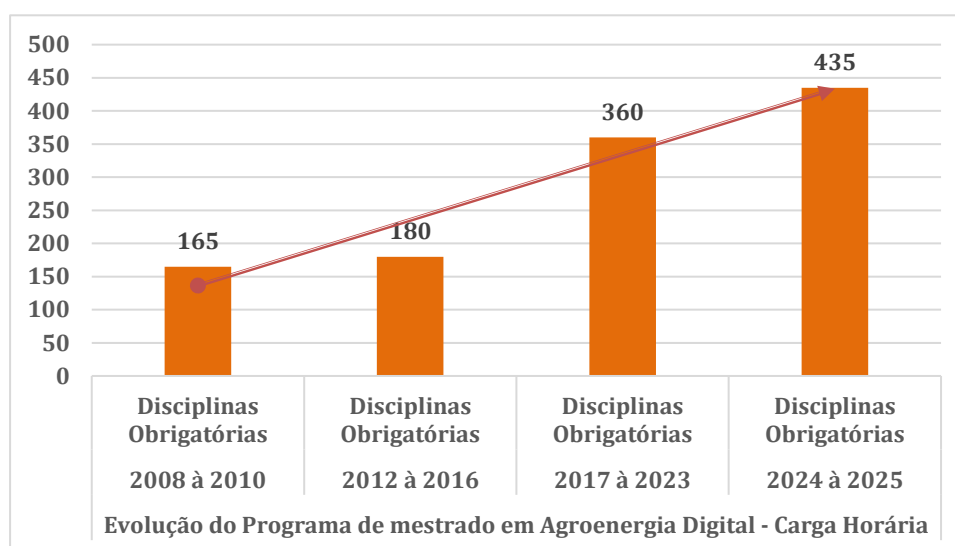
- **Agroenergia I - Culturas Bioenergéticas e Biocombustíveis (30h):** Focada nas principais culturas utilizadas para a produção de bioenergia, como cana-de-açúcar, milho e oleaginosas, a disciplina introduzia também o estudo dos processos de produção de biocombustíveis, destacando os impactos ambientais e econômicos dessas culturas.
- **Agroenergia II - Aspectos Socioeconômicos de Sistemas de Agroenergia (30h):** Abordava os impactos socioeconômicos dos sistemas de agroenergia sobre comunidades locais, economia regional e nacional, além de políticas públicas relacionadas à energia.
- **Estatística Experimental (60h):** Essencial para capacitar os alunos em métodos estatísticos aplicados à pesquisa agroenergética, permitindo uma análise rigorosa e validação científica dos estudos desenvolvidos no programa.
- **Metodologia de Pesquisa e Difusão Científica (45h):** Fornecia uma base metodológica para a condução de pesquisas científicas rigorosas e a disseminação dos resultados, essencial para a aplicação prática e a comunicação das descobertas à comunidade acadêmica e ao setor produtivo.
- **Dissertação (75h):** Considerada a disciplina central, preparava os alunos para o desenvolvimento e defesa de sua dissertação, o que culminava na demonstração

de suas capacidades de realizar pesquisas independentes e contribuir com novos conhecimentos para o campo da Agroenergia (PPGAD, 2012)

Além das disciplinas obrigatórias, a estrutura curricular incluía disciplinas optativas que ofereciam aos alunos a possibilidade de especialização em áreas de interesse, edital 2008.2. Dentre elas podemos mencionar:

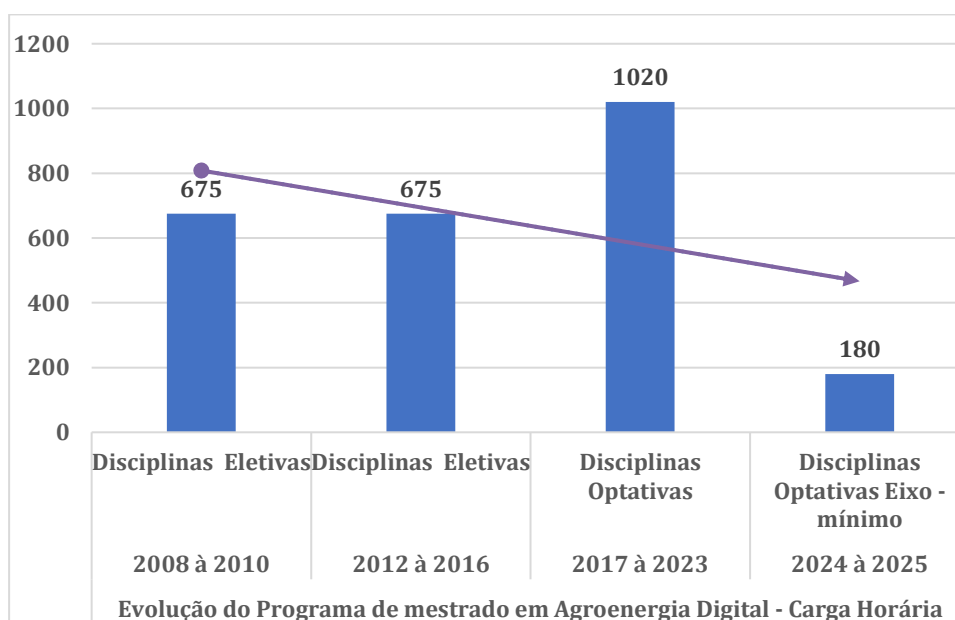
- **Análises Instrumentais e Controle de Qualidade (60h):** Ensinava as principais técnicas analíticas usadas no controle de qualidade dos produtos bioenergéticos.
- **Culturas Bioenergéticas (60h):** Complementava a disciplina de Agroenergia I, com um aprofundamento em culturas específicas no contexto da bioenergia.
- **Microbiologia Aplicada (45h):** Focava no papel de microrganismos em processos como fermentação e biodegradação, essenciais para a produção de biocombustíveis.
- **Agroenergia e Mudanças Ambientais (45h):** Explorava a interação entre a produção de agroenergia e as mudanças ambientais, discutindo tanto os impactos ambientais quanto as estratégias de mitigação.
- **Avaliação e Aproveitamento de Resíduos (45h):** Focava no aproveitamento de resíduos agrícolas na produção de energia, promovendo a sustentabilidade e o uso eficiente dos recursos (PPGAD, 2008)

A carga horária total do curso era de 570 horas, com 255 horas dedicadas às disciplinas obrigatórias e 315 horas às optativas. A diversidade de disciplinas oferecidas refletia a necessidade de formar profissionais capacitados para enfrentar os desafios do setor agroenergético, unindo uma sólida base teórica com habilidades práticas aplicadas. Conforme Gráficos 6 a 8.

Gráfico 6 - Transformação Curricular - Carga Horária

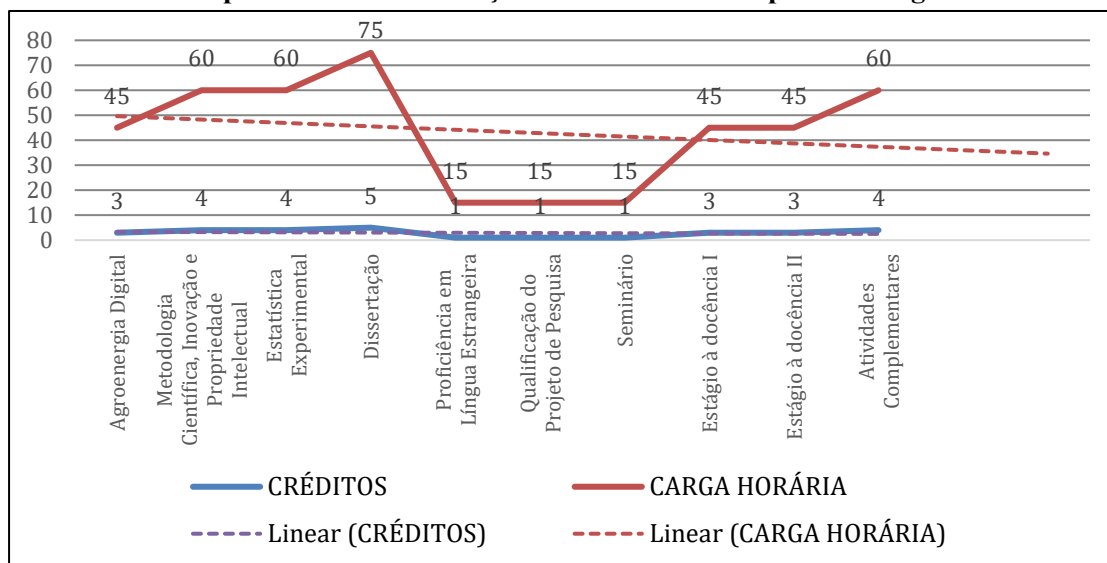
Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 6, observa-se a linha de progressão a partir do período de 2017 – 2023, com avanço considerável na em 2024 à 2025.

Gráfico 7 - Transformação Curricular - Crédito

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 7, a progressão linear seguindo uma projeção oposta, a partir de 2024 à 2025, devido a separação por Eixos 1, 2 e 3, assim como a inserção das disciplinas Integradoras.

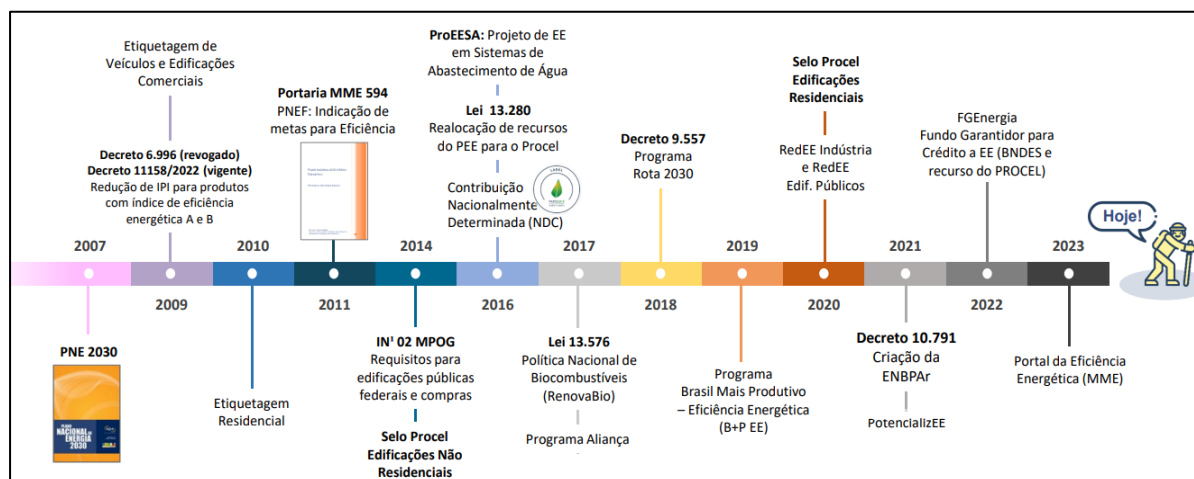
Gráfico 8 - Comparativo Transformação Curriculares Disciplinas Obrigatórias 2024

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Gráfico 8, apenas o ano de 2024 a 2025, para um comparativo entre os créditos e a carga horária das disciplinas obrigatórias, se observa uma progressão linear do desenvolvimento.

5.5. Agronegócio e Linhas de Pesquisa

Na primeira década (2008-2018) o setor agroenergético passou por profundas transformações, com o surgimento de novas tecnologias e mudanças nas políticas públicas que afetaram diretamente o campo da bioenergia, conforme Figura 12.

Figura 12 - Panorama Agroenergético

Fonte: EPE (2024).

Conforme Figura 12, a linha do tempo nos remete ao período de 2007 a 2023, sobre os avanços alcançados no Brasil, ligados a eficiência energética, com legislações, programas e certificações como a etiquetagem de veículos e edificações comerciais em 2007, seguido pelo Programa Nacional de Desenvolvimento - PNE 2030, seguindo em 2011 foi lançada a Portaria do Ministério de Minas e Energia - MME 594, que estabelece metas para eficiência energética, assim como os demais identificados na figura.

Acompanhando a necessidade de mudanças, no programa do Mestrado em Agroenergia, com a atualização do seu currículo, inserindo três linhas de pesquisa para acompanhar as transformações do setor, conforme Tabelas 2 a 5.

Quadro 2 - Disciplinas Optativas Eixo 1

DISCIPLINA - Eixo 1
Bases Fisiológicas, Bioquímicas e Moleculares
Microbiologia e Biotecnologia do Solo
Bioeconomia e Sustentabilidade de Cadeias Produtivas
Tópicos Especiais

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Quadro 2, as disciplinas optativas do Eixo 1 - Sustentabilidade de Arranjos Produtivos e Sistemas Agroenergéticos, tem como principal objetivo preparar os discentes para atuarem na base da cadeia produtiva agroenergética, fornecendo-lhes conhecimento sobre sistemas de produção, fatores relacionados a este processo e

impactos ambientais. Capacita profissionais a identificar as potencialidades das cadeias produtivas e os impactos das políticas governamentais sobre esses sistemas. (PPGAD, 2024).

Quadro 3 - Disciplinas Optativas Eixo 2

DISCIPLINA - Eixo 2
Métodos Analíticos para Biomassas Bioenergéticas
Rotas Tecnológicas para Resíduos Agroindustriais
Engenharia 4.0 de Bioprocessos
Tópicos Especiais
Processos de Produção de Biocombustíveis

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Quadro 3, as disciplinas optativas do Eixo 2 - Bioprocessos para Obtenção de Biocombustíveis, tem como principal objetivo preparar os mestrandos para atuarem junto às indústrias de processamento de matérias primas para obtenção de biocombustíveis, recebendo informações sobre os fatores (bióticos ou abióticos) relacionados à obtenção de biocombustíveis visando maior eficiência de processos e produtos. (PPGAD, 2024).

Quadro 4 - Disciplinas Optativas Eixo 3

DISCIPLINA - Eixo 3
Agricultura de Precisão: Criação e Utilização de Zonas de Manejo na Agricultura de Precisão Moderna
Introdução à Bioinformática
Ciências de Dados
Análise de Dados no Agronegócio
Tópicos Especiais
Logística da Agroenergia

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Quadro 4, as disciplinas optativas do Eixo 3 - Tecnologia e Inovação em Agroenergia Digital, tem como principal objetivo preparar os alunos na geração e utilização de tecnologias digitais aplicadas na agroenergia, onde os alunos integram conhecimentos teóricos e o universo digital (PPGAD, 2024).

Quadro 5 - Disciplinas Optativas Integradoras

DISCIPLINA - Integradora
Recarbonização do Solo com Indicador de Sustentabilidade do Sistema
Mudanças Ambientais e Aplicabilidade de Modelos
Agricultura de Precisão nas Culturas de Milho, Sorgo e Soja
Instalações Agroindustriais
Análise Genômica e Transcricional de Plantas

Fonte: SILVEIRA, G.J., Dados da Pesquisa, 2025.

No Quadro 5, as disciplinas Integradoras, comuns para os 03 (três) Eixos do Programa são norteadoras para que os discentes possam atuar em todas as esferas desde educacional, setor público ou privado (PPGAD, 2024).

Disciplinas focadas em tecnologias emergentes e sustentabilidade foram incorporadas para garantir que os alunos estivessem preparados para lidar com os novos desafios, como o avanço das energias renováveis e as demandas por práticas agrícolas mais sustentáveis.

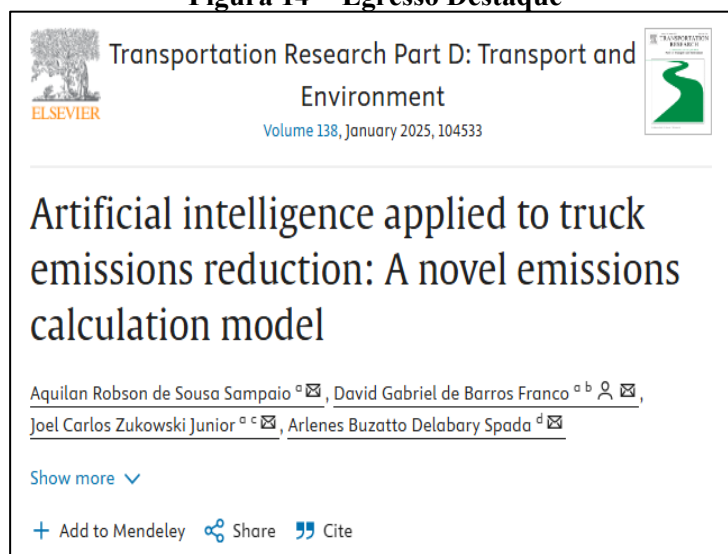
Um dos principais desafios enfrentados pelo programa foi a inserção de seus egressos no mercado de trabalho. Embora o setor agroenergético tenha oferecido diversas oportunidades em áreas como a indústria de biocombustíveis, consultorias de sustentabilidade e órgãos governamentais, houve uma necessidade inicial de educar o mercado sobre a importância de uma formação especializada em agroenergia.

Com o tempo, os egressos começaram a ocupar posições de destaque em empresas e instituições públicas e privadas, fortalecendo a inserção do programa e consolidando a relevância de sua proposta formativa. Como podemos citar nos exemplos das Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Egressa Destaque

Fonte: www.uft.edu.br, 2024

Conforme, Figura 13, a egressa Micaele Rodrigues de Souza, na matéria do Portal UFT (2024), a Universidade Federal do Tocantins, em parceria com a Universidade Federal de Lavras - UFLA, desenvolve ferramenta que revoluciona estudos em Agroenergia Digital, o trabalho teve grande repercussão em diversos cenários: foi defendido no Mestrado em Agroenergia Digital, premiado no Seminário de Iniciação Científica da UFT, apresentado no Simpósio Brasileiro de Genética Molecular de Plantas, registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e publicado em uma das principais revistas científicas da área, a BMC Genomics.(2024).

Figura 14 - Egresso Destaque

Fonte: www.sciencedirect.com, 2024.

Na Figura 14, o artigo fruto da dissertação do egresso Aquilan Robson foi publicado hoje em uma das mais importantes revistas internacionais de Transporte e Meio Ambiente: Transportation Research Part D, conforme o seu orientador, Dr. David Gabriel de Barros Franco (2024), a pesquisa ainda poderá gerar vários frutos, inclusive em outras aplicações envolvendo 'Inteligência Artificial' e 'Otimização'.

As pesquisas desenvolvidas no Mestrado em Agroenergia tiveram um impacto significativo tanto no âmbito social quanto ambiental. Muitos projetos focaram na melhoria da eficiência energética e na redução dos impactos ambientais causados pela produção agroenergética, conforme Figuras 15 à 18.

Figura 15 - Principais projetos PPGAD – Nanotecnologia para recuperar áreas degradadas



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 15, observa-se alguns projetos desenvolvidos no âmbito do Mestrado em Agroenergia que tiveram um impacto significativo tanto social quanto ambiental, destacando-se pela inovação e sustentabilidade, com destaque para Ensaio de Variedades de Arroz e Doses de Arbolina, uma investigação sobre o melhoramento genético do arroz e o uso de fertilizantes biológicos, promovendo maior produtividade e práticas mais sustentáveis na agricultura (PPGAD, 2024).

Figura 16 - Principais projetos PPGAD – Projeto Macaúba e Castanha do Pará



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft , 2024.

Na Figura 16, o projeto Macaúba - o Ouro do Cerrado, a pesquisa é direcionada para o aproveitamento da macaúba como fonte de biomassa para a produção de biocombustíveis e outros subprodutos. Este projeto contribui para o uso sustentável dos recursos do Cerrado, fomentando a bioeconomia regional (PPGAD, 2024).

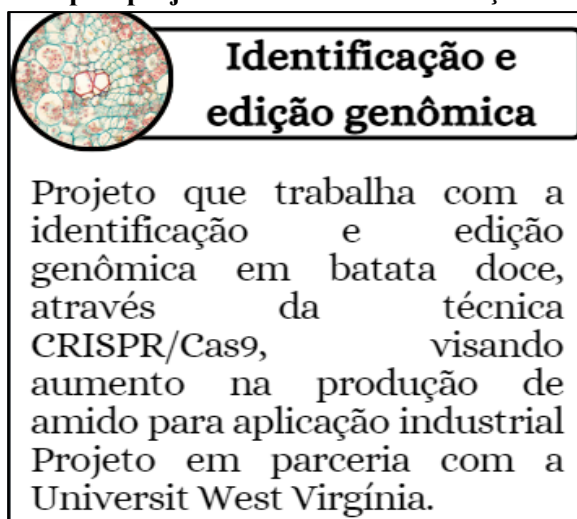
Figura 17 - Principais projetos PPGAD – Bioeconomia no Agronegócio



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft , 2024.

No projeto sobre bioeconomia no agronegócio, Figura 17, o PPGAD (2024) busca reduzir impactos ambientais, gerando empregos diretos e indiretos, criando valor a partir de resíduos agroindustriais.

Figura 18 - Principais projetos PPGAD – Identificação e Edição Genômica



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Além disso, conforme Figura 18, o projeto de identificação e edição genômica em batata-doce, por meio da técnica CRISPR/Cas9, visa aumentar a produção de amido para aplicações industriais, otimizando recursos e economizando desperdícios (PPGAD, 2024).

Todos os projetos desenvolvidos pelo PPGAD, visa agregar com essas inovações, um impacto social e ambiental positivo, contribuindo para a transição da Agroenergia, tornando-a mais sustentável.

5.6. Produções relevantes no contexto acadêmico, social e econômico

As pesquisas desenvolvidas no programa contribuíram para o desenvolvimento de soluções sustentáveis, como o aproveitamento de resíduos agrícolas e o uso de recursos naturais de maneira mais eficiente, conforme apresentado na figura acima, todas as informações estão disponíveis no repositório da UFT e na rede social do programa.

No âmbito social, os projetos também investigaram como comunidades rurais poderiam se beneficiar do uso de tecnologias agroenergéticas renováveis, promovendo o desenvolvimento social e econômico de regiões menos favorecidas. No Quadro 6, alguns trabalhos desenvolvidos pelos discentes com seus respectivos temas e sua relevância no contexto acadêmico, social e econômico.

Quadro 6 - Dissertações relevantes no PPGA

Discente	Tema da Dissertação	Relevância do Estudo
PEREIRA, A. de O.	"Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em cultivares de batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.) desenvolvidas para produção de etanol."	Contribui para a segurança do cultivo de batata-doce, minimizando impactos ambientais e potencializando sua produção para bioenergia.
CAMPOS, A. L. de	"Potencial do uso de silicato de magnésio como condicionante da fertilidade do solo na cultura do milho."	Auxilia na melhoria da fertilidade do solo, podendo aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável.
SAMPAIO, A.	"Utilização de redes neurais artificiais para simulação e parametrização das emissões de dióxido de carbono no transporte rodoviário de cargas."	Aplica inteligência artificial para monitoramento e redução de emissões de CO ₂ , contribuindo para práticas sustentáveis no setor logístico.
BERNARDO, A. P.	"Análise do potencial energético dos resíduos de biomassa proveniente da manutenção da rede de energia da concessionária Energisa Tocantins."	Explora o aproveitamento de resíduos de biomassa para geração de energia, reduzindo desperdícios e impactos ambientais.
MARTINS, C. R.	"Rendimento de etanol de genótipos de sorgo sacarino (<i>Sorghum bicolor</i>) em diferentes épocas de corte."	Identifica as melhores condições para maximizar a produção de etanol, promovendo a eficiência energética.
CARVALHO JUNIOR, C. A.	"Variabilidade genética de genótipos de batata-doce baseada em características relacionadas ao potencial agroenergético."	Avalia a diversidade genética da batata-doce para selecionar variedades com maior potencial bioenergético.
DOS SANTOS, D. B. R.	"Impacto do uso do solo sobre seus atributos químicos e físicos - Planície do Araguaia, Estado do Tocantins."	Analisa como o manejo do solo afeta sua qualidade, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis.
LOPES, E. de C. G.	"Análise da influência do modal rodoviário na logística no desenvolvimento da agroenergia do Brasil."	Examina o papel da infraestrutura de transporte na cadeia produtiva da agroenergia, visando otimizar processos.
DA SILVA JÚNIOR, F. R.	"Seleção e avaliação de leveduras isoladas do fruto do pequi (<i>Caryocar Brasiliense</i>) para a produção de lipídios como matéria-prima energética."	Explora microrganismos nativos como alternativa para produção de biocombustíveis, agregando valor a espécies do Cerrado.
OLIVEIRA, F. C.	"Elaboração de um sistema de monitoramento composto por sensores e componentes eletrônicos por meio da plataforma Arduino para acompanhamento de características específicas do biogás."	Desenvolve tecnologia acessível para otimizar a produção e o monitoramento de biogás.
ARAÚJO, F. B. de	"Avaliação físico-química do óleo da semente da <i>Morinda citrifolia</i> Linn para obtenção de biodiesel etílico."	Investiga novas fontes de matéria-prima para produção sustentável de biodiesel.
BARROS, I. L. de O.	"O marco regulatório do biogás: panorama nacional e internacional."	Analisa o cenário regulatório do biogás, auxiliando no desenvolvimento de políticas públicas para o setor.
DE SOUSA, I. J. A.	"Diferentes concentrações de H ₂ O ₂ no pré-tratamento de biomassa residual na produção de etanol 2G."	Avalia técnicas para otimizar o pré-tratamento de biomassa visando aumentar a eficiência da produção de etanol de segunda geração.

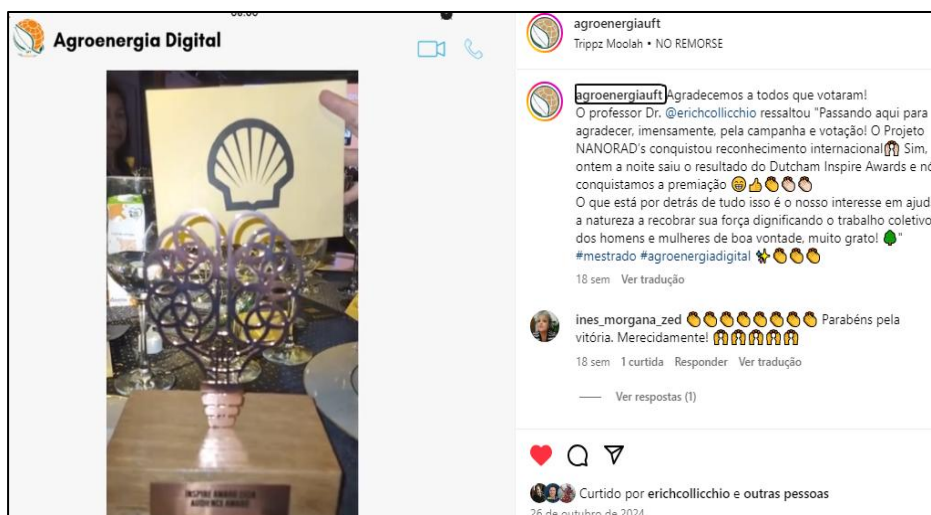
Discente	Tema da Dissertação	Relevância do Estudo
SARRI JUNIOR, J. C.	"Utilização da cama de frango de aviários para geração de energia elétrica através do biogás."	Propõe a valorização de resíduos agropecuários para geração de energia renovável.
DA SILVA GLÓRIA, J.	"Análises morfo-fisiológicas de plantas de <i>Acrocomia aculeata</i> sob aplicação de glyphosate, visando dar suporte a sistemas de produção agroenergéticos."	Investiga a tolerância da macaúba a herbicidas, contribuindo para seu cultivo em sistemas agroenergéticos.
LOPES, J. G.	"Otimização da produção de celulases por <i>Yarrowia divulgata</i> isolada de coco tucum."	Explora microrganismos para a produção de enzimas essenciais na conversão de biomassa em biocombustíveis.
DE SOUSA FILHO, L. E.	"Avaliação de genótipos de sorgo sacarino (<i>Sorghum bicolor</i>) para a produção de etanol."	Identifica variedades de sorgo com maior rendimento para a produção de etanol, ampliando alternativas de biomassa.
DO CARMO, M. E. R.	"Obtenção e avaliação de espuma poliuretana com incorporação de resíduo agroenergético para isolamento térmico e acústico."	Desenvolve novos materiais sustentáveis com reaproveitamento de resíduos agroindustriais.
DE ARAÚJO, R. F.	"Substituição parcial do cimento Portland por cinzas provenientes da queima do bagaço da cana-de-açúcar para fabricação de argamassas."	Propõe alternativas mais sustentáveis para a indústria da construção civil, reduzindo emissões de CO ₂ .
WANDERLEY, R. J. C.	"Eficiência do peróxido de hidrogênio no pré-tratamento do resíduo industrial da macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>) para produção de etanol 2G."	Avalia um método químico para melhorar a conversão de resíduos vegetais em biocombustíveis.
DA SILVA, R. B. R.	"Avaliação de desempenho de líquidos iônicos verdes como pré-tratamento de bagaço de cana-de-açúcar na produção de etanol lignocelulósico."	Investiga o uso de solventes sustentáveis para melhorar a produção de biocombustíveis.
LOPES, S. C.	"Avaliação de um material compósito polimérico bioinspirado reforçado com fibra de bagaço de cana-de-açúcar."	Explora materiais sustentáveis inspirados na natureza para aplicações industriais.
FREIRE, T. M.	"Desempenho de cultivares de soja em Latossolos Amarelos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários."	Avalia a adaptabilidade da soja a diferentes tipos de solo, auxiliando no manejo agrícola.
FLEXA, T. A. F.	"Avaliação do potencial de etanol de segunda geração a partir de lodo proveniente de indústria de MDF utilizando diferentes pré-tratamentos."	Propõe soluções para o reaproveitamento de resíduos industriais na produção de biocombustíveis.
DA SILVA, W. D.	"Potencial metanogênico da codigestão de sorgo sacarino e biomassa inoculado com esterco bovino."	Avalia a eficiência da digestão anaeróbica na produção de biogás, promovendo energias renováveis.
NOGUEIRA, W. A.	"Utilização do soro de queijo na potencialização da produção de etanol a partir de três cultivares de arroz."	Investiga a utilização de resíduos da indústria de laticínios na produção de biocombustíveis.

Fonte: SILVEIRA, G.J. Dissertações Relevantes , Palmas, 2025.

Conforme Quadro 6, as produções desenvolvidas pelos discentes do programa de Agroenergia Digital, apresentam grande relevância para o avanço da agroenergia e sustentabilidade. Os egressos Pereira, A.de O. (2022) e Carvalho Junior, C.A. (2022), analisaram a produção de etanol a partir da batata-doce, enquanto Martins, C.R. (2021) e Sousa Filho, L.E. de (2023) estudaram o rendimento do etanol de genótipos de sorgo sacarino. Sarri Junior, J.C (2024) investigou a geração de energia elétrica por meio do biogás, e Araújo, R.F. de (2024), explorou o uso de cinzas do bagaço da cana na construção civil. Oliveira, F.C. (2023) desenvolveu um sistema de monitoramento de biogás com sensores eletrônicos, e Sampaio, A. (2023), aplicou redes neurais artificiais para parametrização de emissões de CO₂ no transporte de cargas. Além disso, Barros, I.L.de O. (2023), analisou o marco regulatório do biogás, contribuindo para melhores políticas públicas no setor energético, possibilitando através dos estudos desenvolvidos mostram a viabilidade da economia circular, contribuindo para um futuro mais sustentável.

A qualidade das pesquisas desenvolvidas e o impacto no mercado foram celebrados por meio de a premiação internacional, conforme Figura 19, destacando a relevância acadêmica e profissional do programa.

Figura 19 – Projeto Premiado Internacionalmente



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 19, destaque para o projeto NANORAD's - Aplicações da Nanobiotecnologia para Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia, o projeto foi contemplado com o prêmio internacional Dutcham Inspire Awards, o estudo visa o desenvolvimento de soluções nanotecnológicas para recuperar solos degradados,

restaurando áreas afetadas pelo desmatamento e contribuindo para a regeneração da floresta amazônica (PPGAD, 2024).

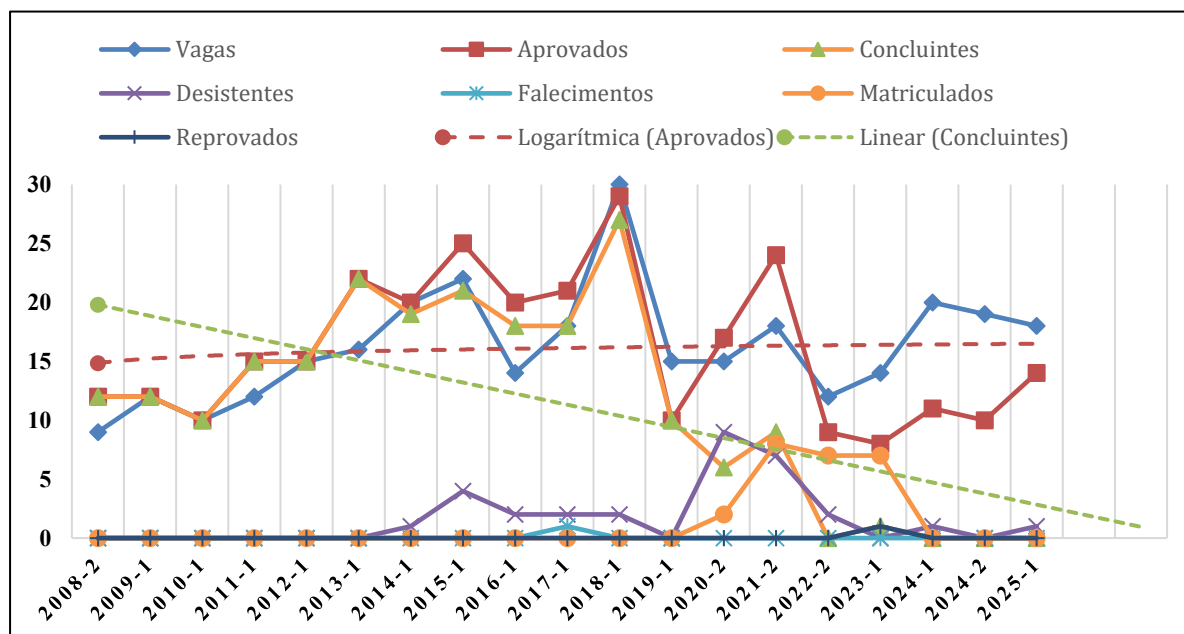
Figura 20 – Artigo Premiado



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

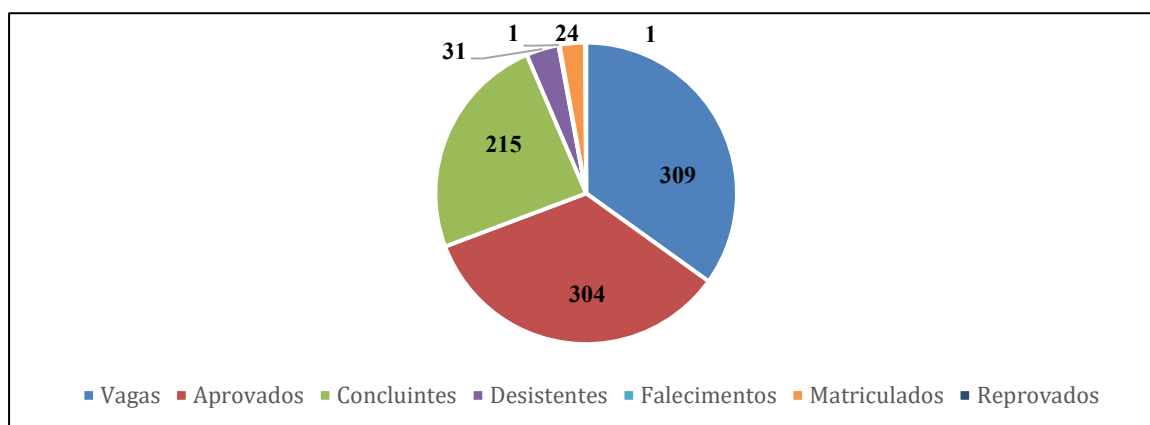
O discente do PPGAD, mestrando Rodolfo Renan, conforme Figura 20, foi agraciado com o segundo lugar, pelo artigo com o tema com foco na produção de biomassa para etanol de segunda geração (E2G), evento realizado de maneira híbrida pela plataforma youtube e também presencial na cidade do Rio de Janeiro, 10º Workshop de Engenharia de Biosistemas, o tema do evento era Desastres socioambientais, período de 12 a 13 de novembro de 2024.

Reconhecimentos como os mencionados acima, contribuíram para a visibilidade do programa, atraindo novos alunos e consolidando parcerias estratégicas, tanto com o setor produtivo quanto com instituições de ensino e pesquisa, conforme Gráfico 9.

Gráfico 9 - Evolução número de alunos

Fonte: SILVEIRA, G.J. Evolução número de alunos, Palmas, 2025.

No Gráfico 9, observamos que o número de vagas variou ao longo dos anos, começando com 9 em 2008-2 e atingindo um pico de 30 em 2018-1, na quantidade de aprovados estava acima ou acompanhou o número de vagas, na taxa de conclusão foi alta em muitos anos, mas caiu significativamente a partir de 2020-2, período de pandemia, resultando também no número de desistências, em 2020-2 e 2021-2, com 9 e 7 casos, respectivamente. Em 2017-1, ocorreu um falecimento entre os alunos, com um registro. Em 2023-1, houve a primeira menção de reprovação, com um aluno não conseguindo concluir o curso. Nos anos mais recentes, como 2024-1 e 2024-2, há uma tendência de queda nos concluintes, com muitos alunos ainda matriculados, ressaltamos que isso pode ser justificado pelo período do curso que são de 02 (dois) anos para a conclusão, ressaltamos que já há um aluno aprovado, o que remete o suporte que o programa direciona para os alunos.

Gráfico 10 - Resumo número de alunos

Fonte: SILVEIRA, G.J. Resumo número de alunos , Palmas, 2025.

No Gráfico 10, apresenta a distribuição total de vagas, aprovados, concluintes, desistentes, falecimentos, matriculados e reprovados ao longo dos anos analisados, 2018.2 até 2025, considerando que o curso tem duração de 2 anos para conclusão, o número de vagas (309) e aprovados (304) mostra que a maioria dos candidatos é admitida no curso, no que remete ao total de concluintes (215) indica que muitos alunos não finalizam o curso dentro do prazo esperado. Com apenas 31 desistências, o que refletem um percentual baixo, em relação aos alunos que finalizam o curso. Apenas 01 (um) falecimento e 01 (uma) reprovação foram registrados, mostrando que esses fatores têm pouco impacto na evasão.

O Mestrado em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) tem buscado desde sua concepção atender as demandas crescentes do mercado que visa a formação de profissionais, para atuarem no setor agroenergético brasileiro, conforme dados da EMBRAPA (2020), os principais desafios e oportunidades na transformação digital da agricultura são a planejar, abastecer, produzir, distribuir, armazenar, processar e comercializar nas cadeias produtivas, desenvolvendo esse conjunto de atividades de maneira digitalizada e interconectadas pode direcionar para um novo cenário da agricultura brasileira.

A relevância do programa é evidenciada pelos dados de atuação profissional dos egressos, conforme Quadro 7. A partir de dados de acompanhamento dos egressos promovido pela Avaliação do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital (2023), se apresenta uma expressiva maioria de aproximadamente 80% dos ex-alunos atuam em áreas diretamente relacionadas às linhas de pesquisa do mestrado, demonstrando a alta aplicabilidade e demanda dos conhecimentos adquiridos, com os

demais 20% restantes, seguindo carreiras em setores distintos, ilustram a versatilidade da formação oferecida (CPA, 2023).

As pesquisas conduzidas no programa têm resultado em avanços significativos, contribuindo para aumentar a competitividade e sustentabilidade do setor, as inovações mais notáveis, destacam-se:

Quadro 7 - Egressos PPGA – Destaques

Tema	Pesquisador(a)	Projeto	Resultados
Otimização de Processos Bioenergéticos	Mirella Pessoa Diniz da Silva	Simulação da transferência de calor na produção de lipases por fermentação em estado sólido em biorreator de bandejas.	Avanços na eficiência da produção de enzimas para biocombustíveis.
Antioxidantes Naturais para Biodiesel	Fabício de Oliveira Ramos	Obtenção e aplicação do líquido extraído da casca da castanha do caju como antioxidante para o biodiesel.	Solução sustentável para melhorar a qualidade do biodiesel.
Aproveitamento de Resíduos de Biomassa	Astrogildo Pires Bernardo (UFES)	Análise do Potencial Energético dos Resíduos de Biomassa da Concessionária Energisa Tocantins.	Destacou o potencial dos briquetes como fonte renovável de energia.
Inovação em Expressão Gênica	Micaele Rodrigues de Souza	Desenvolvimento do RGeasy®, ferramenta para seleção de genes de referência em RT-qPCR.	Ferramenta registrada no INPI, premiada e publicada na revista BMC Genomics. Interface acessível para bioinformática.
Compósitos Biodegradáveis	Programa de pesquisa	Desenvolvimento de compósitos biodegradáveis.	Contribuição para a sustentabilidade do setor.

Fonte: SILVEIRA, G.J. Egressos PPGA, Palmas, 2025.

Conforme Quadro 7, os trabalhos desenvolvidos pelos alunos do programa obtiveram conquistas significativas e contribuíram para a inserção e conhecimentos sobre a importância que o desenvolvimento acadêmico em parceria com empresas públicas como FATPO e UFES, assim como privadas ENERGISA.

5.7. Agroenergia convencional (2008 a 2021)

O Programa de Pós-Graduação em Agroenergia (PPGA) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) tem sido um catalisador para o avanço do conhecimento e a resolução de problemas práticos no setor agroenergético, Figura 21.

Figura 21 - Pesquisa setor agroenergético

Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2022.

O estudo apresentado na Figura 21, envolve o cultivo de leveduras para a produção de bioetanol, possui grande relevância para o setor agroenergético, sua utilização de micro-organismos fermentadores na produção de biocombustíveis contribui para o desenvolvimento de uma matriz energética mais sustentável, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis, além de fortalecer a pesquisa, otimizando a eficiência da fermentação, aumentando a produtividade do etanol a partir de matérias-primas renováveis, como resíduos agrícolas e cultivos energéticos, um dos principais focos do PPGAD, beneficiando diretamente o agronegócio, possibilitando a valorização de subprodutos da agroindústria e tornando a produção de bioetanol mais viável economicamente. Outro aspecto relevante é a contribuição para a economia circular, pois o uso de resíduos agroindustriais na fermentação melhora a sustentabilidade da cadeia produtiva. A pesquisa também fortalece a posição do Brasil como líder global em bioenergia, incentivando tecnologias inovadoras para o setor sucroenergético e agroindustrial.

5.8. Destaque para algumas Dissertações PPGAD

A defesa da primeira dissertação ocorreu em 2011, realizada pelo egresso Rogério Cavalcante Gonçalves, sua dissertação foi orientada pelo Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias,

com foco na investigação da produtividade e absorção de nutrientes de três cultivares de batata-doce (Marcela, Amanda e Duda) para produção de etanol. O estudo, realizado na área de Agroenergia e na linha de pesquisa de Processos de Obtenção de Biocombustíveis e Aproveitamento de Resíduos, avaliou 33 tratamentos com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. Os resultados destacaram a cultivar Duda como a mais produtiva, enquanto Amanda se sobressaiu na exportação de nutrientes. A pesquisa concluiu que a adubação otimiza a produção e afeta significativamente o teor de amido, elemento essencial para a eficiência na produção de etanol.

A Tabela 3, oferece uma visão geral das transformações curriculares do programa ao longo dos anos, destacando o número de dissertações por ano e as principais áreas de pesquisa abordadas. Isso permite uma rápida compreensão do escopo e da diversidade das pesquisas realizadas no PPGA-UFT.

Tabela 3 - Dissertações Defendidas e Aprovadas no PPGA-UFT (2012-2023)

<i>Ano</i>	<i>Nº de Dissertações</i>	<i>Principais Áreas de Pesquisa</i>
2011	01	Investigação da produtividade e absorção de nutrientes de três cultivares de batata-doce (Marcela, Amanda e Duda) para produção de etanol
2012	14	Culturas energéticas, biocombustíveis, aproveitamento de resíduos
2013	11	Biodiesel, logística de transporte, pirólise de resíduos
2014	14	Análise energética, zoneamento agroclimático, produção de celulases
2015	19	Bioetanol, palma de óleo, eficiência no uso de nutrientes
2016	17	Aproveitamento de biomassa, cogeração de energia, controle fitossanitário
2017	17	Aptidão agroclimática, produção de enzimas, pirólise termoquímica
2018	16	Hidrólise enzimática, automação de processos, sistemas híbridos de energia
2019	19	Análise transcricional, sorgo sacarino, co-digestão anaeróbia
2020	20	Análise de riscos climáticos, RenovaBio, compostos biodegradáveis
2021	10	Embriogênese somática, economia circular, desenvolvimento de software
2022	6	Limpeza viral, avaliação de ciclo de vida, biochar
2023	10	Briquetes energéticos, marco regulatório do biogás, redes neurais

Fonte: SILVEIRA, G.J. Dissertações Defendidas e Aprovadas no PPGA, Palmas, 2025.

Na Tabela 3, o panorama das dissertações defendidas no PPGA-UFT entre 2012 e 2023, percebe-se que ao longo dos anos, houve um foco crescente em biocombustíveis, bioenergia e aproveitamento de resíduos, refletindo a busca por soluções sustentáveis, temas como pirólise, hidrólise enzimática, cogeração de energia e economia circular também ganharam destaque. Em 2020, observa a crescente sobre riscos climáticos, compostos biodegradáveis e regulação do biogás se tornaram mais frequentes.

5.9. Excelência na formação de profissionais

O Mestrado em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) tem se destacado como um centro de excelência na formação de profissionais altamente qualificados para o setor agroenergético. O programa prepara seus alunos para enfrentar os desafios técnicos e ambientais da área, e os capacita para serem agentes de inovação e sustentabilidade. Com destaque para os discentes conforme Figura 22.

Figura 22 - Atuação dos discentes PPGAD



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Na Figura 22, a pesquisa desenvolvida pelo aluno do mestrando em Agroenergia Digital, Lúcio Scartezini propõe modelo de balanceamento de outorgas hídricas para região do Rio Formoso, orientado pelo professor Dr. Ary Henrique Moraes, direciona um desenvolvimento através da inovação sem perder o foco na sustentabilidade.

Os egressos do programa demonstram versatilidade em suas carreiras, atuando em um amplo espectro de áreas, que incluem pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico, gestão ambiental e consultoria especializada. Sua presença é marcante tanto no setor privado quanto no público, abrangendo empresas do ramo agroenergético, órgãos governamentais e instituições de ensino superior.

O impacto desta formação de excelência é evidenciado pela trajetória profissional dos ex-alunos. Muitos deles ascenderam a posições de liderança, onde aplicam o conhecimento adquirido para impulsionar práticas mais sustentáveis e inovadoras. Casos exemplares incluem Victor Hugo Gomes Sales e Marta Heloisa Mairesse, que se tornaram docentes no Instituto Federal do Amapá (IFAP) e no Instituto Federal do Tocantins

(IFTO), respectivamente. Nestes papéis, eles aplicam seus conhecimentos, e contribuem para a formação da próxima geração de profissionais do setor.

Ao combinar pesquisa acadêmica com aplicações práticas, o programa gera conhecimento, e soluções que estão sendo implementadas no mercado, reforçando a competitividade e a sustentabilidade do setor no Brasil.

As investigações conduzidas no âmbito do programa têm oferecido contribuições significativas para a formulação de políticas que visam expandir a agroenergia como uma fonte sustentável de energia renovável (PEREIRA, 2021).

5.10. Impacto Social e Inserção Profissional: Conectando Academia, Políticas Públicas e Sociedade

O Mestrado Profissional em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) tem se consolidado como uma ponte estratégica entre a academia e a sociedade, especialmente no que se refere ao diálogo com formuladores de políticas públicas e à promoção de práticas sustentáveis no setor agroenergético brasileiro. Por meio de ações integradas de pesquisa aplicada, formação qualificada e articulação institucional, o programa cumpre sua função social ao formar profissionais capacitados e engajados com os desafios contemporâneos da bioenergia.

Essa sinergia fortalece a produção científica com impacto social direto, impulsionando o desenvolvimento de soluções tecnológicas e políticas voltadas às reais demandas do campo, em alinhamento com a agenda sustentável nacional. A atuação do programa tem contribuído significativamente para a inovação no setor agrícola e energético, promovendo uma agricultura mais limpa, produtiva e resiliente.

A relevância e os resultados do programa se expressam em diversas frentes:

1. **Subsídios para políticas públicas:** As pesquisas desenvolvidas no mestrado têm subsidiado programas e iniciativas governamentais, orientando políticas que incentivam a produção de bioenergia e a adoção de tecnologias sustentáveis no meio rural.
2. **Participação em fóruns de discussão:** A presença ativa em espaços de debate sobre políticas públicas permite alinhar os estudos acadêmicos às necessidades

reais do setor energético, garantindo que as decisões públicas se baseiem em evidências científicas atualizadas.

3. **Colaboração com órgãos reguladores:** As parcerias estabelecidas com entidades reguladoras favorecem a transferência do conhecimento acadêmico para a formulação de políticas eficazes, fortalecendo o papel da ciência como base para decisões governamentais.
4. **Fomento às energias renováveis:** A atuação conjunta com instituições públicas tem permitido a incorporação dos resultados das pesquisas do programa em ações que promovem o uso de fontes renováveis, posicionando o Brasil como referência em agroenergia.

Além do impacto institucional, o programa tem se destacado pela inserção expressiva de seus egressos em posições de liderança no setor público, na iniciativa privada e em instituições de ensino e pesquisa. Isso evidencia a adequação da formação oferecida às demandas do mercado e da sociedade, conforme ilustram os seguintes exemplos:

- **Victor Hugo Gomes Sales** – Professor no Instituto Federal do Amapá e orientador no Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (BIONORTE), com foco em bioprocessos e bioprodutos.
- **Ronaldo Pereira Lima** – Docente na Faculdade Guaraí-IESC/FAG, atuando em disciplinas como culturas energéticas e fruticultura.
- **Marta Heloisa Mairesse** – Professora efetiva do IFTO, contribuindo para a formação técnica e a pesquisa aplicada.
- **Franscianne Batista de Araújo** – Doutoranda no BIONORTE e professora do IFTO, com experiência no Ledbio/UFT em processos termoquímicos, transesterificação e empreendedorismo.
- **Cibelle Christine Brito Ferreira** – Doutora em Produção Vegetal, docente na Universidade Estadual do Tocantins (Unitins).
- **Fredson Leal de Castro Carvalho** – Doutorando em Produção Vegetal na UFT, com início de carreira como técnico no IFTO.
- **Adriano Sérgio Bernardo Queiroz e Marina Póvoa Pontes Coelho** – Professores efetivos na Unitins.

- **Felipe Tozzi Bittencourt e Humberto Rodrigues Macedo** – Docentes e coordenadores de cursos técnicos no IFTO.
- **Tatykelly Alves Borges** – Analista técnica no Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

A trajetória acadêmica e profissional desses egressos reforça o compromisso do programa com a formação de especialistas preparados para enfrentar os desafios do presente e liderar processos de inovação e sustentabilidade no futuro. A continuidade de muitos deles em programas de doutorado demonstra o caráter estruturante do mestrado, funcionando como catalisador para a consolidação de carreiras científicas e técnicas em agroenergia.

5.11. Ensino Híbrido e Inovação Disruptiva na Pós-Graduação

A adoção de metodologias híbridas no ensino de pós-graduação tem sido destacada como um movimento essencial para alinhar a educação às exigências da sociedade contemporânea, especialmente em programas voltados à inovação tecnológica, como o de Agroenergia Digital da UFT. De acordo com Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), o ensino híbrido é uma estratégia que integra atividades presenciais e remotas, promovendo a personalização da aprendizagem e o protagonismo discente. Essa abordagem permite que o estudante tenha contato com os conteúdos previamente, utilizando o tempo presencial para resolução de problemas, trabalho colaborativo e construção de projetos.

José Moran (2021) e o Conselho Nacional de Educação (2021) ressaltam que a aprendizagem híbrida não se trata apenas da combinação de tempos e espaços distintos, mas de uma reformulação profunda dos processos pedagógicos, incorporando flexibilidade, conectividade e interdisciplinaridade. Tais diretrizes dialogam com a proposta curricular do PPGAD, que busca formar profissionais aptos a atuar em ambientes digitais complexos e em constante transformação.

Ainda no contexto da inovação educacional, Horn e Staker (2015) propõem o conceito de inovação disruptiva, aplicada à educação por meio do blended learning. Essa

perspectiva reforça a necessidade de ruptura com os modelos tradicionais, substituindo-os por estruturas que favoreçam a autonomia, a adaptação e a eficácia formativa.

Complementarmente, Passos (2016) discute o conceito de u-learning, destacando que a aprendizagem ubíqua, apoiada por ambientes virtuais adaptativos e dispositivos móveis, amplia as possibilidades de construção do conhecimento em qualquer tempo e lugar. Essa abordagem contribui para a promoção da aprendizagem significativa, em especial quando aliada a metodologias ativas e personalizadas.

6. O Processo de Transição para o Mestrado em Agroenergia Digital: Contexto e Resultados

A transição para o Mestrado em Agroenergia Digital envolveu uma revisão abrangente da matriz curricular, conforme detalhado no Projeto Político Pedagógico do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital (UFT/PPP/PPGAD, 2020).

O currículo foi redesenhado para incorporar disciplinas que abordam tecnologias digitais aplicadas à agroenergia, como Big Data, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e blockchain. Além disso, houve um fortalecimento nas áreas de inovação e empreendedorismo, com a introdução de disciplinas voltadas para gestão de projetos tecnológicos, sustentabilidade e políticas públicas digitais. A revisão também incluiu a oferta de disciplinas em formato híbrido, alinhando-se com as tendências de ensino à distância e aprendizado digital.

O novo foco do programa visou atender às demandas emergentes do mercado de trabalho, que valoriza cada vez mais profissionais capacitados em tecnologias digitais aplicadas à agricultura. Conforme o UFT/PPP/PPGAD (2020), a modernização do curso foi alinhada com as necessidades das indústrias agroenergéticas e das políticas públicas que incentivam a adoção de tecnologias sustentáveis. O objetivo é formar mestres capazes de liderar a transformação digital no campo, promovendo práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

De acordo com o UFT/PPP/PPGAD (2020), disciplinas focadas em IoT, machine learning e análise de Big Data foram adicionadas para proporcionar aos alunos uma formação robusta e alinhada com a digitalização da agroenergia. A integração de laboratórios de alta tecnologia e plataformas digitais de ensino fortalece a formação prática dos alunos, permitindo-lhes experimentar e desenvolver soluções inovadoras em um ambiente controlado.

Quadro 8 - Currículo Convencional vs. Digital

ASPECTO	CURRÍCULO CONVENCIONAL	CURRÍCULO DIGITAL
Estrutura	Disciplinas tradicionais, focadas em fundamentos teóricos.	Disciplinas inovadoras, com abordagem interdisciplinar e digital.
Tecnologia	Pouca integração de tecnologia educacional.	Forte presença de Big Data, IA, IoT, blockchain.
Metodologia	Predominância de ensino expositivo.	Uso de plataformas digitais e ensino híbrido.
Foco	Conteúdos teóricos e práticas laboratoriais tradicionais.	Desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas ao campo.
Atualização	Reformulação esporádica do currículo.	Atualização contínua conforme avanços tecnológicos.

Fonte: UFT/PPP/PPGAD (2020), Souza & Pereira (2020), Silva (2021).

A reforma curricular de 2019, conforme Quadro 8, quando o planejamento estratégico do curso foi reestruturado para incluir tecnologias digitais em seu currículo. Essa mudança modernizou a estrutura curricular e alinhou o curso às novas demandas do setor energético, que cada vez mais integra ferramentas digitais para melhorar a eficiência e sustentabilidade dos processos de produção de energia. Esse processo de digitalização foi caracterizado por (dizer o que foi feito) inclusão disso, alteração daquilo, descrever os processos educacionais.

Quadro 9 - Disciplina Convencional vs. Digital

DISCIPLINA	MODELO CONVENCIONAL	MODELO DIGITAL
Agroenergia	Foco na biomassa e processos tradicionais.	Integração de tecnologias emergentes na produção de energia.
Inovação e Empreendedorismo	Não presente ou marginal.	Forte foco em gestão de projetos tecnológicos.
Sustentabilidade	Teórica, sem ferramentas digitais.	Uso de dados para gestão eficiente e sustentável.
Políticas Públicas	Discussão tradicional sobre regulações.	Inclusão de políticas para transformação digital no setor.
Big Data e IoT	Ausente ou pouco explorado.	Foco em aplicações de análise de dados no agronegócio.

Fonte: UFT/PPP/PPGAD (2020), Almeida & Oliveira (2019), Carvalho (2021).

A transição para o Mestrado em Agroenergia Digital enfrentou diversos desafios, relatados no UFT/PPP/PPGAD (2020), conforme Quadro 9, como pode ser observado, destacam-se a necessidade de formação do corpo docente, a adaptação da infraestrutura tecnológica, a atualização constante das ferramentas digitais e a resistência inicial de alguns setores do mercado agroenergético e da comunidade acadêmica. A mudança também exigiu a construção de novas parcerias estratégicas com empresas de tecnologia e outras instituições de ensino para garantir a qualidade e relevância do novo programa.

Em resposta à alteração curricular a mudança de nome para Agroenergia Digital ocorreu 2022, como um reflexo do novo posicionamento do programa, que se adapta às necessidades contemporâneas e se projeta para o futuro com uma visão digital e inovadora.

Quadro 10 - Relação Teoria e Prática Convencional vs. Digital

ASPECTO	MODELO CONVENCIONAL	MODELO DIGITAL
Integração	Maior distanciamento entre teoria e prática.	Conexão direta por meio de plataformas digitais.
Aprendizado prático	Predomina em laboratórios físicos.	Uso de simulações digitais e dados reais.
Desenvolvimento de habilidades	Habilidades técnicas tradicionais.	Formação em análise de dados, gestão de tecnologia e automação.
Impacto no mercado de trabalho	Formação voltada para práticas tradicionais.	Profissionais preparados para a indústria 4.0 no agro.
Ferramentas utilizadas	Instrumentos analógicos e processos manuais.	Sistemas inteligentes e análise preditiva.

Fonte: Pereira & Sousa (2021), Almeida (2022), Gonçalves & Lima (2019).

A revolução digital na agroenergia está transformando significativamente os processos de produção, gestão e uso da energia no setor agrícola (Quadro 10). Essa transformação é impulsionada pela adoção de tecnologias emergentes que aumentam a eficiência, promovem a sustentabilidade dos processos produtivos e geram novas oportunidades e desafios para o setor (SOUZA; PEREIRA, 2020; SILVA, 2021).

A agroenergia digital refere-se à aplicação de tecnologias digitais avançadas, como Internet das Coisas (IoT), big data, inteligência artificial (IA) e blockchain, integradas aos processos de produção, distribuição e gestão da energia oriunda da biomassa agrícola (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2019; CARVALHO, 2021). Essa integração tem possibilitado avanços expressivos na tomada de decisão, no monitoramento em tempo real e na automação de sistemas agroenergéticos.

Em contraste, a agroenergia convencional ainda depende de métodos tradicionais, com menor uso de automação e análise de dados, sendo baseada em práticas empíricas. Já a agroenergia digital adota uma abordagem científica e automatizada, com uso intensivo de dados e tecnologias que permitem maior precisão e produtividade (SILVA; MOURA, 2020; GONÇALVES, 2022).

Entre as tecnologias emergentes no setor de agroenergia digital, destacam-se:

- **Internet das Coisas (IoT):** A IoT na agricultura refere-se à utilização de sensores e dispositivos interconectados que monitoram em tempo real variáveis como umidade do solo, temperatura, luminosidade, índice de clorofila e crescimento das plantas. Esses sensores, integrados a plataformas digitais, permitem uma gestão precisa dos cultivos, promovendo o uso racional de água e insumos, e aumentando a produtividade com menor impacto ambiental (ALMEIDA; SANTOS, 2020; FERNANDES; SANTOS, 2020). Segundo Bahari et al. (2024), a IoT está entre os principais vetores de transformação da agricultura convencional, permitindo decisões baseadas em dados e em tempo real.
- **Big Data e Análise de Dados:** O Big Data envolve a coleta, armazenamento e análise de grandes volumes de dados gerados por sensores, drones, imagens de satélite e outras fontes digitais. Sua aplicação na agroenergia permite identificar padrões climáticos, prever demandas energéticas e ajustar processos produtivos com mais precisão. De acordo com Gonçalves e Lima (2019), o uso da análise de dados melhora a gestão agrícola e a tomada de decisões estratégicas, reduzindo perdas e otimizando recursos. Essa abordagem é central para a agricultura de precisão e para o desenvolvimento de cadeias produtivas mais sustentáveis (SILVA, 2021).
- **Inteligência Artificial (IA):** A IA emprega algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais artificiais que aprendem com dados históricos e atuais para prever tendências produtivas, sugerir práticas agrícolas eficientes e antecipar falhas nos sistemas produtivos. Segundo Almeida e Oliveira (2019), a IA tem potencial para redefinir a gestão agrícola, automatizando decisões sobre irrigação, fertilização, controle de pragas e colheita. Carvalho (2021) destaca que a aplicação da IA na agroenergia não apenas melhora a eficiência energética, como também promove maior sustentabilidade e inovação tecnológica nas zonas rurais.
- **Blockchain:** Tecnologia que garante a rastreabilidade e a transparência nos processos de produção e distribuição de bioenergia, assegurando a autenticidade e a sustentabilidade (PEREIRA; SOUSA, 2021; ALMEIDA, 2022).

A digitalização oferece vantagens como aumento da eficiência, redução de perdas, integração dos elos da cadeia produtiva e competitividade global. Contudo, também impõe desafios: necessidade de infraestrutura tecnológica, formação de profissionais e

superação da resistência à inovação, especialmente em áreas rurais mais conservadoras (GONÇALVES; LIMA, 2019; COLLICCHIO et al., 2022).

A incorporação da IoT permite o monitoramento detalhado das condições agrícolas, como temperatura, umidade e qualidade do solo. Essa capacidade de resposta imediata às variabilidades do campo resulta em uso racional de insumos e aumento da produtividade, sendo fundamental na agricultura de precisão (ALMEIDA; SANTOS, 2020; FERNANDES; SANTOS, 2020).

O uso de drones e veículos autônomos também revolucionou o manejo agrícola. Essas tecnologias realizam o mapeamento de grandes áreas, identificam pragas e doenças e realizam aplicações precisas de insumos, reduzindo o impacto ambiental (SILVA; OLIVEIRA, 2021).

O Big Data, ao processar os dados coletados por sensores e plataformas digitais, contribui para decisões estratégicas mais eficazes, previsão de safras e melhoria da sustentabilidade (GONÇALVES; LIMA, 2019).

A inteligência artificial viabiliza o desenvolvimento de modelos preditivos que otimizam recursos e personalizam o manejo agrícola. Isso inclui desde a irrigação até a colheita, maximizando a produtividade (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2019; CARVALHO, 2021).

O blockchain garante a rastreabilidade na cadeia agroenergética, promovendo a segurança das informações, a confiança dos consumidores e a conformidade com padrões ambientais e sociais (PEREIRA; SOUSA, 2021; ALMEIDA, 2022).

Essas tecnologias contribuem diretamente para a mitigação de impactos ambientais, eficiência energética e gestão de resíduos. O monitoramento climático e edáfico permite o uso racional de recursos naturais, reduzindo emissões e promovendo a economia circular (FERNANDES; SANTOS, 2020; CARVALHO; PEREIRA, 2020).

A agricultura de precisão, impulsionada por satélites e drones, permite aplicações localizadas de insumos, otimizando o rendimento e minimizando os danos ao meio ambiente (MARTINS; SILVA, 2021; ALMEIDA, 2022).

As políticas públicas têm papel crucial na promoção da agroenergia digital, seja por meio de subsídios, programas de capacitação ou linhas de crédito específicas. Tais políticas são indispensáveis para ampliar o acesso às tecnologias emergentes e promover equidade na adoção entre grandes e pequenos produtores (SOUZA; GONÇALVES, 2020; PEREIRA, 2021).

Apesar dos avanços, persistem desafios estruturais: custos elevados, conectividade limitada em áreas rurais, escassez de mão de obra qualificada e resistência à mudança. Superá-los requer investimentos, políticas públicas consistentes e educação tecnológica continuada (CARVALHO; ALMEIDA, 2019; SILVA, 2020; SOUZA, 2021).

A proteção dos dados gerados no campo torna-se essencial, frente ao uso crescente de sensores, drones e IA. Estabelecer protocolos de segurança cibernética e garantir conformidade com legislações de proteção de dados é fundamental para fortalecer a confiança dos produtores (PEREIRA, 2020; ALMEIDA; SILVA, 2022).

Nesse cenário, o Mestrado em Agroenergia Digital da Universidade Federal do Tocantins (UFT) representa uma resposta acadêmica e estratégica à crescente demanda por formação especializada em tecnologias emergentes aplicadas ao setor agroenergético. O programa visa formar profissionais preparados para liderar a transformação digital no campo, promovendo práticas sustentáveis, inovadoras e economicamente viáveis

6.1. Comparativo modelos teóricos: Convencional versus Digital

6.1.1. Organização Curricular do PPGA da UFT

A construção do currículo do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) foi estruturada a partir de uma análise criteriosa dos paradigmas teóricos que orientam a organização curricular na educação superior. Esse processo envolveu uma trajetória reflexiva que percorreu desde as teorias tradicionais até as teorias críticas, que incorporam uma visão emancipatória, contextualizada e sociopolítica da formação acadêmica. A culminância desse percurso se deu na adoção das teorias pós-críticas, que se tornaram a base epistemológica do currículo reformulado (BRASIL, 2021).

A perspectiva pós-crítica foi escolhida como referencial central por estar em consonância com as exigências contemporâneas da sociedade digital e com os desafios específicos do setor agroenergético. Essa abordagem valoriza a flexibilidade curricular, a diversidade epistemológica, a contextualização social do conhecimento e a inovação no processo ensino-aprendizagem. Ao promover a articulação entre os saberes científicos, tecnológicos e socioambientais, busca-se desenvolver competências transversais como

pensamento crítico, resolução de problemas complexos, trabalho colaborativo e inovação sustentável (BRASIL, 2021; BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015).

Nesse contexto, o currículo do programa prioriza a ressignificação do papel do estudante como sujeito ativo e protagonista da sua aprendizagem. A proposta pedagógica incorpora metodologias ativas e abordagens híbridas, integrando atividades presenciais e digitais de modo intencional, visando a construção colaborativa, significativa e autônoma do conhecimento (MORAN; BACICH; VALENTE, 2020). Com isso, consolida-se um modelo formativo inovador, alinhado aos princípios da interdisciplinaridade, da sustentabilidade e da transformação digital.

Essa escolha teórica e metodológica expressa o compromisso do programa em formar profissionais capazes de atuar com criticidade e criatividade em contextos complexos, como a cadeia produtiva do milho e outras culturas destinadas à agroenergia. Trata-se de uma formação voltada não apenas para a qualificação técnica, mas para a formação ética e socialmente comprometida com a transição energética e o desenvolvimento sustentável da região amazônica e do país como um todo.

6.1.2. A Pós-Graduação como Formadora de Recursos Humanos para Realidades Concretas

A formação de recursos humanos qualificados constitui um dos pilares fundamentais das políticas públicas de pós-graduação no Brasil. De acordo com os documentos orientadores da CAPES, os programas de pós-graduação devem estar comprometidos não apenas com a excelência acadêmica, mas também com a produção de conhecimento capaz de promover transformações sociais, econômicas e ambientais. Essa diretriz reforça a responsabilidade dos programas em contribuir diretamente com o desenvolvimento científico, tecnológico e sustentável do país, priorizando a formação de profissionais aptos a enfrentar e resolver os desafios concretos da sociedade contemporânea (BRASIL, 2021).

Nesse cenário, o Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) reafirma seu compromisso estratégico com a formação de quadros qualificados para o setor agroenergético, especialmente em contextos regionais que exigem soluções inovadoras e socialmente contextualizadas. A proposta curricular do programa está alinhada às diretrizes da CAPES, com foco na aplicabilidade dos

saberes produzidos, na resolução de problemas complexos e na promoção de uma agricultura sustentável e digitalizada.

A inserção de componentes curriculares que abordam temas como sustentabilidade ambiental, recarbonização do solo, digitalização do campo, bioeconomia e gestão da inovação tecnológica evidencia esse compromisso formativo. Essas disciplinas, estruturadas de forma interdisciplinar e orientadas por metodologias ativas, não apenas articulam teoria e prática, mas também preparam os estudantes para responder às demandas emergentes do mercado de trabalho e das comunidades locais. Além disso, contribuem para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, especialmente os ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), 7 (Energia Limpa e Acessível), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) (ONU, 2015).

Dessa forma, o programa consolida sua identidade como agente de transformação regional e nacional, ao formar profissionais com capacidade crítica, competência técnica e compromisso socioambiental. Tais atributos são essenciais para promover a inovação responsável no setor agroenergético e contribuir com soluções sustentáveis para os desafios da transição energética no Brasil.

6.1.3. Processo de Atualização Curricular: Inovação Pedagógica e Integração Digital no Ensino da Agroenergia

O processo de atualização curricular do Mestrado em Agroenergia Digital da Universidade Federal do Tocantins (UFT) foi concebido de forma **estratégica, participativa e alinhada às transformações tecnológicas e pedagógicas contemporâneas**. A proposta visou responder às novas exigências do setor agroenergético, integrando inovações digitais, metodologias ativas de ensino e competências socioambientais à formação profissional de pós-graduação.

Esse processo foi desenvolvido em cinco etapas estruturadas:

1. **Estudos Preliminares (2020–2021):** Mapeamento de tendências emergentes como agricultura digital, Internet das Coisas (IoT), big data e inteligência artificial, com análise comparativa de currículos de referência internacional, como os da Universidade de Wageningen (Países Baixos) e da Universidade da Califórnia em Davis (EUA).

2. **Consulta a Especialistas (2021):** Realização de seminários e workshops com especialistas nacionais e internacionais, promovendo o diálogo sobre as novas competências exigidas pelo setor agroenergético em um cenário de transformação digital.
3. **Revisão das Ementas (2022):** Redesenho das disciplinas para incorporar conteúdos digitais e híbridos, com uso de metodologias ativas, como a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas (PBL) e a aprendizagem colaborativa (BACICH *et al.*, 2015).
4. **Avaliação Externa (CAPES – 2022):** Visita técnica com acompanhamento das propostas de mudança e validação dos ajustes necessários na matriz curricular, fortalecendo a qualidade e a coerência do novo modelo.
5. **Implantação Gradual (2023):** Introdução progressiva das disciplinas reformuladas, priorizando a formação de competências digitais e ambientais e estabelecendo parcerias com o setor produtivo para estágios e projetos aplicados.

A principal inovação foi a adoção de um modelo **curricular híbrido**, que equilibra atividades presenciais e online, ampliando a flexibilidade e personalização da aprendizagem. Fundamentado nas diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE) e em experiências internacionais, esse modelo fomenta a integração entre teoria e prática, favorecendo o protagonismo estudantil.

A **incorporação das tecnologias digitais** (plataformas adaptativas, ambientes virtuais de aprendizagem, inteligência artificial generativa, entre outros) segue os princípios do **u-learning** e do **conectivismo**, promovendo uma aprendizagem contínua, colaborativa e contextualizada (PASSOS, 2016).

O novo currículo oferece uma formação ampla e interdisciplinar, com disciplinas como “Agroenergia Digital”, “Estatística Experimental” e “Ciência de Dados”, que permitem o desenvolvimento de competências analíticas e técnicas em bioprocessos digitais. As **disciplinas optativas**, organizadas em eixos como bioinformática, engenharia 4.0 de bioprocessos e logística da agroenergia, possibilitam **trajetórias formativas personalizadas**, de acordo com os interesses e projetos dos estudantes (PPGAD/UFT, 2023).

Nesse contexto, os métodos e procedimentos de ensino adotados cumprem o papel de **transformar o conhecimento científico em saber escolar aplicado**, conforme

defende Medina (2011), conectando as inovações tecnológicas às práticas pedagógicas e às realidades do setor produtivo.

A transição para o modelo digital foi marcada também pela introdução das **disciplinas integradoras**, obrigatórias para todos os alunos, com o objetivo de articular diferentes áreas do conhecimento e promover uma visão holística sobre os desafios da agroenergia. Além disso, a nova estrutura curricular manteve a exigência de disciplinas básicas por linha de pesquisa, incentivando o intercâmbio entre as áreas e fortalecendo a interdisciplinaridade.

A utilização de **ambientes virtuais de aprendizagem (AVA)** e ferramentas como Google Meet, Teams e YouTube promoveu a democratização do acesso ao conteúdo, a flexibilização do tempo de estudo e o uso de recursos multimodais — vídeos, podcasts, infográficos e webinars — ampliando as possibilidades de construção de conhecimento. As disciplinas integradoras passaram a incluir **projetos práticos e tecnológicos**, nos quais os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos em **problemas reais** do setor agroenergético, utilizando ferramentas como **modelagem de dados, simulações digitais, sensores IoT e algoritmos de previsão baseados em IA** (DIAS *et al.*, 2023).

O acompanhamento das dissertações também passou por mudanças significativas: o modelo digital promoveu maior **interação entre orientadores e orientandos**, com uso de plataformas digitais para reuniões frequentes, compartilhamento de materiais e feedbacks em tempo real.

A infraestrutura da UFT foi modernizada para acompanhar essa transformação. Os **laboratórios do programa** foram equipados com sistemas de simulação, softwares de análise de dados, e equipamentos específicos para pesquisa em bioprocessos e tecnologias emergentes, como mostrado na Figura 23:

Figura 23 – Laboratório do PPGAD/UFT em uso por discentes



Fonte: www.instagram.com/agroenergiauft, 2024.

Esse ambiente favorece a **integração entre teoria e prática**, incentivando o desenvolvimento de soluções sustentáveis com base científica e aplicabilidade direta no setor agroenergético.

Além disso, o novo modelo promove o fortalecimento de **competências socioemocionais e digitais**, como trabalho em equipe, comunicação científica e pensamento crítico — atributos valorizados no mercado de trabalho atual (CAMPOS *et al.*, 2023; FERRAZ *et al.*, 2021).

A **formação digital de qualidade** contribui para a empregabilidade dos egressos, com projeções que apontam a criação de até **1,5 milhão de novos empregos** no setor agroenergético digitalizado até 2025 (IBGE, 2021). Estudos de caso, como o da Fazenda São José (RIBEIRO, 2023), revelam ganhos expressivos em produtividade e sustentabilidade com o uso de tecnologias digitais.

Em síntese, a atualização curricular do Mestrado em Agroenergia Digital representa **uma ruptura positiva com o modelo tradicional**, incorporando inovações tecnológicas, pedagógicas e metodológicas capazes de transformar o ensino, a pesquisa e a extensão. Essa renovação garante aos estudantes uma formação alinhada às demandas atuais do setor, contribuindo para a transição energética, o desenvolvimento rural sustentável e o avanço da ciência aplicada no Brasil.

7. PRODUTO FINAL – NOTA TÉCNICA

- **TÍTULO:**

- Nota Técnica – Diretrizes para Transformação Curricular Digital em Programas de Pós-Graduação Profissional

- **AUTORIA:**

- Elaboração: GEANE JOSÉ DA SILVEIRA

7.1. Resumo Executivo do Produto Final: Nota Técnica

Como produto final da dissertação, será elaborada uma **nota técnica** que sistematiza os principais resultados e recomendações oriundos da pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT). A nota técnica terá como finalidade subsidiar a tomada de decisão institucional e apoiar a modernização de currículos acadêmicos voltados à agroenergia, com foco na integração das tecnologias digitais e práticas pedagógicas inovadoras.

A elaboração do documento seguirá uma abordagem científica, aplicada e orientada para a resolução de problemas práticos, conforme as diretrizes da CAPES para produtos educacionais em programas de pós-graduação profissional. Serão destacados aspectos como:

- **Diagnóstico do processo de transição curricular** do mestrado para o modelo digital;
- **Metodologia adotada para atualização curricular**, incluindo análise de tendências, consulta a especialistas e aplicação de metodologias ativas;
- **Integração de tecnologias digitais e ambientais no ensino de pós-graduação;**
- **Estudos de caso e experiências bem-sucedidas no contexto do PPGAD/UFT;**
- **Recomendações para instituições que desejam implementar processos similares**, com base nas evidências obtidas.

A nota técnica será estruturada em seções claras, contendo: **Resumo Executivo, Diretrizes Curriculares, Estudos de Caso, Recomendações, Conclusões e Cronograma de Implementação**. Seu conteúdo estará fundamentado em referências acadêmicas atualizadas, documentos institucionais, diretrizes do CNE e dados empíricos levantados ao longo da pesquisa.

O documento será apresentado em formato digital e impresso, conforme as normas da ABNT, e servirá como instrumento de disseminação do conhecimento técnico-científico produzido, contribuindo para a qualificação da educação em agroenergia e para o fortalecimento da articulação entre universidade, setor produtivo e sociedade.

CONCLUSÃO

A presente dissertação teve como objetivo central analisar o processo de atualização curricular do Mestrado em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), à luz da transição para um modelo digital. Mais do que uma mudança estrutural, essa transição representou uma ação estratégica em resposta às exigências do setor agroenergético, à expansão das tecnologias digitais e às novas diretrizes da educação superior no Brasil.

Os resultados da pesquisa demonstraram que o processo de transformação curricular foi conduzido de maneira participativa, sustentado por referenciais teóricos sólidos, especialmente as abordagens pós-críticas. Esse embasamento garantiu um alinhamento com os marcos regulatórios nacionais e internacionais, permitindo a incorporação de metodologias híbridas, avaliação formativa e tecnologias educacionais emergentes.

A análise histórica do programa evidenciou uma trajetória de amadurecimento institucional, resultando na consolidação de um currículo interdisciplinar, flexível e alinhado à realidade do campo digital. A introdução de ferramentas como Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA) e blockchain permitiu maior personalização do processo de ensino-aprendizagem, com ganhos visíveis em engajamento discente, aplicabilidade prática e inovação.

Além disso, a reformulação das ementas e a inclusão de disciplinas integradoras sinalizam um avanço no estreitamento entre teoria e prática, preparando os estudantes para atuar de forma crítica, criativa e resolutiva nos desafios da cadeia produtiva da agroenergia.

A atuação dos egressos, hoje inseridos em diferentes contextos profissionais, seja no setor público, privado ou acadêmico, confirma o êxito da proposta formativa ao entregar ao mercado profissionais tecnicamente competentes, socialmente comprometidos e aptos a liderar processos de inovação no setor bioenergético.

A produção da Nota Técnica, apresentada como produto educacional da pesquisa, reforça o compromisso do programa com a aplicabilidade do conhecimento gerado, ao oferecer diretrizes práticas para a reestruturação curricular de outros programas de pós-graduação. Trata-se de uma contribuição inovadora, com potencial de replicação em diversas instituições que enfrentam o desafio de integrar a educação digital às especificidades de áreas estratégicas como a agroenergia.

Por fim, esta investigação abre caminhos para estudos futuros sobre os impactos das tecnologias digitais no desempenho acadêmico, nas políticas de inovação curricular e na consolidação de parcerias entre universidades e o setor produtivo. A continuidade dessas ações é essencial para que o Mestrado em Agroenergia Digital da UFT permaneça na vanguarda da formação profissional, contribuindo para uma agricultura mais sustentável, tecnológica e inclusiva.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.** *Mudança do clima no Brasil*. Brasília, 2022.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (orgs.).** *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação* [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2015. e-PUB.
- BAHARI, M.; ARPACI, I.; DER, O.; AKKOYUN, F.; ERCETIN, A.** Driving Agricultural Transformation: Unraveling Key Factors Shaping IoT Adoption in Smart Farming with Empirical Insights. *Sustainability (Switzerland)*, v. 16, n. 5, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16052129>. Acesso em: 17 out. 2024.
- BOLFE, É. L.; JORGE, L. A. de C.; SANCHES, I. D.** Tendências, desafios e oportunidades da agricultura digital no Brasil. *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 7, n. 2, 2021. ISSN 2448-0452. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230038/1/AP-Tendencias-desafios-oportunidades-2021.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.
- BRASIL.** Ministério da Educação. *Texto de referência: educação híbrida*. Brasília, DF: MEC, 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2021-pdf/227271-texto-referencia-educacao-hibrida/file>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- BRASIL.** *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p. Coordenadores: Antônio Jorge de Oliveira e José Ramalho. Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2024.
- CHIARELLA, T.; BIVANCO-LIMA, D.; MOURA, J. C.; MARQUES, M. C. C.; MARSIGLIA, R. M. G.** A pedagogia de Paulo Freire e o processo ensino-aprendizagem na educação médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 39, n. 3, p. 418-425, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v39n3e02062014>. Acesso em: 07 mar. 2025.
- COLLICCHIO, E. et al.** Aspectos gerais, uso da terra e potencialidades do Tocantins para a produção agrícola. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. da (orgs.). *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas: Editora Universitária - EdUFT, 2022. p. 19-50.
- DIAS, E. M. et al. (orgs.).** *Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil*. Rio de Janeiro: Autografia, 2023. 204 p.
- EMBRAPA.** *Agrodigital*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/agrodigital>. Acesso em: 5 mar. 2025.
- EMBRAPA.** Pesquisa mostra o retrato da agricultura digital brasileira. Embrapa, 7 dez. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 16 out. 2024.

EPE. *Balanço Energético Nacional*. Empresa de Pesquisa Energética, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-788/Atlas_Brasil_2023_PT_rev_set2024.pdf. Acesso em: 4 mar. 2025.

FREITAS, J. F. *Chegamos à Pós-Graduação, e agora? Implementação de Políticas de Ações Afirmativas para Pessoas com Deficiência no Stricto Sensu das Universidades Federais Brasileiras*. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/70388/1/CHEGAMOS%20%C3%80%20P%C3%93S%20GRADUA%C3%87%C3%83O%20E%20AGORA%20IMPLEMENTAC%C3%83O%20DE%20POL%C3%8DTICAS%20DE%20A%C3%87%C3%95ES%20AFIRMATIVAS%20PARA%20PESSOAS%20COM%20DEFICI%C3%8ANCIA%20NO%20STRICTO%20SENSU%20DAS%20UNIVERSIDADES%20FEDERAIS%20BRASILEIRAS.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GÓES, B. C.; PUTTI, F. F.; SILVA, A. B. da (orgs.). *Inovação sustentável na agropecuária*. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 101 p.

LAI, M.; LI, W.; GAO, Z.; XING, Z. Evaluation, mechanism and policy implications of the symbiotic relationship among rural digitization, agricultural development and farmer enrichment: evidence from digital village pilots in China. *Frontiers in Environmental Science*, v. 12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1361633>. Acesso em: 17 out. 2024.

LOURENÇO, P.; AIRES, P. UFT, em parceria com a UFLA, desenvolve ferramenta que revoluciona estudos em Agroenergia Digital. *UFT - Pesquisa em Destaque*, Palmas, 30 set. 2024. Disponível em: <https://uft.br/noticia/agroenergia-digital-rgeasy>. Acesso em: 16 out. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. (ed.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 1. ed. Publicação digital. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 16 out. 2024.

OLIVEIRA, B. IA no agroenergia: como tecnologia está se tornando imprescindível. *Digital Agro*, 03 maio 2024. Disponível em: <https://digitalagro.com.br/2024/05/03/ia-no-agronegocio-como-tecnologia-esta-se-tornando-imprescindivel/>. Acesso em: 16 out. 2024.

PASSOS, M. C. de A. U-learning e técnicas de ensino-aprendizagem: alcance da aprendizagem significativa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 14., 2016, Recife. *Anais do 14º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação*. Recife: SENAC, 2016. Disponível em: <https://pe.senac.br/congresso/anais/2016/pdf/comunicacao-oral/094.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2025.

PEREIRA, E. Q.; NASCIMENTO, E. P. do. A interdisciplinaridade nas universidades brasileiras: trajetória e desafios. *Universidade Federal do Tocantins – Palmas – TO – Brasil*, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Neliane%20Ornelas/Downloads/Dialnet-AInterdisciplinaridadeNasUniversidadesBrasileiras-6547656.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

QUEIROZ, D. M. de; COELHO, A. L. de F.; VALENTE, D. S. M.; SCHUELLER, J. K. Sensors applied to Digital Agriculture: A review. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, Special Agriculture 4.0, e20207751, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200086>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ROSILLO-CALLE, F. New Insights into Biomass and Biofuels in Rapidly Changing Energy Scenario. *Energies*, v. 15, n. 18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15186664>. Acesso em: 17 out. 2024.

SENAR. *Práticas ESG no meio rural*. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2024. Disponível em: <https://senarfic.studionmx.com/classroom/cf16a1fd-c779-4014-bedb-8407a7c4f919/lessons/class/31600>. Acesso em: 4 mar. 2025.

SOUTO, B. de M. et al. Embrapa Agroenergia na implementação da Agenda 2030: exercício de alinhamento com as metas dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2023. (*Documentos / Embrapa Agroenergia*, ISSN 2177-4439; 54). Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroenergia>. Acesso em: 16 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. *História da UFRJ*. 2025. Disponível em: <https://www.ufmg.br/80anos/historia.html>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Edital 2008/02 - Mestrado em Agroenergia - PPGA*. 2025. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/s/AIPLWI5SQDKYTSCGKYvnTA>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Histórico do PPGAD*. 2025. Disponível em: <https://historia.uft.edu.br/index.php/ppga/historico>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Planejamento Estratégico PPGAD*. 2025. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/GEdieq2cSa2mB55UNDUuUg/content/PLANEJAMENTO%20ESTRATEGICO%20PPGAD.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Projeto Político Pedagógico do Programa de Mestrado em Agroenergia Digital: 2021-2024*. Palmas: UFT, 2020. Disponível em: https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/BF1vg6OlQTuyh3NF9cICrA/content/PPC-MESTRADO%20AGROENERGIA%202022_vers%C3%A3o%202024_vers%C3%A3o%20final.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Sobre o PPGA*. 2025. Disponível em: <https://www.uft.edu.br/campus/palmas/cursos/pos-graduacao/mestrados-e-doutorados/ppgad/sobre-o-ppga>. Acesso em: 6 mar. 2025.

YANG, C. et al. Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. *Ecological Indicators*, v. 159, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111723>. Acesso em: 17 out. 2024.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

NOTA TÉCNICA Nº 01/2025

**PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA TRANSFORMAÇÃO CURRICULAR
DIGITAL EM PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Assunto: Diretrizes para transformação curricular digital em programas de pós-graduação, com base na BNCC e nas novas demandas educacionais.

RESUMO

A Nota Técnica, objetiva-se na apresentação de diretrizes práticas para a reestruturação curricular digital em programas de pós-graduação, com base na experiência do programa de Mestrado Profissional em Agroenergia Digital (PPGAD) da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Diante das exigências da sociedade, em busca por inovações tecnológicas, o estudo propõe-se um conjunto de ações que promovem a integração entre tecnologias educacionais, metodologias híbridas e competências socioambientais (MASSRUHÁ *et al.*, 2020). Ressalta-se que a proposta do estudo, visa atender tanto gestores, quanto coordenadores que visam uma formulação de currículos mais dinâmicos, inclusivos e alinhados às demandas contemporâneas, com destaque para o setor agroenergético, assim como os princípios estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (DIAS *et al.*, 2023).

Elaboração: Geane José da Silveira

Data: 01 de junho de 2025

Vínculo: Produto técnico vinculado à dissertação do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação pela Universidade Federal do Tocantins.

1. INTRODUÇÃO

Segundo *Bacich et al.*(2015), ressaltam que diante da crescente digitalização do ensino superior e da necessidade de adequação dos programas de pós-graduação às novas exigências sociais, tecnológicas e profissionais, esta Nota Técnica apresenta diretrizes práticas para a reestruturação curricular com foco na inovação digital. A partir da experiência do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital da Universidade Federal do Tocantins (UFT), propõe-se um conjunto de orientações que envolvem tecnologias de ensino, metodologias híbridas, avaliações adaptativas e formação docente. O documento está fundamentado nos princípios da BNCC, promovendo uma educação acessível, responsiva e inovadora.

Diante deste contexto a transição do Mestrado em Agroenergia para o modelo digital na Universidade Federal do Tocantins (UFT) representa mais do que uma simples modernização curricular, trata-se de uma **resposta estratégica, estruturada e inovadora às transformações tecnológicas e às novas demandas do setor agroenergético nacional**. Segundo *Chiarella et al.*(2015), a investigação desenvolvida com foco na observação do processo de transição, deve-se observar as suas implicações no Projeto Político Pedagógico (PPC), na estrutura curricular e nas metodologias de ensino-aprendizagem.

2. OBJETIVOS

1. Compreender a trajetória histórica do programa e a evolução da matriz curricular:

- O levantamento documental e a análise cronológica permitiram identificar marcos decisivos da mudança, como a adoção do ensino híbrido, a inclusão de novas competências digitais e o alinhamento às diretrizes da CAPES e às demandas do setor produtivo.

2. Identificar as mudanças curriculares que possibilitaram a transição para a abordagem digital:

- Foram mapeadas as principais alterações curriculares, como a criação de disciplinas inovadoras (Ciência de Dados, Engenharia 4.0 de

Bioprocessos), a reformulação das ementas com foco em metodologias ativas e a implementação de disciplinas integradoras.

3. Analisar o impacto da inserção de tecnologias digitais no processo formativo:

- A pesquisa demonstrou que ferramentas como IoT, Big Data, Inteligência Artificial e blockchain foram incorporadas tanto como conteúdos quanto como estratégias pedagógicas. Isso promoveu a personalização da aprendizagem e um avanço significativo na autonomia dos estudantes.

4. Avaliar os resultados dessa transformação na atuação dos egressos:

- A nova configuração curricular favoreceu a inserção profissional em instituições públicas, privadas e de pesquisa. Os egressos passaram a ocupar posições estratégicas, contribuindo com soluções sustentáveis e tecnológicas, refletindo a relevância social da formação recebida.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A reformulação curricular está ancorada em bases teóricas contemporâneas. A abordagem pós-crítica, escolhida como referencial norteador, permite valorizar a diversidade de saberes, a integração ciência-sociedade e a inovação pedagógica (BRASIL, 2021; BACICH *et al.*, 2015). A perspectiva da BNCC, mesmo voltada à educação básica, inspira a construção de competências como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração interdisciplinar. Essa base teórica dialoga com autores como Paulo Freire, que reforça a construção do conhecimento como prática de liberdade (CHIARELLA *et al.*, 2015), e com estudos recentes sobre educação híbrida, sustentabilidade e transformação digital (MASSRUHÁ *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2023).

4. DIRETRIZES CURRICULARES

4.1 Integração de Tecnologias de Ensino

- Adotar plataformas digitais interativas como ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), preferencialmente de software livre, como o Moodle, resguardando os dados de alunos e professores das big techs. É fundamental priorizar sistemas computacionais voltados à autoria e ao uso

pedagógico, promovendo autonomia, segurança e inovação no ensino-aprendizagem. A adoção dessas tecnologias se alinha ao conceito de agricultura digital e educação 4.0, que integram inteligência computacional ao processo de formação (MASSRUHÁ *et al.*, 2020).

4.2 Modalidade das Aulas

- Organizar as modalidades de ensino considerando os formatos presencial, remoto, híbrido, online e EAD, respeitando a flexibilidade prevista em diretrizes nacionais de ensino superior. A educação híbrida, como modelo de transição, potencializa o protagonismo discente e a personalização da aprendizagem (BRASIL, 2021). Recomenda-se a inserção dessa análise como subtópico 9.3 "Modalidade das Aulas do Curso".

4.3 Linguagens Hipermidiáticas

- Incluir linguagens hipermidiáticas e sistemas computacionais de autoria como parte essencial da comunicação acadêmica e da produção do conhecimento. A multimodalidade contribui para o desenvolvimento de competências digitais e cognitivas, ampliando a interatividade, a criticidade e a produção significativa dos estudantes (PASSOS, 2016).

4.4 Formação Docente

- Substituir o tópico "Capacitação Docente" por "Formação Docente", com foco em uma preparação contínua dos professores para o uso de metodologias ativas, tecnologias educacionais e gestão da aprendizagem digital. Essa formação deve ir além da mera instrumentalização técnica, contemplando práticas pedagógicas inovadoras, reflexivas e emancipadoras (TREVISANI, 2015).

4.5 Inclusão e Acessibilidade

- As diretrizes devem garantir que todos os estudantes, independentemente de suas condições físicas, cognitivas ou tecnológicas, possam acessar os recursos educacionais. O uso de plataformas responsivas, materiais acessíveis e interfaces inclusivas está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4, que

ressalta a relevância da Educação de Qualidade (SOUTO *et al.*, 2023; FREITAS, 2024). Além disso, a educação digital inclusiva contribui para o fortalecimento da justiça social no ambiente acadêmico (BRASIL, 2021).

5. ESTUDO DE CASO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (UFT)

A Universidade Federal do Tocantins tem desenvolvido uma política de reestruturação curricular com base no modelo digital, com destaque para o Programa de Pós-Graduação em Agroenergia Digital. Entre as práticas inovadoras estão a oferta de disciplinas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), uso de conteúdos multimodais e promoção de ambientes colaborativos online. Os impactos observados incluem:

- **Adoção de tecnologias digitais** resultou em maior autonomia e engajamento discente;
- **Alunos utilizaram IoT e Big Data em projetos práticos**, com impacto em sustentabilidade e eficiência;
- **Egressos em posições de liderança** em instituições como IFTO, UNITINS, SENAR, BIONORTE;
- **Caso Fazenda São José/MG**: aumento de 25% na produção e redução de 15% no uso de água com uso de drones e sensores.

6. RECOMENDAÇÕES

- **Investir em infraestrutura tecnológica** e suporte permanente para docentes e discentes;
- **Estabelecer um plano de transição gradual e flexível**;
- **Monitorar continuamente as mudanças curriculares** por meio de indicadores de desempenho e satisfação;
- **Estimular a formação de redes de colaboração interinstitucionais**;
- **Sistematizar boas práticas** em relatórios e notas técnicas replicáveis.

7. RELEVÂNCIA, PERSPECTIVAS FUTURAS E LIMITAÇÕES

A pesquisa revelou que a experiência do Mestrado em Agroenergia Digital da UFT configura-se como um **modelo replicável e adaptável para outras instituições de ensino superior**, especialmente aquelas que atuam em áreas estratégicas como bioenergia, agricultura sustentável e inovação tecnológica (BACICH *et al.*, 2015).

A relevância deste trabalho está em sua capacidade de oferecer um **modelo de formação ancorado em sustentabilidade, inovação e impacto social**, preparado para lidar com os desafios da transição energética e da digitalização da agricultura brasileira (BRASIL, 2021).

Para o futuro, recomenda-se:

- **Avaliações contínuas da eficácia das tecnologias aplicadas**, com base em indicadores de aprendizagem e desempenho profissional;
- **Estudos sobre o impacto da nova matriz na produção científica dos docentes e discentes**;
- **Investigações sobre o grau de internacionalização do programa e a consolidação de parcerias com o setor produtivo**;
- **Atualizações regulares da nota técnica**, acompanhando a evolução tecnológica e educacional do setor.

Assim, o Mestrado em Agroenergia Digital poderá **manter-se na vanguarda da formação acadêmica e profissional**, contribuindo de forma efetiva para um futuro mais sustentável, tecnológico e socialmente justo no Brasil (DIAS *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços verificados na experiência do Mestrado em Agroenergia Digital da UFT, reconhece-se que a proposta de transformação curricular digital **enfrenta limitações em sua replicabilidade plena**. A heterogeneidade das instituições de ensino superior no Brasil, em termos de infraestrutura tecnológica, formação docente e maturidade institucional, pode dificultar a adoção das diretrizes apresentadas. Conforme Bacich *et al.* (2015), a implementação eficaz de metodologias híbridas e tecnologias educacionais requer não apenas o acesso a ferramentas digitais, mas uma cultura pedagógica que valorize a inovação, a personalização do ensino e o protagonismo discente.

No entanto, a formação docente, ainda centrada na **lógica transmissiva**, muitas vezes **não contempla práticas reflexivas e emancipadoras**, como defendido por Trevisani (2015). Essa lacuna compromete o uso crítico e efetivo das tecnologias, reforçando a necessidade de uma formação contínua e contextualizada. Soma-se a isso o **desafio da inclusão digital**, destacado por Freitas (2024) e Souto et al. (2023), que alertam para a exclusão de estudantes com limitações de acesso a dispositivos, conectividade ou letramento digital, um obstáculo relevante para a promoção da equidade e justiça social, pilares da BNCC (BRASIL, 2021) e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Além disso, a **adaptação curricular digital** pode encontrar resistências institucionais e entraves regulatórios, especialmente em programas submetidos a regras rígidas de avaliação da CAPES, o que demanda estratégias graduais e colaborativas para sua efetivação.

Assim, embora a Nota Técnica ofereça um modelo inovador e inspirador, sua replicação em diferentes contextos exige análise criteriosa das condições locais, articulação entre gestores e docentes, e um planejamento pautado em evidências, equidade e compromisso social com a transformação educacional.

8. CONCLUSÃO

A transformação curricular digital proposta nesta **Nota Técnica** emerge como uma resposta estratégica às **exigências contemporâneas da educação superior** e ao avanço tecnológico que redefine o perfil dos profissionais demandados pelo setor produtivo. Tomando como base a experiência concreta do Mestrado em Agroenergia Digital da Universidade Federal do Tocantins (UFT), este documento consolida diretrizes práticas para a modernização curricular em programas de pós-graduação, com ênfase na inovação, flexibilidade, inclusão e sustentabilidade.

A análise realizada na dissertação de origem evidenciou que a **transição digital não se limitou à adoção de tecnologias educacionais**, mas envolveu uma ressignificação da matriz curricular, das práticas pedagógicas e da formação docente. Essa reestruturação está fundamentada em referenciais teóricos contemporâneos, especialmente nas abordagens pós-críticas, e alinhada às diretrizes da CAPES, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os resultados obtidos com a implementação do **novo currículo indicam avanços significativos na personalização do ensino**, no engajamento discente e na qualificação técnica dos egressos, agora inseridos em funções estratégicas no setor agroenergético. A

consolidação de disciplinas voltadas para temas como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), big data e sustentabilidade, bem como a **incorporação de metodologias híbridas e colaborativas, demonstra o potencial de replicação do modelo para outros contextos acadêmicos.**

Diante deste contexto, esta Nota Técnica representa não apenas um produto técnico vinculado à pesquisa de mestrado, mas também uma contribuição concreta para o debate nacional sobre o futuro da pós-graduação no Brasil. Ressaltando que a proposta de transformação curricular digital é inovadora, mas ainda enfrenta limitações como desigualdade de infraestrutura, resistência institucional, lacunas na formação docente e exclusão digital.

Portanto, sua **replicação demanda um planejamento contextualizado, suporte institucional contínuo e alinhamento com as diretrizes das políticas educacionais vigentes.** Recomenda-se sua adoção como referência para programas de pós-graduação que visem implementar processos de transformação digital, em consonância com as exigências do século XXI, com ênfase na formação de profissionais críticos, inovadores e comprometidos com os princípios do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C. *Mudança do clima no Brasil*. Brasília, 2022.
- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (orgs.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação* [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2015. e-PUB.
- BAHARI, M.; ARPACI, I.; DER, O.; AKKOYUN, F.; ERCETIN, A. Driving Agricultural Transformation: Unraveling Key Factors Shaping IoT Adoption in Smart Farming with Empirical Insights. *Sustainability (Switzerland)*, v. 16, n. 5, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16052129>. Acesso em: 17 out. 2024.
- BOLFE, É. L.; JORGE, L. A. de C.; SANCHES, I. D. Tendências, desafios e oportunidades da agricultura digital no Brasil. *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 7, n. 2, 2021. ISSN 2448-0452. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230038/1/AP-Tendencias-desafios-oportunidades-2021.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Texto de referência: educação híbrida*. Brasília, DF: MEC, 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2021-pdf/227271-texto-referencia-educacao-hibrida/file>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- BRASIL. *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p. Coordenadores: Antônio Jorge de Oliveira e José Ramalho. Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2024.
- CHIARELLA, T.; BIVANCO-LIMA, D.; MOURA, J. C.; MARQUES, M. C. C.; MARSIGLIA, R. M. G. A pedagogia de Paulo Freire e o processo ensino-aprendizagem na educação médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 39, n. 3,

p. 418-425, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v39n3e02062014>. Acesso em: 07 mar. 2025.

COLLICCHIO, E. et al. Aspectos gerais, uso da terra e potencialidades do Tocantins para a produção agrícola. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. da (orgs.). *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas: Editora Universitária - EdUFT, 2022. p. 19-50.

DIAS, E. M. et al. (orgs.). *Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil*. Rio de Janeiro: Autografia, 2023. 204 p.

EMBRAPA. *Agrodigital*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/agrodigital>. Acesso em: 5 mar. 2025.

EMBRAPA. Pesquisa mostra o retrato da agricultura digital brasileira. Embrapa, 7 dez. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 16 out. 2024.

EPE. *Balanço Energético Nacional*. Empresa de Pesquisa Energética, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-788/Atlas_Brasil_2023_PT_rev_set2024.pdf. Acesso em: 4 mar. 2025.

FREITAS, J. F. *Chegamos à Pós-Graduação, e agora? Implementação de Políticas de Ações Afirmativas para Pessoas com Deficiência no Stricto Sensu das Universidades Federais Brasileiras*. 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/70388/1/CHEGAMOS%20%C3%80%20P%C3%93S%20GRADUA%C3%87%C3%83O%20E%20AGORA%20IMPLEMENTAC%C3%83O%20DE%20POL%C3%8DTICAS%20DE%20A%C3%87%C3%95ES%20AFIRMATIVAS%20PARA%20PESSOAS%20COM%20DEFICI%C3%8ANCIA%20NO%20STRICTO%20SENSU%20DAS%20UNIVERSIDADES%20FEDERAIS%20BRASILEIRAS.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GÓES, B. C.; PUTTI, F. F.; SILVA, A. B. da (orgs.). *Inovação sustentável na agropecuária*. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 101 p.

LAI, M.; LI, W.; GAO, Z.; XING, Z. Evaluation, mechanism and policy implications of the symbiotic relationship among rural digitization, agricultural development and farmer enrichment: evidence from digital village pilots in China. *Frontiers in Environmental Science*, v. 12, 2024. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1361633>. Acesso em: 17 out. 2024.

LOURENÇO, P.; AIRES, P. UFT, em parceria com a UFLA, desenvolve ferramenta que revoluciona estudos em Agroenergia Digital. *UFT - Pesquisa em Destaque*, Palmas, 30 set. 2024. Disponível em: <https://uft.br/noticia/agroenergia-digital-rgeasy>. Acesso em: 16 out. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. (ed.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 1. ed. Publicação digital. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 16 out. 2024.

OLIVEIRA, B. IA no agroenergia: como tecnologia está se tornando imprescindível. *Digital Agro*, 03 maio 2024. Disponível em: <https://digitalagro.com.br/2024/05/03/ia-no-agronegocio-como-tecnologia-esta-se-tornando-imprescindivel/>. Acesso em: 16 out. 2024.

PASSOS, M. C. de A. U-learning e técnicas de ensino-aprendizagem: alcance da aprendizagem significativa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 14., 2016, Recife. *Anais do 14º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação*. Recife: SENAC, 2016. Disponível em: <https://pe.senac.br/congresso/anais/2016/pdf/comunicacao-oral/094.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2025.

PEREIRA, E. Q.; NASCIMENTO, E. P. do. A interdisciplinaridade nas universidades brasileiras: trajetória e desafios. *Universidade Federal do Tocantins – Palmas – TO – Brasil*, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Neliane%20Ornelas/Downloads/Dialnet-AInterdisciplinaridadeNasUniversidadesBrasileiras-6547656.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

QUEIROZ, D. M. de; COELHO, A. L. de F.; VALENTE, D. S. M.; SCHUELLER, J. K. Sensors applied to Digital Agriculture: A review. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, Special Agriculture 4.0, e20207751, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200086>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ROSILLO-CALLE, F. New Insights into Biomass and Biofuels in Rapidly Changing Energy Scenario. *Energies*, v. 15, n. 18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15186664>. Acesso em: 17 out. 2024.

SENAR. *Práticas ESG no meio rural*. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2024. Disponível em: <https://senarfic.studionmx.com/classroom/cf16a1fd-c779-4014-bedb-8407a7c4f919/lessons/class/31600>. Acesso em: 4 mar. 2025.

SOUTO, B. de M. et al. Embrapa Agroenergia na implementação da Agenda 2030: exercício de alinhamento com as metas dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2023. (*Documentos / Embrapa Agroenergia*, ISSN 2177-4439; 54). Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroenergia>. Acesso em: 16 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. *História da UFRJ*. 2025. Disponível em: <https://www.ufmg.br/80anos/historia.html>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Edital 2008/02 - Mestrado em Agroenergia - PPGA*. 2025. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/s/AIPLWI5SQDKYTSCGKYvnTA>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Histórico do PPGAD*. 2025. Disponível em: <https://historia.uft.edu.br/index.php/ppga/historico>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Planejamento Estratégico PPGAD*. 2025. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/GEdieq2cSa2mB55UNDUuUg/content/PLANEJAMENTO%20ESTRATEGICO%20PPGAD.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Projeto Político Pedagógico do Programa de Mestrado em Agroenergia Digital: 2021-2024*. Palmas: UFT, 2020. Disponível em: https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/BF1vg6OlQTuyh3NF9cICrA/content/PPC-MESTRADO%20AGROENERGIA%202022_vers%C3%A3o%202024_vers%C3%A3o%20final.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. *Sobre o PPGA*. 2025. Disponível em: <https://www.uft.edu.br/campus/palmas/cursos/pos-graduacao/mestrados-e-doutorados/ppgad/sobre-o-ppga>. Acesso em: 6 mar. 2025.

YANG, C. et al. Digital economy empowers sustainable agriculture: Implications for farmers' adoption of ecological agricultural technologies. *Ecological Indicators*, v. 159, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111723>. Acesso em: 17 out. 2024.

Elaboração: Geane José da Silveira

Data: 01 de junho de 2025

Vínculo: Produto técnico vinculado à dissertação do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação pela Universidade Federal do Tocantins.