



REVISTA EDUCAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

AVANÇOS E LACUNAS NA PESQUISA EM FÍSICA NO MARANHÃO

UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA



AVANÇOS E LACUNAS NA PESQUISA EM FÍSICA NO MARANHÃO

UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA

Thaís Bueno¹ • Luís Carlos Silva de Assunção²

¹ Professora

²

RESUMO

Este artigo investiga o perfil da pesquisa em Física no Maranhão, com base na produção acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), o único do Estado nessa área. A partir da análise de dissertações e teses registradas no banco da Capes ao longo de dez anos, o estudo adota uma abordagem exploratória e descritiva utilizando um livro de códigos como ferramenta para sistematização dos dados. Os resultados apontam avanços significativos nas temáticas abordadas, demonstrando uma ampliação na diversidade de áreas de pesquisa. No entanto, evidenciam também lacunas importantes, especialmente no que se refere à representatividade de gênero, com baixa participação de pesquisadoras na produção científica. O estudo dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, em especial o ODS 5 (Igualdade de Gênero) e o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao evidenciar desigualdades estruturais na formação e na produção científica e ao contribuir para reflexões sobre políticas de inclusão e fortalecimento da pesquisa científica no contexto regional.

Palavras-chave: Pós-graduação. Maranhão. Representatividade. Estado da arte.

ABSTRACT

This article investigates the profile of Physics research in Maranhão, based on the academic production of the Graduate Program in Physics (PPGF) of the Federal University of Maranhão (UFMA), the only one in the state in this area. Based on the analysis of dissertations and theses registered in the Capes database over a period of ten years, the study adopts an exploratory and descriptive approach, using a codebook as a tool for systematizing the data. The results indicate significant advances in the topics addressed, demonstrating an increase in the diversity of research areas. However, they also highlight important gaps, especially with regard to gender representation, with low participation of female researchers in scientific production. The study engages with the United Nations 2030 Agenda Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 5 (Gender Equality) and SDG 4 (Quality Education), by highlighting structural inequalities in scientific training and knowledge production and by contributing to reflections on inclusion policies and the strengthening of scientific research in the regional context.

Keywords: Physics. Postgraduate studies. Maranhão. Representativeness. Bibliometrics.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o ensino superior no Brasil tem registrado um crescimento expressivo no número de estudantes. De acordo com dados do Ministério da Educação, em 2023, houve um aumento de aproximadamente 5,6% em relação a 2022, o que representa cerca de 9,9 milhões de novos alunos matriculados em Instituições de Ensino Superior (IES), um recorde se comparado aos últimos nove anos. No entanto, esse crescimento na graduação não se reflete de forma proporcional nos níveis mais avançados da educação. Uma pesquisa do Instituto Semesp, baseada nos dados da PNAD Contínua (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) e divulgada pelo IBGE, aponta que, entre 2016 e 2019, apenas 5,7 milhões de pessoas concluíram uma especialização, número quase três vezes menor do que o de concluintes da graduação. O Maranhão, por sua vez, ocupa a última posição no ranking nacional de doutores por habitante, com apenas 17 doutores para cada 100 mil habitantes, seguido pelo Piauí, que apresenta 37 doutores nessa mesma proporção, segundo dados da Fapema (Fundação de Amparo à Pesquisa, Ciência, Tecnologia e Inovação – Secti) de 2014. Embora esse dado não esteja atualizado, ele continua sendo a principal referência sobre a realidade da pós-graduação no Estado e tem orientado investimentos da agência de fomento nos programas de pós-graduação maranhenses.

A baixa quantidade de doutores no Maranhão pode estar associada a diversos fatores, mas um dos mais relevantes é a escassez de cursos de pós-graduação, especialmente no modelo *stricto sensu*, que concentra a maior parte da produção científica no Brasil. No Estado, por exemplo, há apenas um programa voltado para a formação de pesquisadores em Física: o Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado em São Luís. Fundado em julho de 2004, o PPGF completou, em 2024, duas décadas de atuação, consolidando-se como o principal centro de pesquisa na área no Maranhão. Diante desse cenário, emergem as questões centrais desta investigação: o que se pesquisa em Física no Maranhão? Qual é o perfil da produção acadêmica desenvolvida no Estado?

Para responder a tais questionamentos, este artigo tem como objetivo identificar o perfil da pesquisa em Física desenvolvida no Maranhão ao longo de dez anos (2013-2023), utilizando como principal fonte de dados o banco de teses e dissertações da Capes, com foco na produção



do Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da UFMA, em São Luís. Ao mapear temáticas, áreas de concentração e a participação de pesquisadoras e pesquisadores, o estudo se aproxima dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 5 (Igualdade de Gênero), ao contribuir para a compreensão das desigualdades estruturais na formação científica e ao subsidiar reflexões sobre políticas de inclusão e fortalecimento da pesquisa acadêmica no contexto regional.

A fim de cumprir os objetivos propostos, a pesquisa adota como referência metodológica o Estado da Arte, que se caracteriza por um mapeamento e análise sistemática da produção científica sobre um determinado tema, permitindo identificar tendências, lacunas e padrões na área estudada (Sampieri, Collado & Lucio, 2006; Duarte e Barros, 2017). Acredita-se que este estudo contribua para uma compreensão mais abrangente do campo, evidenciando suas potencialidades e desafios.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Física não é apenas uma disciplina acadêmica, mas um campo essencial para o desenvolvimento de tecnologias que transformam o cotidiano e impulsionam o progresso científico e econômico. Como ciência natural fundamental, dedica-se ao estudo dos fenômenos do universo, abrangendo desde partículas subatômicas até as maiores estruturas cósmicas.

No contexto filosófico, os antigos gregos utilizavam o conceito de Física para descrever a essência e o comportamento das coisas, refletindo a busca por explicações sobre o funcionamento da natureza. Baptista (2006) destaca que os princípios da Física funcionam como um critério para identificar como a natureza opera, estabelecendo condições restritivas que delimitam os processos cientificamente viáveis

Segundo Brennan e Richard (1998), historiadores consideram Tales de Mileto (640-546 a.C.) como o primeiro filósofo e cientista físico. Esse reconhecimento veio porque através de suas ideias tivemos novas maneiras de entender o mundo natural. Em vez de atribuir eventos como a chuva à ira de deuses, Tales procurou explicações racionais. Ele também teve a coragem de afirmar que o cosmos poderia ser compreendido pela mente humana. Um de seus maiores feitos foi prever um eclipse em 585 a.C. Com isso, Tales abriu caminho para um novo tipo de reflexão sobre como as



coisas funcionam, um caminho que continuamos a trilhar hoje.

Desse ponto em diante a Física busca, em essência, compreender as leis que regem o comportamento da matéria. Para Nussenzveig (2015) ocupam um papel primordial no mundo contemporâneo a medida em que os avanços tecnológicos são, de certa forma, dependentes da ciência. Ao tratar mais pontualmente da Física, destaca seu caráter universal: as leis descobertas por essa ciência são consideradas aplicáveis em qualquer lugar do universo. Essa característica confere à Física um papel singular, permitindo que fenômenos aparentemente desconexos sejam explicados por um conjunto unificado de princípios. Isso é exemplificado na busca por teorias abrangentes, como a Teoria da Gravitação Universal de Newton ou a Teoria da Relatividade Geral de Einstein, que revelam como aspectos distintos da natureza podem ser compreendidos dentro de uma estrutura teórica coesa. Dessa forma, a Física não apenas desvenda os mistérios do universo, mas também inspira uma visão integrada e profunda sobre a realidade que nos cerca, reforçando seu papel como um dos pilares do conhecimento humano.

Para Baptista (2006), a Física também tem um caráter filosófico, pois com ela não se busca apenas descrever o que é, mas entender por que o universo é assim, esse questionamento elementar reflete o caráter especulativo e reflexivo da Física, que, além de se basear em dados observacionais, também desafia os limites do conhecimento humano ao tentar responder às questões últimas da existência e da natureza.

A PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA NO BRASIL

Embora o Brasil tenha avançado na construção de uma infraestrutura mais robusta para o ensino e a pesquisa em Física, ainda persistem desigualdades regionais significativas. A Física integra o Colégio das Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinares, compondo a grande área das Ciências Exatas e da Terra. Atualmente, o país possui 63 programas de pós-graduação na área, abrangendo mestrado, doutorado e mestrado profissional.

Conforme o documento de área da CAPES (2023), 28,5% desses programas são avaliados com notas 6 e 7, um percentual quase o dobro da média do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG), que tem 14,6% dos cursos com excelência internacional. No outro extremo, 9,5% dos programas de



Física recebem nota 3, um índice inferior aos 21% registrados no SNPG.

A assimetria na distribuição desses programas é notável, especialmente na região Norte, que conta com apenas dois programas acadêmicos completos (mestrado e doutorado). Quando se amplia a análise para a Amazônia Legal, observa-se que existem apenas quatro programas, sediados na UFAM, UFPA, UFMA e UFMT. Além disso, cinco estados dessa região — Acre, Rondônia, Amapá, Tocantins e Roraima — não possuem nenhum programa de pós-graduação acadêmico em Física, evidenciando uma grave lacuna na formação avançada de pesquisadores.

Segundo Oliveira et al. (2019), a maior parte das pesquisas no Brasil concentra-se em áreas como Física Teórica e Física da Matéria Condensada, enquanto outras, como Física Nuclear e Física de Altas Energias, são menos exploradas. Essa tendência pode indicar uma concentração temática e uma falta de diversificação nas linhas de pesquisa disponíveis.

A formação continuada em Física também enfrenta desafios consideráveis. Conforme apontado por Moreira (2018), há uma lacuna significativa que impacta a trajetória acadêmica dos graduados, especialmente em regiões periféricas. A falta de estímulo à formação continuada resulta em uma baixa taxa de ingresso na pós-graduação, o que pode ser atribuído a diversos fatores, como a escassez de incentivos e a ausência de políticas eficazes para promover o desenvolvimento profissional. Muitos egressos da graduação em Física não encontram estímulo para prosseguir na carreira acadêmica, limitando suas oportunidades de especialização e pesquisa.

PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA NO MARANHÃO E O RECORTE DESTE ESTUDO

A formação em Física no Maranhão enfrenta um desafio central: a existência de apenas um programa de pós-graduação *stricto sensu* na área, oferecido pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), no campus de São Luís. A limitação de centros de pesquisa bem estruturados restringe as possibilidades de especialização e avanço científico no estado. Além disso, a concentração temática do programa reflete a tendência nacional, com maior foco em Física Teórica e Física Experimental de Materiais, conforme dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq (2022).

O Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) foi aprovado em 2004 e iniciou sua primeira turma em setembro do mesmo ano, com foco



na Física da Matéria Condensada. Inicialmente, oferecia apenas o curso de mestrado, reconhecido pela CAPES em 2005 com conceito 3. Em 2010, o programa expandiu sua atuação com a criação do doutorado, incorporando a área de Física das Partículas Elementares e Campos. Esse crescimento resultou na elevação do conceito para 4 na avaliação trienal de 2010 e, posteriormente, para 5 na avaliação quadrienal 2013-2016, consolidando o PPGF como referência na região.

O impacto do programa na formação de recursos humanos é significativo, uma vez que, conforme informações da sua página de divulgação, seu egresso é formado substancialmente por docentes de física que atuam em diversos pontos do Estado. Atualmente, o PPGF conta com duas áreas de concentração: Física da Matéria Condensada, que abrange temas como supercondutividade, magnetismo e cristalografia; e Física das Partículas Elementares e Campos, voltada ao estudo das partículas fundamentais e suas interações.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Do ponto de vista metodológico, esta monografia adota uma abordagem exploratória e descritiva (Sampieri, Collado & Lucio, 2006; Duarte e Barros, 2017), amparada nos preceitos do Estado da Arte (2012, p. 30):

Pesquisas denominadas 'estado da arte' (EA) tratam, em geral, de reunir e sistematizar o conhecimento acumulado em dado campo ou assunto, visando reconhecer, mapear e refletir sobre o que se conhece, o que o que já se produziu ou vem sendo produzido nesse campo, no momento em que estão sendo realizadas.

Em seu trabalho, Salem (2012) faz um compilado de definições sobre esta metodologia para discutir seu alcance, particularidades e limitações. Boa parte das definições apresentadas por ela tratam de estudo de caráter bibliográfico acadêmico, como o proposto neste artigo. Entre as definições apresentadas pela autora, algumas ajudam a entender melhor a proposta do estudo aqui apresentado.

Como a de Ferreira (2002), para quem o Estado da Arte é um estudo de caráter bibliográfico que se propõe a mapear e discutir a produção acadêmica em diferentes campos do saber; ou a de Castro e Werle (2004), que entendem este modelo metodológico como aquele cujo objetivo é promover uma análise da produção acadêmica de uma área, promovendo identificação dos



estudos, compreensão de um tema e proposição de avanços.

Segundo Azevedo (2016), para fazer um Estado da Arte é preciso definir um recorte temporal e as categorias a serem coletadas e analisadas. A autora, inclusive, defende que o método, muito usual em projetos de doutorado, particularmente, por conta da robustez com que ajuda a justificar a escolha de uma pesquisa nesse nível do conhecimento, é bastante usual e indicada, no âmbito da graduação, por conta da sua flexibilidade quanto ao recorte de tempo e número de categorias a serem estudadas.

Para esta pesquisa, o recorte temporal escolhido foi de uma década, de 2013 a 2023. O banco de dados selecionado é Banco de Teses e Dissertações da Capes, que reúne todas as pesquisas de Mestrado e Doutorado feitas no país. O estudo se ateve à produção nesses dois níveis no Programa de Pós-Graduação em Física da UFMA de São Luís, o único no Estado.

Do ponto de vista prático, a pesquisa foi realizada em três etapas visualmente ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Etapa de coleta e análise dos dados



Fonte: Os autores (2025)

Em um primeiro momento o objetivo foi traçar o panorama da produção científica do estudo da Física neste programa. Para isso foram catalogados todos os trabalhos científicos disponíveis no período e vinculados à instituição no banco de dados nacional. Ao final do levantamento, contabilizou-se **90 trabalhos** que servem de documento para o estudo. A segunda etapa do processo consistiu-se na criação, a priori, de um livro de códigos, que funcionou como uma espécie de guia detalhado para a coleta de dados. Este livro foi desenvolvido com o objetivo de orientar a coleta

sistemática de informações, estabelecendo claramente as categorias que deveriam ser levantadas no banco de dados. Essas categorias foram cuidadosamente selecionadas para garantir que os dados coletados fossem consistentes, relevantes e alinhados aos objetivos da pesquisa. O livro de códigos foi composto de seis categorias norteadoras, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Categorias do livro de códigos

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
TÍTULO DO TRABALHO	verificar se o tema reflete de forma clara e concisa o tema central e os objetivos do trabalho.
AUTORIA	verificar o perfil de investigação mais comum entre os pesquisadores de gêneros diferentes e se existe ou não uma diferenciação.
TIPO DE TRABALHO	verificar o nível de produção mais comum entre os pesquisadores e se existe ou não uma concentração maior de produção em um nível de ensino.
DATA DA DEFESA	verificar tendências de pesquisas em um determinado ano, se houve uma continuidade em anos seguintes e avaliar se existiu ou não uma relevância ao longo dos anos.
LINHA DE PESQUISA	verificar quais áreas de pesquisa são mais abordadas, e se existe uma correlação direta entre os níveis de produção, autores e o tipo de trabalho desenvolvido.
DISPONIBILIDADE	verificar a oferta de acesso ao trabalho a partir de consulta a repositórios digitais e publicação em outros meios.

Fonte: Os autores (2025)

Os dados coletados, de uma maneira geral, foram sistematicamente organizados e analisados para revelar padrões e implicações que possam contribuir para o entendimento da cultura de pesquisa no Maranhão. A coleta foi feita toda manualmente e organizada no programa Excel.

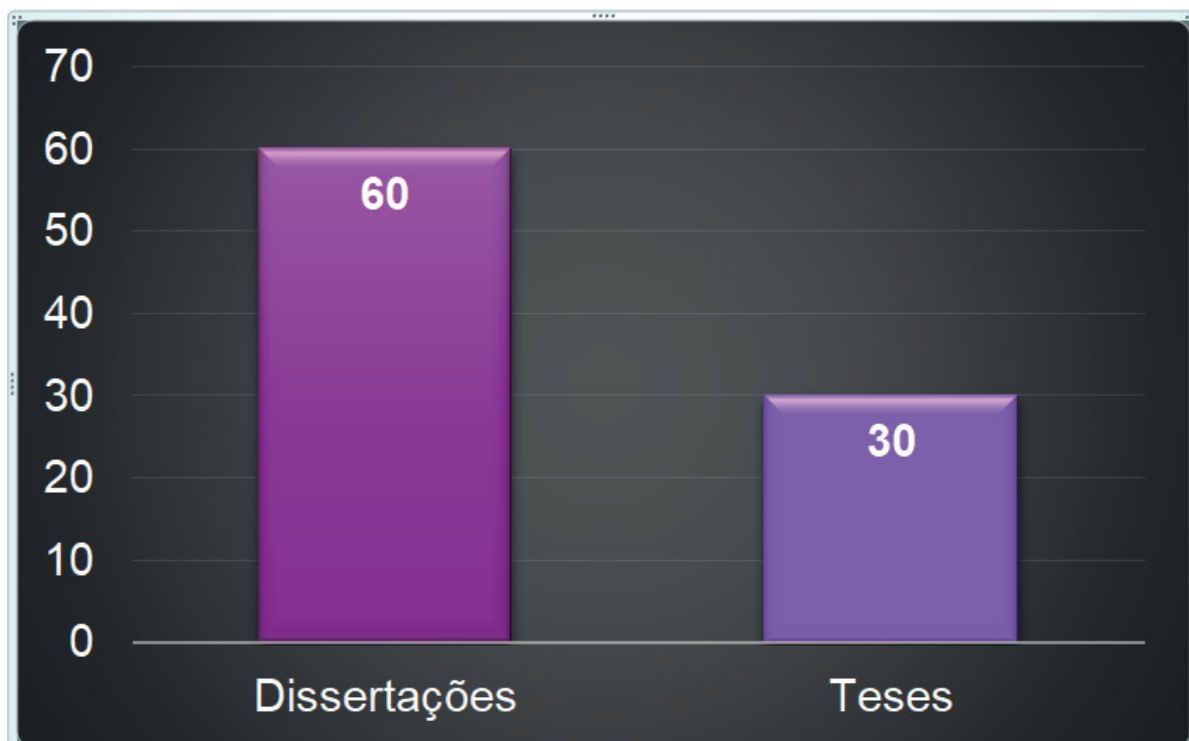
ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS

A primeira categoria analisada buscou identificar o ano de produção e a tipologia dos trabalhos defendidos. No total, foram registrados 90 trabalhos, sendo 60 dissertações e 30 teses.

Esse mapeamento inicial revela uma predominância na produção de dissertações, conforme ilustrado no Gráfico 1. Essa distribuição pode estar diretamente relacionada à implementação tardia do doutorado, uma vez que o mestrado teve sua primeira turma em setembro de 2004, enquanto o doutorado foi aprovado apenas em dezembro de 2010.



Gráfico 1 - Quantitativo de trabalhos produzidos em dez anos



Fonte: Os autores (2025)

A distribuição por ano ratifica essa reflexão (Gráfico 2).

Gráfico 2 | Quantitativo das dissertações e teses por tempo



Fonte: Os autores (2025)

Durante os anos de 2013 e 2014, não há registros de teses no Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da UFMA. Esse fato pode ser explicado pelo início mais recente do doutorado se comparado ao mestrado, cuja primeira turma teve ingresso em meados dos anos 2010, conforme informações do site oficial do PPGF.

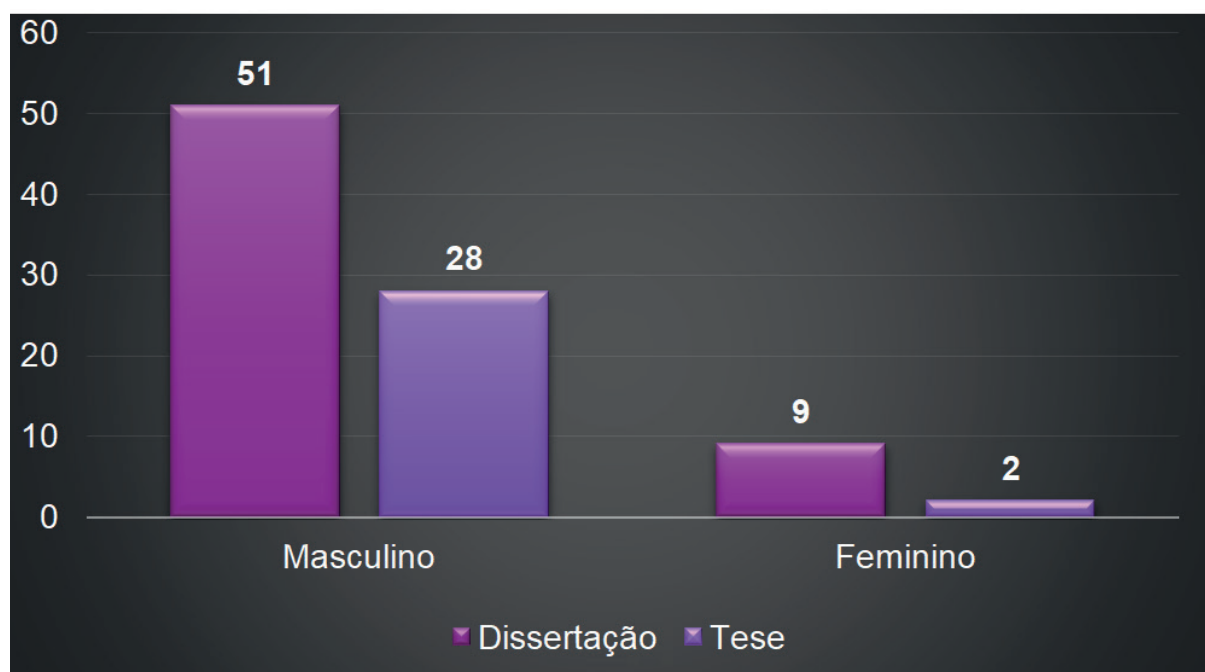
A partir de 2015, o programa alcançou um marco significativo, com 8 (oito) defesas concluídas, representando, até então no ano de 2023, o ápice em termos de doutores formados no programa. Contudo, esse ritmo não se manteve e atualmente, o programa registra uma média de apenas dois trabalhos defendidos por ano.

A segunda categoria analisada diz respeito a autoria e permite analisar o gênero dos autores e orientadores. O objetivo deste levantamento foi compreender a representatividade de homens e mulheres na formação de novos mestres e doutores, bem como no papel de formadores de físicos e pesquisadores na área, no estado analisado.

No estudo apresentado, constatou-se que, entre os 90 (noventa) trabalhos defendidos na última década, 79 foram assinados por autores do sexo masculino, enquanto apenas 11 tiveram autoria feminina. Esses dados, representados no Gráfico 3, revelam uma disparidade significativa entre os gêneros. Considerando que se trata dos mais altos níveis de formação acadêmica, essa discrepância reforça a desigualdade de gênero nesse estágio da produção científica, evidenciando a predominância masculina nesse contexto específico.



Gráfico 3: Distribuição quantitativa de produção por gênero



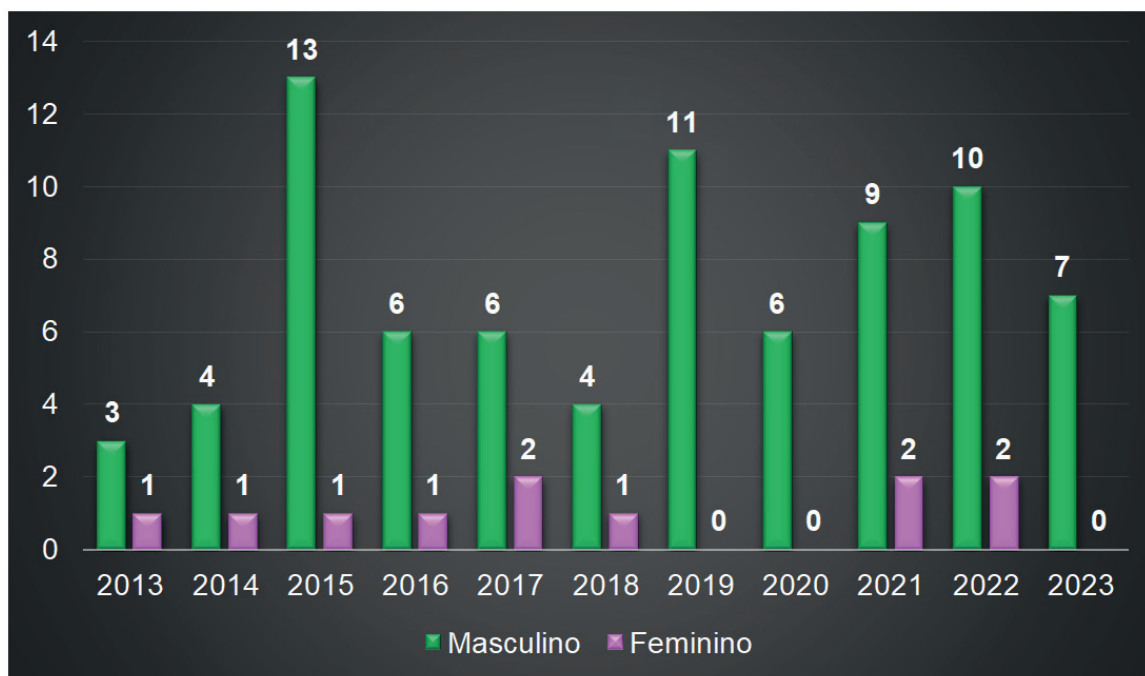
Fonte: Os autores (2025)

A discussão é pertinente. Conforme dados do relatório da Elsevier, intitulado “A jornada do pesquisador através de lentes de gênero” (2020), embora a participação das mulheres na pesquisa esteja aumentando, a desigualdade permanece. O estudo avaliou a participação feminina na ciência em diversos países, incluindo o Brasil, e mostrou que, somando a participação geral das mulheres, elas não ultrapassam 38%. Ao analisar a falta de representatividade feminina no campo científico, a professora de Física da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Márcia Barbosa, em matéria publicada no site da universidade (“Desigualdade de gênero na área científica ainda é realidade no cenário atual”, 2022), destacou que a diferença se torna ainda mais evidente à medida que se avança na carreira acadêmica. Segundo a publicação, no início da jornada acadêmica, a presença feminina chega a percentuais próximos de 60%, mas cai para 25% nas etapas posteriores. Nas ciências exatas, a disparidade é ainda maior: menos de 20% na graduação e apenas 5% nos doutorados.

Ao analisar um recorte temporal de dez anos, percebe-se uma tendência, que aponta para a baixa participação feminina. Quando analisados em termos anuais, verifica-se que a produção feminina corresponde a menos de dois trabalhos por ano, enquanto os homens assinam, em média,

quase oito trabalhos por ano, detalhado no Gráfico 4.

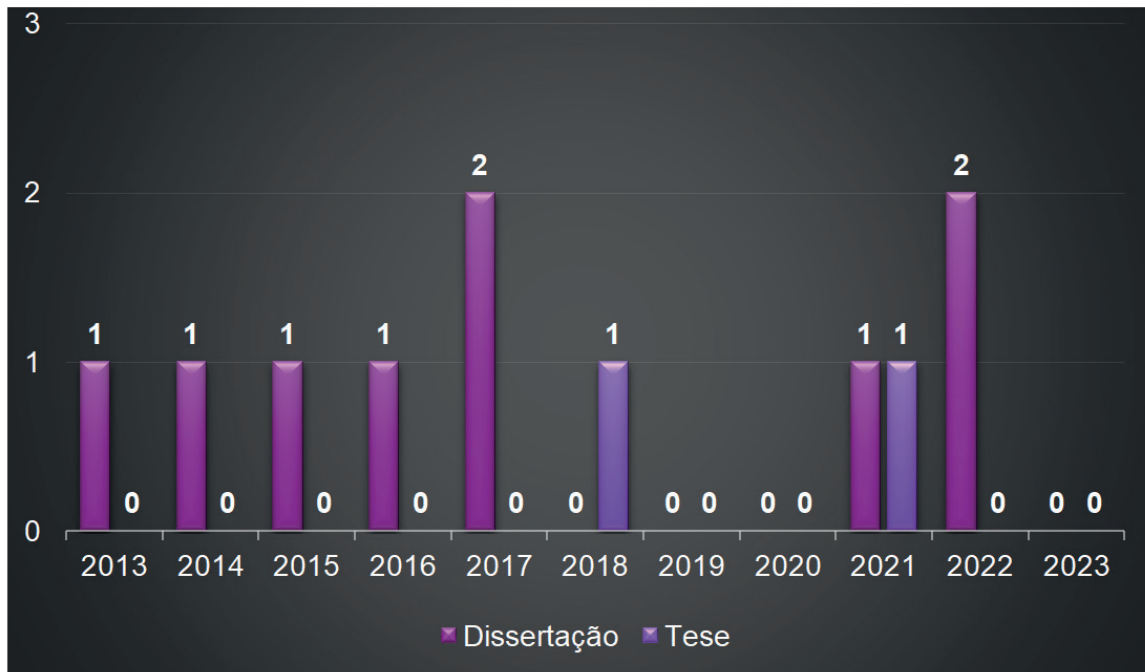
Gráfico 4: Distribuição temporal quantitativa da produção por gênero



Fonte: Os autores (2025)

Esse resultado, mais do que evidenciar a baixa conclusão de trabalhos por mulheres na área apontando para questões estruturais mais amplas. Entre elas, a menor presença de mestras e doutoras, o que limita a continuidade e expansão da produção acadêmica feminina. Ao analisar o Gráfico 5, percebe-se que, em dez anos, não houve uma política consistente de atração de mulheres para o programa. Desde o recorte inicial da pesquisa, em 2013, quando já havia uma mulher entre as pesquisadoras em formação, esse número permaneceu estável com picos de duas alunas nos anos de 2017, 2021 e 2022, sendo menor nos demais anos. Em 2019, 2020 e 2023, o programa chegou a não contar com nenhuma pesquisadora entre as alunas do PPGF. Esses dados sugerem uma manutenção do status que indica a ausência de uma política deliberada para incentivar a participação de mulheres. Não se percebe, pelo panorama apresentado, uma preocupação institucional do programa, que é o único do Estado, em fomentar a formação de pesquisadoras com um recorte de gênero.

Gráfico 5: Pesquisadoras ao longo da década por tipo de formação



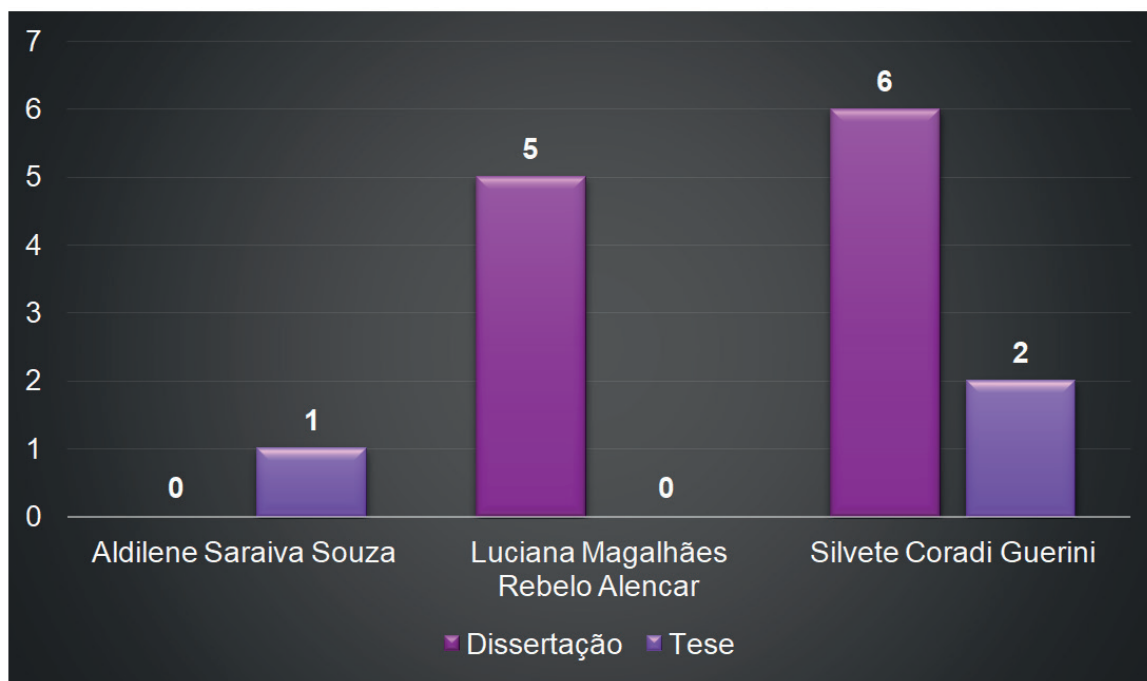
Fonte: Os autores (2025)

Além disso, vale a ressalva que dentre as 11 discentes do sexo feminino formadas pelo programa ao longo da década, apenas duas alcançaram o nível de doutorado. Esse dado reflete não apenas a sub-representação, mas também possíveis barreiras estruturais ou culturais que dificultam a progressão acadêmica dessas mulheres. Além disso, a escassez de referências femininas em posições de destaque na academia pode limitar a confiança e as oportunidades para que essas trajetórias sejam continuadas, sobre isso, outro aspecto significativo é que, do total de trabalhos produzidos no programa, quatorze foram orientados por mulheres. A questão das orientadoras é um ponto relevante a ser destacado nessa reflexão. Inicialmente, chama a atenção o fato de que, dos 20 (vinte) professores que atuaram como orientadores ao longo dos 10 (dez) anos do programa, apenas 3 (três) são mulheres no quadro docente: as professoras doutoras Silvete Coradi Guerini, Luciana Magalhães Rebelo Alencar e Aldilene Saraiva Souza.

É interessante observar que a pesquisadora Silvete, por exemplo, ingressou no programa em 2015, ano em que ocorreu a primeira defesa de doutorado, e, em uma década, orientou 8 (oito) trabalhos, dos quais 3 (três) foram teses de doutorado. Luciana, por sua vez, orientou 5 (cinco)

pesquisas, sendo apenas 1 (uma) de doutorado. Já Aldilene, que entrou no programa em 2022, orientou até agora apenas 1 (uma) tese, como pode ser observado no Gráfico 6.

Gráfico 6: Quantidade de orientadoras por tipo de trabalho



Fonte: Os autores (2025)

Esses indicadores apontam para uma estrutura acadêmica que não favorece a inclusão e o protagonismo feminino. A ausência de políticas proativas de equidade de gênero e a baixa presença de mulheres em posições de liderança, como orientadoras, reforçam um ciclo de exclusão que perpetua desigualdades no ambiente acadêmico.

ANÁLISE DOS TEMAS

Para responder à pergunta central desta pesquisa, além de analisar os perfis discutidos anteriormente, foi essencial compreender os temas abordados nos estudos desenvolvidos pelos pesquisadores do programa. Para isso, o estudo buscou identificar onde estavam concentradas as pesquisas ao longo dos últimos dez anos, observando as linhas de pesquisa às quais estavam vinculadas. As linhas de pesquisa de um programa de pós-graduação são agrupamentos temáticos que direcionam os trabalhos acadêmicos. Elas reúnem pesquisadores com interesses comuns em aspectos como

metodologia, objeto de estudo ou perspectiva teórica. Essas linhas ajudam a organizar os temas e perfis das pesquisas, facilitando uma exploração mais aprofundada de cada área específica. O Catálogo de Teses e Dissertações revelou que o PPGF abrigou, nos dez últimos anos, pelo menos oito linhas de pesquisa distintas (Quadro 2).

Quadro 2: Linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Física no Maranhão

LINHA DE PESQUISA	QUANTIDADE DE TRABALHOS
Caracterização de materiais, modelagem computacional e teorias de partículas e campos	01
Defeitos topológicos em teoria de campos e gravitação	08
Estudo das propriedades físicas de sistemas biológicos e nanoestruturados e suas interações	05
Modelagem computacional de propriedades físicas e químicas da matéria	14
Síntese e caracterização de materiais	22
Teoria de campos com violação da simetria de Lorentz e teoria de campos à temperatura finita	07
Teoria de campos e gravitação	18
Teoria de campos e partículas sob os efeitos da violação da simetria de Lorentz	15

Fonte: Os autores (2025)

O programa de Física se destaca por um perfil de pesquisa diversificado e interdisciplinar, que vai desde o estudo das propriedades fundamentais da matéria até as interações complexas entre campos físicos e partículas. Esse programa combina uma perspectiva experimental robusta com análises teóricas avançadas, buscando tanto entender quanto prever o comportamento da matéria e suas interações. Para tentar entender o perfil temático destas linhas, propomos uma descrição analítica, pensada a partir das pesquisas a elas vinculadas, no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, e que ficam melhor entendidas no Quadro 3.

Quadro 3: Perfil temático das linhas de pesquisa

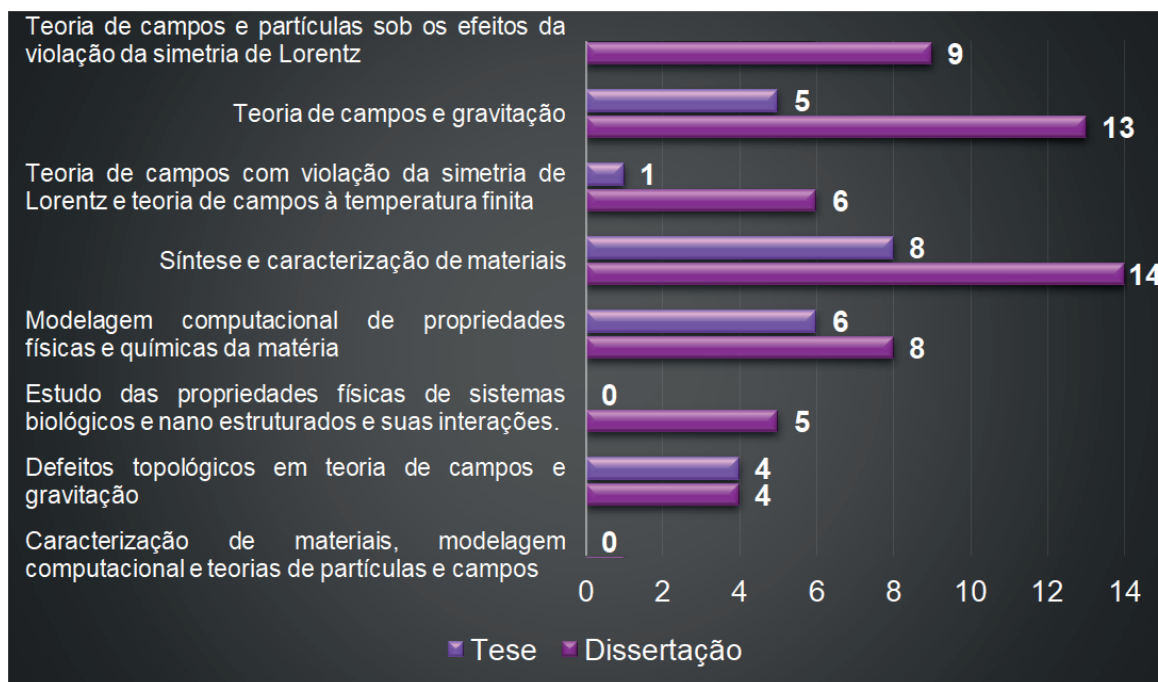
LINHA DE PESQUISA	RESUMO ADAPTADO DA DESCRIÇÃO
Caracterização de materiais, modelagem computacional e teorias de partículas e campos	Linha de pesquisa desenvolvida até o ano de 2015, não há registros de área de atuação e desenvolvimento de trabalhos posteriores ao ano de 2014, aparentemente a linha de pesquisa passou por uma reformulação dando origem a duas novas que são “Modelagem computacional de propriedades físicas e químicas da matéria” e “Teoria de campos e gravitação”

Defeitos topológicos em teoria de campos e gravitação	Nesta linha, estuda-se os defeitos topológicos no contexto de teoria de campos, assim como seu potencial conexão com sistemas da Física da matéria condensada.
Estudo das propriedades físicas de sistemas biológicos e nanoestruturados e suas interações.	Esta linha de pesquisa promove o estudo de propriedades físicas tais como: elasticidade, nano dureza, forças de adesão de superfície, distribuição de carga, potencial de superfície, gradiente de forças magnéticas, especialmente de materiais macios (soft matter).
Modelagem computacional de propriedades físicas e químicas da matéria	Abrange pesquisas em dinâmica molecular, nanoestruturas, propagação de pulsos e feixes, transporte de cargas elétricas, materiais dielétricos e iônicos, estrutura eletrônica e propagação de pulsos em meios não-lineares.
Síntese e caracterização de materiais	Esta linha de pesquisa envolve a síntese de materiais e nanomateriais como cristais orgânicos e semiorçânicos, vidros, perovskitas e eletrólitos sólidos, onde são caracterizados por técnicas como DRX, FT-IR, Raman, MEV e AFM. As propriedades físicas, como elétricas, magnéticas e ópticas, desses materiais são investigadas.
Teoria de campos com violação da simetria de Lorentz e teoria de campos à temperatura finita	Linha de pesquisa desenvolvida nos anos de 2013 à 2016, aparentemente tornou-se obsoleta ou foi desmembrada em outras duas linhas de pesquisa, mais recentes.
Teoria de campos e gravitação	Esta linha de pesquisa congrega os esforços de pesquisa realizados na área da Física das Partículas Elementares e Campos como um todo, incluindo pesquisas em Modelo Padrão das interações fundamentais, campos relativísticos e suas propriedades, partículas, gravitação, modelos de gravitação estendida, modos de propagação de grávitons, soluções gravitacionais, localização de campos e gravidade em branas.
Teoria de campos e partículas sob os efeitos da violação da simetria de Lorentz	A linha de pesquisa visa o estudo das teorias de campos e partículas na presença de termos que induzem à violação da simetria de Lorentz. As investigações são realizadas, em sua maioria, dentro do contexto teórico do denominado Modelo Padrão Estendido (MPE), desenvolvido por Colladay & Kostelecky nos anos 90, que incorpora termos de violação de Lorentz em todos os setores do Modelo Padrão (Física Além do Modelo Padrão).

Fonte: Adaptado do site do PPGF (2024)

A partir dessa descrição partiu-se para entender quais eram as áreas prioritárias nos estudos desenvolvidos no programa. Assim, buscou-se levantar quantos trabalhos por nível estavam vinculados a cada linha, o comportamento é evidenciado no Gráfico 7.

Gráfico 7: Quantidade de trabalhos vinculados a cada linha de pesquisa por nível



Fonte: Os autores (2025)

As três linhas de pesquisa que mais congregaram trabalhos ao longo dos anos no programa são “Síntese e caracterização de materiais”, “Teoria de campos e gravitação” e “Teoria de campos e partículas sob os efeitos da violação da simetria de Lorentz”.

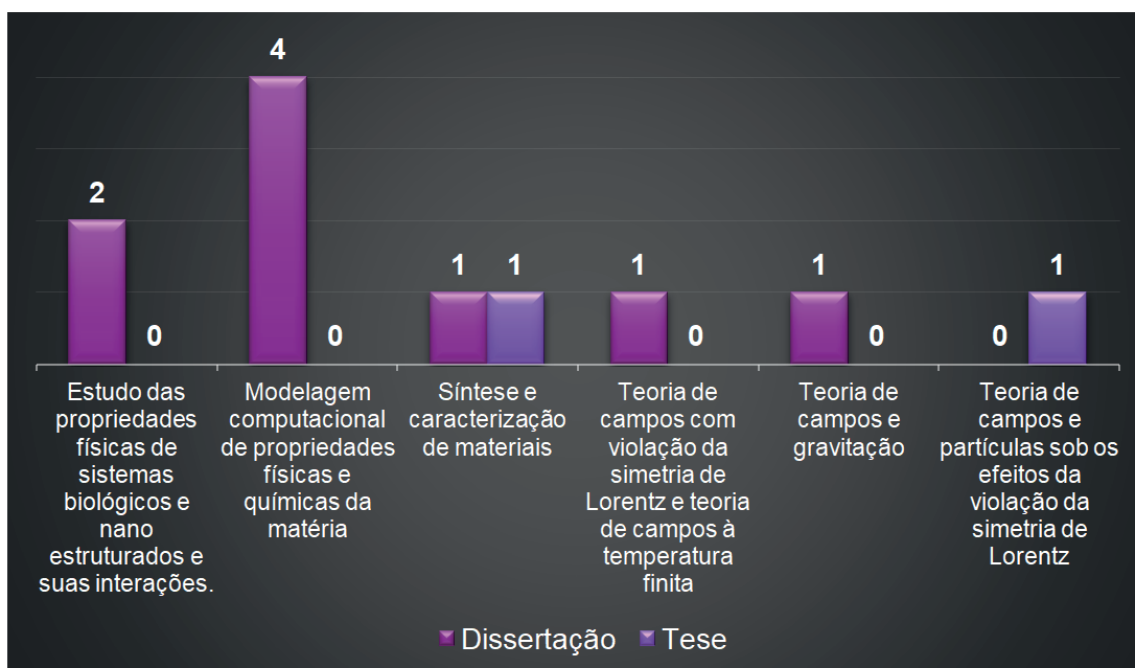
A linha de “Síntese e Caracterização de Materiais” lidera com um total de 22 trabalhos publicados, sendo 14 dissertações e 8 teses. Em seguida, a segunda linha de pesquisa mais publicada é “Teoria de campos e gravitação” com 13 dissertações e 5 teses, acumulando 18 trabalhos. Por fim, “Teoria de campos e partículas sob os efeitos da violação da simetria de Lorentz” com 9 dissertações e 6 teses, somando um total de 15 trabalhos.

Essas linhas refletem um foco significativo em análises estruturais, simulações computacionais e investigações teóricas, demonstrando uma diversidade de abordagens para entender as propriedades da matéria e suas interações. A linha de pesquisa que ainda necessita de mais estudos, considerando o número total de dissertações e teses, é “Estudo das propriedades físicas de sistemas biológicos e nano estruturados e suas interações”, uma vez que, apesar de concorrer com outras linhas de pesquisas que não publicam trabalhos desde os anos 2013, 2015 e 2017, contabiliza

singelos 5 (cinco) trabalhos de dissertação.

Vale pontuar que as mulheres não têm uma concentração específica em uma única área dentro do programa. Seus trabalhos estão distribuídos ao longo de várias linhas de pesquisa o que demonstra não um indicativo de predileção, mas um encaixe no que está disponível. A baixa participação delas no programa, seja como aluna ou orientadora, ajuda a não termos um resultado consistente nesse quesito. No entanto, há algumas áreas onde elas têm uma maior presença relativa, conforme detalhado no Gráfico 8.

Gráfico 8: Quantitativo de pesquisadoras por linha de pesquisa



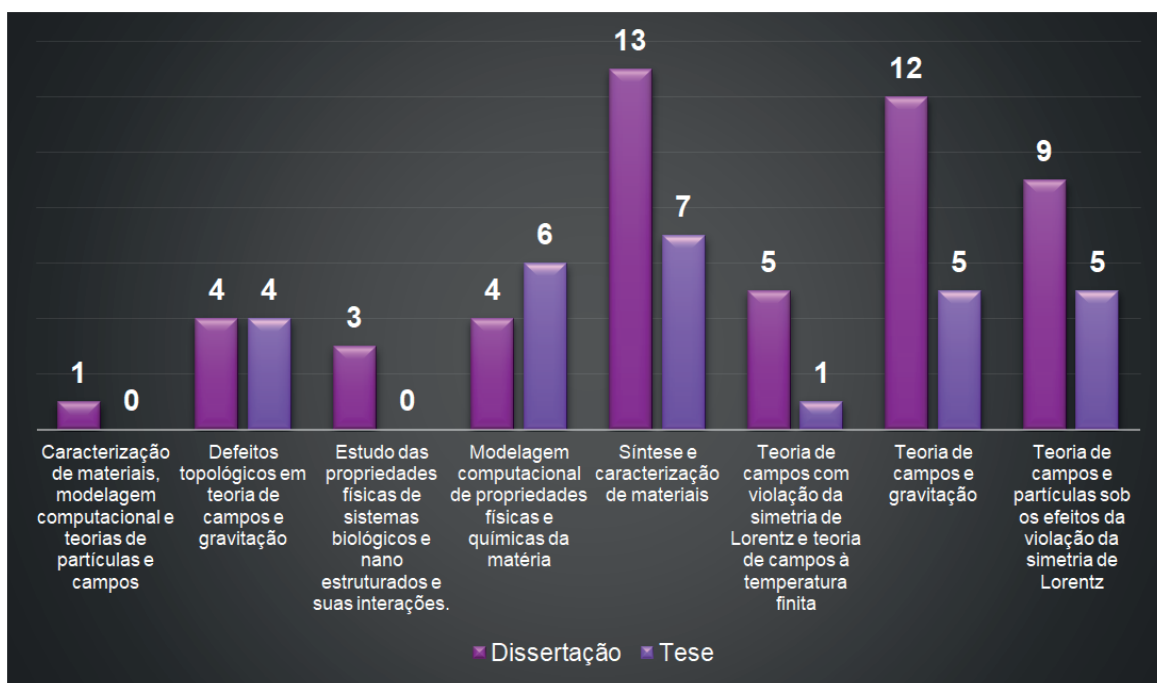
Fonte: Os autores (2025)

A “Modelagem Computacional de Propriedades Físicas e Químicas da Matéria” se destaca como uma linha com um maior número de mulheres, com 4 (quatro) pesquisas em dissertações, refletindo um interesse significativo por técnicas computacionais aplicadas à física e química da matéria. Outra área com participação feminina relativa é o “Estudo das Propriedades Físicas de Sistemas Biológicos e Nano estruturados”, com 2 mulheres em dissertações. No entanto, outras áreas como “Caracterização de Materiais, Modelagem Computacional e Teorias de Partículas e Campos” e “Defeitos Topológicos em Teoria de Campos e Gravitação” não contabilizam nenhuma

pesquisa assinada por mulheres.

Já os homens apresentam de uma maneira geral uma tendência a desenvolverem pesquisas voltadas a “Síntese e Caracterização de Materiais” e “Teoria de Campos e Gravitação”, de acordo com o apresentado no Gráfico 9, essas são as áreas com maior produção acadêmica, tanto em dissertações quanto em teses. O que de maneira geral parecem ser essas as áreas mais bem consolidadas e que atraem pesquisadores.

Gráfico 9: Quantitativo de pesquisadores por linha de pesquisa



Fonte: Os autores (2025)

Dentre as áreas pouco exploradas, entre os pesquisadores, destacam-se “Teoria de Campos com Violação da Simetria de Lorentz e Teoria de Campos à Temperatura Finita” e “Caracterização de Materiais, Modelagem Computacional e Teorias de Partículas e Campos” com pouca produção acadêmica, o que pode levar a uma conclusão de que são áreas ainda em desenvolvimento ou que enfrentam desafios para atrair novos pesquisadores. E por fim vale, mencionar que existem algumas áreas, como “Teoria de Campos e Gravitação” e “Teoria de Campos com Violação da Simetria de Lorentz” além de “Teoria de Campos à Temperatura Finita”, que apresentam uma queda significativa na produção de teses em relação às dissertações. Isso pode indicar que os alunos estão migrando para outras áreas após o mestrado ou

que há falta de oportunidades para pesquisa de cunho mais avançado.

CRITÉRIOS DE ANÁLISE: TÍTULOS INTELIGÍVEIS

Por fim, a pesquisa buscou trazer uma reflexão sobre a linguagem dos trabalhos. Embora não tenha sido de fato o foco do estudo, esta foi uma reflexão que surgiu a partir do trabalho com os dados coletados. Uma linguagem acessível é fundamental para a popularização das ciências, pois possibilita que o conhecimento científico ultrapasse as barreiras acadêmicas e dialogue com a sociedade de forma clara e compreensível. Essa abordagem não apenas democratiza o acesso ao saber, mas também fortalece a conexão entre a universidade e a comunidade, especialmente no caso de universidades públicas, que têm um compromisso direto com o retorno social de seus investimentos.

Traduzir conceitos complexos em formatos acessíveis, como textos simples, vídeos ou conteúdos interativos, a universidade amplia seu papel como agente transformador, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e informados e fortalecendo o valor do investimento público na educação e na pesquisa. A popularização das ciências está, inclusive, entre as ações do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Ao analisar os títulos dos trabalhos, observou-se que muitos adotam uma linguagem bastante técnica, que pode ser difícil de entender para aqueles fora da comunidade acadêmica. Essa linguagem especializada, embora necessária para a precisão e clareza no campo científico, acaba limitando o acesso e a divulgação dos resultados para a imprensa e para o público em geral. Entende-se que dissertações e teses são trabalhos técnicos voltados para um público específico, mas uma abordagem mais acessível, pelo menos nos títulos, poderia facilitar a comunicação com um público mais amplo. Uma linguagem mais simples e direta nos títulos poderia atrair a atenção da imprensa e do público para os temas abordados, aumentando as chances de popularização e compreensão da pesquisa.

Diante disso, propomos uma reflexão sobre a adaptação da linguagem utilizada, buscando apresentar temas de forma mais acessível. Como visto no Quadro 4, sugerindo alternativas de títulos que capturem a essência do trabalho, ao mesmo tempo em que facilitam a leitura e a compreensão por parte de não especialistas.



Quadro 4: Sugestão de título de trabalhos mais inteligíveis

TÍTULO HOMOLOGADO	SUGESTÃO INTELIGÍVEL
Estrutura BPS em teorias de calibre abelianas com derivadas de ordem superior	Soluções de Energia Mínima em Teorias de Campos com Termos de Alta Complexidade
Estudo de Colisões kink-antikink e Espalhamento por Contorno	Da Teoria à Prática: Explorando Colisões em Modelos de Física
	Defeitos Topológicos: Desvendando Colisões em Modelos Físicos
Monopolos e dyons em teorias de calibre não Abelianas com quebra da simetria de Lorentz: O caso do grupo $SO(3)$	A Quebra Espontânea de Simetria e o Mecanismo de Higgs
	Monopolos Magnéticos e Dyons

Fonte: Os autores (2025)

Essa mudança não tem o intuito de comprometer a precisão técnica dos trabalhos, mas sim de torná-los mais atraentes e acessíveis, ampliando sua divulgação e impacto na sociedade. Por fim, propomos que essa mudança é essencial para ampliar o alcance e o impacto da pesquisa, facilitando a compreensão por parte de públicos não especializados, promovendo maior diálogo com a sociedade.

Os títulos evidenciam a adoção de alternativas mais claras e diretas que podem capturar melhor a essência dos estudos, contribuindo para sua divulgação junto ao público não especializado. Essa abordagem, além de atender a uma demanda de popularização da ciência, reforça o compromisso das universidades públicas com o retorno social de seus investimentos e a democratização do conhecimento científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo identificar o perfil da pesquisa em Física desenvolvida no Maranhão ao longo de dez anos (2013-2023), utilizando como principal fonte de dados o banco de teses e dissertações da Capes, com foco na produção do Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em São Luís.

Entre as conclusões mais relevantes estão achados que tratam da própria identidade do programa, como outros que vão apontar novos caminhos de estudo possíveis. De maneira geral

podemos dizer que o Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) demonstra consistência em suas atividades acadêmicas e, apesar de ser o único do estado, apresenta esforços para abarcar uma diversidade de linhas e abordagens de pesquisa. Isso é evidenciado pela abrangência temática, que inclui desde estudos teóricos, como teorias de campos e partículas, até pesquisas aplicadas, como a caracterização de materiais e modelagem computacional. Contudo, nota-se que algumas linhas de pesquisa concentram uma maior produção do que outras, revelando possíveis desigualdades internas no incentivo e desenvolvimento de certos tópicos.

Apesar de sua relevância, os dados levantados reforçam uma limitação estrutural crítica: um único programa localizado na capital de um Estado tão extenso quanto o Maranhão é insuficiente para atender à demanda de formação de mestres e doutores na área de Física. O contexto é agravado por números nacionais preocupantes. O Brasil conta com apenas 10 (dez) doutores para cada 100 mil habitantes, uma média três vezes inferior à de países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). De acordo com a plataforma Amazônia Legal em Dados, no Maranhão, especificamente, há apenas 901 mestres e doutores em todas as áreas, representando 14,3% do total da Amazônia Legal. O PPGF forma em média quatro pesquisadores por ano, sendo que as vagas para doutorado são limitadas e habitualmente apenas duas por edital.

A questão de gênero emerge como um aspecto particularmente alarmante. Em dez anos, o programa formou apenas 2 (duas) doutoras, e as mulheres ocupam menos de 15% das vagas como orientadoras, com apenas 3 (três) professoras em um universo de 20 docentes. Esses números não apenas reiteram as assimetrias de gênero na ciência, mas também destacam a urgência de políticas voltadas à ampliação de vagas e à inclusão feminina nos programas de pós-graduação.

Outro ponto crítico identificado refere-se à própria organização e comunicação da área. A normatização não tão rigorosa e o uso de uma linguagem técnica pouco acessível podem dificultar a atração de novos pesquisadores, sugerindo a necessidade de estratégias que popularizem a Física e ampliem o interesse pela área, inclusive entre o público leigo. Mas, além de discutir amplamente esses achados, esta monografia destaca a importância dos estudos bibliométricos como ferramenta para obter um diagnóstico consistente da produção científica. A metodologia utilizada – o Estado da Arte – permitiu traçar perfis de pesquisa, identificar escolhas temáticas e mapear lacunas,



contribuindo para a formulação de estratégias que promovam o avanço e a consolidação da Física no Maranhão.

Por fim, a pesquisa abre caminhos para estudos futuros. Entre as possibilidades estão investigações mais detalhadas sobre os títulos e a linguagem das produções científicas, entrevistas qualitativas com discentes para compreender melhor seus perfis e motivações, bem como a análise de dados sobre a origem geográfica dos alunos. Respostas a essas questões podem oferecer subsídios mais robustos para compreender as limitações e tendências da pesquisa no estado, ampliando as possibilidades de desenvolvimento científico e educacional no Maranhão.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. **Revisão de literatura, referencial teórico, fundamentação teórica e framework conceitual em pesquisa – diferenças e propósitos**. Working Paper, 2016. Disponível em: <https://unisinus.academia.edu/DeboraAzevedo/Papers>. Acesso em: 7 jan. 2025.

BAPTISTA, J. P. **Os princípios fundamentais ao longo da história da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 541–553, 2006.

BRASIL. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. GEOCAPES: Sistema de Informações Georreferenciadas**. Disponível em: <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>. Acesso em: 7 jan. 2025.

BRASIL. **Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 20 set. 2024.

CAPES. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Serviços: Banco de Teses. 2024**. Disponível em: <http://capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>. Acesso em: 7 jan. 2025.

CASTRO, M.; WERLE, F. **Estado do conhecimento em administração da educação: uma análise dos artigos publicados em periódicos nacionais 1982-2000**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 12, p. 10451064, out./dez. 2004.

DIAS, N. V. A.; GOMES, A. A.; RABONI, P. C. de A. A pesquisa na formação de professores de física: as produções da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações no período 2012-2017. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 26, p. e20041, 2020.

DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio. **Método de Pesquisa em Comunicação**. São Paulo: Atlas, 2017.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. **As pesquisas denominadas “Estado da Arte”**. Educação & Sociedade, Campinas, ano XXIII, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.

GLEISER, Marcelo. **Por que ensinar física? Física na Escola**, v. 1, n. 1, p. 4-5, 2000. Disponível em: <https://sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/artigo1.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. **A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023. e-ISSN: 1982-5587.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2017.



MOREIRA, Marco Antônio. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em: 7 jan. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000. Disponível em: https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_94.pdf. Acesso em: 7 jan. 2025.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica - Vol. 1: Mecânica**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.

PEDROSO, Júlia de Souza; SILVA, Kauana Soares da; SANTOS, Laiza Padilha dos. **Pesquisa descritiva e pesquisa prescritiva**. Disponível em: <https://unisantacruz.edu.br/revistas-old/index.php/JICEX/issue/view/45>. Acesso em: 18 out. 2024.

PEREIRA NETO, Francisco Edmar; LOPES, Jayane Mara Rosendo; NUNES, João Batista Carvalho; FERREIRA FILHO, Luciano Nery. **A expansão da pós-graduação stricto sensu em educação no Brasil**. *Educação e Pesquisa*, v. 49, e263111, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/FqT3x4d9xdPsG9fwHPXnsDq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 jan. 2025.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. S. M. **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, p. 4601-4616, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/KmH6PRLNwhVd4gCchSkDLzb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 jan. 2025.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 3. ed. McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *A Universidade no Século XXI: Para uma Reforma Democrática e Emancipatória da Universidade*. São Paulo: Cortez, 2004.

SANTOS, S. M. A. V.; MOREIRA, A. C. e S.; DE CARVALHO, I. E.; et al. **A formação docente e sua dificuldade em inserir novas tecnologias no currículo: o currículo escolar e a implementação de novas tecnologias**. Revista Foco, [S. l.], v. 17, n. 1, p. e4257, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n1-156. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/4257>. Acesso em: 7 jan. 2025.

SOUZA, Dominique Guimarães de; MIRANDA, Jean Carlos; SOUZA, Fabiano dos Santos. Breve histórico acerca da criação das universidades no Brasil. *Revista Educação Pública*, v. 19, nº 5, 12 de março de 2019. Disponível em <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/5/breve-historico-acerca-da-criacao-das-universidades-no-brasil>

VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. **História da Física: Artigos, ensaios e resenhas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cbpf/pt-br/divulgacao-cientifica/livros/historia-da-fisica.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.



