

Ciência em Foco

Volume XVIII



2026

Alan Mario Zuffo
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Jorge González Aguilera
Aris Verdecia Peña

Organizadores

Alan Mario Zuffo
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Jorge González Aguilera
Aris Verdecia Peña
Organizadores

Ciência em Foco
Volume XVIII



Pantanal Editora

2026

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
UFJF
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

C569

Ciência em foco – Volume XVIII / Organização de Alan Mario Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo, Bruno Rodrigues de Oliveira, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2026.
69p.

Outros organizadores: Jorge González Aguilera, Aris Verdecia Peña.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-82-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756822>

1. Ciência. 2. Pesquisa científica. 3. Educação. 4. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa (Organizadora). III. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organizador). IV. Título.

CDD 507

Índice para catálogo sistemático

I. Ciência



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

A Editora Pantanal tem a honra de apresentar o décimo oitavo volume da coletânea *Ciência em foco*, uma obra que vem se consolidando como importante referência na divulgação científica nas áreas de ciências agrárias, ambientais e campos correlatos.

Este volume reúne pesquisas originais, artigos de revisão e estudos aplicados, elaborados por pesquisadores de diferentes instituições de ensino e pesquisa do Brasil, contemplando temáticas atuais, relevantes e inovadoras. Entre os temas abordados, destacam-se a sociologia crítica na produção do conhecimento social, os indicadores ambientais da Universidade Federal de Uberlândia, a inoculação com *Bradyrhizobium* como fator determinante na resposta do amendoim a diferentes doses de níquel, o trabalho docente na extensão universitária e a relevância do DOI no contexto da publicação científica.

Esta obra tem como principal objetivo difundir conhecimentos científicos de qualidade, promovendo o diálogo entre diferentes áreas do saber e incentivando a reflexão crítica sobre desafios contemporâneos relacionados ao desenvolvimento sustentável, à produção de conhecimento e à inovação científica.

Acreditamos que este volume se constituirá em uma valiosa fonte de consulta para estudantes, pesquisadores, profissionais e formuladores de políticas públicas, contribuindo para o fortalecimento da integração entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como para a construção de soluções voltadas às demandas atuais e futuras.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Sobre uma sociologia crítica na produção do conhecimento social	6
Capítulo 2	18
Avaliação de indicadores ambientais da Universidade Federal de Uberlândia	18
Capítulo 3	34
Inoculação com <i>Bradyrhizobium</i> como fator determinante na resposta do amendoim a doses de níquel	34
Capítulo 4	46
O trabalho docente na extensão universitária: reflexões a partir da atuação no curso de Serviço Social na Universidade Federal do Paraná	46
Capítulo 5	58
A importância do DOI na publicação científica: rastreabilidade, visibilidade e a conectividade do conhecimento	58
Índice Remissivo	67
Sobre os autores/organizadores	68

Sobre uma sociologia crítica na produção do conhecimento social

Recebido em: 03/04/2026

Aceito em: 19/04/2026

 10.46420/9786585756822cap1

Oscar Edgardo Navarro Escobar¹ 

INTRODUÇÃO

“Lucy”, uma homínídeo fêmea da espécie Australopithecus afarensis, aparece como deve ter sido há 3,5 milhões de anos. Seu esqueleto foi encontrado em 1974 pelo antropólogo Don Johanson em Hadar, na Etiópia, e recebeu esse nome devido à canção Lucy in the with Diamonds, dos Beatles, que estava tocando quando Johanson e sua equipe comemoravam a descoberta. Lucy, com cerca de 1,20 metro de altura e pesando por volta de 32 quilos, era mais baixa do que a mulher moderna”.

Time-Life Books (A aurora da humanidade)

O ser humano percorreu um longo caminho para a construção de um pensamento científico que se possibilita pensar o mundo e pensar-se dentro desse mundo que representa sua própria sociabilidade. Por conta disso, propiciou mostrar na prática sua efetiva resolução dos problemas que procurava resolver. Temos inúmeras evidências que demonstram essa afirmação. Não sempre a produção do saber se apresentou como hoje a conhecemos. Sua apreciação de objetividade frente ao mundo social ou natural é uma marca ressentida de seu método experimental. Em termos de tempos pretéritos, o conhecimento tornou-se um instrumento que desafiou seu próprio tempo, também, passou por momentos difíceis, muitos intelectuais que desafiaram seu próprio tempo por mudanças substanciais, sofreram o ímpeto de seus acusadores, o filósofo Giordano Bruno era queimado pelo fogo da intolerância religiosa, Galileu Galilei em 1616, sofrerá a primeira censura eclesiástica de ser proibido de defender o Heliocentrismo; em 1633 será sua condenação final, após a publicação de sua obra principal: “Diálogos Sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo”, com a prisão domiciliar e forçado a abjurar, até seu falecimento em 1642. Joana d’ Arc (1431), padecera a mesma situação que persistia na época, censura e punição através do fogo. De fato, já naquela época o conhecimento era considerado um campo perigoso para o esclarecimento e para o avanço do pensamento científico. Eis nosso tema a seguir.

OS PRIMEIROS PASSOS DA HUMANIDADE

Uma das grandes descobertas da Antropologia contemporânea foi ter encontrado os restos de uma homínídeo fêmea Australopithecus afarensis, essa pequena criatura que pisou o solo da África Oriental, na região de Afar, a leste da Etiópia, representa os primórdios da humanidade, uns dos primeiros

hominídeos a caminhar totalmente ereta, o que lhe deixava as mãos livres para movimentos mais rápidos e eficientes, inclusive para fabricar as primeiras ferramentas e instrumentos de defesa.

Esta posição bípede, isto é, sem exceção, ao caminhar sobre os dois pés suas características sofreram um processo de transformação em relação aos outros animais, esta nova qualidade marcaria a lenta, porém, constante mudança no seu estilo de vida. Segundo a literatura, há 3,5 milhões de anos este processo se iniciou, e representa um ponto crucial e essencial da lenta evolução humana. Um eminente estudioso deste período, assim se refere:

Antes de a primeira lasca de sílex ter sido transformada em machado pela mão do homem, deve ter sido transcorrido um período de tempo largo que, em comparação com ele, o período histórico por nós conhecido torna-se insignificante. Mas já havia sido dado o passo decisivo: **a mão era livre** e podia agora adquirir cada vez mais destreza e habilidade; e essa maior flexibilidade adquirida transmitia-se por herança e aumentava de geração em geração. Vemos, pois, que a mão não é apenas o órgão do trabalho; é também produto dele. Unicamente pelo trabalho, pela adaptação a novas e novas funções, pela transmissão hereditária do aperfeiçoamento especial assim adquirido pelos músculos e ligamentos e, num período mais amplo, também pelos ossos; unicamente pela aplicação sempre renovada dessas habilidades transmitidas a funções novas e cada vez mais complexas foi que a mão do homem atingiu esse grau de perfeição que pode dar vida, como por artes de magia, aos quadros de Rafael, às estatuas de Thorwaldsen e à música de Paganini (Engels, s/d, p. 270).

O grande mérito de Engels é o de ter evidenciado como o meio ambiente influenciou e, de certa forma, definiu aquilo que os seres humanos foram um dia, mas, entregou a chave para descobrir importantíssimas indagações, inclusive, até agora pouco estudadas. A transformação da evolução humana foi um processo lento e contínuo, a natureza seu laboratório não artificial, fundamentado na necessidade de sobrevivência, sua criatividade de adaptação o levou a inventar coisas inimagináveis, todavia, permitiu a descobertas que implicaram a construção de novas e inéditas realidades. O trabalho (transformação da natureza) implicou reestruturar suas próprias relações sociais, no início eram dispersas, depois, tornaram-se coletivas e mais complexas com a divisão social do trabalho.

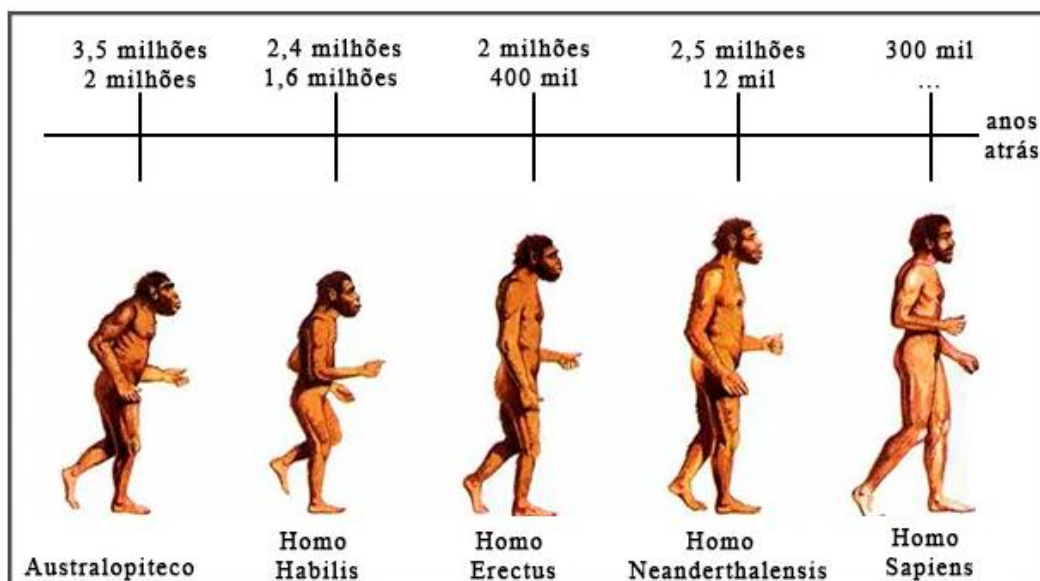


Figura 1. O processo evolutivo da espécie humana. Fonte: Significados.

A imagem acima, retrata a lenta história da evolução humana, a passagem de uma fase para outra significou o momento em que ele se deu conta que poderia utilizar a própria natureza para elaborar seus instrumentos de trabalho, estes passariam a ser uma extensão de seu corpo, assim, possibilitou-se, cada vez mais, distanciar-se e dominar a natureza para usufruir dela. Portanto, com o tempo, foi capaz de realizar de forma artificial aquilo que a natureza lhe oferecia, por exemplo, o domínio da agricultura, domesticação de animais selvagens, etc.

Podemos afirmar, sem medo de errar que, o homem começa a se distanciar do reino animal, a partir do momento em que começa a produzir seus meios de vida, esse ato nunca será sozinho, pelo contrário, começa por uma divisão sexual do trabalho, ou seja, a parte feminina ficara encarregada de cuidar dos filhos, preparar a alimentação, manter o lugar limpo para evitar doenças ou atrair predadores; os homens por sua parte, desempenharam um papel de caça e pesca, prover de alimentos trazidos da floresta e trazer segurança ao grupo social como um todo. Este grupo tornou-se um dos maiores predadores da natureza, inclusive, segundo a área da Paleontologia, foi o responsável pela extinção de inúmeras outras espécies ao longo do desenvolvimento de sua história. Estes grupos possibilitaram mudar seu meio ambiente a tal ponto que seus resultados impactaram a própria sociedade. Suas descobertas, não há nenhuma dúvida, desenvolveram uma cultura complexa e localizada que o possibilitou denotar seu mundo real e simbólico.



Figura 2. Criança de Taung (pintura recreativa do fóssil encontrado em 1924). Fonte: BBC New Mundo.

A imagem acima, retrata a criança de Taung, o fóssil que mudou a história, ela corrobora que os seres humanos se haviam originado em África do Sul. Em 1924 foi encontrado pelo Professor (Paleontólogo) Raymond Dart, o crânio devia ser de um hominídeo devido a sua forma, Alta e arredondada, se distanciava dos símios e, por seu conjunto completo de dentes de leite, pouco maiores que os de uma criança humana, Outros fósseis do *Australopithecus africanus*, achados de Taung fosse

do sexo masculino e se chagasse à uma idade adulta, alcançaria 1,30 metro de altura e pesaria aproximadamente 50 quilos.

Noutros tempos, considerava-se a posição anatômica ereta (bipedalismo) como um atributo estritamente humano. Portanto: “O mecanismo de nosso esqueleto e os movimentos que os nossos músculos executam, por intermédio de um sistema de alavancas, não diferem em nada do que se passa nos antropoides” (Haeckel, 1989: 19). Por conta disso, através da Paleontologia, podemos saber que esta posição liberou as mãos para fazer outras coisas que comumente eram impossíveis quando nos movimentos são utilizados os pés e as mãos ao mesmo tempo. Os fósseis são testemunhas inegáveis que comprovam a sucessão histórica da lenta e gradual evolução humana.

Em 1894 foi encontrado o célebre *Pithecanthropus erectus* no Sudeste Asiático na ilha de Java (Indonésia), cuja descoberta foi atribuída ao paleontólogo Eugène Dubois, diante da descoberta duas posições contrárias apareceram, a primeira apontava que o esqueleto era de um humano e de um antropoide e se argumentava que os ossos tinham-se misturados; a segunda defendia de forma irrefutável que o esqueleto encontrado pertencia a uma única espécie, portanto, tratava-se de uma espécie transitória que marcava um passo evolutiva entre os antropomorfos ao homem.

Os especialistas da paleontologia e da área da antropologia social sustentaram a favor da última tese, pois, indicavam que quando o homem se ergueu nos pés, o fêmur, ao longo do tempo, se fez mais direito e aumento sua longitude, e as articulações entre os ossos da perna e dos pés tiveram que passar por uma remodelação no joelho e no tornozelo, possibilitando assim uma adaptação mais eficiente da postura vertical; a patela, popularmente conhecida como rótula, localizada na parte frontal do joelho, ganhou músculo no sentido de permitir a adesão de musculatura mais forte para andar e curvar-se, também, aumentou a força de extensão da perna, e passa a proteger a articulação patelofemoral.

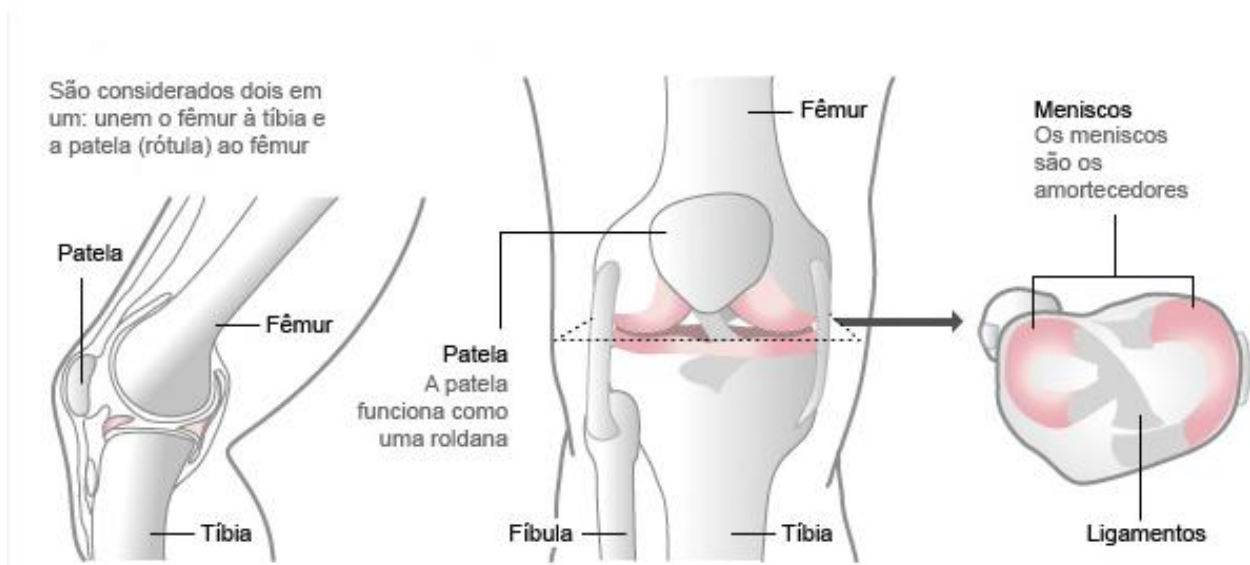


Figura 3. O processo evolutivo do joelho na espécie humana. Fonte: Ortopedia Universo Sênior

Neste lento processo evolutivo, a pélvis se aumentou e achatou, para converter-se numa espécie de côncavo que sustentaria não somente os órgãos internos que se encontravam sobre ela, como também o anel superior, braços e cabeça que agora em diante lhe impunham seu peso. Mas também, a tripla curvatura da espinha dorsal transformou-se numa espécie de mola que servia para suavizar sobre a cabeça a repercussão de movimentos bruscos ao caminhar ou correr nas planícies. A mudança no anel inferior também sofrera uma dilatação e achatou no asso escapular, ficando com uma aparência alongada dos braços em proporção ao comprimento do corpo e o polegar e os dedos se especializaram como órgãos apreensores. Vejamos o que diz Engels (s/d) a este respeito:

Em virtude da lei que Darwin chamou de correlação do crescimento. Segundo essa lei, certas formas das diferentes partes dos seres orgânicos sempre estão ligadas a determinadas formas de outras partes, que aparentemente não têm nenhuma relação com as primeiras. Assim, (...) O aperfeiçoamento gradual da mão do homem e a adaptação concomitante dos pés ao andar em posição ereta exerceram indubitavelmente, em virtude da referida correlação, certa influência sobre outras partes do organismo. (...) Em face de cada novo progresso, o domínio sobre a natureza, que tivera início com o desenvolvimento da mão, com o trabalho, ia ampliando os horizontes do homem, levando-o a descobrir constantemente nos objetos novas propriedades até então desconhecidas. (...) Em resumo, os homens sem formação chegaram a um ponto em que tiveram necessidade de dizer algo uns aos outros. A necessidade criou o órgão: a laringe pouco desenvolvida do macaco foi-se transformando, lenta, mas firmemente, mediante formulações que produziam por sua vez modulações mais perfeitas, enquanto os órgãos da boca apreendiam pouco a pouco a pronunciar um som articulado após outro. (Engels, s/d, p. 271).

Certamente, as observações feitas pelo autor são muito apropriadas para entender como o meio natural, na qual viviam os antropomorfos, atuara como uma mola de sobrevivência e de adaptabilidade, que neste período, atuam como forças contrária à natureza humano. O desenvolvimento da linguagem cumprira um papel fundamental, pois, indicara a denotação do mundo real para o mundo simbólico, isto permitirá uma enorme vantagem em relação às outras espécies, as palavras permitem organizar as ações que se desenvolvem numa caça por exemplo; com a ausência da luz natural e em plena escuridão, os homens podem -se comunicar transmitindo sons consensuais e socialmente coletivos que indiquem ações concretas sobre a realidade situada, um som que definirá se devem deslocar-se para a esquerda ou direita, indicar inclusive se devem correr ou esperar a presa passar; essas informações através dos sons permitirá medrar significativamente as ações humanas, inclusive planejar movimentos antecipados, etc.

Portanto, a invenção da linguagem é um salto qualitativo na sobrevivência humana, assim como o será o domínio do fogo, da domesticação de animais ou da agricultura. De um ponto de vista mais amplo, a materialidade da linguagem pode ser analisada da seguinte forma:

A linguagem é tão velha como a consciência – a linguagem é a consciência real prática que existe também para outros homens e que, portanto, só assim existe também para mim, e a linguagem só nasce, como a consciência, da necessidade, da carência física do intercâmbio com os outros homens. Onde existe uma relação ela existe para mim, o animal com nada se (relaciona), nem sequer se relaciona. Para o animal, a sua relação com outros não existe como relação. A consciência é, pois, logo desde início o começo, um produto social, e continuará a sê-lo enquanto existirem homens (Marx & Engels, 1984, p. 33-34).

Efetivamente, este postulado científico vem a isolar as concepções de mundo que tratam esta questão do ponto de vista idealista ou demiurgo. Com o avanço do conhecimento científico estas

questões entram no campo maduro da ciência moderna. Portanto, é somente no século XIX que estas descobertas da compreensão evolutiva do homem adquiriram um status não especulativo.



Figura 4. O processo evolutivo da espécie humana e a utilização de ferramentas. Fonte: História ao Quadrado.

Na ilustração acima, é possível observar as distintas fases da evolução humana, os primeiros ancestrais até o Homo Sapiens, os instrumentos de trabalho já são utilizados, em princípio é uma ferramenta de defesa e de ataque, já numa fase mais evoluída estes instrumentos tornam possível a divisão sexual de trabalho, esta forma impulsionará a especialização nas tarefas do cotidiano; todavia, as capacidades intelectuais também sofreram profundas mudanças, como indica a figura, a própria capacidade craniana aumentara de tamanho, produto do trabalho social. Foi um biólogo naturalista que terá a importância de corroborar estas conquistas do pensamento humano. Eis nosso assunto a seguir.

Charles Darwin¹ (1809-1882), dará uma contribuição célebre para este problema evolutivo, na sua principal obra: “A Origem das Espécies” (1859), ele demonstrou que as espécies evoluem ao longo do tempo a partir de ancestrais comuns, ao adaptar-se ao meio ambiente vão adquirindo novas qualidades para poder viver, em sentido contrário a tendência é desaparecer. Este autor deu uma contribuição inusual sobre as origens das espécies, nas próprias palavras:

¹ Esta obra foi publicada em 24 de novembro de 1859, a mesma teve ao menos seis edições durante a existência de Darwin, tornou-se um clássico do pensamento científico, não é sem razão que, foi traduzida para mais de trinta idiomas diferentes. Foi um livro muito importante dentro do campo da ciência moderna, pois, veio a substituir a noção divina da criação humana. Darwin ocupou e ocupa um lugar privilegiado no campo das ciências naturais e sociais, pois o postulado da evolução é a pedra fundamental da teoria moderna.

Tais fatos parecem lançar alguma luz sobre *A Origem das Espécies*, “mistérios dos mistérios”, de acordo com a definição de um dos nossos maiores filósofos. Assim que voltei ao lar, em 1837, ocorreu-me que talvez pudesse auxiliar no esclarecimento dessa questão por meio do estudo e da acumulação pacienzosa de todos os fatos que por ventura estivessem ligados ao tema. Dessa forma após cinco anos de trabalho, achei que pudesse elucidar esta questão e redigi umas breves notas, ampliadas em 1844, quando esbocei algumas conclusões sobre o que me parecia assim suscetível de verificação. Desde então, tenho me empenhado sem cessar para esse propósito (Darwin, 2005. P. 64, grifos do autor).

De acordo com o autor, pela primeira vez, se propõe uma explicação da origem e da evolução dos seres vivos, distanciando-se de explicações demiurgos e de forças externas à condição humana. Todavia, coloca como laboratório natural o meio na qual as espécies, incluindo os seres humanos, tendem adaptar-se para conseguir a sua sobrevivência. Não é sem razão que, Haeckel (1989), faça a seguinte observação: “Todas as características da formação física, que distinguem os mamíferos dos demais vertebrados, o homem também o possui” (Haeckel, 1989, p. 15). Por conta disso, Darwin veio a quebrar a crença teológica de que o homem teria sido uma criação divinizada, na sua época, estas afirmações lhe custaram serias críticas e comentários conservadores, porém, na área científica sua obra tornou-se célebre. Nesta mesma época, ocorrera uma situação inusitada na Inglaterra que corroborará a teoria deste grande pensador.

Durante a Revolução Industrial, os cientistas naturalistas constataram uma mutação genética numa certa espécie de mariposas que as tornava pretas. Nesse momento, a fuligem lançada pelas fábricas que nunca interrompiam os tempos de trabalho, escurecia os troncos e as folhas das árvores e outros ambientes naturais nas quais as mariposas habitavam e se reproduziam. Com o passar do tempo, os pesquisadores notaram que estas espécies de mariposas evoluíram e contraíram uma coloração escura que correspondia à fuligem que impregnava às árvores e ao meio ambiente na sua totalidade. A própria natureza evidenciava que Darwin estava correto. Há outras razões para apreender que as pesquisas desenvolvidas, por este autor, permaneceram, ainda hoje, válidas para a ciência como um todo.



Figura 5. O fóssil encontrado e denominado Ida na Alemanha (Messel). Possui 47 milhões de anos – ancestral dos antropomorfos humanos. Fonte: Colin, 2009.

A figura mostra um fóssil de um primata primitivo de 47 milhões de anos, encontrado no Sítio (lago) Messel, na Alemanha. Nomeado de Ida, este lago possui uma particularidade, no fundo de suas águas há uma grande concentração de gás de dióxido de carbono. Este fóssil afundara na lama e por isso foi preservado com todos os detalhes, esse gás também mata as bactérias, daí a incrível preservação, até os detalhes mais sensíveis foram protegidos. Em 1995, a UNESCO reconheceu esse sítio Meesel, como um lugar arqueológico que serve de Patrimônio da Humanidade.

Considera-se por vezes uma vantagem, e uma fonte do entendimento humano, fazer parte destes conhecimentos que contribuíram para desvendar a complexidade da evolução humana. Neste ponto, é mais provável que existiam divergências sobre o tema exposto. Eis nosso seguinte tema a discutir.

AO CONSOLIDAÇÃO DE UMA TEORIA CIENTIFICA PARA A EXPLICAÇÃO DA REALIDADE SOCIAL

Segundo a lenda grega, Prometeu e seu irmão Epimeteu eram titãs do Olimpo, eles foram encarregados de criar os mortais, tanto os animais como os seres humanos. Este último atribuiu aos animais dons variados como força, velocidade, garras, agilidade, visão noturna, coragem, entre outros. Quando chegou a vez da criação humana todos os atributos já se haviam esgotados. Assim, este lhe explica a Prometeu a situação não ignorada; Prometeu ao escutar seu irmão, se compadece e rouba o fogo (este possui o significado de conhecimento) dos deuses e concede aos homens e mulheres mortais a sabedoria de pensar. Esse é um dos mitos que explicam a origem da humanidade, relacionando ao mito da criação, a Gênesis.

Em 1841, Marx apresenta sua tese de doutoramento em filosofia, “A diferença entre as filosofias da natureza entre Demócrito e Epicuro” na universidade de Jena, no prefácio, o autor faz alusão a este mito, indicando uma crítica à história da filosofia especulativa (hegeliana), das visões de mundo idealistas, porque revelam uma consciência que se volta para o mistério, para a metafísica e não a vida concreta do mundo real. O texto evidencia ao jovem Marx em sua formação intelectual, porém, já revela uma nova dimensão de seu conhecimento científico em desenvolvimento: um materialismo histórico que se consolidara na maturidade e que contribuirá de forma significativa para mudar qualitativamente uma realidade social. Na maturidade de seu pensamento social, expõe de forma notável sua criação de um novo método na produção de conhecimento, diz ele:

O resultado geral a que cheguei e que, uma vez obtido, serviu-me de fio condutor aos meus estudos, pode ser formulado em poucas palavras: na produção social da própria vida, os homens contraem relações determinadas, necessárias e independentes de sua vontade, relações de produção estas que correspondem a uma etapa de desenvolvimento das suas forças produtivas materiais. A totalidade destas relações de produção forma a estrutura econômica da sociedade, base real sobre a qual se levanta uma superestrutura jurídica e política, e à qual corresponde formas sociais determinadas de consciência. O modo de produção da vida material condiciona o processo em geral da vida social, político e espiritual. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas, ao contrário, é o seu ser social que determina sua consciência. (Marx, 1991. P. 29).

Em todas as épocas humanas, sempre existiram diversas visões de mundo, distintos modos de percepção da realidade e da lógica da vida cotidiano, isto se explica por que há classes sociais distintas. Além disso, convém mencionar que o sentido científico da produção do saber é um ponto de partida ontológico, ou seja, desde uma perspectiva filosófica e sociológica podemos entender que é um estudo que se relaciona com a natureza mesma do ser social e da construção da mesma.

Em suma, “um ser se considera primeiramente como independente sobre os próprios pés. E só se sustenta primeiramente sobre os próprios pés tão logo deva a sua existência a si mesmo” (Mészáros, 2006, p. 150). Em razão disso, adquirimos uma subjetividade, passando por um processo de socialização, assim, com a introjeção cultural de normas, regras, crenças morais, entre outras, burilando nossas sensações e percepções de mundo, a educação é o eixo primordial desse processo de socialização.

Esse novo método de pensar a realidade se mostrara como uma ferramenta importante para mudar a realidade, principalmente, quando ela se mostra adversa aos interesses da coletividade e da história.

O materialismo histórico e dialético, isto é, uma forma científica e objetiva de produzir o conhecimento em conexão com o mundo real; a tese em defesa de uma sociedade com uma estrutura de classes sociais, a constatação de que ela é, em toda a sua magnitude, organizada sobre interesses de grupos sociais que se encontram em posições totalmente diferentes no processo produtivo. É exatamente por essa razão que, o conhecimento pode-se constituir num instrumento de ação não para distanciar-se da realidade, mas revelar a sua essência para sua possível transformação. É importante salientar que esta nova forma do pensamento social não foi produzida mediante um processo de abstração, pelo contrário, foi desenvolvido pelas experiências do contexto social na qual eles se encontravam.

Marx e Engels formularam, de formas distintas, porém complementares, este novo método nas ciências da sociedade, vejamos com este último define ele:

A concepção materialista da história parte da tese de que a produção, e com ela a troca dos produtos, é a base de toda a ordem social; de que todas as sociedades que desfilam pela história, a distribuição dos produtos, e justamente com ela a divisão social dos homens em classes ou camadas, é determinada pelo que a sociedade produz e pelo modo de trocar os seus produtos. De conformidade com isso, as causas profundas de todas as transformações sociais e de todas as revoluções políticas não devem ser procuradas nas cabeças dos homens nem na ideia que eles façam da verdade eterna ou de eterna justiça, mas nas transformações operadas no modo de produção e de troca; devem ser procurados não na filosofia, mas na economia da época de que se trata. (Engels, s/d: 49).

Por conta disso, as transformações sociais não podem ser realizadas sem ter seu fundamento concreto e objetivo – o fundamento teórico pode ser um instrumento importante, porém, nunca o principal, para uma mudança qualitativa naquilo que se deseja transformar. Prática e teoria formam uma unidade inseparável e insubstituível, assim, essa nova concepção de analisar a sociabilidade humana, parte do mundo social real, sensível, mediatizado pelas atividades de trabalho, os autores ainda apontam que, é necessário partir do mundo objetivo, o próprio pensamento se alimenta do real concreto para emitir um julgamento abstrato do mundo real, assim, a consciência opera numa unidade com as forças objetivas na qual estão inseridos os indivíduos.

De acordo com o autor: (Engels, s/d: p. 60), o próprio conhecimento sofreu uma profunda distorção a modo de ocultar as contradições que se operam na sociedade moderna, este precisa ser deformado, deturpado e passa a ser ideológico. Em outras palavras: “incapacidade da burguesia para continuar a dirigir as forças produtivas modernas que as crises revelam”. De acordo com o pensamento de Engels, a nova teoria só pode ser uma teoria da história da produção dos conhecimentos, isto é, uma teoria das *condições reais* (materiais e sociais de um lado, e as condições internas à prática científica, de outro) do processo desta produção”. (idem). Mehring (1977), traz uma comparação interessante sobre o materialismo histórico, vejamos:

Tal como Darwin descobriu a lei do desenvolvimento da natureza orgânica, também Marx descobriu a lei do desenvolvimento da história humana: o simples facto, que até então se encontrava oculto pela enorme confusão da ideologia, de que a humanidade, antes que posa dedicar-se à política, à ciência, à arte, à religião, etc., tem primeiro que tudo comer, beber, ter um abrigo e vestir-se; de que, portanto, a produção dos meios de subsistência imediatos e, por conseguinte o grau de desenvolvimento atingido por determinado povo ou durante determinada época forma a base sobre que se desenvolvem as instituições estatais, as concepções legais, as ideias sobre a arte e até sobre a religião do povo em questão e de que consequentemente, é à luz desse desenvolvimento que aquelas terão que ser explicadas e não ao contrário, como até aí se fazia (Mehring, 1977, p. 15).

Efetivamente, essas descobertas na produção de conhecimento foram fundamentais para a compreensão e interpretação do mundo social, sobretudo, possibilitou apontar caminhos seguros para modificar aquilo que as sociedades consideravam uma necessidade.

As descobertas científicas evidenciam, sucessivamente, que resulta impossível misturar o materialismo metafísico com o materialismo histórico. Para o primeiro a matéria é imutável, enquanto que, o materialismo histórico fundamenta-se no fato que a realidade (mundo objetivo) é a essência do mundo concreto, o mundo simbólico aparece como resultado deste último. Esta compreensão é vital para qualquer transformação da sociabilidade humana.

Todavia, o materialismo histórico, não somente se insere para a compreensão da sociedade capitalista moderna, mas sim a todos os modos de produção que já transitaram ao longo processo do desenvolvimento da sociabilidade e do trabalho humano, portanto, este método de análise refere-se a todas as formações econômicas, desde a antiguidade, Idade Média, entre outras. Desse modo, o objetivo do materialismo histórico pode ser: “a história da produção de conhecimento enquanto conhecimento, definição que abrange e resume outras possíveis definições: a diferença histórica entre ciência e ideologia, a teoria da história da cientificidade, etc.” (Althusser, 1986, p. 43). Assim sendo, ao pensarmos cientificamente a realidade histórica podemos situar a própria necessidade de seu surgimento para a compreensão do entendimento humano. Torna-se fundamental conhecer as suas propriedades e seus desdobramento para uma válida transformação, consequentemente a nível material e simbólico, aqui foi produzido um esboço preliminar para realizar um maior aprofundamento. As sociedades democráticas que não são livres devem lutar para sê-lo. Nosso mundo corre o risco para governos autoritários e antidemocráticos. Temos que mudar isso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esta pequena produção epistemológica, gostaria sublinhar que é um trabalho introdutório sobre o assunto tratado, cada tempo de nossa história humana os homens se questionam para entender melhor a sua época humana, de uma ou outra forma elaboram práticas sociais de modo a preservar ou alterar seu status quo - conhecer a história de nossos antepassados torna-se fundamental para apreender ou desaprender seus acertos e equívocos, pois, isso nos pode salvar de cometer certas ações que depois nós podemos arrepender. A teoria do conhecimento tornou-se fundamental para

podermos orientar neste laberinto da vida social; sua compreensão definirá a projeção de atos que permitam a emancipação humana tanto para o presente quanto para o futuro.

Preteritamente, a epistemologia nasceu para a compreensão dos sistemas de pensamento ou do conhecimento, este precisava ser preservado e compreendido, embora, tivesse uma conotação classista, estes estudos foram fundamentais para o desenvolvimento das ciências humanas, das artes, da filosofia, das ciências exatas e biológicas, etc., resulta um dever cidadão preservar essas premissas essenciais de todos que se apressam na sua defesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Althusser, L. Materialismo histórico e materialismo dialético. Tradução de Elisabete A. Pereira dos Santos. 2ª edição, Editora: Global, São Paulo, 1986.
- Barbosa, L. M. A. & Mangabeira, W.C. A incrível história dos homens e suas relações sociais. 9. edição. Editora: Vozes. Petrópolis – Rio de Janeiro, 1990.
- Colin, T. O Elo: a incrível descoberta do ancestral mais antigo do ser humano. Tradução de Débora Chaves. Editora: Agir, Rio de Janeiro, 2009.
- Costa, M. Vieses Cognitivas. 1ª Edição. Editora: Modena, São Paulo, 2022.
- Darwin, C. A Origem das Espécies. Tradução de John Green. Editora: Martin Claret. São Paulo, 2005.
- Engels, F. Do socialismo utópico ao socialismo científico. Editora: Moraes. Tradução de Ubiracy A. M. Cintra. São Paulo s/d.
- Engels, F. Sobre o Papel do Trabalho na Transformação do Macaco em Homem. Obras escolhidas. Volume 2. s/d. Editora: Alfa Omega.
- Haeckel, E. A Origem do Homem. 2ª edição. Editora: Gleba, Lisboa – Portugal, 1989.
- Marx, C.; Engels, F. A ideologia Alemã seguido de Tese sobre Feuerbach. 1º capítulo. São Paulo: Editora: Moraes, 1984.
- Marx, C.; Engels, F. Manuscritos econômicos filosóficos e outros textos escolhidos. Tradução de José Carlos Bruni ... [et al.]. 5ª edição Editora: Nova Cultura. São Paulo, 1991.
- Ullmann, R A. Antropologia: o homem e a cultura. Editora: Vozes, Petrópolis, 1991.
- Time-Life Books. A Aurora da Humanidade. Tradução e adaptação para a língua portuguesa: Pedro Paulo Poppovic e Valter Lellis Siqueira. Rio de Janeiro, 1994.

Avaliação de indicadores ambientais da Universidade Federal de Uberlândia

Recebido em: 24/04/2026

Aceito em: 02/05/2026

 10.46420/9786585756822cap2

Mary Ann Garcia Santos Langoni Pena 

Vicente Toledo Machado de Moraes Junior 

Amanda Maria Martins 

Olívia Pereira Lopes 

Railma Aparecida Santos 

Luciano Cavalcante de Jesus França 

INTRODUÇÃO

A intensificação do consumo de recursos naturais nas últimas décadas consolidou-se como um dos principais desafios ambientais da contemporaneidade. O crescimento populacional, a expansão urbana e a complexificação das atividades produtivas ampliaram a pressão sobre os ecossistemas naturais. Isso evidencia a necessidade de modelos de gestão capazes de conciliar desenvolvimento institucional e responsabilidade ambiental (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015; IPCC, 2023). Nesse contexto, a sustentabilidade deixa de ser uma agenda periférica e passa a ocupar posição central nas políticas públicas e nas estratégias organizacionais voltadas à gestão dos recursos naturais (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015).

A preocupação internacional com as questões ambientais ganhou maior institucionalidade a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972 (ONU, 1972). Esse evento representou um marco na incorporação da dimensão ambiental nas estratégias de desenvolvimento dos países. Desde então, consolidou-se um conjunto de instrumentos de gerenciamento ambiental. Entre eles, destacam-se os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), utilizados por organizações públicas e privadas para planejamento, monitoramento e melhoria do desempenho ambiental (Van Bellen, 2004; Lozano et al., 2017; Vieira; Silva, 2020).

No setor público, a implementação de SGA assume papel estratégico, uma vez que as instituições governamentais exercem função exemplar na promoção de práticas sustentáveis. Nesse contexto, as Instituições de Ensino Superior (IES) destacam-se como agentes relevantes de transformação social. As universidades operam estruturas complexas e intensivas em recursos naturais, além de desempenharem papel fundamental na formação profissional e na produção de conhecimento voltado à sustentabilidade (Leal Filho et al., 2018; Veiga et al., 2023).

A importância das universidades na promoção do desenvolvimento sustentável foi reforçada com a Agenda 2030 das Nações Unidas, que estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

(ONU, 2015). Esses objetivos constituem um conjunto de metas globais voltadas à integração das dimensões social, econômica e ambiental do desenvolvimento. Nesse contexto, as instituições de ensino superior são reconhecidas como atores estratégicos para a implementação dessas metas por meio do ensino, da pesquisa, da extensão e da gestão institucional (ONU, 2015; Leal Filho et al., 2018; SDSN, 2020).

No Brasil, a incorporação de princípios de sustentabilidade na administração pública foi fortalecida pela criação da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), instituída pelo Ministério do Meio Ambiente em 1999 (BRASIL, 2009). O programa incentiva práticas relacionadas ao uso racional de recursos naturais, à gestão adequada de resíduos e à promoção da educação ambiental nas instituições públicas (Vieira; Silva, 2020).

No contexto das universidades brasileiras, iniciativas como o Selo ODS têm buscado estimular o alinhamento institucional com a Agenda 2030, reconhecendo projetos e ações voltados à promoção da sustentabilidade (SELO ODS, 2023; ONU, 2015; SDSN, 2020). A participação das instituições de ensino superior nesse tipo de certificação amplia a visibilidade das práticas ambientais no ambiente universitário. Além disso, fortalece a integração entre ensino, pesquisa, extensão e gestão institucional (Leal Filho et al., 2018).

Nesse cenário, a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) tem desenvolvido instrumentos institucionais voltados à gestão ambiental e à promoção da sustentabilidade. Entre essas iniciativas destacam-se a implementação do SGA, a adesão à A3P e a participação em processos de certificação vinculados aos ODS (UFU, 2024).

Apesar desses avanços, ainda há escassez de estudos que analisem de forma sistemática e longitudinal os indicadores ambientais adotados pelas instituições de ensino superior brasileiras. O monitoramento desses indicadores constitui ferramenta fundamental para subsidiar decisões institucionais, aprimorar políticas ambientais e ampliar a transparência das ações de sustentabilidade desenvolvidas pelas universidades.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar os indicadores ambientais utilizados pela UFU em uma janela temporal de 10 anos, nomeadamente no período de 2012 a 2022, avaliando sua funcionalidade e contribuição para a gestão ambiental institucional ao longo da primeira década de implementação de um sistema de gestão ambiental institucional.

CONTEXTUALIZAÇÃO INSTITUCIONAL

A Universidade Federal de Uberlândia (UFU) é uma instituição pública de ensino superior vinculada ao Ministério da Educação. Ao longo de sua trajetória, consolidou-se como importante referência regional e nacional na formação acadêmica, na produção científica e na extensão universitária. A estrutura multicampi da universidade amplia sua complexidade administrativa e operacional, refletindo diretamente nos desafios associados à gestão ambiental institucional (UFU, 2024).

Atualmente, a UFU está organizada em diferentes campi distribuídos no estado de Minas Gerais, incluindo Glória, Santa Mônica, Umuarama, Pontal, Ituiutaba, Patos de Minas e Monte Carmelo (UFU, 2024). Essa configuração territorial implica significativa diversidade de infraestrutura, demandas energéticas diferenciadas, variações no consumo de água e distintos perfis de geração de resíduos. Em universidades multicampi, esses fatores aumentam a necessidade de planejamento integrado e monitoramento dos indicadores ambientais, fundamentais para avaliar o desempenho em sustentabilidade (Lozano et al., 2017; Leal Filho et al., 2018).

Nesse contexto, a implementação do SGA na UFU teve início em 2012, conforme apontado por Feil, Strasburg e Naime (2015). A adoção do SGA representou um marco institucional ao estruturar diretrizes voltadas ao uso racional de recursos naturais, à gestão adequada de resíduos e à promoção de práticas de sensibilização ambiental no ambiente universitário. Sistemas de gestão ambiental em instituições de ensino superior têm sido reconhecidos como ferramentas capazes de integrar planejamento, monitoramento e melhoria contínua do desempenho ambiental (Disterheft et al., 2012; Lozano et al., 2017).

Nos anos subsequentes, a universidade avançou na consolidação de mecanismos de monitoramento ambiental. A criação da plataforma institucional UFU Sustentável, sistema público de acompanhamento de indicadores ambientais (UFU, 2024), possibilitou a organização e a divulgação sistemática de dados relacionados ao desempenho ambiental da universidade. A disponibilização desses dados amplia a transparência institucional e fortalece processos de governança ambiental, permitindo análises comparativas e acompanhamento histórico dos indicadores.

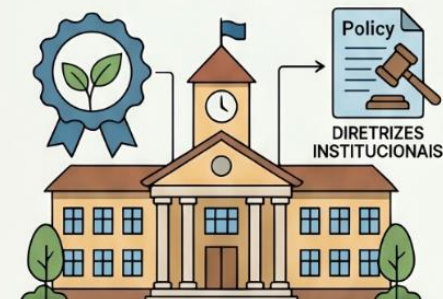
Em 2019, a UFU formalizou sua adesão à A3P, iniciativa do Ministério do Meio Ambiente voltada à incorporação de princípios de sustentabilidade na gestão pública. A participação no programa reforça o compromisso institucional com práticas relacionadas ao uso racional de recursos naturais, à gestão adequada de resíduos e à promoção da educação ambiental no ambiente de trabalho.

Entretanto, a consolidação de uma política ambiental institucional não depende apenas da adesão a programas ou da implementação formal de sistemas de gestão. A efetividade dessas iniciativas está diretamente relacionada à capacidade de monitorar indicadores ambientais de forma contínua, avaliar resultados e subsidiar processos de tomada de decisão (Leal Filho et al., 2018; Veiga et al., 2023). No caso da UFU, o acompanhamento dos indicadores ambientais entre 2012 e 2022 permite identificar tendências de consumo. Também evidencia impactos de eventos externos, como a COVID-19, e possíveis reflexos de políticas institucionais de sustentabilidade.

Dessa forma, compreender o contexto institucional da UFU torna-se fundamental para a interpretação dos indicadores ambientais analisados neste estudo. A complexidade estrutural da universidade, associada ao seu papel público e formativo, reforça a relevância da análise desses indicadores como instrumento de aprimoramento da gestão ambiental e de fortalecimento da cultura de sustentabilidade no ambiente universitário.

Gestão Ambiental na UFU: Evolução e Resultados (2012–2022)

2012: INÍCIO DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL



Marco institucional que estabeleceu diretrizes para o uso racional de recursos e gestão de resíduos.

PLATAFORMA UFU SUSTENTÁVEL



Criação de sistema público para organização, monitoramento e divulgação transparente de dados ambientais.

FASE 2: DESEMPENHO E IMPACTO INSTITUCIONAL - REDUÇÃO DRÁSTICA DE COPOS DESCARTÁVEIS



Sucesso em campanhas de sensibilização resultou em queda contínua no consumo de plásticos.

ADEÇÃO À AGENDA AMBIENTAL (A3P)



Formalização do compromisso com a sustentabilidade na administração pública a partir de 2019.

ENERGIA ELÉTRICA COMO MAIOR CUSTO



Principal componente da pegada ambiental, exigindo estratégias urgentes de eficiência e fontes renováveis.

EXPANSÃO DO SELO ODS



Crescimento expressivo no engajamento da comunidade acadêmica com projetos certificados pela Agenda 2030.

Figura 1. Infográfico ilustrativo da linha do tempo da gestão ambiental na UFU, destacando marcos institucionais, ações de sustentabilidade e resultados alcançados, incluindo redução de resíduos, adesão a políticas públicas ambientais e expansão do engajamento com os ODS. Fonte: elaborado via prompt em Inteligência Artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza descritiva e documental, com abordagem quantitativa e análise longitudinal. A investigação baseou-se em dados secundários extraídos da plataforma institucional UFU Sustentável, mantida pela Diretoria de Sustentabilidade da UFU (DIRSU/UFU). A plataforma disponibiliza informações relacionadas ao desempenho ambiental institucional, organizadas por indicadores e séries temporais.

Os dados analisados abrangem o período de 2012 a 2022, intervalo que corresponde ao processo de implementação e consolidação do SGA na universidade. O recorte temporal permite a análise longitudinal da evolução dos indicadores ambientais institucionais ao longo de uma década.

A análise considerou de forma integrada todos os campi da UFU, incluindo os campi de Uberlândia (Glória, Santa Mônica, Umuarama) e das cidades Ituiutaba, Patos de Minas e Monte Carmelo (Figura 2). A inclusão de todas as unidades institucionais possibilita uma visão sistêmica da gestão ambiental universitária. Essa abordagem considera a diversidade de infraestrutura, demandas energéticas, consumo de recursos naturais e geração de resíduos em uma universidade multicampi.

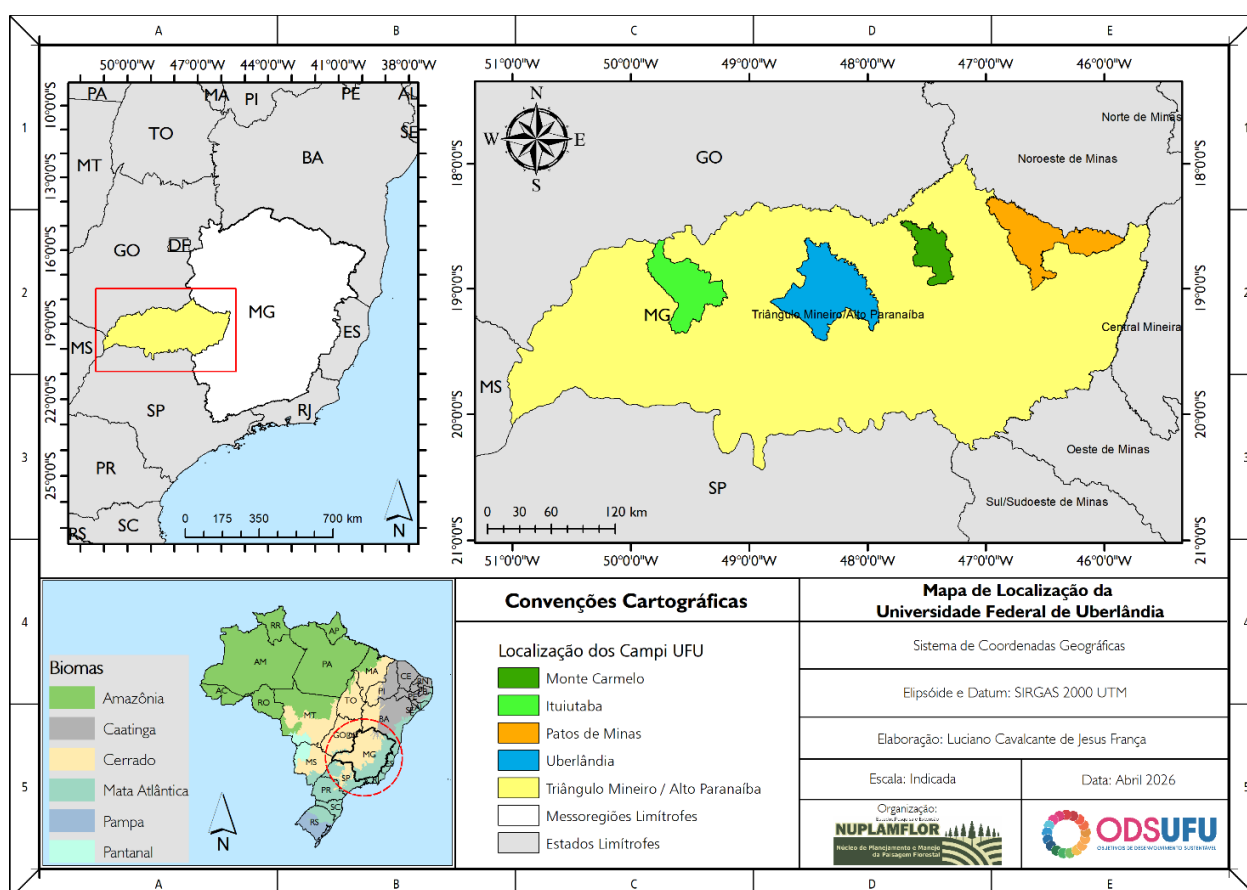


Figura 2. Mapa de localização dos municípios com a presença da UFU na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Elaboração: Os autores (2026).

A coleta dos dados foi realizada em setembro de 2024, diretamente a partir do painel público disponibilizado no site eletrônico da plataforma UFU Sustentável (<http://www.sustentavel.ufu.br/>). As

informações encontram-se organizadas em relatórios anuais e gráficos consolidados, os quais foram sistematizados para fins de análise. Quando necessário, os dados foram reorganizados em planilhas eletrônicas, permitindo a padronização das séries temporais e a comparação entre diferentes anos do período analisado.

Foram analisados os seguintes indicadores ambientais adotados institucionalmente pela UFU:

- (i) Coleta seletiva - volume de resíduos recicláveis encaminhados para destinação adequada, refletindo ações de segregação e reaproveitamento de materiais;
- (ii) Destinação de resíduos perigosos - quantitativo de resíduos classificados como perigosos destinados conforme normas ambientais vigentes;
- (iii) Consumo de água - volume total de água consumido nos campi da instituição;
- (iv) Consumo de energia elétrica - total de energia utilizada nas unidades administrativas e acadêmicas;
- (v) Quantidade de papel - volume de papel utilizado em atividades administrativas e acadêmicas;
- (vi) Quantidade de toners de impressão - número de toners utilizados, indicador associado ao consumo de insumos de impressão;
- (vii) Consumo de combustível - volume de combustíveis utilizados na frota institucional;
- (viii) Pacotes descartáveis (copos plásticos) - quantidade de copos descartáveis adquiridos pela instituição;
- (ix) Custos com diárias e passagens - despesas relacionadas a deslocamentos institucionais;
- (x) Custos com telefonia - despesas referentes aos serviços de comunicação institucional.

Foram analisadas tendências temporais, variações percentuais e padrões de comportamento dos indicadores ao longo da série histórica.

Os resultados foram organizados conforme o período analisado (2012–2022) e representados por meio de gráficos. Isso permitiu a visualização de tendências, oscilações e possíveis padrões de consumo ao longo do tempo. A análise buscou interpretar a funcionalidade ambiental de cada indicador, considerando sua relação com impactos diretos ou indiretos no uso de recursos naturais e na geração de resíduos.

Além da análise descritiva das variações anuais, procedeu-se a uma interpretação dos resultados à luz de fatores institucionais e contextuais que podem influenciar o comportamento dos indicadores (Lozano et al., 2017; Leal Filho et al., 2018). Entre os fatores externos, destaca-se a pandemia da COVID-19, que impactou significativamente as atividades presenciais da universidade nos anos de 2020 e 2021. Entre os fatores institucionais, foram considerados processos de adesão a políticas de sustentabilidade, como a participação da universidade na A3P, bem como ações internas de sensibilização ambiental.

O estudo concentra-se na análise descritiva dos indicadores ambientais institucionais, não incluindo a quantificação direta de emissões de gases de efeito estufa. Ainda assim, a literatura indica que indicadores como consumo de energia elétrica e combustível podem subsidiar estimativas de emissões

institucionais, conforme o GHG Protocol (WRI; WBCSD, 2004), amplamente utilizado em inventários de GEE.

Como complemento à análise dos indicadores ambientais institucionais, realizou-se um levantamento das iniciativas certificadas pelo Selo ODS no âmbito da UFU, com base nos dados disponíveis na literatura especializada. O levantamento considerou o número de iniciativas certificadas por ciclo, permitindo analisar a evolução da participação institucional ao longo do tempo.

As informações foram obtidas a partir de registros e divulgações institucionais, possibilitando identificar tendências gerais de engajamento da comunidade acadêmica em ações voltadas à sustentabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Implementação do SGA

A implementação do SGA na UFU teve início em 2012. A partir desse marco, a instituição passou a estruturar de forma mais sistemática o monitoramento de seus indicadores ambientais (Van Bellen, 2004; Lozano et al., 2017). A consolidação desse acompanhamento ao longo da década permite identificar tendências de consumo, avanços institucionais e fragilidades estruturais na gestão ambiental universitária.

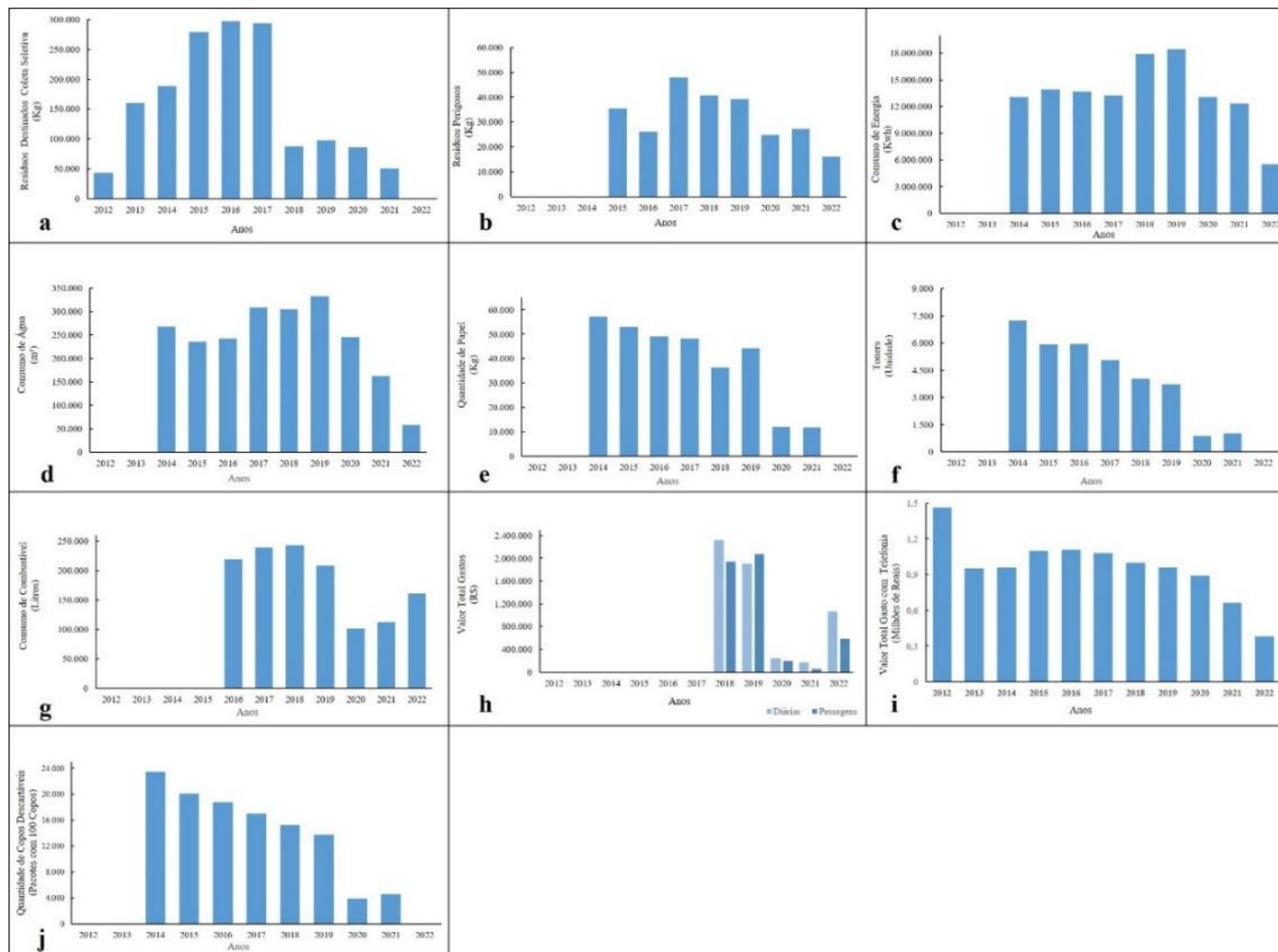


Figura 3. coleta seletiva (kg); resíduos perigosos destinados (kg); consumo de água (m³); consumo de energia elétrica (kWh); quantidade de papel (resmas); toners utilizados (unidades); consumo de combustível (litros); custos com diárias e passagens (R\$); telefonia (R\$); copos descartáveis (unidades). Fonte: elaboração própria com base em dados institucionais da UFU (2024).

A Figura 3 apresenta o comportamento dos principais indicadores ambientais da universidade no período de 2012 a 2022. De modo geral, observa-se significativa variação entre os indicadores, com padrões distintos de evolução temporal. Enquanto alguns mantiveram níveis elevados de consumo ao longo do período analisado, outros apresentaram reduções expressivas, associadas tanto a ações institucionais quanto a fatores externos.

Observa-se ainda que alguns indicadores, como resíduos perigosos destinados, consumo de combustível e custos com telefonia, não apresentam registros completos para todos os anos do período analisado. Essa limitação está associada principalmente à ausência de registros sistemáticos em determinados anos ou à implementação gradual do sistema institucional de monitoramento ambiental.

Indicadores de consumo

Os indicadores de consumo de água e energia elétrica apresentaram, ao longo do período analisado, os maiores valores absolutos entre os indicadores avaliados. Esse comportamento é esperado em instituições de ensino superior de grande porte, cuja infraestrutura envolve laboratórios, salas de aula, bibliotecas, hospitais universitários e setores administrativos com funcionamento contínuo (Lozano et al., 2017; Leal Filho et al., 2018).

O consumo de energia elétrica, em particular, destaca-se não apenas pelo volume registrado, mas também pelo impacto financeiro associado, conforme apresentado na Figura 3. Esse padrão é consistente com estudos em instituições de ensino superior de grande porte, que apontam a energia elétrica como principal componente da pegada ambiental institucional (Lozano et al., 2017; Leal Filho et al., 2018).

Estudos em instituições de ensino superior indicam que o consumo de energia é um dos principais componentes da pegada ambiental universitária, sendo mais expressivo em instituições com alta demanda laboratorial e infraestrutura tecnológica complexa (Leal Filho et al., 2018; Lozano et al., 2017). Esse consumo está diretamente associado às emissões de gases de efeito estufa, considerando que o setor energético figura entre os principais responsáveis pelas mudanças climáticas globais (IPCC, 2023). Nesse contexto, universidades têm adotado estratégias de eficiência energética, como iluminação LED, uso de painéis fotovoltaicos e monitoramento do consumo em tempo real.

A adoção de fontes renováveis de energia tem sido apontada como alternativa relevante para reduzir emissões institucionais de GEE. Universidades brasileiras e internacionais vêm ampliando a participação da energia solar em suas matrizes energéticas, contribuindo para a redução de custos operacionais e dos impactos ambientais (Leal Filho et al., 2018; Lozano et al., 2017).

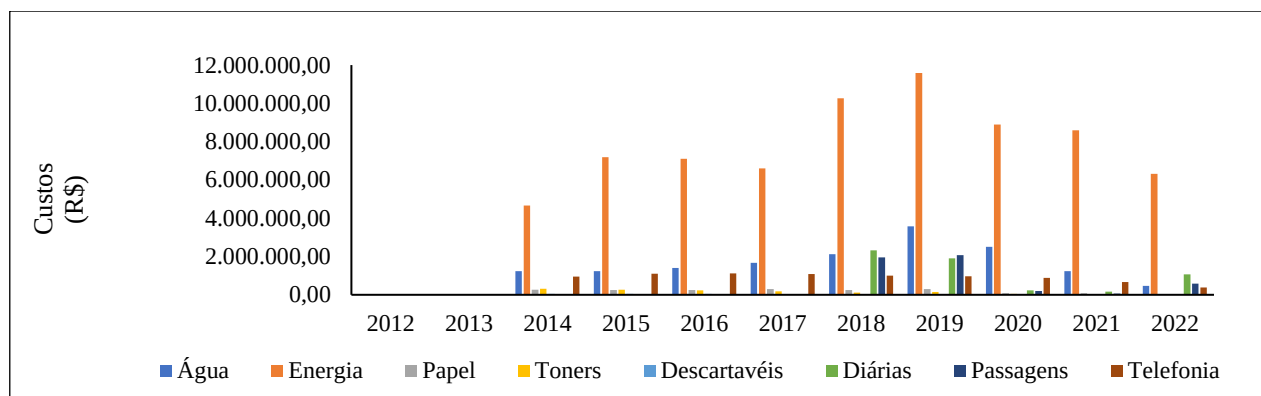


Figura 3. Custos gerados pelos indicadores ambientais da Universidade Federal de Uberlândia (2012–2022). Fonte: elaboração própria com base em dados institucionais da UFU (2024).

Observa-se redução significativa no consumo desses recursos no ano de 2022. Essa diminuição pode estar associada a múltiplos fatores. Entre eles, destacam-se ações institucionais de conscientização ambiental, racionalização do uso de recursos e possíveis alterações no número de estudantes e servidores após o período mais crítico da pandemia de COVID-19.

Entretanto, a interpretação desses resultados deve ser realizada com cautela. Reduções pontuais não necessariamente indicam mudanças estruturais permanentes no padrão de consumo institucional. Para que se consolidem como avanços ambientais efetivos, tais reduções precisam estar associadas a políticas institucionais contínuas de eficiência energética e gestão de recursos.

Gestão de resíduos

Entre os indicadores analisados, a redução no uso de copos descartáveis destaca-se como um dos resultados mais expressivos. Esse comportamento foi observado ao longo de todo o período analisado. A diminuição está diretamente associada a campanhas institucionais de incentivo ao uso de recipientes reutilizáveis e à promoção de práticas sustentáveis no cotidiano universitário.

Esse resultado evidencia a efetividade de ações de sensibilização ambiental (Vieira; Silva, 2020). Isso ocorre quando são acompanhadas de estratégias institucionais claras e monitoramento contínuo. Além dos benefícios ambientais, a redução do consumo de descartáveis também diminui custos institucionais, mostrando a convergência entre sustentabilidade ambiental e eficiência econômica. A redução do uso de descartáveis está alinhada às diretrizes da A3P, que incentiva práticas de consumo consciente e redução de resíduos no setor público (Brasil, 2009; Vieira; Silva, 2020).

Em relação à coleta seletiva, observa-se redução nos volumes registrados a partir de 2018. Esse comportamento pode estar relacionado a fatores como menor geração de resíduos, mudanças nos registros ou nos padrões de consumo. A interpretação do indicador, portanto, requer cautela. A redução coletada não indica necessariamente menor eficiência na segregação, podendo refletir apenas menor geração de resíduos.

No que se refere à destinação de resíduos perigosos, o acompanhamento desse indicador é essencial para garantir conformidade com normas ambientais e sanitárias. Embora os volumes sejam menores que os de outros resíduos, seu potencial de impacto ambiental é elevado. Isso reforça a importância do monitoramento sistemático em instituições com atividades laboratoriais. Indicadores de resíduos, como a coleta seletiva, são amplamente utilizados como ferramentas de avaliação de desempenho ambiental, permitindo mensurar eficiência na gestão de materiais e impactos associados (Van Bellen, 2004).

Indicadores financeiros

A análise dos custos associados aos indicadores ambientais mostra que o consumo de energia elétrica é a maior despesa entre os itens avaliados. Esse resultado reforça a necessidade de estratégias institucionais voltadas à eficiência energética. Entre elas estão a modernização da iluminação, a substituição de equipamentos por modelos mais eficientes e o uso de fontes renováveis de energia.

Os custos relacionados à telefonia, diárias e passagens também apresentam valores relevantes ao longo do período analisado. No entanto, esses indicadores possuem natureza distinta dos demais. Embora ligados ao funcionamento institucional e a impactos indiretos, seu monitoramento se relaciona mais à transparência administrativa do que à mensuração direta de impactos ambientais.

Dessa forma, recomenda-se a reavaliação desses indicadores sob a perspectiva da gestão ambiental. A simples mensuração de gastos financeiros não permite avaliar de forma precisa a contribuição dessas atividades para o impacto ambiental institucional (Van Bellen, 2004). Para esse tipo de análise, seria necessário incorporar métricas específicas relacionadas às emissões de carbono associadas a deslocamentos institucionais, especialmente no caso de viagens e transporte.

Qualidade dos dados

Um aspecto relevante identificado na análise refere-se à necessidade de atualização contínua do banco de dados ambiental da UFU. A disponibilização pública de informações até determinado período representa um avanço em termos de transparência institucional. Contudo, a ausência de séries históricas completas compromete a confiabilidade dos indicadores, uma vez que a consistência temporal é um dos critérios fundamentais para avaliação de desempenho ambiental (Lozano et al., 2017). A ausência de padronização na coleta de dados compromete a comparabilidade temporal dos indicadores, limitando análises mais robustas.

A maturidade de um SGA está diretamente relacionada à consistência, periodicidade e confiabilidade de seus indicadores (Disterheft et al., 2012; Lozano et al., 2017). Nesse sentido, o fortalecimento da governança ambiental institucional depende não apenas da coleta sistemática de dados, mas também de sua análise crítica e utilização como ferramenta de planejamento e gestão.

Outro aspecto refere-se à necessidade de incorporar indicadores relacionados às emissões de GEE no sistema de monitoramento ambiental da universidade. Como perspectiva de aprimoramento, destaca-se a incorporação de inventários institucionais de emissões de gases de efeito estufa, com base no GHG Protocol (WRI; WBCSD, 2004). Essa abordagem permitiria integrar os indicadores de consumo à avaliação dos impactos climáticos institucionais.

Estudos recentes realizados na própria UFU demonstram a viabilidade da quantificação e neutralização de emissões em escala institucional, evidenciando o potencial de incorporação desses indicadores na gestão ambiental universitária (Morais Junior et al., 2026; Laverdi et al., 2026). A institucionalização desse tipo de indicador permitiria uma avaliação mais abrangente dos impactos ambientais da universidade. Isso possibilitaria o desenvolvimento de estratégias de mitigação e compensação alinhadas às metas globais de enfrentamento das mudanças climáticas.

De modo geral, os resultados evidenciam avanços importantes na trajetória ambiental da UFU. Destacam-se a redução do uso de descartáveis e a implementação de um sistema estruturado de monitoramento de indicadores. Ao mesmo tempo, persistem desafios, como o elevado consumo de energia elétrica e a necessidade de aprimoramento metodológico de alguns indicadores ambientais.

Impactos da COVID-19

Os anos de 2020 e 2021 apresentam redução generalizada no consumo da maioria dos indicadores analisados. Esse comportamento coincide com o período de adoção do ensino remoto e do trabalho em regime de *home office*, decorrentes da pandemia da COVID-19 (IPCC, 2023).

A suspensão das atividades presenciais reduziu significativamente o uso de água, energia elétrica, papel, combustível e materiais descartáveis. Esse fenômeno evidencia o quanto o funcionamento presencial da universidade impacta diretamente seus indicadores ambientais.

Entretanto, essa redução deve ser interpretada como um efeito circunstancial. A diminuição do consumo decorreu principalmente da redução da ocupação física dos campi, e não de mudanças estruturais na cultura institucional de sustentabilidade. Nesse sentido, o período pandêmico pode ser compreendido como um “experimento involuntário”. Ele evidenciou o potencial de redução de impactos ambientais associado à reorganização das rotinas institucionais.

Além dos indicadores atualmente monitorados pela instituição, os resultados deste estudo também indicam a importância de ampliar o conjunto de métricas ambientais utilizadas pela universidade. Entre as possibilidades, destaca-se a elaboração de um inventário institucional de emissões de GEE, ferramenta amplamente utilizada para monitorar e gerenciar impactos climáticos organizacionais.

A implementação desse tipo de indicador permitiria quantificar as principais fontes de emissão associadas às atividades acadêmicas, administrativas e operacionais da universidade. Isso contribuiria para o planejamento de estratégias de mitigação e para o alinhamento institucional com agendas globais de enfrentamento das mudanças climáticas.

Iniciativas e certificações

Além da análise dos indicadores ambientais, é importante compreender as iniciativas de sustentabilidade da universidade e sua participação em programas de certificação ligados à Agenda 2030. Nesse contexto, destaca-se a participação da UFU no Selo ODS, que reconhece projetos e ações alinhados aos ODS. Esses objetivos foram estabelecidos pela ONU (2015).

Tabela 1. Número de iniciativas certificadas pelo Selo ODS na UFU (2023–2025).

Ano	Projetos certificados
2023	31
2024	104
2025	Dados em andamento

Nota: Os dados apresentados correspondem aos ciclos de certificação com divulgação institucional disponível até a elaboração do capítulo. Para 2025, não foram identificados dados consolidados, processo em andamento. **Fonte:** elaboração própria com base em dados institucionais da UFU (2024).

A universidade participa do processo de certificação desde 2017, com a submissão anual de iniciativas de diferentes setores institucionais (Tabela 1). Essas ações incluem projetos de extensão, pesquisas, atividades administrativas e programas voltados à promoção da sustentabilidade.

Os dados mais recentes evidenciam o avanço dessa participação. Em 2023, a UFU teve 31 projetos certificados, de um total de 35 inscritos (UFU, 2023). Em 2024, esse número aumentou para 104 projetos, indicando crescimento expressivo da adesão institucional (UFU, 2025a; UFU, 2025b). Esse aumento reflete a ampliação do debate sobre sustentabilidade no ambiente universitário. Estudos indicam que programas de certificação estimulam o engajamento da comunidade acadêmica em iniciativas alinhadas à Agenda 2030 (Leal Filho et al., 2018; SDSN, 2020). Esse processo contribui para o fortalecimento da cultura de sustentabilidade nas universidades. A diversidade de projetos evidencia o papel das instituições de ensino superior como espaços de promoção de práticas sustentáveis e de integração entre diferentes dimensões da sustentabilidade. Além do Selo ODS, a UFU desenvolve ações alinhadas à Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), do Ministério do Meio Ambiente. O programa incentiva a incorporação de práticas sustentáveis na gestão pública, com foco no uso racional de recursos, gestão de resíduos, qualidade de vida no trabalho e educação ambiental (Brasil, 2009; Vieira; Silva, 2020).

Na UFU, o uso de indicadores ambientais e o monitoramento do consumo de recursos demonstram alinhamento com os princípios da A3P. Isso reforça o compromisso institucional com a sustentabilidade. Entretanto, as iniciativas ainda se apresentam de forma descentralizada entre unidades acadêmicas e administrativas. Apesar da diversidade ser positiva, há baixa articulação entre as ações. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de integração dessas iniciativas ao sistema institucional de

monitoramento ambiental. A criação de um banco de dados de ações certificadas, incluindo Selo ODS e A3P, pode constituir um novo indicador de sustentabilidade. Essa estratégia amplia a visibilidade das ações, fortalece a governança ambiental e facilita o acompanhamento das contribuições para os ODS.

Os resultados reforçam a importância dos indicadores ambientais como instrumentos para a consolidação da gestão ambiental em universidades e para o alinhamento às agendas globais de sustentabilidade (Leal Filho et al., 2018; SDSN, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos indicadores ambientais da UFU (2012–2022) revelou avanços na gestão ambiental institucional. Os resultados mostram a consolidação do monitoramento e ações para reduzir o consumo de materiais. Destaca-se a queda no uso de copos plásticos, indicando que ações institucionais e de sensibilização promovem mudanças comportamentais com benefícios ambientais e econômicos. Por outro lado, o consumo de energia elétrica permanece como um dos principais desafios da gestão ambiental da instituição. Esse resultado indica a necessidade de políticas permanentes de eficiência energética. Entre elas estão a modernização da infraestrutura, a adoção de tecnologias mais eficientes e o uso racional de recursos.

Além do monitoramento de indicadores ambientais, observa-se avanço da universidade em iniciativas de sustentabilidade, como a participação no Selo ODS. Essas ações mostram maior engajamento da comunidade acadêmica com as ODS. Porém, muitas iniciativas ainda estão descentralizadas, o que reforça a importância de integrá-las ao sistema institucional de monitoramento ambiental para ampliar a visibilidade e fortalecer a governança ambiental. Como perspectivas futuras, destaca-se a necessidade de aprofundar estudos sobre a gestão ambiental em escala de campus. Isso permitirá compreender melhor as dinâmicas de consumo de recursos e geração de impactos nas diferentes unidades da universidade. Recomenda-se também aprimorar os indicadores, com inclusão de métricas como inventários de emissões de GEE, eficiência energética e gestão integrada de recursos.

O avanço nesse sentido pode fortalecer as políticas ambientais institucionais e alinhar a universidade às agendas contemporâneas de sustentabilidade. Isso amplia seu papel como agente de transformação social e ambiental no contexto do ensino superior. O estudo contribui ao demonstrar a aplicabilidade de indicadores institucionais como ferramenta de apoio à gestão ambiental em universidades multicampi, evidenciando limitações e potencialidades para sua integração em sistemas de governança ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil - Ministério do Meio Ambiente (2009). *Agenda ambiental na administração pública (A3P)*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambiental>

- Disterheft, A. et al. (2012). Environmental management systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions: Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 31, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.034>
- Feil, A. A. et al. (2015). Meta-análise das publicações científicas de instituições de ensino superior brasileiras com sistema de gestão ambiental. *Revista Gestão Universitária na América Latina (GUAL)*, 8(1), 214–235.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC.
- Laverdi, G. F. et al. (2026). Impactos do uso da terra nas emissões de GEE e estrutura da paisagem em Monte Carmelo, Minas Gerais. *Revista Espinhaço*, 16(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17410406>
- Leal Filho, W. et al. (2018). Sustainability and the role of universities in promoting sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 171, 998–1007. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.055>
- Lozano, R. et al. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(10), 1889. <https://doi.org/10.3390/su9101889>
- Morais Junior, V. T. M. et al. (2026). Quantificação e neutralização de emissões de gases de efeito estufa em evento científico na Universidade Federal de Uberlândia como ferramenta de sensibilização climática. *Revista Espinhaço*, 16(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17380863>
- ONU - United Nations (1972). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*.
- ONU - United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.
- Rockström, J. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- SDSN - Sustainable Development Solutions Network (2020). *Accelerating education for the SDGs in universities*. SDSN.
- Selo ODS (2023). *Relatório e diretrizes do Selo ODS Brasil*. <https://seloodsbrasil.com.br>
- Steffen, W. et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- UFU - Universidade Federal de Uberlândia (2023). *Projetos da UFU são certificados pelo Selo ODS Educação 2023*. <http://www.sustentavel.ufu.br/sites/sustentavel.ufu.br/files/files/anexos/Projetos%20da%20UFU%20s%C3%A3o%20certificados%20pelo%20Selo%20ODS%20Educa%C3%A7%C3%A3o%202023%20-%20Comunica%20UFU.pdf>
- UFU - Universidade Federal de Uberlândia (2024). *UFU Sustentável*. <http://www.sustentavel.ufu.br/>
- UFU - Universidade Federal de Uberlândia (2025b). *UFU reconhece 104 projetos transformadores em cerimônia solene*. <https://comunica.ufu.br/noticias/2025/06/ufu-reconhece-104-projetos-transformadores-em-cerimonia-solene>

- UFU - Universidade Federal de Uberlândia (2025a). *Cerimônia de entrega dos certificados Selo ODS Educação celebra conquistas*. <https://comunica.ufu.br/noticias/2025/07/cerimonia-de-entrega-dos-certificados-selo-ods-educacao-celebra-conquistas-e>
- Van Bellen, H. M. (2004). Desenvolvimento sustentável: Uma descrição das principais ferramentas de avaliação. *Ambiente & Sociedade*, 7(1), 67–87. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000100005>
- Veiga, G. L. L. et al. (2023). The role of universities in sustainable development. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 16(12), 32895–32906. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v16i12.3364>
- Vieira, I. L., & Silva, E. R. D. S. (2020). Revisão narrativa sobre práticas de gestão ambiental nas instituições públicas de ensino superior brasileiras. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 16(42), 75–93. <https://doi.org/10.3895/rts.v16n42.11584>
- WRI - World Resources Institute, & WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2004). *The greenhouse gas protocol: A corporate accounting and reporting standard*.

Inoculação com *Bradyrhizobium* como fator determinante na resposta do amendoim a doses de níquel

Recebido em: 24/03/2026

Aceito em: 24/04/2026

 10.46420/9786585756822cap3

Werverth Costa Martins 

Lorena Vitória Alves Andrade 

Maria Carolina de Souza 

Jorge González Aguilera 

Carlos Eduardo da Silva Oliveira 

Tiago Zoz 

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) pertence à família Fabaceae (Ramos *et al.*, 2025) com origem descrita na América do Sul (Çiftçi; Suna, 2022). A espécie possui alto valor energético apresentando em sua composição concentrações expressivas de carboidratos, vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis e proteínas, além de minerais e fitoquímicos (Bonku; Yu, 2020). Os compostos bioativos presentes nos grãos de amendoim são frequentemente associados a prevenção de doenças vasculares e diabetes (Çiftçi; Suna, 2022; Nunes *et al.*, 2023).

De acordo com a Embrapa (2023) o amendoim encontra-se difundido em diferentes regiões do Brasil, com destaque para as regiões sudeste, sul e nordeste. Devido às suas características nutricionais e sua versatilidade, o amendoim pode ser comercializado para uso culinário na forma de óleo, para a confeitaria na confecção de doces, confeitados e bebidas (Toderó *et al.*, 2024). Contudo, assim como a maioria das culturas agrícolas, o amendoim apresenta limitações e desafios quanto ao seu cultivo, como plantio e colheita eficientes e, o manejo nutricional adequados (Mondal *et al.*, 2020).

O uso de fertilizantes minerais ainda é a prática mais eficiente para o manejo nutricional do amendoim, entretanto, o uso indiscriminado destes insumos, especialmente de fertilizantes nitrogenados, pode interferir na fertilidade do solo e por consequência na produtividade da cultura (El-Sherbeny *et al.*, 2022; Mondal *et al.*, 2020). O amendoim é uma leguminosa capaz de realizar a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), que convertem o nitrogênio atmosférico (N₂) em uma forma assimilável pela planta através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Yurchenko *et al.*, 2024).

Neste sentido, a aplicação de microrganismos como *Bradyrhizobium sp.* pode melhorar a qualidade do solo, e elevar a produtividade do amendoim (Mondal *et al.*, 2020). Em estudo, Yurchenko *et al.* (2024) descrevem um incremento de até 15,5% na produtividade do amendoim submetido a inoculação de *Bradyrhizobium sp.* Steiner *et al.* (2021) afirmam que em solos do cerrado brasileiro a inoculação com

Bradyrhizobium sp. eleva o teor de clorofila, a nodulação e a produtividade do amendoim, tornando-se uma alternativa sustentável e eficiente para elevar o teto produtivo da cultura na região.

Além da inoculação com BFN, outras técnicas de manejo podem ser adotadas a fim de otimizar o uso do nitrogênio pelas plantas, segundo Lavres et al. (2016) a aplicação de baixas doses de níquel (Ni) na soja, leguminosa, pode melhorar a fixação de nitrogênio, além de elevar o acúmulo de matéria seca e teor de nitrogênio nos grãos. O Ni é um micronutriente que desempenha um papel importante no metabolismo do nitrogênio e na FBN, como componente estrutural da urease e da hidrogenase respectivamente (Lavres et al., 2016), além de influenciar na enzima redutase do nitrato (Macedo et al., 2016). A urease é a enzima responsável pela quebra da ureia em amônia (Witte, 2011), já a redutase do nitrato é a enzima responsável por reduzir a concentração de nitrato nas plantas (Alibakhshi; Khoshgoftarmanesh, 2015).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos das doses de Ni sobre a morfologia e fisiologia de plantas de amendoim com e sem a inoculação com *Bradyrhizobium sp.*

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, localizada no município de Cassilândia (latitude 19°07'21" S, longitude 51°43'15" W e altitude 516 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima tropical chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco.

O cultivo foi realizado em casa de vegetação com 32% de sombreamento sob bancada de cultivos em vasos plásticos com capacidade de 5 dm³, preenchidos com solo classificado como Neossolo Quartzarênico. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial 5 × 2, com três repetições, apresentando 30 unidades experimentais. O fator 1 correspondeu à aplicação de cinco doses de níquel (Ni) na forma de sulfato de níquel (NiSO₄), nas concentrações de: 0,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo (controle), 1,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo, 2,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo, 4,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo e 6,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo. O fator 2 consistiu na inoculação com *Bradyrhizobium sp.* (estirpe SEMIA 6144 - 2×10^9 UFC mL⁻¹) utilizado 2 ml para 0,5 kg de sementes, em dois níveis: com e sem inoculação.

A análise química do solo foi realizada com base na metodologia de Raij et al. (2001), com os resultados expressos na Tabela 1. Com isso, foi feita a correção conforme exigências da cultura, e os vasos foram mantidos com irrigação localizada por gotejamento, fornecendo diariamente e fracionada em duas vezes ao dia, durante todo o período experimental.

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento.

P-resina*	MO	S-SO ₄	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB
(mg dm ³)					(mmolc dm ³)				
5	9	9	5	1,2	10	6	6	2	17,2
CTC	V	Ca-CTC	Mg-CTC	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(mmolc dm ³)	(%)			(mg dm ³)					
33,2	52	30	18	10	0,08	0,5	16	1,0	0,2

*P-resina: Fosforo, MO: Matéria Orgânica, pH: ph em CaCl₂, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, H+Al: Acidez Potencial, Al: Alumínio, SB: Soma Bases, S-SO₄: Enxofre, CTC: Capacidade de Troca Catiônica, V: Saturação de Bases, Ca-CTC: Ca na CTC, Mg-CTC: Mg na CTC, m: Saturação de Alumínio, B: Boro; Cu: Cobre, Fe: Ferro, Mn: Manganês, Zn: Zinco.

A semeadura do amendoim foi realizada na profundidade de 2 cm e após a emergência foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. Os tratos culturais consistiram no controle manual de plantas daninhas. Ao longo do ciclo da cultura, foram efetuadas duas pulverizações com os inseticidas Nomolt e Engeo Pleno, utilizando-se um volume de 3 litros de calda, nas concentrações de 0,5 mL L⁻¹ e 1,0 mL L⁻¹, respectivamente. Adicionalmente, realizou-se uma aplicação foliar de ácido bórico na fase de pré-floração, na dosagem de 1 g L⁻¹, igualmente preparada em 3 litros de calda. A duração do experimento foi ao todo 60 dias.

As avaliações iniciaram aos 30 dias após o plantio (DAP), foram mensuradas a altura de planta (AP, cm) e número de folhas (NF) uma vez por semana, durante três semanas. Posteriormente foi realizada a leitura com o analisador portátil de trocas gasosas no infravermelho (IRGA) para determinação do Índice de Clorofila Foliar (ICF) durante a fase de pleno florescimento da cultura. O comprimento de raiz (CR, cm) e o número total de nódulos (NTN) foram feitos no final do experimento aos 43 DAE. Em seguida o material vegetal foi dividido em parte aérea e sistema radicular, foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C no período de 72 horas até atingir massa constante, para posterior determinação da massa seca da raiz (MSR, g), Massa seca parte aérea (MSPA, g) e massa seca dos nódulos (MSN, g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e as médias do quadrado médio comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5% de probabilidade. Para a variável doses de Níquel foi realizado o teste de análise de regressão. Foi aplicada análise multivariada, visando avaliar de forma integrada a resposta das plantas às doses de Ni e à inoculação com *Bradyrhizobium*. Para isso, os dados foram padronizados (z-score) e submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP), com o objetivo de identificar os componentes responsáveis pela maior parte da variabilidade total e as associações entre tratamentos e variáveis avaliadas.

Com base nos valores padronizados, quando observado efeito significativo nos agrupamentos, foi elaborado gráficos de calor (heatmap), com análise de agrupamento hierárquico UPGMA (*Unweighted*

Pair Group Method with Arithmetic Mean) empregando as médias de todas as variáveis e utilizando distância Euclidiana, a fim de visualizar a similaridade entre os tratamentos e o comportamento das variáveis analisadas. Todas as análises estatísticas e multivariadas foram realizadas utilizando o software Rbio (Bhering, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre a inoculação com *Bradyrhizobium* e as doses de Ni foi significativa para massa seca de nódulos e índice de clorofila foliar ($p \leq 0,05$). As variáveis número de folhas, altura de plantas, número total de nódulos, massa seca parte aérea, não apresentaram diferenças significativas para nenhum fator isolado, entretanto, as variáveis comprimento de raiz e massa seca de raiz apresentaram diferenças significativas quando considerado o fator inoculação ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo do ANOVA obtido ao avaliar amendoim com a inoculação de *Bradyrhizobium* e doses de Níquel, em condições de casa de vegetação.

FV	NF	AP	CR	NTN	MSPA	MSR	MSN	ICF
Ni	16,52 ^{ns}	117,67 ^{ns}	181,03 ^{ns}	1898,63 ^{ns}	4,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,25*	6,16 ^{ns}
Brady	57,13 ^{ns}	48,26 ^{ns}	1049,62*	15504,13 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,18*	0,14 ^{ns}	175,93*
NixB	20,12 ^{ns}	70,99 ^{ns}	204,09 ^{ns}	4096,13 ^{ns}	5,73 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,34*	38,54*
CV (%)	15,92	27,29	28,27	35,26	44,78	39,74	79,80	9,97
DOSES Ni								
0	30,09 ^{ns}	38,22 ^{ns}	29,03 ^{ns}	207,83 ^{ns}	5,75 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,60 ^{ns}	27,13 ^{ns}
1	27,57 ^{ns}	31,67 ^{ns}	42,04 ^{ns}	222,50 ^{ns}	4,40 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,10 ^{ns}	27,71 ^{ns}
2	27,99 ^{ns}	37,39 ^{ns}	41,80 ^{ns}	206,00 ^{ns}	6,29 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,20 ^{ns}	29,68 ^{ns}
4	30,89 ^{ns}	37,94 ^{ns}	37,57 ^{ns}	177,50 ^{ns}	5,97 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,40 ^{ns}	28,93 ^{ns}
6	25,97 ^{ns}	28,61 ^{ns}	41,13 ^{ns}	187,50 ^{ns}	4,69 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,16 ^{ns}	28,72 ^{ns}
Brady								
Com	25,89a	21,65a	32,40a	177,53a	5,19a	1,10a	0,36a	26,01a
Sem	28,31a	24,01a	44,23b	223,00a	5065a	0,95a	0,23a	30,86a
Regressão								
Linear	0,3269 ^{ns}	0,2049 ^{ns}	0,3474 ^{ns}	0,7620 ^{ns}	0,8704 ^{ns}	0,1289 ^{ns}	0,2632 ^{ns}	0,3411 ^{ns}
Quadrática	0,6805 ^{ns}	0,3076 ^{ns}	0,8839 ^{ns}	0,4473 ^{ns}	0,9909 ^{ns}	0,2632 ^{ns}	0,1289 ^{ns}	0,2649 ^{ns}

FV: fontes de variação, NF: Numero de folhas, AP: Altura de planta, CR: comprimento de raiz, MSR: massa seca da raiz, MSPA: Massa seca parte aérea e MSN: massa seca dos nódulos e ICF: Índice de Clorofila Foliar. CV: coeficiente de variação. Valores de Quadrado médio acompanhados de *: significativo a 5% pelo teste F, e ns: não significativo. Letras iguais minúsculas: não diferem estatisticamente pelo teste Tukey A 5% de probabilidade.

Conforme evidenciado na Tabela 2, A interação significativa entre a inoculação com *Bradyrhizobium* e as doses de Ni para a massa seca de nódulos e o índice de clorofila foliar demonstra que

os efeitos desses fatores não são independentes. A inoculação com rizóbios é conhecida por melhorar o desempenho da cultura de amendoim por meio do aumento na nodulação e promoção do crescimento, o que, por sua vez, pode influenciar variáveis fisiológicas como a clorofila foliar (Wang et al., 2021). Em amendoim, pesquisas recentes mostram que a inoculação com *Bradyrhizobium* aumenta significativamente o número de nódulos e a biomassa aérea quando comparada ao tratamento sem inoculação, indicando efeito benéfico dos inoculantes sobre parâmetros de crescimento (Zhag et al., 2016).

O papel do Ni como micronutriente essencial para plantas leguminosas está relacionado com sua função como cofator em enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio, como a urease e a hidrogenase, que são importantes para a fixação biológica de nitrogênio e a reciclagem de produtos nitrogenados no tecido vegetal (Carmo-Filho et al., 2025; Bosse, 2024). O Ni pode, portanto, influenciar a atividade metabólica dentro dos nódulos e processos fisiológicos ligados à fotossíntese que se refletem no índice de clorofila, o que explica a interação observada entre inoculação e doses de Ni em seu experimento.

Por outro lado, número de folhas, altura de plantas, número total de nódulos e massa seca da parte aérea não variaram significativamente em resposta isolada aos tratamentos de inoculação ou às doses de Ni. Isso sugere que essas variáveis morfológicas gerais podem ser menos sensíveis à adição de micronutrientes isolados ou à inoculação, também pela natureza robusta e de resposta tardia dessas variáveis e pelo estreito limiar entre essencialidade e toxicidade do Ni (Meiato et al., 2024). O Ni pode ter interferido negativamente na sobrevivência ou na atividade dos rizóbios ou que o período de avaliação foi insuficiente para que as diferenças fisiológicas iniciais que tendem a ser mais sensíveis, como aumento em açúcares, fenóis ou eficiência de carboxilação como observados em resultados estudos de Alves, (2024).

Em contraste, o comprimento de raiz e a massa seca de raiz foram significativamente influenciados pela inoculação, independentemente das doses de Ni. Esse resultado indica que a presença de *Bradyrhizobium* estimulou a arquitetura radicular, possivelmente devido a uma melhor fixação de nitrogênio que favoreceu o crescimento das raízes ou pela produção de substâncias bioativas na rizosfera que estimulam o desenvolvimento do sistema radicular. Respostas radiculares favorecidas pela inoculação com rizóbios são relatadas em estudo como consequência da melhoria no suprimento de nitrogênio e na dinâmica hormonal da planta, mesmo quando medidas acima do solo não mostram diferenças marcantes (Doha et al., 2024).

A ausência de resposta em variáveis de crescimento vegetativo e biomassa (altura de planta, número de folhas e massa seca da raiz e aérea) sugere que mesmo com a indução de estresses causados pelas doses elevadas de Ni nem a inoculação com *Bradyrhizobium* afetaram de modo mensurável o acúmulo de biomassa até o ponto de avaliação, como observados em estudos de tratamento em níveis sub-tóxicos ou nodulares do metabolismo do nitrogênio (Rodak et al., 2024).

A Análise de Componentes Principais (PCA) demonstrou que os dois primeiros componentes explicaram, conjuntamente, 68,6% da variabilidade total dos dados, sendo o primeiro componente (PC1) responsável por 47,8% e o segundo (PC2) por 20,7% da variação.

A distribuição espacial dos tratamentos no gráfico de dispersão (Figura 1) revelou uma separação nítida definida pela inoculação. Os tratamentos inoculados posicionaram-se majoritariamente à direita do PC1, associados a maiores valores de nodulação (NTN, MSN) e vigor vegetativo (AP, NF, MSPA), enquanto os tratamentos não inoculados agruparam-se na direção oposta. Esse comportamento evidencia que a simbiose rizóbio-leguminosa foi o fator determinante para a estruturação fenotípica das plantas, sobrepondo-se ao efeito isolado das doses de metal. Tais achados corroboram a literatura recente, que destaca a capacidade dos rizóbios em promover incrementos de biomassa e eficiência fisiológica, mesmo sob condições de estresse nutricional (Andrade et al., 2024; Wu; Yan, 2024).

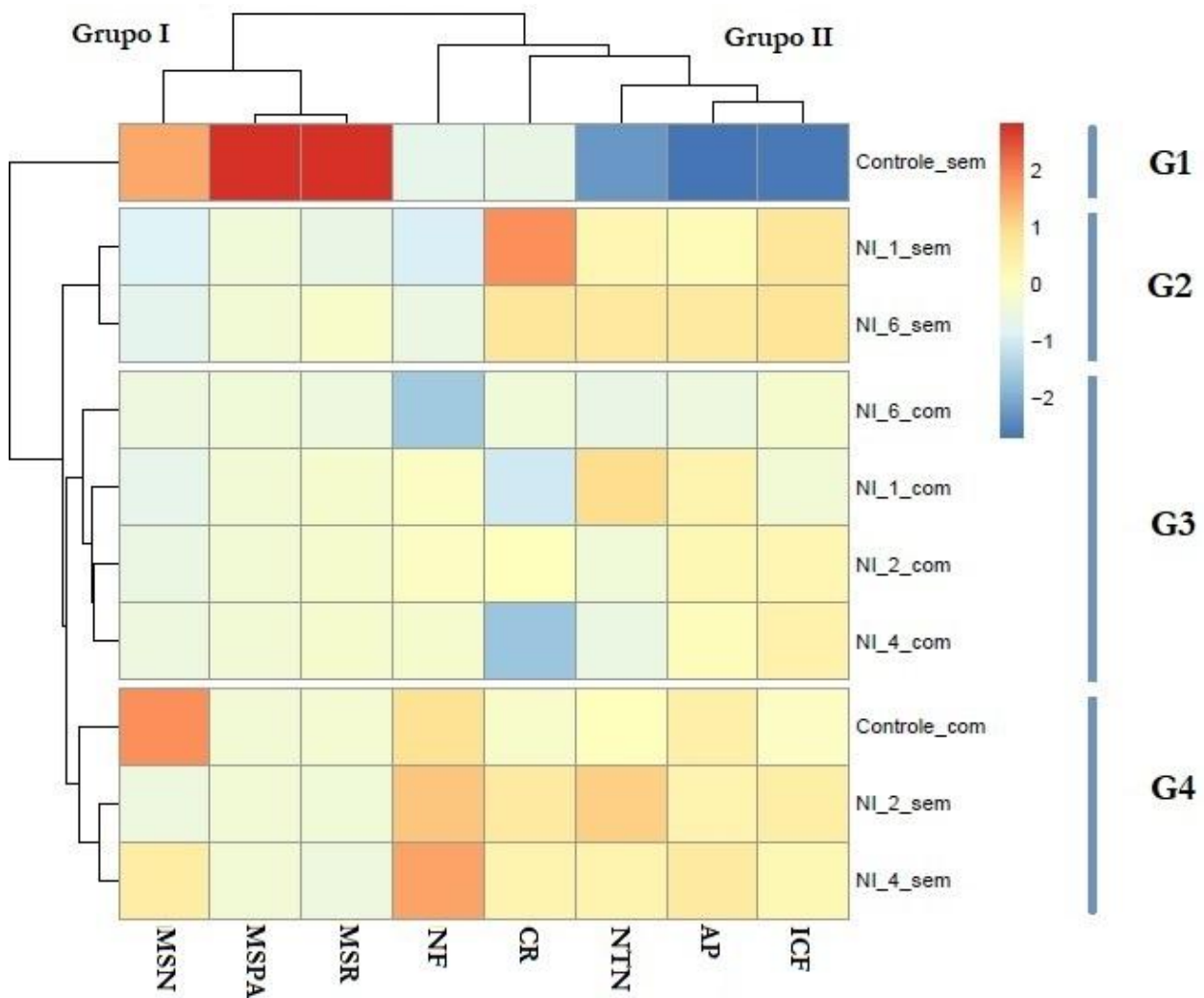


Figura 1. Mapa de calor (Heatmap) e agrupamento hierárquico das variáveis analisadas. No eixo horizontal as variáveis (MSN: massa seca dos nódulos; MSPA: Massa seca parte aérea NF: Numero de folhas, AP: Altura de planta, CR: comprimento de raiz, MSR: massa seca da raiz, e) em função dos

tratamentos (Controle_sem: 0,0 mg Ni, Controle_com: 0,0 mg Ni + *Bradyrhizobium*, NI_1_sem: 1,0 mg Ni, NI_1_com: 1,0 mg Ni + *Bradyrhizobium*, NI_2_sem: 2,0 mg Ni, NI_2_com: 2,0 mg Ni + *Bradyrhizobium*, NI_4_sem: 4,0 mg Ni, NI_4_com: 4,0 mg Ni + *Bradyrhizobium*, NI_6_sem: 6,0 mg Ni, NI_6_com: 6,0 mg Ni + *Bradyrhizobium*). Cores quentes indicam valores superiores e cores frias valores inferiores. Fonte: Martins et al., 2025.

Para visualizar detalhadamente essas associações, o Heatmap com agrupamento hierárquico (Figura 1) demonstrou que as plantas inoculadas formaram um cluster homogêneo com valores padronizados (z-score) superiores para as variáveis de crescimento e nodulação. Em contrapartida, as plantas não inoculadas apresentaram, em geral, desempenho inferior, especialmente nas doses mais elevadas de Ni. A interação observada sugere um efeito protetor da simbiose: enquanto as doses 4,0 mg de Ni kg⁻¹ e 6,0 mg de Ni kg⁻¹ de solo de Ni tendem a inibir o crescimento em plantas não inoculadas, a presença de *Bradyrhizobium* parece mitigar essa toxicidade, mantendo a homeostase do crescimento. Esse mecanismo de tolerância simbiótica a metais é suportado por estudos de Li et al. (2024) e Mendes et al. (2023), que apontam o papel do níquel na ativação da urease e no metabolismo do nitrogênio quando em concentrações adequadas e na presença de simbiontes eficientes.

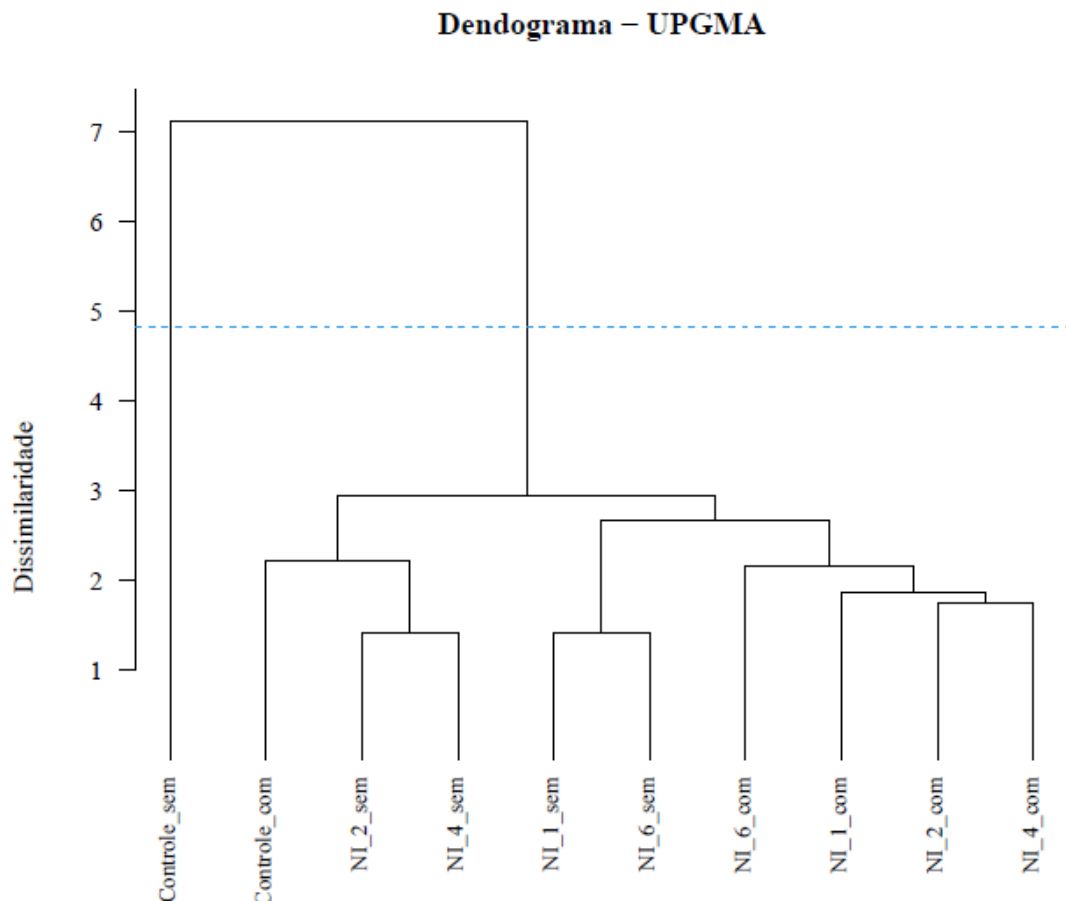


Figura 4. Dendrograma de dissimilaridade (UPGMA) entre os tratamentos de doses de níquel e inoculação. Eixo Y: Dissimilaridade. Representa a distância (ou o quão diferentes) os tratamentos são uns dos outros. Eixo X: Tratamentos. Quanto maior o valor, mais diferentes os grupos estão. Fonte: Martins et al., 2025.

A análise de agrupamento no Dendograma UPGMA (Figura 4) confirmou a formação de dois grandes grupos principais baseados na inoculação. As ramificações internas do dendograma refletiram as doses de Ni, reforçando a interpretação de que o metal atua como um modulador fino dentro dos grupos fenotípicos já estabelecidos pela simbiose. Evidências recentes indicam que essa ação modular depende fortemente da dose aplicada (Bibi et al., 2025; Kumar et al., 2022). Diversos estudos relatam um comportamento hormético, no qual baixas concentrações de Ni promovem estímulos ao crescimento, à atividade antioxidante e ao metabolismo secundário, enquanto concentrações elevadas resultam em inibição fisiológica e indução de estresse oxidativo (Bibi et al., 2025; Kumar et al., 2022; Manna; Bandyopadhyay, 2021).

Esse padrão dose-dependente sugere que o Ni não altera apenas respostas gerais entre tratamentos, mas modula características fenotípicas dentro de grupos previamente definidos por outros fatores, como a presença de simbiose ou condições ambientais específicas. Evidências recentes mostram que o Ni modula respostas fenotípicas e fisiológicas de forma dose-dependente em diferentes espécies e contextos ambientais, inclusive dentro de grupos definidos por fatores como estágio de desenvolvimento ou simbiose (Kumar et al., 2022; Altaf et al. 2022; Bosse et al., 2024). Em análises multivariadas, como a análise de agrupamento hierárquico, essas variações tendem a se manifestar nas ramificações internas dos dendrogramas, indicando diferenças fisiológicas e bioquímicas associadas às concentrações de Ni (Feng et al., 2024). Assim, o níquel deve ser compreendido não apenas como elemento nutricional, mas como um fator regulador capaz de ajustar respostas metabólicas e fenotípicas em plantas de maneira dependente da dose.

Em síntese, os resultados indicam que a inoculação com a estirpe SEMIA 6144 é uma estratégia eficaz para promover o crescimento do amendoim e aumentar sua resiliência a variações nas concentrações de níquel no solo. A forte interação entre os fatores sugere que a recomendação de adubação com micronutrientes como o Ni deve considerar o status simbiótico da cultura, visto que a inoculação potencializa os benefícios de doses baixas e protege contra excessos, concordando com as observações de Bosse et al. (2024) sobre a sinalização química em leguminosas.

CONCLUSÃO

A inoculação com *Bradyrhizobium* (SEMIA 6144) é o fator primordial para o desempenho morfofisiológico superior do amendoim (aumento de nodulação, altura e biomassa), sobrepondo-se às doses de níquel (Ni). E as doses de Ni atuaram como moduladores secundários, sendo que a inoculação se mostrou uma estratégia eficaz ao garantir o aporte de nitrogênio e, simultaneamente, mitigar os potenciais efeitos limitantes de altas doses de Ni na cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alibakhshi, M., & Khoshgoftarmanesh, A. H. (2015). Effects of nickel nutrition in the mineral form and complexed with histidine on nitrogen metabolism of onion bulb. *Plant Growth Regulation*, 75, 733–740. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9975-z>.
- Altaf, M., Hao, Y., He, C., Mumtaz, M., Shu, H., Fu, H., & Wang, Z. (2022). Physiological and Biochemical Responses of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seedlings to Nickel Toxicity. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.950392>.
- Alves, G. de O. (2024). Níquel disponível no solo e o seu efeito em plantas de soja sob déficit hídrico [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/32666>.
- Andrade, D., Lovato, G., Kaschuk, G., & Hungria, M. (2024). Does coinoculation with bradyrhizobia and cyanobacteria improve groundnut growth and yield?. *Experimental Agriculture*, 60. <https://doi.org/10.1017/s0014479723000285>.
- Bhering, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2017.
- Bibi, S., Uddin, S., Anas, M., Elahi, M., Iqbal, J., Khan, S., Mahmoodi, M., Kazi, M., Alanazi, F., & Quraishi, U. (2025). Investigating the role of bulk and nano nickel in amelioration of morphophysiology and photosynthetic activity of *Triticum aestivum* L. *Scientific Reports*, 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98964-3>.
- Bonku, R., & Yu, J. M. (2020). Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. *Food Science and Human Wellness*, 9, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.12.005>.
- Bosse, M., De Carvalho Mendes, N., Vicente, E., Tezotto, T., & Reis, A. (2024). O níquel aumenta a biossíntese de daidzeína nas raízes, incrementando a nodulação, a fixação biológica de nitrogênio e a produção de sementes de plantas de soja. *Environmental and Experimental Botany*. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105685>.
- Brown, P. H., Welch, R. M., & Cary, E. E. (1987). Nickel: A micronutrient essential for higher plants. *Plant Physiology*, 85(3), 801–803. <https://doi.org/10.1104/pp.85.3.801>.
- Carmo-Filho, A. d. S., Rego, C. H. Q., Ribeiro, G. d. F. R., Alves, R. M., Almeida, L. A. d., Rodak, B. W., Lavres, J., & Gomes-Junior, F. G. (2025). Seed-Applied Cobalt, Molybdenum, and Nickel Improve Nitrogen Metabolism in Soybean Plants Across Seed Vigor Levels. *Plants*, 14(21), 3368. <https://doi.org/10.3390/plants14213368>.
- Çiftçi, S., & Suna, G. (2022). Functional components of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and health benefits: A review. *Future Foods*, 5, 100140. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100140>.
- Doha, N., Salem, G., Elgaml, N., Awad, A., & Fathi Ismail Ali, D. (2024). Effects of co-inoculation of *Bradyrhizobium* and cyanobacteria strains on growth parameters and yield of peanut (*Arachis hypogaea*

- L.) plants in sandy soils. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 8(2024), 147-163. Doi: 10.21608/jenvbs.2024.338639.1257.
- El-Sherbeny, T. M. S., Mousa, A. M., & Zhran, M. A. (2022). Response of peanut plant (*Arachis hypogaea* L.) to biofertilizer and plant residues in sandy soil. *Environmental Geochemistry and Health*, 45, 253–265. <https://doi.org/10.1007/s10653-022-01302-z>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2023). Embrapa indica cultivares de amendoim para o Nordeste. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1463533/embrapa-indica-cultivares-de-amendoim-para-o-nordeste>.
- Feng, F., Duan, Q., Jiang, X., Kao, X., & Zhang, D. (2024). DendroX: multi-level multi-cluster selection in dendrograms. *BMC Genomics*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10048-0>.
- Freitas, D. S., Rodak, D. W., Reis, A. R., Reis, F. B., Carvalho, T. S., Schulze, J., Carneiro, M. A. C., & Guilherme, L. R. G. (2018). Hidden nickel deficiency? Nickel fertilization via soil improves nitrogen metabolism and grain yield in soybean genotypes. *Frontiers in Plant Science*, [S.l.], v. 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00614>.
- Kumar, S., Wang, M., Liu, Y., Fahad, S., Qayyum, A., Jadoon, S., Chen, Y., & Zhu, G. (2022). Nickel toxicity alters growth patterns and induces oxidative stress response in sweetpotato. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1054924>.
- Lavres, J., Franco, G. C., & Câmara, G. M. de S. (2016). Nickel seed treatment improves nitrogen fixation and urease activity in soybean. *Frontiers in Environmental Science*, 4, Article 37. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00037>.
- Li, Y., Liu, Q., Zhang, D., Zhang, Z., Xu, A., Jiang, Y., & Chen, Z. (2024). Metal nutrition and transport in the process of symbiotic nitrogen fixation. *Plant Communications*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2024.100829>.
- Macedo, F. G. de, Bresolin, J. D., Santos, E. F., Furlan, F., da Silva, W. T. L., Polacco, J. C., & Lavres, J. (2016). Nickel availability in soil as influenced by liming and its role in soybean nitrogen metabolism. *Frontiers in Plant Science*, 7, Article 1358. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01358>.
- Manna, I., Sahoo, S., & Bandyopadhyay, M. (2021). Effect of Engineered Nickel Oxide Nanoparticle on Reactive Oxygen Species–Nitric Oxide Interplay in the Roots of *Allium cepa* L. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.586509>.
- Meiato, A. B., Lima, M. V. G., Magalhães, M. O. L., Martinez, R. A. S., Barros, L. H. da S., & Santi, A. (2024). Doses de níquel na cultura da soja em área de transição da Amazônia Legal. *Revista Principia*, 61(4), 1082–1098. <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7531>.
- Mendes, N., Cunha, M., Bosse, M., Silva, V., Moro, A., Agathokleous, E., Vicente, E., & Reis, A. (2023). Physiological and biochemical role of nickel in nodulation and biological nitrogen fixation in *Vigna unguiculata* L. Walp.. *Plant physiology and biochemistry: PPB*, 201, 107869. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107869>.

- Mondal, M., Skalický, M., Garai, S., Hossain, A., Sarkar, S., Banerjee, H., Kundu, R., Brestič, M., Barutçular, C., Erman, M., El Sabagh, A., & Laing, A. M. (2020). Supplementing nitrogen in combination with *Rhizobium* inoculation and soil mulch in peanut (*Arachis hypogaea* L.) production system: Part I. Effects on productivity, soil moisture, and nutrient dynamics. *Agronomy*, 10(10), 1582. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101582>.
- Nunes, Y. C., Santos, G. O., Machado, N. M., Otoboni, A. M. M. B., Laurindo, L. F., Bishayee, A., Fimognari, C., & Barbalho, S. M. (2023). Peanut seeds and by-products (*Arachis hypogaea* L.) in metabolic syndrome and cardiovascular disorders: A systematic review of clinical studies. *Phytomedicine*, 123, 155170. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.155170>.
- Raij, B. van., Andrade, J. C., Cantarella, H., Quaggio, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.
- Ramos, L. F., Sobrinho, P. de, Luz, P. B. da, Batista, G. M. R., & Leal, E. M. (2025). Produção de amendoim em diferentes densidades populacionais. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, 8(19). <https://doi.org/10.55892/jrg.v8i19.2503>.
- Rodak, B. W., Freitas, D. S., Rossi, M. L. (2024). Um estudo sobre métodos de aplicação de níquel para otimizar o crescimento da soja. *Scientific Reports*, 14, 10556. <http://doi.org/10.1038/s41598-024-58149-w>.
- Shang, J. Y., Wu, Y., Huo, B., Chen, L., Wang, E. T., Sui, Y., Chen, W. F., Tian, C. F., Chen, W. X., & Sui, X. H. (2021). Potential of Bradyrhizobia inoculation to promote peanut growth and beneficial Rhizobacteria abundance. *Journal of applied microbiology*, 131(5), 2500–2515. <https://doi.org/10.1111/jam.15128>.
- Steiner, F., de Queiroz, L. F. M., Zuffo, A. M., da Silva, K. C., & Lima, I. M. de O. (2021). Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. *Agronomy Journal*, 113, 623–632. <https://doi.org/10.1002/agj2.20519>.
- Todero, A. S., Pereira, F. de O., Reato, P. T., & Mignoni, M. L. (2024). Propriedades e características do amendoim (*Arachis hypogaea* L.): Da lavoura ao produto – uma revisão. *Revista Perspectiva*, 48(182), 119–131. <https://doi.org/10.31512/persp.v.48.n.182.2024.422.p.119-131>.
- Witte, C. (2011). Urea metabolism in plants. *Plant Science*, 180(3), 431–438. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.11.010>.
- Wu, J., & Yan, S. (2024). Natural Nitrogen Boosters: The Symbiotic Relationship Between Legumes and Rhizobia. *Molecular Soil Biology*. <https://doi.org/10.5376/msb.2024.15.0009>.
- Yurchenko, S., Kulyk, M., Holomis, A., Krupa, Y., & Korzh, S. (2024). Influence of seed inoculation at pre-sowing on productivity formation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties. *Agriculture and Forestry*, 4(35), 48–60. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-4-5>.

Zhang, W., Wang, H., Wang, X., Xie, X., Siddique, Md. A., Xu, R., & Dai, C. (2016). Enhanced nodulation of peanut when co-inoculated with fungal endophyte *Phomopsis liquidambari* and *bradyrhizobium*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 98(1), 0981-9428. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.11.002>.

O trabalho docente na extensão universitária: reflexões a partir da atuação no curso de Serviço Social na Universidade Federal do Paraná

Recebido em: 18/06/2026

Aceito em: 25/06/2026

 10.46420/9786585756822cap4

Adriana Lucinda de Oliveira 

INTRODUÇÃO

A extensão universitária é um *lôcus* privilegiado do exercício de analisar, apreender, comprometer-se e intervir na realidade da vida cotidiana. Do ponto de vista da Universidade é também lugar de exercício do papel social, de reiterar a responsabilidade da produção do conhecimento à serviço da comunidade, da cidade, do bem comum. Assim, a Universidade apresenta-se como importante instituição, à medida que tem a capacidade de identificar potencialidades, gerar oportunidades, resgatar e visibilizar heranças culturais da região e do seu entorno, articular o saber científico com os saberes histórica e culturalmente construídos e fomentar a crítica, a dúvida, a investigação, elementos essenciais para a sistematização e produção de conhecimento à serviço da sociedade.

Essa relação orgânica com a realidade social e suas diferenciadas demandas sociais, políticas, jurídicas, administrativas, ambientais, estruturais, entre outras tantas, deveria incitar a busca por respostas através da pesquisa e um *modus operandi* de ensino articulado ao conhecimento já sistematizado e desafiado pela dinâmica e complexidade da realidade. Esse tripé ensino, pesquisa e extensão tão falado e almejado, na maioria das vezes constitui-se em instâncias isoladas e desconexas, dada a nossa cultura acadêmica ainda muito marcada pela concepção cartesiana de conceber o processo ensino-aprendizagem.

Instituições do Ensino Superior - IES se encontram frente ao desafio de implantar e gerenciar a Extensão como componente curricular num processo de adequação ideal de acordo com a Resolução No.7/2018 do Conselho Nacional de Educação-CNE e Câmara de Educação Superior - CES do Ministério da Educação-MEC, em que institui as novas diretrizes para Educação Superior. Esta inovação como metodologia de ensino, representa um marco disruptivo na história da Educação brasileira, considerando a forma cartesiana em que o ensino superior se sustentou até a publicação da Resolução (Figueiredo, 2024, p.72).

Considerando os desafios impostos pela materialização da curricularização da extensão no âmbito da educação superior, este trabalho busca sistematizar reflexões e aprendizados construídos a partir da trajetória docente em atividades extensionistas. Inicialmente, são discutidas as diretrizes da extensão universitária, compreendidas como fundamento teórico-metodológico e político para o desenvolvimento

das ações extensionistas. Em seguida, são apresentadas e analisadas três experiências vivenciadas no exercício da docência no Curso de Serviço Social da Universidade Federal do Paraná: a promoção do acesso à justiça e à garantia de direitos; a formação continuada e a qualificação permanente de assistentes sociais; e a assessoria a processos de organização e mobilização da sociedade civil voltados à formulação e ao fortalecimento de políticas públicas para as mulheres.

DIRETRIZES DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

O debate sobre a concepção de extensão e suas contribuições é capitaneado pelo Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX), que no XXXI Encontro Nacional, realizado em Manaus (AM), em maio de 2012, pactuou a Política Nacional de Extensão Universitária, demarcando o compromisso com os conceitos, diretrizes, princípios e objetivos da Extensão Universitária e com os valores civilizatórios e democráticos que orientaram a sua construção.

Desde então, cinco diretrizes balizam a extensão universitária no país e reiteram a ruptura com o clientelismo, que marcou a trajetória história da extensão universitária, quais sejam: são as seguintes: *Interação Dialógica, Interdisciplinariedade e interprofissionalidade, Indissociabilidade Ensino-Pesquisa-Extensão, Impacto na Formação do Estudante* e, finalmente, *Impacto e Transformação Social*.

A *Interação dialógica* destaca o diálogo e a busca do conhecimento da realidade como mediação de um fazer crítico, eticamente, teoricamente, juridicamente, politicamente e metodologicamente fundamentado. A defesa e a construção de estratégias de desenvolvimento sustentável, de políticas públicas, de enfrentamento às desigualdades sociais, de respeito aos saberes populares, de valorização das culturas, entre outras; demandam um diálogo constante e o envolvimento dos diferenciados atores sociais, tendo como premissa a troca respeitosa e a construção coletiva. O diálogo funda-se em relações horizontais entre sujeitos participantes do processo educacional. Como este processo visa a práxis, então o diálogo representa o encontro dos sujeitos com a missão do agir (Gonçalves; Quimelli, 2016, p.28). O diálogo requer escuta atenta e interessada, desprovida ao máximo de pré-concepções e preconceitos. Nessa perspectiva, ouvir a comunidade e os sujeitos sociais que compõem a ação extensionista, demanda profundo respeito, exercício da alteridade e a intencionalidade de construir coletivamente. A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (Freire, 1983, p.04)

A *Indissociabilidade de ensino-pesquisa e extensão* aponta para a necessidade de evidenciar o papel social da Universidade, bem como a importância de uma interação entre as demandas da sociedade e a produção de conhecimento acadêmico. A tríade ensino, pesquisa e extensão possibilita uma dinâmica de retroalimentação dos espaços formativos. Nessa perspectiva, uma ação extensionista, não pode se restringir a mera transmissão de informações técnicas. Mais do que isso, necessita estar em constante processo de troca de saberes, em que a Universidade passa a ser o espaço de pluralidade de discussões,

tendo por base o trabalho coletivo capaz de possibilitar a livre criação, relacionando ensino, pesquisa e extensão, a partir do elo do compromisso social (Demo, 2001).

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, conforme concebida e incorporada à Constituição Federal, constitui uma diretriz de natureza filosófica, política, pedagógica e metodológica que orienta a produção do conhecimento e os processos formativos desenvolvidos na universidade. Em razão da abrangência e da complexidade dessa concepção, sua efetivação configura um desafio permanente para as instituições de ensino superior, exigindo esforços coletivos e institucionais voltados à incorporação desse princípio tanto nos marcos normativos quanto nas práticas acadêmicas cotidianas (Gonçalves, 2016).

Tal perspectiva tem se materializado por meio da abertura de novos campos de estágio, da curricularização da extensão e da incorporação da pesquisa como princípio formativo, iniciativas que buscam superar a fragmentação entre as funções universitárias e fortalecer uma formação comprometida com a produção de conhecimento crítico e com as demandas da sociedade.

A Extensão é o lugar da “alteridade” por excelência — é onde a universidade realiza o reconhecimento da diversidade tanto socio cultural quanto étnico-racial e permite não apenas a construção, como também o estabelecimento dos compromissos necessários à leitura do mundo. Ao atuar nas dimensões estéticas e culturais, a Extensão Universitária tenciona o Ensino e atualiza a Pesquisa (Deus, 2020, p.23).

O *Impacto na formação do Estudante* considerando a centralidade do processo ensino aprendizagem, espera-se que a extensão contribua para a formação crítica, humana e cidadã, valorizando as diferenciadas culturas, saberes e perspectivas. Uma concepção ampliada da realidade, porém ancorada em valores democráticos e na defesa intransigente dos direitos humanos.

O estudante é o ser social apto a fortalecer a Extensão Universitária. As novas ideias, as novas teses, os novos trabalhos e também a construção de novas teorias (a partir das vivências e experiências desses estudantes) é o combustível necessário para o fortalecimento do papel da universidade pública brasileira. A universidade tem uma tarefa essencial nesse contexto. A legitimidade formal é ela quem produz. É esse saber acadêmico e teórico que é necessário para uma construção bilateral entre esses saberes, que, a priori, parecem tão antagônicos (Deus, 2020, p.44).

Nessa perspectiva, o/a estudante é o protagonista, o sujeito que vai tecendo seu processo formativo mediado pelo trabalho docente e pela realidade sócio-histórica, com vistas a construir uma dinâmica de autonomia e compromisso. A autonomia é a capacidade de uma pessoa ou de uma comunidade de tomar as decisões que a afetam, construindo suas próprias regras, refletindo sobre as consequências de suas ações, assumindo responsabilidades. Ora, não há outra maneira de tornar-se autônomo que não pela experiência própria da democracia. O estudante (independentemente da idade que tenha) só pode alcançar a autonomia se pouco a pouco, ele tiver a oportunidade de tomar as decisões que o afetam. Os jovens e adultos têm condições de participar da gestão de sua formação acadêmica e de

construir seus próprios planos de estudo, organizando o tempo dedicado a cada assunto e orientando-se para os seus temas preferidos, sempre na relação com os educadores. A autonomia dos estudantes só é possível se os educadores não apenas a tem por objetivo, como eles próprios a vivenciam na organização teórica e prática da sua concepção pedagógica e do seu trabalho (Kelian, 2005).

Essa visão do estudante como protagonista de sua formação técnica e cidadã deve ser estendida, na ação de Extensão Universitária, a todos envolvidos, estudantes, professores, técnico administrativos, pessoas das comunidades, estudantes de outras Universidades e da educação básica. Dessa maneira, emerge um novo conceito de ‘sala de aula’, que não mais se limita ao espaço físico tradicional de ensino-aprendizagem. ‘Sala de aula’ são todos os espaços, dentro e fora da Universidade, em que se apreende e se (re)constrói o processo histórico-social em suas múltiplas determinações e facetas. O estudante, assim como a comunidade com a qual se desenvolve a ação de Extensão, deixa de ser mero receptáculo de um conhecimento validado pelo professor para se tornar participante do processo. Dessa forma, ele se torna também o tutor (aquele que apoia o crescimento possibilitado pelo conhecimento), o pedagogo (aquele que conduz, de mãos dadas, o processo de conhecimento) e o orientador (aquele que aponta a direção desse processo) (FORPROEX, 2012, p.19).

A *Interdisciplinaridade* evidencia a participação de docentes e discentes de diferentes áreas de atuação e formação contribuindo para romper com as dicotomias e para construir um processo de interação, cooperação e aprendizado entre e com as diferentes áreas, considerando a complexidade e as diferenciadas demandas da realidade.

A atividade de extensão tem sua relevância por ser fonte de oxigenação do conhecimento (artístico, científico, tecnológico e cultural) produzido na universidade, por produzir novos conhecimentos de forma interdisciplinar através de suas ações e contribuir para a formação plena do aluno cidadão, oportunizando ao mesmo trabalhar a partir da realidade concreta, cooperando para construção de uma sociedade melhor e melhoria da qualidade de vida da população (Silva; Quimelli, 2006, p. 283).

Já a diretriz que aborda o *Impacto e Transformação Social* contribui para visibilizar as pesquisas e produção acadêmica no âmbito da Universidade, na perspectiva de contribuir para o fortalecimento de ações e estratégias de prudência ecológica, socioeconomia, recuperação de áreas degradadas, fortalecimento das políticas públicas, incentivo ao trabalho em rede, enfrentamento a todas as formas de violência.

A extensão universitária deve ser encarada como um trabalho social, ou seja, ação deliberada que se constitui a partir da realidade e sobre a realidade objetiva, produzindo conhecimentos que visem à transformação social (Silva; Quimelli, 2006, p. 44).

Essas cinco diretrizes se interrelacionam mutuamente e constituem um eixo norteador para a proposição de ações extensionistas. A verdadeira potência da extensão universitária surge quando os cinco princípios são acionados e materializados de forma articulada e interdependente. O ponto de

partida inevitável é a *Interação Dialógica*, dada a centralidade ética da troca, do ouvir, de apreender a realidade. A escuta atenta e a percepção das demandas trazidas pela comunidade, requerem a *Interdisciplinaridade e Interprofissionalidade*, mediante a complexidade multifacetária da realidade, bem como as principais estratégias pedagógicas que constituem a Universidade, qual seja a tríade indissociável do *Ensino, Pesquisa e Extensão*. Na ponta final desse ciclo, colhem-se os dois grandes resultados da extensão: o/a estudante, posicionado/a no centro dessa dinâmica dialógica, interdisciplinar e indissociável, constituindo um *Impacto na sua Formação*. Ele deixa de ser um executor técnico e passa a ser um profissional cidadão, com visão crítica e sensibilidade social. Esse estudante munido de saberes integrados e construídos em parceria com a comunidade, torna-se sujeito que consolida o *Impacto e a Transformação Social*.

AS VIVÊNCIAS EXTENSIONISTAS

As iniciativas desenvolvidas no exercício da docência no curso de Serviço Social tiveram como fundamento os princípios estabelecidos pelo Código de Ética Profissional, compreendido como base valorativa e estruturante da formação acadêmica e do exercício profissional. À luz dessas diretrizes e em consonância com o projeto ético-político do Serviço Social, destacaram-se três frentes de atuação extensionista: a primeira voltada à promoção do acesso à justiça e à garantia de direitos; a segunda direcionada ao fortalecimento da organização da categoria profissional, por meio de processos de formação continuada e qualificação permanente e à terceira referente ao processo de organização e mobilização da sociedade civil para a promoção de políticas públicas para as mulheres, com ênfase no enfrentamento a violência doméstica. Todas as ações aqui sistematizadas foram e/ou têm sido objeto de projetos de intervenção operacionalizados no cotidiano de trabalho docente no curso de Serviço Social da Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral, localizado no município de Matinhos.

O Litoral do Paraná possui aproximadamente 100 a 105 km de extensão, uma área total superior a 6.900 km² é composto de sete municípios: Antonina (968,9771 km²), Guaraqueçaba (2.159,3374 km²), Guaratuba (1.326,8811 km²), Matinhos (111,5637 km²), Morretes (686,5942 km²), Paranaguá (665,8309 km²) e Pontal do Paraná (216,2945 km²). A área total corresponde a 3% do território paranaense e limita-se ao Norte com o Estado de São Paulo, no qual se localiza a Vila de Ararapira, ao Sul com o Estado de Santa Catarina, no curso do Rio Sahi-Guaçu, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com a denominada Serra do Mar. A população total dos 7 municípios é estimada em 330 mil habitantes (IBGE, 2026)

A primeira frente de trabalho tem como tema central o acesso à justiça, tomado na sua ampla compreensão, demanda o debate sobre o acesso aos direitos à luz do Estado Democrático de Direito, a partir de construção efetiva de políticas públicas, de modo que as mesmas se tornem instrumentos de proteção e garantia dos direitos fundamentais. Nessa perspectiva, “o acesso à justiça pode, portanto, ser encarado como o requisito fundamental — o mais básico dos direitos humanos — de um sistema jurídico

moderno e igualitário que pretenda garantir, e não apenas proclamar os direitos de todos” (Cappelletti & Garth, 2002, p.5).

Sendo assim, defender o acesso à justiça compreende defender o acesso à satisfação das necessidades, do usufruto da cidadania, mesmo nos limites regulatórios impostos pela lógica capitalista.

Nesse prisma, trazemos a experiência extensionista de trabalho no âmbito da assistência jurídica, não apenas como direito garantido constitucionalmente, mas principalmente como a possibilidade de defender o acesso a população historicamente alijada de vários direitos e ainda criminalizada pela exclusão, pela pobreza, pela pouca escolaridade. No marco do capitalismo contemporâneo, em um contexto caracterizado pelo retrocesso das políticas sociais, a criminalização da pobreza e a expansão do sistema penal passa a ser uma estratégia privilegiada dos Estados capitalistas para conter e administrar as crescentes e cada vez mais complexas manifestações da questão social atreladas a uma situação objetiva de desemprego maciço e estrutural (Kilduff, 2010).

Acreditamos que não basta proclamar, de forma genérica e abstrata, a assistência jurídica como direito garantido através de preceito constitucional, mas buscar, na prática profissional, alternativas de ação que viabilizem estes direitos às classes subalternas. Só assim, efetivamente, conseguiremos assegurar a essa população um caminho para uma ordem jurídica, em que as pessoas são vistas como sujeitos de direitos, responsáveis por sua própria história (Chuai, 2001, p.142).

Nesse sentido, o acesso à justiça demanda a apreensão das mediações dos vários elementos e fatores que interferem e constituem o cotidiano da população que requer acesso à justiça gratuita, bem como dos impactos e estigmas que o conflito com a lei acarretam. Nessa perspectiva, a assessoria extensionista ao Conselho da Comunidade da Comarca de Matinhos significou uma oportunidade concreta de contribuir para o debate desse órgão da execução penal, ainda pouco visibilizado pela sociedade civil. De acordo com a Lei de Execução Penal (LEP), o Conselho da Comunidade é o órgão que representa a participação da comunidade local no sistema penal.

O Conselho da Comunidade, segundo o Ministério da Justiça, tem como função à

a) Representação e intermediação da comunidade: solicitação de recursos; representação nos fóruns e organizações locais e regionais; e elaboração e/ou proposição de políticas integradas de atendimento aos presos, internos e egressos. b) Educativa: participação e divulgação na mídia; participação em fóruns, seminários locais e regionais; e participação na formação de profissionais nas áreas de atuação de interesse do sistema prisional e em atividades junto aos presos. c) Consultiva: elaboração de pareceres sobre aplicação de verbas; elaboração de pareceres sobre a situação geral do presídio e dos presos; e proposição de medidas a serem tomadas pelos órgãos públicos. d) Assistencial: atendimento a famílias, presos, internos e egressos em situações emergenciais. e) Auxílio material à unidade prisional: aquisição de equipamentos; participação em reformas. f) Fiscalizadora: avaliação e monitoramento do cumprimento de direitos, da aplicação de verbas e do exercício da função das diferentes instituições públicas envolvidas na execução penal (Ministério da Justiça, 2008, p.24).

A atuação de estudantes de graduação e pós-graduação no contexto das pessoas em cumprimento de pena em regime aberto, semiaberto e fechado significou o exercício da defesa intransigente dos direitos humanos, a socialização e tradução das informações processuais aos familiares, a denúncia junto aos

órgãos competentes de irregularidades processuais e principalmente a luta contra a estigmatização e a discussão sobre as alternativas de retomada da vida pós cárcere e enfrentamento a reincidência.

A oportunidade de desenvolver um programa de extensão na área da execução penal, com várias frentes de trabalho e projetos (população em prisão provisória, monitorada eletronicamente, cumprindo sentença em regime fechado, perpetradores, mulheres vítimas de violência, familiares e pessoas em cumprimento de medida em regime aberto) trouxe à tona a importância da atuação conjunta com a área do direito, a necessidade de apreender os trâmites burocráticos e jurídicos tão distantes da maioria da população e a premência de um trabalho em rede que reitera que, só através da atuação em rede é que podemos defender o acesso ampliado à justiça. Os anos de ação extensionista evidenciaram a naturalização do Estado Penal, do controle e preconceito com a pobreza e o racismo estrutural que atravessam as práticas nos diferentes equipamentos da política de execução penal.

Desnaturalizar, questionar, argumentar, subsidiar e politizar compuseram e constituíram a práxis nessa área, bem como impuseram a urgência de um envolvimento maior da Universidade no debate, ensino, pesquisa e extensão na execução penal. Referente ao Serviço Social, o desenvolvimento de projetos com os diferenciados públicos possibilitou o desafio de buscar materializar os princípios do código de ética que anunciam a defesa dos direitos, da cidadania, da justiça social, da democracia, da equidade e do compromisso com a qualidade dos serviços. Bem como demandaram o posicionamento e recusa a toda e qualquer forma de arbítrio, autoritarismo, o enfrentamento aos preconceitos e criminalização. Infelizmente o cotidiano nessas frentes de trabalho são permeados por injustiças, descaso, vigilância e pela discrepância de tratamento de acordo com o gênero, raça e principalmente classe social.

A segunda frente de atuação extensionista que destacamos refere-se a proposta direcionada e construída com a categoria profissional de Assistentes Sociais, nos processos de organização/mobilização, no debate das demandas e troca de experiências, na formação continuada e na discussão da dinâmica da supervisão direta nos diferentes campos de estágio. Essa iniciativa está em consonância com a política de educação permanente proposta do Conselho Federal de Serviço Social, ao considerar que

A educação permanente é uma necessidade em todas as profissões e áreas do conhecimento. Parte-se do pressuposto de que a educação é mais ampla que o ensino, pois pressupõe uma perspectiva de aprendizado que prepara para a vida em sociedade; promove saberes socialmente referenciados, consubstanciando aquilo que se entende como formação humana. É sob esta perspectiva que se assume coletivamente a luta de que a educação não deve servir exclusivamente aos interesses do mercado, mas ao atendimento das necessidades humanas, na medida em que pode contribuir, no âmbito da disputa hegemônica, com a superação da lógica desumanizadora da acumulação de capital, que reforça atributos individualistas, do lucro e da competição (CFESS, 2012, p.10)

A troca de experiências, a fundação teórico-prática e a atualização constante são desafios da práxis profissional, sendo que a extensão universitária pode caracterizar-se como importante locus de aprendizado ao longo da vida, considerando a potência dessa articulação com a realidade local. Além disso, reitera a tríade ensino, pesquisa e extensão, haja vista o espaço privilegiado de interlocução com a

intervenção profissional do Serviço Social que caracteriza o estágio curricular obrigatório em Serviço Social.

O cotidiano do trabalho profissional está constantemente desafiado pelo atendimento às demandas imediatas, às necessidades urgentes e a ânsia de respostas. Nesse sentido, as intervenções ainda carecem de uma abordagem que vá além do imediato, que potencialize o fazer profissional através do planejamento estratégico da ação e que possibilite efetivamente um olhar e uma abordagem interdisciplinar, gerando sobretudo, o encontro com uma intervenção reflexiva e crítica. Nessa perspectiva, a proposição centrou-se na elaboração do projeto profissional, tendo como ponto de partida a análise da situação de cada espaço por meio de um processo metodológico de estudo de situação, análise de demandas por políticas para o dimensionamento da intervenção e exercício da pesquisa.

A construção dos projetos profissionais trouxe uma maior visibilidade para a/a Assistente Social, mediante a sistematização e documentação dos atendimentos, articulação em rede e prospecção de atividades a serem realizadas. Essa dinâmica gerou também a sinergia da socialização das experiências e aprendizados e a articulação de ações conjuntas. Outro resultado desse processo foi o fortalecimento dos campos de estágios, da prática da supervisão de campo e do envolvimento e compromisso com o processo de formação de futuros profissionais.

A terceira frente de atuação aqui destacada refere-se ao processo de mobilização, organização, reivindicação e promoção de políticas públicas para mulheres, considerando o aumento dos índices de violência doméstica e os dados alarmantes de feminicídio. O marco desse trabalho foi a criação do Fórum Permanente de Conselhos de Direitos das Mulheres e Coletivos de Mulheres do Litoral do Paraná no ano de 2023 que teve como objetivos: estabelecer uma estratégia para o fortalecimento da rede de enfrentamento à violência doméstica e familiar contra a mulher; estimular a implementação de Conselhos Municipais dos Direitos das Mulheres em quatro municípios do Litoral do Paraná; contribuir para o fortalecimento dos três Conselhos Municipais existentes; promover o protagonismo de ações e a democracia participativa. A metodologia utilizada teve como princípio a participação ativa da sociedade civil em articulação com as gestões municipais. Considerando as diferenças entre as siglas partidárias e buscando a defesa de políticas públicas para as mulheres no Litoral do PR, o Fórum foi se constituindo em um sujeito coletivo, com potência de articulação política, tendo o respaldo da Universidade como espaço público a serviço da comunidade. A compreensão do sujeito coletivo como alternativa de luta política suprapartidária remete à capacidade de grupos sociais organizados construir processos de mobilização e reivindicação que transcendem disputas eleitorais e vinculações partidárias específicas. Nessa perspectiva, o sujeito coletivo não se constitui a partir da adesão a um partido político, mas da identificação de interesses comuns, da construção de pautas compartilhadas e da defesa de direitos que expressam demandas concretas de determinados segmentos sociais.

Silva (2021) ao analisar os sujeitos coletivos afirma que não há sujeitos de direitos sem organização política que os leve a compreender-se como tal, ou seja, “os sujeitos de direitos são forjados nos processos

coletivos de luta com os quais estão envolvidos” (Silva, 2021, p.220). São organizações, movimentos, coletivos, fóruns, redes e articulações que atuam na esfera pública em defesa de direitos e na construção de processos de resistência social e, assim, constituem-se em sujeitos portadores de saberes políticos.

Os coletivos de mulheres, associações comunitárias, grupos populares, fóruns e redes de articulação social representam exemplos de sujeitos coletivos que atuam na esfera pública buscando influenciar a formulação, implementação e fiscalização de políticas públicas. Sua força política decorre da capacidade de mobilizar a sociedade em torno de causas coletivas, fortalecendo processos democráticos de participação e incidência política. Embora possam dialogar com diferentes governos e partidos, sua legitimidade encontra-se fundamentalmente ancorada na representação das demandas sociais construídas coletivamente.

Nessa perspectiva, o processo de assessoria ao Fórum fundamenta-se na relação pedagógica que se desenvolve na dinâmica de organização, e de fortalecimento dos sujeitos, sendo essa a dimensão ideopolítica própria da direção social adotada pelo Serviço Social, imbricada na direção do Projeto Ético-Político Profissional. O processo de formação política, conscientização e fortalecimento dos sujeitos sociais desenvolve-se a partir da relação dialética estabelecida entre o Serviço Social e os diversos segmentos da sociedade. Nesse contexto, a assessoria aos movimentos sociais configura-se como uma mediação profissional orientada para a transformação social, materializando-se por meio das dimensões teórico-metodológica, ético-política e técnico-operativa da intervenção profissional.

A articulação entre o trabalho do assistente social e os processos de mobilização e organização popular encontra respaldo nos marcos normativos da profissão, especialmente na Lei nº 8.662/1993 e no Código de Ética Profissional. Tais instrumentos não se restringem a orientações de caráter normativo, mas expressam diretrizes ético-políticas e estratégicas que orientam a atuação profissional na defesa dos direitos e no fortalecimento da participação social. Nessa perspectiva, a assessoria junto aos movimentos sociais e às organizações populares assume uma dimensão ideopolítica vinculada à promoção da autonomia, da organização coletiva e do protagonismo dos sujeitos sociais. Trata-se de uma intervenção comprometida com o fortalecimento das lutas coletivas e dos processos democráticos de participação, em consonância com os princípios e valores que estruturam o Projeto Ético-Político do Serviço Social.

Conforme destaca Duriguetto (2014), a atuação profissional nesse campo exige a compreensão crítica das relações sociais e o desenvolvimento de estratégias que contribuam para a ampliação da capacidade organizativa e de incidência política dos sujeitos coletivos. O processo de organização, mobilização e assessoria junto à sociedade civil para a promoção de políticas públicas voltadas às mulheres encontra sólido respaldo teórico na tradição da educação popular e na perspectiva crítica marxista. Ambas as abordagens compreendem a participação social não como mera inserção formal nos espaços institucionais, mas como um processo coletivo de formação política, fortalecimento da consciência crítica e construção de estratégias de enfrentamento às múltiplas formas de desigualdade e opressão presentes na sociedade.

A condição das mulheres, especialmente das mulheres trabalhadoras, é permeada pela interseccionalidade dos marcadores de raça, gênero, classe, ou seja, é atravessada por processos históricos de desigualdade que se expressam no acesso ao trabalho, à renda, à proteção social, à participação política e aos direitos fundamentais.

A interseccionalidade pode ser entendida como uma ferramenta de análise que consegue dar conta de mais de uma forma de opressão simultânea. Com essa lente, os processos discriminatórios não são compreendidos isoladamente, nem se propõem uma mera adição de discriminações, mas sim, abraça-se a complexidade dos cruzamentos dos processos discriminatórios e a partir daí se busca compreender as condições específicas que deles decorrem (Kyrillos, 2020, p. 1).

Assim, a luta pela ampliação e efetivação das políticas públicas para mulheres exige a análise crítica das determinações estruturais que produzem e reproduzem essas desigualdades. Nesse contexto, as ações de assessoria desenvolvidas junto à sociedade civil assumem papel estratégico na qualificação dos processos organizativos, no fortalecimento das lideranças comunitárias e na ampliação da participação social nos espaços de controle democrático das políticas públicas. A assessoria não se limita ao fornecimento de informações técnicas, mas contribui para a construção de capacidades coletivas de planejamento, incidência política, monitoramento das ações governamentais e defesa dos direitos das mulheres. Tal atuação favorece a articulação entre diferentes grupos e movimentos sociais, potencializando a formulação de demandas e a construção de agendas políticas comprometidas com a equidade de gênero e a justiça social. A mobilização social orientada por esses referenciais busca fortalecer a participação das mulheres nos conselhos de direitos e coletivos reconhecendo que a efetivação das políticas públicas depende da organização coletiva e da pressão social permanente. Desse modo, a atuação junto à sociedade civil busca contribuir para a ampliação da cidadania, para o enfrentamento das diversas formas de violência e discriminação e para a consolidação de políticas públicas capazes de responder às necessidades concretas das mulheres em sua diversidade de experiências e condições sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes da extensão universitária são as balizas das propostas de interlocução com a realidade do entorno da Universidade. Apontam para o compromisso, responsabilidade e papel social da Universidade pública, laica e de qualidade.

Concomitantemente, a extensão a partir do curso de Serviço Social reitera o desafio do exercício encetado pelos princípios do código de ética profissional, bem como a oportunidade de tecer a articulação com o ensino e a pesquisa.

As experiências aqui socializadas foram e são vivenciadas em projetos que possibilitam o contato direto com a população, com as profissionais de Serviço Social e com a sociedade civil organizada.

A opção pelo trabalho a população em conflito com a lei no contexto da defesa ampliada do acesso à justiça, reitera a premência de uma compreensão histórica das demandas sociais, concebendo

que cada sujeito histórico traz consigo as marcas de uma sociedade desigual, hierarquizada, racista, classista, homofóbica, capitalista. A apreensão da realidade a partir dessas mediações é condição *sine qua non* para desnaturalizar, politizar e sociologizar as histórias pregressas de cada sujeito, as demandas sociais e individuais, as estratégias de controle e punição, tendo como critério a defesa intransigente dos direitos humanos.

Da mesma forma, a experiência extensionista de trabalho com a categoria profissional possibilitou uma dinâmica de retroalimentação, de aprendizado mútuo e de compromisso com as competências ético-político, técnico-operativa e teórico-metodológica no exercício profissional de cada um/a de nós.

O trabalho com o Fórum Permanente de Conselhos de Direitos de Mulheres e Coletivos de Mulheres do Litoral do Paraná tem sido uma importante oportunidade de troca e fortalecimento da mobilização e organização coletiva. Participar da tessitura de um sujeito coletivo tem oportunizado o exercício e a vivência de processos democráticos participativos em defesa dos direitos das mulheres e no enfrentamento a todas as formas de violência de gênero.

Por fim, torna-se importante afirmar que tanto os princípios do código de ética do/a profissional de Serviço Social quanto as diretrizes da extensão universitária estão alinhadas a uma perspectiva cidadã, democrática e de qualidade de formação e de exercício profissional, comprometidos com valores emancipatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministério da Justiça. Departamento Penitenciário Nacional. Cartilha Conselhos da Comunidade. 2. ed. Brasília: Ministério da Justiça, 2008. Disponível em: <https://feccompar.com.br/materialdeapoio/>. Acesso em: 11 jun 2026.
- Cappelletti, M., & Garth, B. (2002). Acesso à Justiça. Tradução Ellen Gracie Northfleet. Porto Alegre: Fabris.
- Chuari, S. H. Assistência jurídica e serviço social: reflexões interdisciplinares. In: Revista Serviço Social e Sociedade, São Paulo, cortez, nº 67, 2001.p. 124-144.
- CFESS. Política de Educação Permanente do Conjunto CFESS-CRESS. Brasília, DF: CFESS, 2012. Disponível em: <https://www.cfess.org.br/arquivos/> Acesso em: 13 jul. 2026.
- Demo, P. Pesquisa: princípio científico e educativo. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- Deus, S de. Extensão Universitária: trajetórias e desafios. Santa Maria, RS : Ed. PRE-UFSM, 2020. Disponível em: https://www.ufmg.br/proex/renex/images/EBOOK_-_Sandra_de_Deus_-_Extensao_Universitaria.pdf. Acesso em: 11 jun 2026.
- Duriguetto, M. L. Movimentos Sociais e Serviço Social no Brasil pós-anos 1990. In: Abramides, Maria Beatriz; Duriguetto, Maria Lúcia (Orgs.). Movimentos Sociais e Serviço Social: uma relação necessária. São Paulo: Cortez, 2014.

- Figueiredo, S. C. G. de. Gestão da implantação da extensão universitária no ensino superior. In: SOARES, Maisa Caxias, et all (orgs). Gestão organizacional: estratégias para adaptação e inovação em ambientes competitivos. Volume 1, 2024, pg. 71-78. Disponível em: https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2025/02/Gestao_organizacional_Vol1.pdf Acesso em 11 jun 2026.
- FORPROEX - Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. Política Nacional de Extensão Universitária, Manaus, Maio, 2012. Disponível em: <https://www.ufmg.br/proex/wp-content/uploads/2021/12/PNEU.pdf> . Acesso em 17 jun 2026
- Freire, P. Extensão ou comunicação? 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983
- Gonçalves, N. G. Princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: desafios e possibilidades. In: Gonçalves, N. G.; Quimelli, G. A. de S. (Org.). Princípios da extensão universitária: contribuições para uma discussão necessária. 1. ed. Curitiba: CRV, 2016, v. 1.
- Gonçalves, N. G.; Quimelli, G. A. de S. Princípios da Extensão Universitária: contribuição para uma discussão necessária. Curitiba, Ed. CRV, 2016.
- IBGE - Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2025. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2025/estimativa_dou_2025.pdf Acesso em 29 jun 2026
- Kelian, L. A. O significado da autonomia para a educação. O independente, p. 5 Jornal do CMI Floripa, n. 3, fev. 2005.
- Kilduff, Fernanda. O controle da pobreza operado através do sistema penal. In: Rev. Katál. Florianópolis v. 13 n. 2 p. 240-249 jul./dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/katalysis/article/view/S1414-49802010000200011/15117>
- Kyrillos, G. M. Uma análise crítica sobre os antecedentes da interseccionalidade. Revista Estudos Feministas, [S. l.], v. 28, n. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/1806-9584-2020v28n156509>. Acesso em: 29 maio. 2026.
- Silva, C. R. da. Sujeitos coletivos das lutas urbanas do Rio de Janeiro: o paradigma dos comuns como alternativa à democracia liberal e ao domínio da racionalidade neoliberal. 2021. Tese (Doutorado em Serviço Social) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Serviço Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.
- Silva, S. P.; Quimelli, G. A. de S. A Extensão Universitária como espaço de formação profissional do assistente social e a efetivação dos princípios do projeto ético-político. Revista Emancipação. Ponta Grossa: Editora da UEPG, ano 6, n. 1, p. 279-296, jan./jun. 2006.

A importância do DOI na publicação científica: rastreabilidade, visibilidade e a conectividade do conhecimento

Recebido em: 20/06/2026

Aceito em: 29/06/2026

 10.46420/9786585756822cap5

Bruno Rodrigues de Oliveira^{1*} 

INTRODUÇÃO

A transição da produção científica para o ecossistema digital expandiu de forma sem precedentes o volume e o acesso às pesquisas globalmente. No entanto, essa mudança trouxe um desafio estrutural para a comunicação acadêmica: a instabilidade das URLs e a constante migração de conteúdos entre servidores, fenômenos frequentemente associados à “quebra de links” (*link rot*). Para mitigar a perda de rastreabilidade das fontes citadas, a comunidade científica passou a demandar mecanismos que garantissem a localização estável dos registros de pesquisa independentemente de suas mudanças de endereço web.

É nesse cenário de volatilidade da infraestrutura de rede que o *Digital Object Identifier* (DOI) se consolidou. Desenvolvido no final da década de 1990 e gerenciado pela *International DOI Foundation*, o DOI utiliza o sistema de resolução da *Handle System* para associar um código alfanumérico único a um objeto digital. É fundamental destacar que o DOI identifica o objeto digital em si (a representação lógica da obra) e não o arquivo físico ou um servidor específico. Além disso, seu escopo vai muito além dos artigos de periódicos: o código pode ser atribuído a livros, capítulos, conjuntos de dados (*datasets*), *softwares*, relatórios técnicos e até imagens.

Uma distinção teórica crucial deve ser feita logo de início: persistência não é sinônimo de preservação digital. O DOI não assegura a salvaguarda de longo prazo ou a integridade dos bits de um arquivo; ele funciona estritamente como um identificador persistente que redireciona o usuário ao local atualizado do recurso. O funcionamento correto desse sistema de resolução não é automatizado: ele depende diretamente do detentor do registro (a editora ou instituição depositante), que deve atualizar manualmente os metadados sempre que houver alteração na URL de destino. Caso a instituição deixe de manter os registros ou o conteúdo seja removido do ar, o DOI continuará registrado na sua infraestrutura, mas apontará para um recurso indisponível.

¹ Pantanal Editora.

* Correspondente: bruno@editorapantanal.com.br

Sob a ótica bibliométrica, a ausência de um DOI em publicações recentes pode criar fricções na indexação automatizada, embora o identificador não seja uma condição mandatória para o impacto acadêmico. Trabalhos seminais, especialmente aqueles anteriores aos anos 2000, operam perfeitamente sem essa tecnologia e continuam amplamente citados. Contudo, na infraestrutura contemporânea, o DOI atua como um facilitador crítico, pois padroniza a coleta de metadados por agências de registro (como a *Crossref*), otimizando a contagem de citações, o cruzamento de referências e a interoperabilidade entre indexadores internacionais.

Neste capítulo, analisaremos a fundo os aspectos técnicos e institucionais do DOI. Discutiremos o funcionamento de sua arquitetura de resolução, o papel das agências de registro e a responsabilidade compartilhada entre editores e agências de registro para que essa ferramenta cumpra seu papel de conectividade no ecossistema da ciência aberta.

ARQUITETURA TÉCNICA E O MECANISMO DE RESOLUÇÃO DO DOI

Para compreender a estabilidade que o DOI confere ao ecossistema da publicação científica, é necessário analisar sua anatomia estrutural e a infraestrutura tecnológica distribuída que viabiliza sua operação. O DOI não funciona como uma URL convencional, que aponta diretamente para o endereço físico de um arquivo em um servidor específico. Em vez disso, ele está inserido na categoria de Identificadores Persistentes (PIDs), operando como uma sequência (*string*) de caracteres estruturada de forma lógica para ser interpretada por um sistema de roteamento internacionalizado (ISO, 2012; Paskin, 2010).

A anatomia estrutural do DOI

A sintaxe de um identificador DOI é padronizada internacionalmente pela norma ISO 26324. Cada código é composto por duas partes principais, obrigatoriamente separadas por uma barra (/): o prefixo e o sufixo (Paskin, 2010). A estrutura geral segue o modelo estável 10.XXXX/sufixo.

Todos os DOIs começam invariavelmente com o número 10. No âmbito da arquitetura de identificadores, este número funciona como o indicador de diretório, sinalizando que a requisição subsequente pertence especificamente ao ecossistema do DOI e deve ser tratada pelas suas respectivas agências de registro.

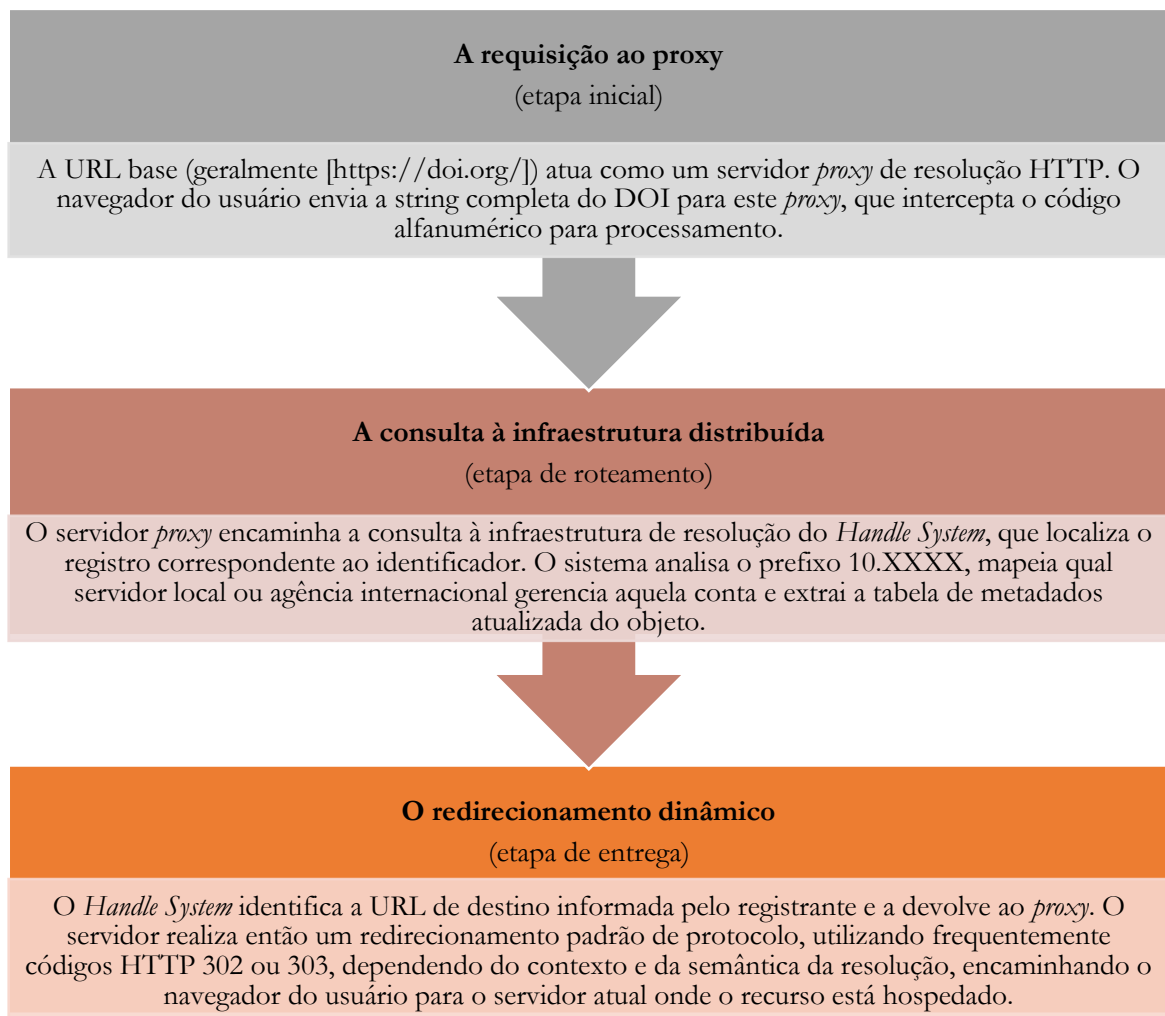
Os caracteres que sucedem o ponto (por exemplo, 10.1234) constituem o prefixo. Este bloco é fixo e exclusivo, sendo atribuído por uma agência de registro oficial (como *Crossref* ou *DataCite*). É fundamental notar que o prefixo identifica a organização registrante responsável pela manutenção dos metadados daquele DOI, e não necessariamente o proprietário intelectual da obra. Uma única editora pode registrar DOIs para milhares de autores independentes, assim como um repositório institucional pode registrar DOIs para pesquisadores externos à sua estrutura organizacional.

A sequência de caracteres após a barra é o sufixo. Ao contrário do prefixo, o sufixo é determinado pela própria organização registrante. Ele deve ser único dentro daquele prefixo, mas a sua sintaxe é altamente flexível. As instituições podem adotar padrões numéricos, sequenciais ou mnemônicos (utilizando siglas do periódico, ano, volume e paginação). Independentemente da escolha, o sufixo serve para individualizar o objeto digital, seja ele um livro, capítulo, conjunto de dados (*dataset*) ou *software*.

O Handle System e o processo de resolução

A persistência do DOI baseia-se na separação estrita entre a identidade do objeto e a sua localização na web. Essa ponte dinâmica é gerenciada pelo Handle System, uma arquitetura de rede federada, hierárquica e distribuída, projetada especificamente para a atribuição e resolução de identificadores persistentes em sistemas abertos (Sun; Lannom; Boesch, 2003).

Ao contrário de sistemas centralizados, o Handle System gerencia a carga de requisições por meio de múltiplos servidores globais e locais, evitando pontos únicos de falha (Kahn; Wilensky, 2006). Quando um usuário interage com um link estruturado de DOI, o processo de tradução técnica, ou resolução, ocorre por meio do seguinte fluxo:



Como estabelecido na literatura de arquitetura de objetos digitais (Kahn; Wilensky, 2006), essa estrutura garante que, se uma publicação migrar de portal, a integridade dos links distribuídos na literatura científica não seja corrompida. Diante de qualquer mudança de servidores ou domínios, a editora, a universidade, o repositório ou qualquer organização registrante atualiza os metadados junto à agência registradora. O *Handle System* passa a refletir a nova rota, mantendo o ecossistema conectado e operável.

O ECOSSISTEMA DE METADADOS E O PAPEL DAS AGÊNCIAS DE REGISTRO NA CIÊNCIA ABERTA

Se a infraestrutura do *Handle System* resolve o problema da localização e do redirecionamento de um objeto digital, é o ecossistema de metadados atrelado ao DOI que viabiliza a descoberta, o cruzamento de informações e a relevância científica desse identificador. Um DOI desprovido de metadados associados operaria apenas como um atalho estático na web. Quando uma organização registra um DOI, ela deposita simultaneamente um conjunto de informações estruturadas que qualificam o recurso, alimentando bases de dados e sistemas de indexação globais de forma automatizada (ISO, 2012).

A Natureza Estruturada e a Riqueza dos Metadados do DOI

Os metadados depositados junto a um DOI superam a descrição bibliográfica básica (como título, autoria e data de publicação). O modelo contemporâneo de comunicação científica exige esquemas de metadados dinâmicos e padronizados, baseados geralmente em formatos XML (*Extensible Markup Language*), que estabelecem uma rede de relações entre diferentes entidades do universo de pesquisa. Esses esquemas englobam (Paskin, 2005; Haak et al., 2012):

- **Identificadores de Autoria e Afiliação:** Vinculação direta ao ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*) dos pesquisadores e a identificadores institucionais, como o ROR (*Research Organization Registry*), mitigando problemas crônicos de homonímia e ambiguidades estruturais na atribuição de produção acadêmica.
- **Dados de Financiamento:** Inclusão de metadados de agências de fomento por meio do *Open Funder Registry* (gerenciado pela Crossref), associando formalmente o trabalho aos números específicos de auxílios, bolsas ou projetos de pesquisa.
- **Proveniência e Relações de Interconexão:** Declaração explícita de vínculos entre objetos (por exemplo, se o arquivo identifica um *preprint* que gerou um artigo revisado por pares, ou se há dependência mútua com determinado código-fonte).
- **Referências Bibliográficas:** O depósito estruturado das listas de referências ao fim da obra, o que viabiliza ferramentas de rastreamento de citações cruzadas (*cited-by*) de forma pública e independente.

As Agências de Registro e a Especialização de Escopo: Crossref e DataCite

A governança do sistema DOI é descentralizada por meio de Agências de Registro oficiais ligadas à *International DOI Foundation*. No contexto da Ciência Aberta e da infraestrutura pública global, destacam-

se duas agências sem fins lucrativos cujas atuações são complementares e orientadas por princípios de transparência (Stojanovski, 2022).

A Crossref concentra seu escopo predominantemente em publicações textuais e materiais editoriais derivados do fluxo de revisão por pares ou comunicação formal, como artigos de periódicos, livros, capítulos de livros, anais de congressos e relatórios técnicos (Lammey, 2015). Seu modelo de metadados foca intensamente na construção da malha de citações da literatura científica e na integridade de vínculos entre versões de um mesmo texto.

Por sua vez, a DataCite foi estruturada para estender a cultura de citação a objetos de pesquisa não tradicionais. Seu foco prioritário reside na atribuição de identificadores persistentes e na curadoria de metadados para conjuntos de dados brutos (*datasets*), *softwares*, modelos de simulação, fluxos de trabalho e coleções de repositórios institucionais (Wilkinson et al., 2016). Enquanto a Crossref indexa predominantemente a narrativa conceitual da pesquisa, a DataCite viabiliza a localização e a validação das evidências empíricas que sustentam essa narrativa.

Interoperabilidade e a Viabilização dos Princípios FAIR

A centralização e a abertura desses metadados transformam o DOI em um dos pilares de sustentação da Ciência Aberta. Por meio de APIs (*Application Programming Interfaces*), as agências de registro disponibilizam esses dados publicamente. Isso significa que indexadores, plataformas de avaliação nacionais e repositórios não precisam extrair dados individualmente dos sites de milhares de editoras; eles coletam as informações agregadas e padronizadas diretamente nos servidores das agências.

Esse fluxo operacional atende rigorosamente aos Princípios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*), formulados para otimizar a descoberta e o reuso de dados por sistemas computacionais e pesquisadores (Wilkinson et al., 2016).

A interoperabilidade garantida pelo ecossistema do DOI reside na capacidade de fazer com que sistemas heterogêneos de informação dialoguem sem fricção técnica, utilizando um vocabulário de metadados comum.

No cenário prático de preenchimento de perfis acadêmicos (como o ORCID ou, no contexto brasileiro, a Plataforma Lattes), a inserção de um DOI válido permite a importação instantânea de todos os campos de metadados. Esse processo reduz erros manuais de digitação, padroniza a representação da informação e assegura que a produção científica seja auditável e visível internacionalmente. O ecossistema de metadados atrelado ao DOI atua, portanto, como uma malha de integração informacional, transformando dados isolados em conhecimento interconectado e reutilizável.

O IMPACTO DO DOI NA INDEXAÇÃO, BIBLIOMETRIA E SISTEMAS DE AVALIAÇÃO ACADÊMICA

A consolidação do DOI como padrão na comunicação científica transformou substancialmente a forma como a literatura acadêmica é processada, contabilizada e avaliada. Longe de ser apenas um facilitador de acesso para o leitor final, o identificador opera como uma engrenagem crítica nos bastidores dos sistemas de indexação e das agências governamentais de avaliação, ditando a dinâmica da bibliometria contemporânea.

Indexação automatizada em bases de dados internacionais (Scopus e Web of Science)

Tradicionalmente, os grandes indexadores comerciais, como a *Web of Science* (Clarivate) e a *Scopus* (Elsevier), dependiam de algoritmos complexos de correspondência de texto (*string matching*) para vincular uma citação presente na lista de referências de um artigo ao seu documento de origem. Esse método analógico e baseado em texto é historicamente suscetível a erros sistemáticos devido a variações na abreviação de títulos de periódicos, erros de digitação nos nomes dos autores, omissões de paginação ou diferenças na tradução de títulos (Franceschini; Maisano; Mastrogiacomio, 2016).

Com a adoção massiva do DOI, esse cenário mudou de maneira significativa. Ao processar as referências bibliográficas de novos trabalhos, os indexadores utilizam o DOI como um indexador unívoco de validação. Se o identificador está presente e correto, a associação entre o texto que cita e a obra citada ocorre de forma automatizada e exata.

Isso mitiga o fenômeno da “fragmentação de citações”, situação na qual um mesmo artigo recebe contagens divididas nas bases de dados devido a pequenas discrepâncias na forma como foi citado por diferentes pesquisadores. Embora as bases ainda utilizem algoritmos textuais para cobrir a literatura sem identificadores, a presença do DOI eleva consideravelmente a confiabilidade da indexação de um documento dentro dessas plataformas.

O papel do DOI no cálculo de métricas bibliométricas e altmétricas

O cálculo de indicadores tradicionais de prestígio e impacto científico, como o Fator de Impacto (JCR), o *CiteScore* e o índice h de autores e instituições, depende diretamente da precisão da coleta de citações (Waltman, 2016). A ausência de um identificador persistente em uma publicação recente aumenta o risco de que suas citações não sejam computadas corretamente pelas plataformas automatizadas, mascarando o real impacto da pesquisa e afetando os índices bibliométricos do periódico e dos pesquisadores envolvidos.

Além das métricas tradicionais, o DOI tornou-se a moeda de troca fundamental para o desenvolvimento das altmetrias (métricas alternativas). Plataformas como a *Altmetric* e a *PlumX Metrics* monitoram a repercussão da ciência em espaços não acadêmicos, como redes sociais, portais de notícias, documentos de políticas públicas (gerados por órgãos como a OMS ou o Banco Mundial) e patentes.

Como a linguagem da web aberta é fluida e descentralizada, essas ferramentas de raspagem de dados utilizam amplamente identificadores persistentes, especialmente DOIs, para rastrear as menções a um trabalho. Um artigo compartilhado ou debatido na esfera pública sem o seu respectivo DOI associado à postagem torna-se virtualmente invisível para os sistemas de auditoria altimétrica.

Reflexos na avaliação nacional da pós-graduação (Qualis/CAPES)

No contexto da ciência brasileira, o impacto prático do DOI estende-se de forma direta aos processos de avaliação institucional conduzidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MEC). No sistema de avaliação dos programas de pós-graduação *Stricto Sensu*, a coleta de dados de produção intelectual é realizada por meio da Plataforma Sucupira.

A inserção de dados na plataforma e a consequente classificação periódica do sistema Qualis dependem da integridade das informações declaradas. Os sistemas de avaliação podem utilizar consultas automatizadas a registros DOI e bases de metadados para auxiliar a validação das informações declaradas. Ao registrar uma produção informando o DOI, o sistema extrai automaticamente os metadados associados, garantindo a existência do registro e a fidedignidade dos dados (como autoria, ISSN/ISBN e ano de publicação).

Essa automação é estratégica para as comissões de área da CAPES por três motivos centrais:

1. **Combate à duplicidade:** Evita que o mesmo trabalho seja contabilizado múltiplas vezes com grafias ou títulos ligeiramente diferentes dentro do mesmo programa ou em programas distintos.
2. **Validação de procedência:** Atua como um dos critérios indiretos de integridade editorial, facilitando a identificação de inconsistências em registros documentais.
3. **Avaliação do impacto de livros e capítulos:** Historicamente preteridos pelos sistemas de indexação automática em comparação aos artigos de periódicos, os livros e capítulos de livros acadêmicos ganharam maior rastreabilidade e peso na avaliação recente à medida que as editoras universitárias e comerciais passaram a adotar o DOI para monografias e coletâneas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise empreendida neste capítulo esclarece como o *Digital Object Identifier* (DOI) transcendeu sua função original de atalho persistente contra a volatilidade das URLs na internet. Na atualidade, ele se configura como uma infraestrutura crítica para a comunicação científica, atuando como o núcleo integrador de uma rede global e aberta de metadados institucionais.

Ao longo das seções, buscou-se delimitar com rigor que o valor do DOI não reside em uma capacidade autônoma de salvaguarda de arquivos, visto que a persistência de localização não se confunde com os processos complexos de preservação digital de longo prazo, mas sim na sua arquitetura de resolução distribuída via *Handle System* e na interoperabilidade que ela promove. O sucesso e a

confiabilidade dessa engrenagem dependem de um pacto de corresponsabilidade: se as agências de registro fornecem as diretrizes e as APIs para o livre fluxo de dados, cabe às organizações registrantes (editoras, universidades, repositórios e comitês editoriais) o dever contínuo de manter os metadados e as URLs de destino rigorosamente atualizados.

No panorama da Ciência Aberta e nos sistemas contemporâneos de bibliometria e avaliação de programas de pós-graduação, como o Qualis/CAPES, a adoção do identificador consolidou-se como um requisito estratégico. Ele viabiliza a transparência na contagem de citações, alimenta de forma automatizada os perfis dos pesquisadores e protege a integridade dos dados governamentais contra duplicidades e inconsistências de registro.

Para publicações de formato monográfico, coletâneas e capítulos independentes a atribuição do DOI funciona como um mecanismo de equidade informacional. Ela confere a esses trabalhos a mesma rastreabilidade e capacidade de indexação automatizada que historicamente caracterizaram os artigos de periódicos das grandes bases científicas de publicações.

Em suma, o DOI estabelece um padrão de governança informacional indispensável para que a produção científica contemporânea seja mapeada, conectada e reutilizada em escala global. Compreender seu funcionamento técnico, seus limites institucionais e sua riqueza de metadados é um passo fundamental para editores e pesquisadores que buscam inserir suas pesquisas no ecossistema digital do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Franceschini, F., Maisano, D., Mastrogiacomo, L. (2016). Empirical analysis and classification of database errors in Scopus and Web of Science. *Journal of informetrics*, 10(4), 933-953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.07.003>
- Haak, L.L. et al. (2012), ORCID: a system to uniquely identify researchers. *Learned Publishing*, 25: 259-264. <https://doi.org/10.1087/20120404>
- Kahn, R.; Wilensky, R. A framework for distributed digital object services. *International Journal on Digital Libraries*, 6(2): 115–123, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00799-005-0128-x>
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 26324:2012: Information and documentation — Digital object identifier system. Geneva: ISO, 2012.
- Paskin, N. (2005). Digital Object Identifiers for scientific data. *Data Science Journal*, 4(18). DOI: <https://doi.org/10.2481/dsj.4.12>
- Stojanovski, J. (2022). Open Science Infrastructure as a key component of Open Science. DOI: <http://doi.org/10.7557/5.6777>
- Sun, S.; Lannom, L.; Boesch, B. Handle System Overview. RFC 3650, 2003. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3650>

- Waltman, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. *Journal of informetrics*, 10(2), 365-391. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.007>
- Wilkinson, M. D. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3(1): 160018. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Índice Remissivo

B

Bibliometria, 63

Bradyrhizobium, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41

C

Consumo de energia elétrica, 23

D

Dissimilaridade, 40

DOI, 4, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

H

Handle System, 58, 60, 61, 64, 65

I

Interoperabilidade, 62

M

Mapa de calor, 39

Metadados, 61

P

Princípios FAIR, 62

Sobre os autores/organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



 **Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo**

Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora. Contato: rlustosa@hotmail.com.br



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 182 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 69 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial aplicada na Engenharia Florestar/Agronômica. É editor da Pantanal Editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Organizações Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



 **Aris Verdecia Peña**

Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas Gerais, Brasil. Profesora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e dez organizações de e-books.



9786585756822



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br