JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/ 10.52832/jesh.v6i3.759
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

POLUIÇÃO LUMINOSA E O IMPACTO NEGATIVO EM SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

LIGHT POLLUTION AND THE NEGATIVE IMPACT ON AGROSILVIPASTORY SYSTEMS

LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y EL IMPACTO NEGATIVO EN LOS SISTEMAS AGROSILVIPASTORIOS

Maraiza Mendes Feijó[1*]; Lusiane Oliveira Souza[2]; Larissa Silva Teixeira[3]; Célia Cristina Machado de Carvalho Vaz[4]; Guilherme Gonçalves Wachholz[5]; Kethlin Giovanna da Silva Ramos[6]; Wesley Kabke[7]; Stefani Curtinaz Mesquita[8]; Roberta Machado Karsburg[9]; Eduarda Medran Rangel[10]

[1; 2; 3]Mestrandas no Programa de Pós- Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAmb). Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil; [4; 5; 6; 7] Graduandos em Bacharelado em Gestão Ambiental na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil; [8] Mestranda em Biodiversidade Animal (PPGDiv). Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil; [9]Doutora em Ciências com ênfase em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil; [10]Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
*Autor correspondente: maraizafeijo1909@gmail.com.

Recebido: 16/06/2026 | **Aprovado**: 15/09/2026 | **Publicado**: 22/09/2026

Resumo: O presente artigo buscou analisar os efeitos da poluição luminosa em sistemas agrossilvipastoris, levando em consideração sua crescente relevância frente à intensificação da iluminação artificial noturna. Este estudo tem como objetivo compreender como essa forma de poluição interfere nos processos ecológicos e produtivos desses sistemas. Para realizar o estudo, foi feita uma revisão de literatura com base na análise de 12 artigos científicos recentes. Esses resultados indicam que a iluminação artificial noturna afeta diretamente o fotoperíodo das plantas, influenciando seu crescimento, floração e metabolismo, e gerando consequências em outras interações ecológicas. Também se observou a influência em organismos do solo, como minhocas, mudanças na atividade de insetos, efeitos sobre a ciclagem de nutrientes e potenciais aumentos na incidência de plantas daninhas. Essas mudanças ilustram o alto nível de dependência entre os elementos desses sistemas. É possível concluir que a poluição luminosa é uma pressão ambiental significativa, com possíveis consequências para a sustentabilidade da agricultura e a segurança alimentar, reforçando a necessidade de estratégias mais eficientes e sustentáveis no uso da iluminação artificial. Tal abordagem alinham-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e contribuem para a mitigação dos efeitos negativos em sistemas agrossilvipastoris.

Palavras-chave: Palavra Agrícola. Lumens. Luz artificial. ODS 2.

Abstract: This article aimed to analyze the effects of light pollution on agroforestry systems, considering its growing relevance in the face of the intensification of artificial night lighting. This study aims to understand how this form of pollution interferes with the ecological and productive processes of these systems. To carry out the study, a literature review was conducted based on the analysis of 12 recent scientific articles. These results indicate that artificial night lighting directly affects the photoperiod of plants, influencing their growth, flowering, and metabolism, and generating consequences in other ecological interactions. The influence on soil organisms, such as earthworms, changes in insect activity, effects on nutrient cycling, and potential increases in the incidence of weeds were also observed. These changes illustrate the high level of interdependence between the elements of these systems. It is possible to conclude that light pollution is a significant environmental pressure, with possible consequences for the sustainability of agriculture and food security, reinforcing the need for more efficient and sustainable strategies in the use of artificial lighting. This approach aligns with the Sustainable Development Goals and contributes to mitigating the negative effects on agroforestry systems.

Keywords: Agricultural. Lumens. Artificial Light. SDG 2.

Resumen: Este artículo tuvo como objetivo analizar los efectos de la contaminación lumínica en los sistemas agroforestales, considerando su creciente relevancia ante la intensificación de la iluminación artificial nocturna. Este estudio busca comprender cómo esta forma de contaminación interfiere con los procesos ecológicos y productivos de

estos sistemas. Para llevar a cabo el estudio, se realizó una revisión bibliográfica basada en el análisis de 12 artículos científicos recientes. Estos resultados indican que la iluminación artificial nocturna afecta directamente el fotoperiodo de las plantas, influyendo en su crecimiento, floración y metabolismo, y generando consecuencias en otras interacciones ecológicas. También se observó la influencia en organismos del suelo, como las lombrices de tierra, cambios en la actividad de los insectos, efectos en el ciclo de nutrientes y posibles aumentos en la incidencia de malezas. Estos cambios ilustran el alto grado de interdependencia entre los elementos de estos sistemas. Es posible concluir que la contaminación lumínica representa una presión ambiental significativa, con posibles consecuencias para la sostenibilidad de la agricultura y la seguridad alimentaria, lo que refuerza la necesidad de estrategias más eficientes y sostenibles en el uso de la iluminación artificial. Este enfoque se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y contribuye a mitigar los efectos negativos en los sistemas agroforestales.

Palabras-clave: Agrícola. Lúmenes. Luz artificial. ODS 2.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, diferentes tipos de atividades humanas como a agricultura intensiva, barragens, urbanização, mudanças no uso do solo e mudanças climáticas, vêm alterando profundamente os ciclos, desorganizam os ciclos de carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e silício, gerando desequilíbrios de nutrientes, degradação do solo, emissão de gases de efeito estufa e eutrofização de águas interiores e costeiras naturais e afetando a biodiversidade, serviços ecossistêmicos e estabilidade dos ecossistemas (Zaman, Ayaz & Puppe, 2025). Dentre essas atividades está o aumento significativo do uso da iluminação artificial noturna, resultando no fenômeno, conhecido como poluição luminosa, é definido pela introdução excessiva ou inadequada de luz artificial no ambiente noturno, modificando os padrões naturais de luminosidade e escuridão (Bará & Falchi, 2023).

A luz é fundamental no desenvolvimento, floração e senescência, regulação do crescimento e metabolismo do açúcar nas plantas, afetando diretamente na composição da parede celular, os grânulos de amido, a síntese de sacarose e a formação do feixe vascular (Wu *et al.*, 2025). O controle do fotoperíodo no crescimento das plantas envolve genes e redes reguladoras de gene que se adaptam a mudanças na duração do dia, afetando vários aspectos do desenvolvimento, como o período de floração e interrupção do crescimento (Osnato *et al.*, 2022). A alteração desse regime natural por meio da exposição à poluição luminosa pode interferir diretamente na percepção desses sinais pelas plantas, resultando em desregulação de processos fisiológicos fundamentais (Cieraad *et al.*, 2022).

A iluminação artificial noturna vem crescendo rapidamente e está sendo intitulada de novo fator global de mudanças ambientais, causando efeitos, diretos e indiretos, sobre plantas, solo, polinizadores e funcionamento de ecossistemas, inclusive agrícolas. A poluição luminosa altera ciclos claro-escuro que regulam abertura estomática, fotossíntese, metabolismo e relógios circadianos, podendo prejudicar todo desenvolvimento, como crescimento, floração e produtividade (Cezars *et al.*, 2023; Falcón *et al.*, 2020).

Segundo Wei *et al.* (2023) a poluição luminosa pode provocar alterações significativas na fisiologia vegetal, incluindo fotoinibição, estresse oxidativo e modificações na atividade fotossintética, com intensidade variável de acordo com o espectro e a duração da luz artificial. Embora a luz artificial seja usada para estimular o crescimento em ambientes controlados, a exposição contínua à iluminação noturna artificial pode reduzir o

crescimento e comprometer o desempenho fotossintético das plantas, atuando como um fator limitante ao desenvolvimento vegetal.

Além dos impactos fisiológicos individuais, a poluição luminosa também interfere em processos ecológicos mais amplos e complexos (Hölker *et al.*, 2023).

Os sistemas agrossilvipastoris são compreendidos como maneiras integradas de uso da terra que combinam, em uma mesma área, componentes agrícolas, florestais e pecuários, podendo ocorrer simultaneamente ou até mesmo com diferentes etapas ao longo do tempo. Nesses sistemas, a presença de árvores ou arbustos se associa tanto ao cultivo de plantas agrícolas quanto à criação de animais, garantindo a oferta de forragem e promovendo interações ecológicas entre os elementos do sistema. Essa integração se diferencia dos sistemas silvipastoris por incluir também a produção agrícola, ampliando a diversidade produtiva e funcional do ambiente. Além disso, a organização e o manejo desses componentes influenciam diretamente a produtividade, o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade do sistema como um todo (Nair, 1993; Oliveira, 2006; Feijó *et al.*, 2025).

No contexto agrícola, a poluição luminosa interfere diretamente nos processos fisiológicos das culturas, especialmente na regulação do fotoperíodo, afetando etapas como germinação, floração e desenvolvimento vegetativo. A luz artificial noturna pode atrasar ou antecipar o florescimento e reduzir a produtividade, mesmo em baixas intensidades luminosas (Eckels & Bugbee, 2025; Kurahara & Itsubo, 2021).

No âmbito da silvicultura, os impactos negativos também são significativos, principalmente em espécies arbóreas sensíveis ao fotoperíodo. A iluminação artificial noturna pode alterar a fenologia das plantas, promovendo antecipação da brotação e atraso da senescência foliar, além de modificar características morfológicas e interações ecológicas (Meng *et al.*, 2022; Cao, Zhang & Ma, 2023).

Sendo assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, os impactos da poluição luminosa sobre os sistemas agrícolas, com ênfase nos efeitos sobre o desenvolvimento vegetal, a produtividade e as interações ecológicas. Ao reunir evidências científicas recentes, este estudo busca contribuir para a compreensão desse fenômeno emergente e subsidiar estratégias de manejo mais sustentáveis frente aos desafios ambientais contemporâneos.

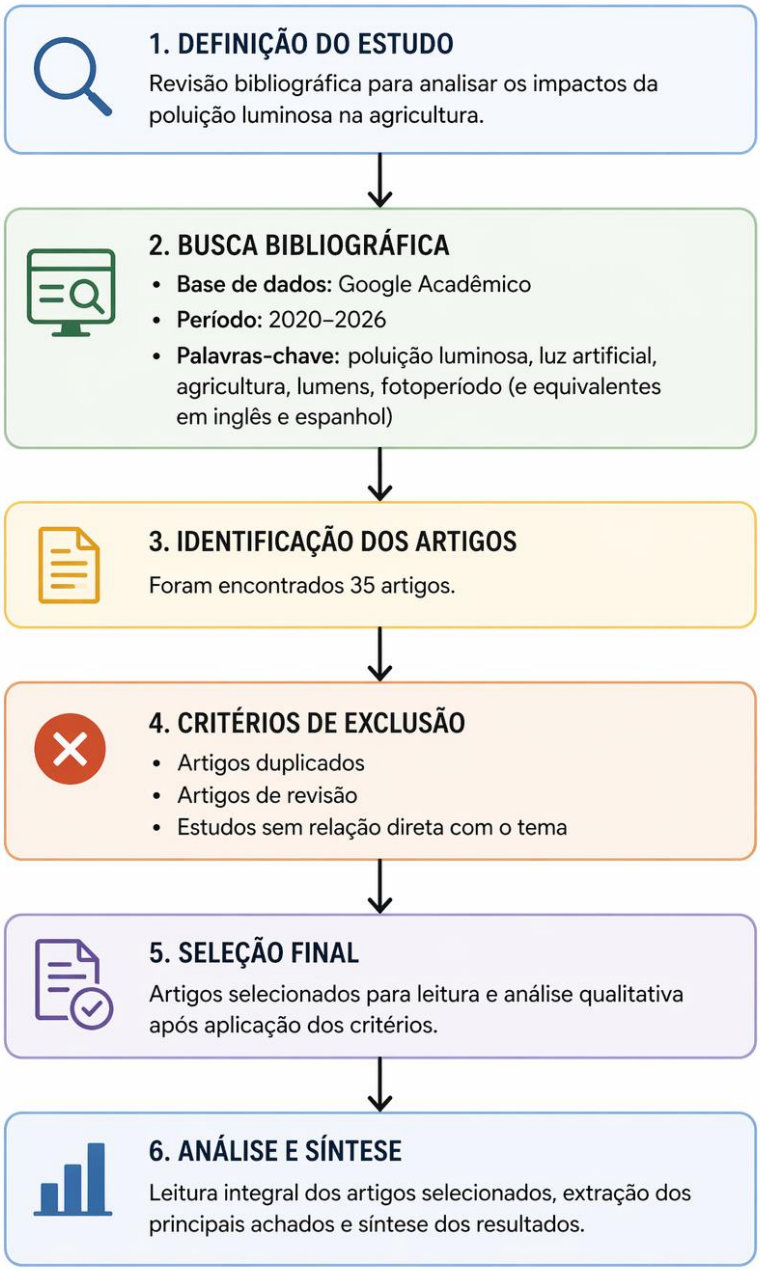
O objetivo desta pesquisa está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, especialmente aos ODS 2, 7, 12, 13 e 15, ao evidenciar que a poluição luminosa pode comprometer a produtividade agrícola, a eficiência no uso de energia e o equilíbrio dos ecossistemas. Ao analisar esses impactos negativos, o estudo contribui para a promoção de práticas mais sustentáveis, reforçando a necessidade de gestão adequada da iluminação artificial como estratégia para a conservação ambiental e a segurança alimentar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar os impactos da poluição luminosa sobre os sistemas agrossilvipastoris, especialmente em

relação aos efeitos da luz artificial no desenvolvimento vegetal e na produtividade agrícola. A figura 1 apresenta uma síntese das etapas desta pesquisa.

Figura 1 – Síntese do caminho metodológico percorrido nesta pesquisa.



Fonte: Autoral com auxílio de OpenAI (2026).

A coleta de dados foi realizada por meio de buscas sistemáticas na plataforma *Google Scholar* (Google Acadêmico), considerando publicações no período de 2020 a 2026, de modo a contemplar estudos recentes e relevantes sobre a temática. Para a busca, foram utilizadas combinações de palavras-chave em português, inglês e espanhol, tais como: poluição luminosa, luz artificial, agricultura, agrossilvipastoril, lumens, fotoperíodo.

Inicialmente, foram identificados 35 artigos científicos relacionados ao tema. Em seguida, foram utilizados critérios de inclusão e exclusão para refinamento da amostra. Como critérios de inclusão, consideraram-se: (i) estudos originais com abordagem experimental ou observacional; (ii) pesquisas que abordassem diretamente os efeitos da luz artificial em sistemas agrícolas ou plantas cultivadas; e (iii) artigos

publicados em periódicos científicos ou capítulos de livros com revisão por pares. Como critérios de exclusão, foram retirados: (i) artigos duplicados; (ii) estudos de revisão bibliográfica; e (iii) trabalhos que não apresentavam relação direta com a temática proposta.

Após a aplicação dos critérios, os 12 artigos selecionados foram analisados de forma qualitativa, com foco na identificação dos principais impactos da poluição luminosa sobre processos fisiológicos das plantas, como fotoperíodo, floração, crescimento e produtividade, bem como na quantificação dos efeitos associados à intensidade luminosa. Os dados foram organizados, comparados e interpretados à luz da literatura científica atual, permitindo a construção de uma síntese crítica sobre os efeitos negativos da luz artificial na agricultura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A poluição luminosa e a iluminação artificial noturna exercem uma pressão crescente sobre os ecossistemas naturais, incluindo o impacto negativo nas interações biológicas. O quadro 1 apresenta uma síntese dos resultados que serão apresentados e discutidos nesta pesquisa a partir de 12 artigos.

Quadro 1 – Síntese dos resultados relacionados aos problemas causados pela poluição luminosa na agricultura de acordo com os autores pesquisados.

Autor	Problema causado pela poluição luminosa
Kurahara & Itsubo (2021)	Diminuição do rendimento na cultura do arroz.
Cieraad *et al.*, (2022)	Danos no desenvolvimento do carvalho.
Meng *et al.*, (2022)	Crescimento de árvores lenhosas decíduas
Bucher *et al.*, (2023)	Redução de biomassa (gramíneas, ervas e leguminosas).
Cao, Zhang & Ma (2023)	Diminuição da herbivoria
Cezars *et al.*, (2023)	Redução da biomassa
Heinen *et al.*, (2023)	Crescimento da cevada e desenvolvimento de pulgões
Zhou et al., (2023)	Massa foliar em seringueiras
Kavassilas *et al.*, (2024)	Desequilíbrio no ecossistema e crescimento descompensado.
Eckels & Bugbee (2025)	Sensibilidade limiar de três cultivares de soja e sete de cannabis à poluição luminosa
Huynh *et al.*, (2025)	Crescimento de plântulas de soja
Xiao *et al.*, (2025)	Aceleração do crescimento da erva daninha.

Fonte: Autoral (2026).

No estudo analisado de Kurahara & Itsubo (2021), culturas de arroz (sensíveis ao fotoperíodo) apresentaram alterações fisiológicas importantes: níveis de iluminação noturna acima de 2 lux já provocam atraso no florescimento (heading), devido à interferência na expressão gênica (Hd3a) mediada pelo fitocromo, comprometendo o ciclo produtivo. Em termos quantitativos, foram estimados coeficientes de dano na produtividade de 18,9 g/m² por lux para luz branca e 16,4 g/m² por lux para luz amarelada, evidenciando perdas diretas de rendimento agrícola associadas à intensidade luminosa. Esses resultados demonstram que a luz artificial noturna atua como um poluente capaz de alterar processos fisiológicos das plantas, reduzir produtividade e gerar impactos econômicos mensuráveis na agricultura.

A análise de como a luz artificial noturna interfere diretamente nas interações ecológicas entre plantas e herbívoros, gerando efeitos em cascata nos ecossistemas, foi o trabalho de Cieraad *et al.* (2022). Em experimento de campo com duração de seis meses, a pesquisa foi conduzida com mudas de carvalho (Quercus robur), nas quais se observou que diferentes espectros de luz artificial alteraram características das plantas, como taxa de crescimento e espessura foliar, o que, por sua vez, modificou os padrões de herbivoria. Os resultados indicam que a luz noturna contínua pode tanto aumentar quanto alterar o tipo de dano causado por insetos herbívoros, dependendo do espectro luminoso e do ambiente, evidenciando que a poluição luminosa afeta não apenas o desenvolvimento vegetal, mas também as relações tróficas, com impactos variáveis conforme a espécie e o ecossistema.

Como a poluição luminosa afeta a fenologia de plantas decíduas lenhosas nos Estados Unidos, utilizando dados de satélite e observações de campo de várias espécies, foi a pesquisa de Meng *et al.* (2022). Os resultados mostraram impactos consistentes e mensuráveis no ciclo de desenvolvimento vegetal. Os dados indicam que a poluição por luz artificial antecipou a brotação das folhas em média em 8,9 ± 6,9 dias e atrasou a coloração e senescência foliar em cerca de 6,0 ± 11,9 dias. Em algumas espécies, a antecipação da brotação chegou a aproximadamente 15 dias, enquanto o atraso na coloração foliar variou até cerca de 11 dias, dependendo da espécie e da intensidade da luz artificial. O efeito também aumentou conforme a intensidade da iluminação artificial noturna, mostrando relação significativa entre nível de iluminação e magnitude da alteração fenológica. Entre as espécies analisadas (como diversas árvores decíduas de regiões temperadas), todas apresentaram algum tipo de resposta à poluição luminosa, embora com variações na intensidade do efeito. O estudo destacou que fatores ambientais como temperatura modulam essas respostas, mas a luz artificial noturna ainda atua como um forte fator de perturbação ecológica. Os dados demonstram que a iluminação artificial altera o ciclo sazonal das plantas, causando brotação mais precoce e senescência mais tardia, o que pode desregular processos ecológicos e o funcionamento dos ecossistemas em larga escala.

Bucher *et al.* (2023) mostram como a poluição luminosa reduz significativamente a diversidade e o desempenho de comunidades vegetais em ecossistemas de pastagem. A pesquisa foi conduzida com um conjunto de espécies herbáceas comuns, incluindo gramíneas, ervas e leguminosas como, tais como Holcus lanatus, Dactylis glomerata, Trifolium repens e Plantago lanceolata, nas quais se observou que a exposição contínua à luz artificial levou à diminuição da diversidade de espécies e a alterações nos traços funcionais das plantas. Os resultados indicam redução no crescimento e na produtividade de algumas espécies, enquanto outras apresentaram respostas diferenciadas, alterando a composição da comunidade. Das 16 espécies herbáceas, incluindo Bromus hordeaceus, Trifolium pratense e Plantago lanceolata houve uma redução de até 33% na biomassa total, 43% na diversidade de espécies e 34% na equitabilidade sob exposição à luz artificial noturna, além de dificultar o estabelecimento de algumas espécies. Esses efeitos evidenciam que a iluminação noturna altera a composição vegetal e a dinâmica ecológica, modificando a competição entre espécies e favorecendo aquelas mais tolerantes à luz, o que pode resultar na simplificação da vegetação e na perda de estabilidade ecológica em ambientes agrícolas e naturais.

Como a poluição luminosa altera significativamente características foliares e interações ecológicas nas espécies *Styphnolobium japonicum* e *Fraxinus pennsylvanica,* foi o estudo de Cao, Zhang & Ma (2023). Os resultados mostram aumento na rigidez das folhas e redução da herbivoria, com dados indicando que a proporção de folhas sem danos por herbívoros aumentou significativamente com a intensidade de luz (coeficientes de 0,97 ± 0,32; p = 0,002 para *S. japonicum* e −0,71 ± 0,27; p = 0,009 para *F. pennsylvanica*). Em termos práticos, a herbivoria foi reduzida para cerca de 2,1% sob iluminação artificial em *S. japonicum* (comparado a 5,3% em áreas escuras) e para 2% em *F. pennsylvanica* (contra 4,1% sem luz artificial). Além disso, houve alterações nutricionais nas folhas, como redução de nitrogênio e fósforo em *S. japonicum* e mudanças em taninos, tamanho foliar e relação C/N em *F. pennsylvanica*. Esses resultados indicam que a poluição luminosa reduz o fluxo de energia na cadeia alimentar ao diminuir a herbivoria, afetando processos ecológicos e potencialmente a biodiversidade.

Já Cezars *et al.* (2023) demonstra que a poluição luminosa provoca alterações no sistema solo-planta em comunidades de pastagem compostas por espécies como *Lolium perenne*, *Poa pratensis* e *Trifolium repens*. Os resultados indicaram redução significativa da biomassa vegetal durante o pico de crescimento, associada à diminuição da umidade do solo e da respiração edáfica sob maior intensidade luminosa. Observou-se também aumento na abundância de nematóides fitófagos, especialmente do gênero *Pratylenchus,* além de uma homogeneização das comunidades do solo. Apesar da biomassa microbiana não apresentar variação significativa, houve aumento na eficiência do uso de carbono pelos microrganismos. Esses resultados evidenciam que a poluição luminosa atua como um fator de estresse ecológico capaz de modificar processos-chave no sistema solo-planta, afetando a dinâmica biológica, a ciclagem de nutrientes e a disponibilidade hídrica. Ao favorecer organismos fitófagos e alterar a atividade microbiana, a luz artificial noturna compromete indiretamente o crescimento vegetal e a estabilidade do ecossistema. Dessa forma, seus impactos vão além das plantas, atingindo múltiplos níveis tróficos e representando um risco relevante à produtividade e à sustentabilidade de sistemas agrícolas.

Heinen *et al.* (2023) pesquisaram como a poluição luminosa, por meio da luz artificial noturna altera interações entre plantas e insetos em sistemas agrícolas, sendo conduzido com a cultura da cevada (*Hordeum vulgare*) e o pulgão *Sitobion avenae*. Os experimentos utilizaram intensidades de 15–20 lux, comparando noites totalmente iluminadas, parcialmente iluminadas e sem luz artificial. Os resultados indicaram que o crescimento das plantas foi pouco afetado, porém houve redução significativa no crescimento e na maturação das colônias de pulgões sob luz artificial noturna, sendo que a exposição parcial durante a noite causou impactos ainda mais intensos do que a iluminação contínua. Esses efeitos sugerem que a poluição luminosa interfere indiretamente na dinâmica ecológica ao desregular populações de herbívoros e a expressão gênica associada à defesa vegetal, evidenciando que alterações no regime de luz podem gerar desequilíbrios importantes nas interações planta-inseto.

Zhou *et al.* (2023) avaliaram os efeitos da poluição luminosa em plantas do sub-bosque em uma plantação de seringueiras no sul da China, ao longo de dois anos, focando na massa foliar por área (LMA) e na dinâmica de nutrientes do solo em duas espécies: *Colocasia gigantea* (tolerante à sombra) e *Melastoma candidum* (heliófila). Os resultados mostraram que a poluição luminosa reduziu significativamente a LMA em *Colocasia*

gigantea (inclinação: −0,1052; IC 95%: −0,1500 a −0,0613), indicando folhas mais "finas" e menor investimento estrutural. Já em *Melastoma candidum*, a redução foi menor e não significativa (−0,0434; IC 95%: −0,1147 a 0,0278), sugerindo menor sensibilidade à poluição luminosa. Em relação ao solo, todas as áreas apresentaram redução geral de nutrientes entre 2019 e 2022 (C, N e P), mas as áreas sob poluição luminosa mantiveram maiores concentrações relativas de nutrientes (por exemplo, em C. gigantea: C_{2022}/C_{2019} = 0,919 sob poluição luminosa vs. 0,663 sem poluição luminosa), possivelmente devido à atração de insetos pela luz artificial e sua decomposição, que pode enriquecer o solo. O estudo conclui que a poluição luminosa não atua apenas como fonte de luz, mas principalmente de forma indireta, alterando a disponibilidade de nutrientes e, consequentemente, a estratégia de crescimento das plantas.

O estudo de Kavassilas *et al.* (2024) evidencia que a poluição luminosa, especialmente na forma de luz artificial noturna, provoca alterações mensuráveis em sistemas agrícolas ao modificar interações ecológicas e processos do solo: foi observado que a atividade superficial de minhocas, organismos essenciais para a ciclagem de nutrientes, foi reduzida em cerca de 51% sob iluminação artificial, comprometendo serviços ecossistêmicos importantes; ao mesmo tempo, a luz noturna aumentou o crescimento, como altura e biomassa, de plantas de cobertura, indicando desequilíbrios no desenvolvimento vegetal; além disso, houve redução da lixiviação de água no solo, sugerindo alterações na dinâmica hídrica do sistema agrícola. Esses resultados demonstram que a poluição luminosa não atua apenas diretamente nas plantas, mas também indiretamente, ao alterar organismos do solo e processos ecológicos fundamentais, gerando impactos complexos e potencialmente negativos para a sustentabilidade agrícola.

Eckels & Bugbee (2025) investigam os efeitos da poluição luminosa (PL), definida como o fluxo indesejado de fótons durante o período noturno, sobre plantas, destacando que seus impactos já são bem conhecidos em animais, mas ainda pouco compreendidos em vegetais. A pesquisa analisou a sensibilidade de três cultivares de soja e sete de cannabis à luz artificial noturna, avaliando diferentes tipos de luz (branca fria e vermelha) e relacionando as respostas ao funcionamento do fitocromo, pigmento responsável pela percepção do fotoperíodo. Os resultados mostraram grande variabilidade entre as cultivares, indicando diferenças genéticas na sensibilidade à PL. As plantas mais sensíveis de ambas as espécies responderam a intensidades extremamente baixas de luz, na ordem de 0,01 μmol m^{-2} s^{-1} (10 nmol m^{-2} s^{-1}). Entre os principais efeitos observados estiveram o atraso na floração, a redução da taxa de desenvolvimento das inflorescências e o aumento do crescimento vertical, sugerindo alteração no padrão normal de desenvolvimento. O estudo também demonstrou que a luz vermelha provocou maior desregulação fotoperiódica do que a luz branca, coerente com a hipótese de mediação pelo fitocromo. Além disso, verificou-se que a soja pode apresentar maior tolerância à luz noturna pulsada, possivelmente por necessitar de noites mais longas para florescer, enquanto algumas cultivares de cannabis menos responsivas podem exigir períodos críticos de escuro mais extensos. De forma geral, a pesquisa reforça que a ausência de escuridão livre de poluição luminosa é essencial para o desenvolvimento adequado de plantas fotossensíveis e estabelece limiares fisiológicos importantes para compreender como a quantidade e a qualidade da luz noturna interferem no crescimento e na reprodução vegetal.

A pesquisa de Huynh *et al.* (2025) analisou os efeitos combinados da luz e da disponibilidade de nutrientes no crescimento inicial da soja em sistema hidropônico vertical, ao longo de 14 dias, avaliando parâmetros morfológicos e acúmulo de biomassa sob diferentes condições de iluminação e três níveis de nutrientes (solução completa, metade da concentração e ausência de nutrientes). Os dados mostraram que a intensidade luminosa (PPFD entre 30 e 290 μmol m^{-2} s^{-1}) teve forte influência no desenvolvimento das plântulas. Observou-se uma resposta crítica na faixa de baixa intensidade de luz azul (entre 6 e 20 μmol m^{-2} s^{-1}), na qual ocorreu um rápido declínio no crescimento, especialmente na altura da parte aérea e no comprimento do primeiro entrenó. Em intensidades mais altas de luz azul, essas variáveis deixaram de apresentar mudanças significativas, indicando um limiar de resposta fisiológica. A disponibilidade de nutrientes também foi determinante: o comprimento do primeiro entrenó e a massa seca da raiz dependeram diretamente da concentração da solução nutritiva. Além disso, o estudo mostrou que variáveis como diâmetro do caule, área foliar, massa da parte aérea, massa radicular e leitura SPAD apresentaram correlação linear positiva com a intensidade luminosa (PPFD) e a condutividade elétrica da solução. Os resultados indicam danos claros ao desenvolvimento das plântulas sob condições de baixa luz e baixa disponibilidade de nutrientes, incluindo redução do crescimento aéreo, limitação do desenvolvimento estrutural e alteração na alocação de biomassa. Em situações de estresse combinado (pouca luz e poucos nutrientes), as plantas modificaram sua estratégia fisiológica, priorizando o crescimento das raízes em detrimento do desenvolvimento da parte aérea, caracterizando uma resposta adaptativa de "busca por nutrientes". Em síntese, o estudo evidencia que desequilíbrios na iluminação e na nutrição comprometem diretamente o crescimento inicial da soja, afetando sua estrutura morfológica e eficiência fisiológica já nos primeiros estágios de desenvolvimento.

Dados como a poluição luminosa, por meio da luz artificial noturna, pode favorecer o potencial de expansão de plantas daninhas ao alterar seus ciclos fisiológicos e fenológicos foi o estudo de Xiao *et al.* (2025). A exposição à luz durante a noite prolonga o período de atividade fotossintética e interfere na regulação do fotoperíodo, resultando em maior crescimento vegetativo, antecipação ou prolongamento do florescimento e aumento na produção de biomassa. Esses efeitos podem conferir vantagem competitiva às ervas daninhas em relação às culturas agrícolas, facilitando sua disseminação e estabelecimento em diferentes ambientes. Como consequência, a poluição luminosa pode intensificar problemas agronômicos relacionados ao manejo de plantas invasoras, elevando riscos à produtividade e ao equilíbrio dos sistemas agrícolas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou os impactos da poluição luminosa em sistemas agrossilvipastoris, focando nos efeitos da iluminação artificial noturna no desenvolvimento vegetal, na produtividade e nas interações ecológicas que estruturam esses sistemas. Embora, à primeira vista, o tema possa parecer recente ou de menor relevância, evidencia-se, no contexto atual, que a intensificação da luz artificial durante a noite configura um fator de perturbação significativo nos ecossistemas.

A análise dos 12 artigos selecionados demonstra de forma consistente que a iluminação artificial noturna promove alterações no ambiente, interferindo em processos fisiológicos das plantas, como fotoperíodo, crescimento e metabolismo. Tais alterações desencadeiam efeitos em cascata no ecossistema, incluindo modificações nas interações com insetos, na atividade de organismos do solo e na ciclagem de nutrientes, além de um aumento na incidência de plantas daninhas.

Os resultados evidenciam a complexidade e a interdependência dos sistemas agrossilvipastoris, onde a poluição luminosa representa um fator de perturbação significativo com implicações para a segurança alimentar e a sustentabilidade agrícola. A compreensão desses impactos é crucial para o avanço científico e para subsidiar o planejamento de estratégias mais responsáveis no uso da iluminação artificial, visando a mitigação de efeitos negativos e a promoção de sistemas produtivos equilibrados, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Por fim, o aprofundamento das investigações, especialmente em estudos de longo prazo e em diferentes contextos produtivos e ambientais, mostra-se indispensável para ampliar a compreensão dos impactos da poluição luminosa. É fundamental desenvolver práticas agrícolas que considerem os desafios impostos pela poluição luminosa e adotar abordagens inovadoras no planejamento da iluminação artificial, conciliando demandas urbanas com a preservação do equilíbrio ecológico. O enfrentamento deste desafio exige esforços integrados entre ciência, gestão e sociedade para a construção de soluções sustentáveis.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos e Soluções Ambientais (GESA) e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCamb), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Maraiza Mendes Feijó: Metodologia; Edição; Redação. Lusiane Oliveira Souza: Redação. Larissa Silva Teixeira: Redação. Célia Cristina Machado de Carvalho Vaz: Redação. Guilherme Gonçalves Wachholz: Redação. Kethlin Giovanna da Silva Ramos: Redação. Stefani Curtinaz Mesquita: Redação. Wesley Kabke: Redação. Roberta Machado Karsburg: Conceituação; Redação; Revisão e Edição. Eduarda Medran Rangel: Conceituação; Metodologia; Redação; Revisão e Edição.

REFERÊNCIAS

Bará, S., & Falchi, F. (2023). Artificial light at night: A global disruptor of the night environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, 378*, Article 20220352. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0352.

Bucher, S. F., Uhde, L., Weigelt, A., Cesarz, S., Eisenhauer, N., Gebler, A., Kyba, C., Römermann, C., Shatwell, T., & Hines, J. (2023). Artificial light at night decreases plant diversity and performance in experimental

grassland communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*: Biological Sciences, 378(1892), 20220358. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0358.

Cao, Y., Zhang, S., & Ma, K.-M. (2024). Artificial light at night decreases leaf herbivory in typical urban areas. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1392262. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1392262.

Cesarz, S., Eisenhauer, N., Bucher, S. F., Ciobanu, M., & Hines, J. (2023). Artificial light at night (ALAN) causes shifts in soil communities and functions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*: Biological Sciences, 378(1892), 20220366. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0366.

Cieraad, E., Strange, E., Flink, M., Schrama, M., & Spoelstra, K. (2023). Artificial light at night affects plant–herbivore interactions. *Journal of Applied Ecology*, 60(6), 1107–1117. https://doi.org/10.1111/1365-2664.14336.

Eckels, M., & Bugbee, B. (2025). Revisiting light pollution effects on photoperiodic growth in short-day plants: Photon quantity and quality thresholds for sensitive species. *Environmental and Experimental Botany*, 237, 106203. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2025.106203.

Falcón, J., Torriglia, A., Attia, D., Viénot, F., Gronfier, C., Behar-Cohen, F., Martinsons, C., & Hicks, D. (2020). Exposure to artificial light at night and the consequences for flora, fauna, and ecosystems. *Frontiers in Neuroscience, 14*, 602796. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.602796.

Feijó, M. M., Souza, L. O., Soares, M. J. M., Rangel, E. M., Silva, M. P. da, & Koglin, J. C. de O. (2025). Os benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas por agricultura familiar de manejo intensivo. In *Pesquisas em engenharia florestal: manejo, conservação e melhoramento genético* (pp. 97–115). Wissen Editora. https://doi.org/10.52832/wed.148.909.

Heinen, R., Sanchez-Mahecha, O., Bezemer, T. M., Dominoni, D. M., Knappe, C., Kollmann, J., Kopatsch, A., Pfeiffer, Z. A., Schloter, M., Sturm, S., Schnitzler, J.-P., Vlot, A. C., & Weisser, W. W. (2023). Part-night exposure to artificial light at night has more detrimental effects on aphid colonies than fully lit nights. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*: Biological Sciences, 378(1892), 20220357. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0357.

Hölker, F., Jechow, A., Schroer, S., Tockner, K., & Gessner, M. O. (2023). Light pollution in freshwater ecosystems: Principles, ecological impacts, and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 378*, 20220360. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0360.

Huynh, K. A., Jolánkai, M., Kassai, M. K., Kovács, G. P., Gyuricza, C., & Balázs, L. (2025). Influence of light intensity and nutrient concentration on soybean (Glycine max (L.) Merr.) seedling growth. *Agronomy*, 15(5), 1037. https://doi.org/10.3390/agronomy15051037.

Kavassilas, Z., Mittmannsgruber, M., Gruber, E., & Zaller, J. (2024). Artificial light at night reduces the surface activity of earthworms, increases the growth of a cover crop and reduces water leaching. *Land*, 13(10), 1698. https://doi.org/10.3390/land13101698.

Kurahara, Y., & Itsubo, N. (2021). Quantitative environmental impact assessment for agricultural products caused by exposure of artificial light at night. In M. Finkbeiner (Ed.), *Towards a sustainable future*: Life cycle management (pp. 23–34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77127-0_3.

Meng, L., Zhou, Y., Román, M. O., Stokes, E. C., Wang, Z., Asrar, G. R., Mao, J., Richardson, A. D., Gu, L., & Wang, Y. (2022). Artificial light at night: An underappreciated effect on phenology of deciduous woody plants. *PNAS Nexus*, 1(2), pgac046. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac046.

Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry* (p. 16). Kluwer Academic Publishers.

Oliveira, T. K. de. (2006). Sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris: integração entre reflorestamento e pecuária. In *Sistemas agroflorestais na Amazônia* (Cap. 6, pp. 123–137). Embrapa.

Osnato, M., Cota, I., Nebhnani, P., Cereijo, U., & Pelaz, S. (2022). Photoperiod control of plant growth: Flowering time genes beyond flowering. *Frontiers in Plant Science, 12*, 805635. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.805635.

Wei, Y., Li, Z., Zhang, J., & Hu, D. (2023). Influence of artificial light at night on photosynthesis and physiological characteristics of urban plants *Euonymus japonicus* and *Rosa hybrida*. *Ecological Processes, 12*, 1–11. https://doi.org/10.1186/s13717-023-00449-6.

Wu, W., Chen, L., Liang, R., Huang, S., Li, X., Huang, B., Luo, H., Zhang, M., Wang, X., & Zhu, H. (2025). The role of light in regulating plant growth, development, and sugar metabolism: A review. *Frontiers in Plant Science, 15*, 1507628. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1507628.

Xiao, L., Wang, S., Oduor, A., Wang, Z., Zhang, H., & Liu, Y. (2025). Artificial light at night alters morphology, phenology, and reproductive capacity in an annual herb. *bioRxiv*. https://doi.org/10.1101/2022.12.11.519667.

Zaman, W.; Ayaz, A.; Puppe, D. Biogeochemical cycles in plant–soil systems: significance for agriculture, interconnections, and anthropogenic disruptions. *Biology,* v. 14, n. 4, p. 433, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/biology14040433.

Zhou, C., Nakamura, A., Song, X., & Katabuchi, M. (2023). Artificial light at night (ALAN) influences understory plant traits through ecological processes: A two-year experiment in a rubber plantation in China. *Ecologies*, 4(4), 704–713. https://doi.org/10.3390/ecologies4040046.