REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

USO DA POLILAMININA NA REGENERAÇÃO APÓS LESÃO MEDULAR: EVIDÊNCIAS ATUAIS, BARREIRAS CIENTÍFICAS E PERSPECTIVAS TERAPÊUTICAS

THE USE OF POLYLAMININ IN SPINAL CORD INJURY REGENERATION: CURRENT EVIDENCE, SCIENTIFIC BARRIERS, AND THERAPEUTIC PROSPECTS

Ciências Biológicas, Ciências da Saúde • 10/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794126893

Andressa Rayssa Martins Alves[1]

Ana Lara Ferreira Barros de Miranda[2]

Débora Melo Cunha[3]

Isabella de Oliveira Januário[4]

Natalia Monteiro Lopes Santos[5]

Sarah Bárbara da Silva e Sousa[6]

Vitória Gabriella Monteiro Alves Ribeiro[7]

Paolla Algarte Fernandes[8]

RESUMO

A polilaminina constitui um biomaterial de interesse para a medicina regenerativa, especialmente por seu potencial na recuperação de tecidos lesionados. Este estudo analisa os mecanismos de ação, as evidências científicas disponíveis, as limitações metodológicas e as perspectivas terapêuticas do uso da polilaminina na regeneração após lesão medular. Trata-se de uma revisão da literatura, de caráter descritivo e analítico, com abordagem qualitativa, realizada por meio de buscas nas bases PubMed, SciELO Google Acadêmico e nas referências de publicações pertinentes. Foram considerados estudos publicados entre 2020 e 2026, em português, inglês e espanhol, abrangendo pesquisas experimentais, pré-clínicas, clínicas e revisões da literatura. Após a seleção, dez publicações compuseram a análise. Os resultados apontaram propriedades estruturais relevantes e efeitos celulares relacionados à organização dos neuritos, à atividade das células de Schwann e a marcadores associados à mielinização. Estudos experimentais e clínicos também relataram resultados funcionais preliminares no contexto da lesão medular. A análise identificou limitações relacionadas ao número reduzido de participantes e à certeza das evidências disponíveis. Conclui-se que a polilaminina apresenta potencial terapêutico para a regeneração após lesão medular, e estudos controlados, com amostras maiores e acompanhamento prolongado, poderão contribuir para esclarecer sua eficácia e segurança.

Palavras-chave: Polilaminina; Lesão medular; Engenharia tecidual; Proteínas da matriz extracelular; Medicina regenerativa.

ABSTRACT

Polylaminin is a biomaterial of interest in regenerative medicine, particularly owing to its potential role in tissue repair. This study

analyzes the mechanisms of action, available scientific evidence, methodological limitations, and therapeutic prospects of polylaminin in regeneration following spinal cord injury. This study is a descriptive and analytical literature review with a qualitative approach, conducted through searches of the PubMed, SciELO databases, Google Scholar, and the reference lists of relevant publications. Studies published between 2020 and 2026 in Portuguese, English, and Spanish were considered, including experimental, preclinical, and clinical studies, as well as literature reviews. Following the selection process, ten publications were included in the analysis. The results highlighted relevant structural properties and cellular effects related to neurite organization, Schwann cell activity, and markers associated with myelination. Experimental and clinical studies also reported preliminary functional outcomes, particularly in the context of spinal cord injury. The analysis identified limitations associated with the small number of participants and the certainty of the available evidence. The findings suggest that polylaminin has therapeutic potential for regeneration following spinal cord injury, and that controlled studies with larger sample sizes and longer follow-up periods may help clarify its efficacy and safety.

Keywords: Polylaminin; Spinal cord injury; Tissue engineering; Extracellular matrix proteins; Regenerative medicine.

1. INTRODUÇÃO

A lesão medular espinhal representa uma importante condição clínica devido ao seu potencial de provocar alterações motoras, sensitivas e autonômicas, comprometendo a independência funcional e a qualidade de vida dos indivíduos acometidos. Suas consequências podem exigir acompanhamento multiprofissional

prolongado e adaptações nas atividades cotidianas. Nesse contexto, a busca por estratégias capazes de favorecer a recuperação funcional e a regeneração dos tecidos lesionados permanece relevante para a pesquisa biomédica (Silva et al., 2025).

A complexidade da recuperação medular está relacionada às alterações celulares e moleculares desencadeadas após a lesão, que podem comprometer a integridade do tecido nervoso e dificultar sua reorganização. Por esse motivo, o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas exige a compreensão dos mecanismos envolvidos no reparo tecidual e das condições necessárias para favorecer a interação entre as células e o ambiente lesionado. A medicina regenerativa tem investigado diferentes alternativas nesse campo, incluindo biomateriais destinados a oferecer suporte estrutural e favorecer processos biológicos associados à recuperação (Chen et al., 2024).

Entre os componentes envolvidos na organização dos tecidos, a matriz extracelular exerce funções importantes na sustentação, na adesão e na comunicação celular. Suas moléculas participam da regulação de processos relacionados à migração, à diferenciação e à organização das células, apresentando relevância para a manutenção da integridade tecidual. Nesse contexto, a laminina destaca-se como uma glicoproteína da matriz extracelular que participa de interações fundamentais para a organização de diferentes tecidos, despertando interesse em pesquisas voltadas à engenharia tecidual e à medicina regenerativa (Coelho-Sampaio et al., 2020).

A polilaminina corresponde a uma forma polimerizada da laminina, investigada por suas características estruturais e por suas possíveis

aplicações biomédicas. Sua organização supramolecular constitui objeto de estudos que buscam compreender as propriedades do material e sua interação com componentes celulares. A investigação dessa proteína modificada insere-se em um campo científico que procura desenvolver alternativas para favorecer a recuperação de tecidos lesionados, especialmente em situações nas quais os mecanismos naturais de reparação apresentam limitações (Braga, 2026).

Apesar do interesse por novas estratégias regenerativas, a investigação de biomateriais exige uma avaliação criteriosa de seus fundamentos biológicos, métodos de aplicação e possíveis efeitos. Estudos celulares, pesquisas com modelos animais e investigações clínicas apresentam características distintas e contribuem de maneiras diferentes para a construção do conhecimento científico. Por isso, a análise dessas pesquisas deve considerar os desenhos metodológicos empregados, os critérios de avaliação e as limitações que podem interferir na interpretação dos achados e em sua futura aplicação clínica (Chen et al., 2024).

A relevância deste tema está relacionada à necessidade de ampliar o conhecimento sobre alternativas terapêuticas em desenvolvimento e compreender os desafios científicos envolvidos em sua investigação. A análise crítica da literatura permite reunir informações dispersas, identificar lacunas no conhecimento e delimitar questões que ainda precisam ser esclarecidas. Dessa forma, o estudo da polilaminina apresenta importância científica e acadêmica, pois contribui para a discussão sobre biomateriais e estratégias regenerativas, além de favorecer uma compreensão fundamentada de suas possibilidades de aplicação na área da saúde (Moreira et al., 2026).

Diante desse contexto, estabelece-se como problema de pesquisa a seguinte questão: quais são os mecanismos de ação, as evidências científicas disponíveis, as limitações e as perspectivas futuras do uso da polilaminina na regeneração após lesão medular? Para responder a essa questão, este estudo tem como objetivo analisar os mecanismos pelos quais a polilaminina pode favorecer a regeneração medular, examinar as evidências provenientes de estudos experimentais e clínicos, identificar as principais limitações metodológicas e científicas das pesquisas existentes e discutir os desafios que ainda precisam ser superados para sua possível aplicação clínica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA / REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Lesão Medular e Medicina Regenerativa

A lesão medular é uma condição que pode comprometer as funções motora, sensitiva e autonômica, provocando diferentes graus de incapacidade. Suas consequências dependem da localização e da extensão da lesão, além dos processos celulares e moleculares desencadeados após o trauma. A recuperação funcional permanece um desafio importante para a investigação de novas estratégias terapêuticas (Silva et al., 2025).

Nesse contexto, a medicina regenerativa busca desenvolver estratégias capazes de favorecer a reparação ou a recuperação funcional de tecidos lesionados. Entre as abordagens investigadas estão o uso de células, moléculas bioativas e biomateriais, incluindo hidrogéis, scaffolds e matrizes biomiméticas. Esses materiais podem fornecer suporte estrutural e reproduzir características do microambiente extracelular. Sua investigação exige a consideração

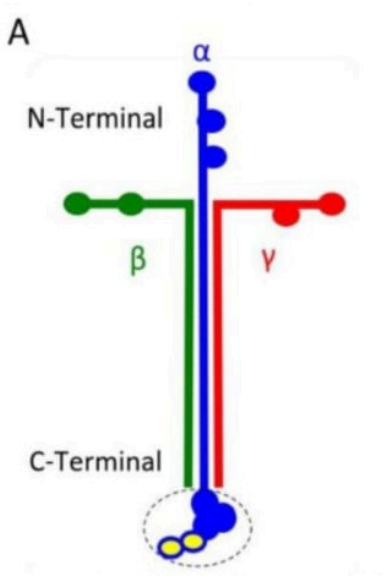
de propriedades como biocompatibilidade, composição e interação com o tecido receptor, especialmente quando destinados à regeneração neural (Chen et al., 2024).

2.2. Matriz Extracelular e Laminina

A matriz extracelular é uma rede de macromoléculas que fornece suporte estrutural aos tecidos e participa da regulação das interações celulares. Seus componentes influenciam processos como adesão, migração e diferenciação celular, sendo relevantes para o desenvolvimento de biomateriais regenerativos (Chen et al., 2024).

Entre esses componentes, destaca-se a laminina, uma glicoproteína presente nas membranas basais, estruturas envolvidas na organização e sustentação dos tecidos. Sua estrutura é formada por três cadeias polipeptídicas, denominadas α, β e γ, organizadas em uma configuração com três braços curtos e um braço longo (Coelho-Sampaio et al., 2020).

Figura 1. Estrutura heterotrimérica da laminina, constituída pelas cadeias α, β e γ.



Fonte: Adaptado de Braga (2026).

A laminina interage com outros componentes da matriz extracelular e com receptores celulares, participando de processos de adesão e sinalização. Essas propriedades tornam essa proteína relevante para a investigação de materiais destinados à engenharia tecidual e à regeneração neural (Coelho-Sampaio et al., 2020).

2.3. Polilaminina: Origem e Organização Supramolecular

A polilaminina é um material obtido pela autoassociação de moléculas de laminina em condições específicas, formando uma organização supramolecular em rede. Essa estrutura constitui um aspecto importante para compreender suas propriedades e seu potencial como biomaterial (Coelho-Sampaio et al., 2020).

A organização da polilaminina permite investigar como a disposição das moléculas de laminina contribui para a formação de estruturas biomiméticas. Sua caracterização também auxilia na compreensão das interações do material com outros componentes da matriz extracelular (Coelho-Sampaio et al., 2020).

As propriedades estruturais e físico-químicas da polilaminina são relevantes para compreender seu comportamento e suas possíveis aplicações. Entretanto, as características descritas devem ser diferenciadas das hipóteses sobre seus efeitos biológicos, que precisam ser avaliadas conforme as evidências experimentais disponíveis (Coelho-Sampaio et al., 2020; Braga, 2026).

2.4. Fundamentos Biológicos da Polilaminina e Biomateriais na Regeneração Neural

As interações entre a matriz extracelular e as células envolvem receptores de membrana, como as integrinas, que participam da adesão celular e de vias de sinalização. Esses mecanismos são importantes para compreender como componentes da matriz podem influenciar o comportamento celular (Coelho-Sampaio et al., 2020).

Na regeneração neural, o crescimento axonal, a organização celular e a interação entre neurônios e células de suporte são processos relevantes para a recuperação do tecido nervoso. Nesse contexto, biomateriais biomiméticos são investigados por sua capacidade de fornecer suporte estrutural e favorecer interações celulares (Chen et al., 2024).

Por ser derivada da laminina, a polilaminina desperta interesse como biomaterial para pesquisas sobre regeneração neural. Entretanto, sua fundamentação biológica não comprova, isoladamente, eficácia ou segurança terapêutica, sendo necessária a análise dos resultados experimentais e clínicos disponíveis (Coelho-Sampaio et al., 2020; Moreira et al., 2026).

Assim, a investigação da polilaminina deve distinguir os mecanismos propostos, as propriedades estruturais descritas e os resultados efetivamente demonstrados. A avaliação crítica da eficácia, da segurança e das limitações metodológicas dos estudos será desenvolvida na seção de resultados e discussão (Chen et al., 2024; Moreira et al., 2026).

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento da Pesquisa

Trata-se de uma revisão da literatura, de caráter descritivo e analítico, com abordagem qualitativa, cujo objetivo é analisar os mecanismos de ação, as evidências científicas disponíveis, as limitações e as perspectivas terapêuticas da polilaminina na regeneração após lesão medular. A pesquisa compreendeu a busca bibliográfica, a seleção das publicações pertinentes, a leitura dos textos completos e a análise crítica dos métodos, resultados e limitações dos estudos incluídos.

3.2. Fontes de Informação e Estratégias de Busca

A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed, SciELO e no Google Acadêmico, sendo complementada pela busca manual nas listas de referências de publicações relacionadas ao tema. O recorte temporal foi estabelecido previamente, abrangendo publicações de 2020 a 2026, com o objetivo de priorizar os avanços científicos recentes sobre a polilaminina. Foram consideradas publicações em português, inglês e espanhol.

As estratégias de busca registradas incluíram as combinações “Laminin” AND “Musculoskeletal Diseases”; “polylaminin”; “Laminin”

AND “Spinal Cord Injuries”; “Laminin” AND “Regeneration”; “Medicina Regenerativa” AND “Matriz Extracelular”; e “Laminina” AND “Lesão Medular”. Os termos foram empregados conforme as estratégias utilizadas em cada fonte de informação.

Na PubMed, a busca por “Laminin” AND “Musculoskeletal Diseases” recuperou 156 resultados, constituindo uma busca exploratória ampla. A estratégia “polylaminin” identificou cinco resultados, dos quais quatro foram encaminhados para avaliação dos resumos. A combinação “Laminin” AND “Spinal Cord Injuries” apresentou 35 resultados, dos quais sete foram selecionados para análise dos resumos.

Na SciELO, a busca por “Laminin” AND “Regeneration” não identificou resultados no recorte temporal estabelecido. A combinação “Medicina Regenerativa” AND “Matriz Extracelular” recuperou três resultados, dos quais dois foram encaminhados para avaliação dos resumos.

No Google Acadêmico, a busca por “Laminina” AND “Lesão Medular” identificou 26 resultados, dos quais oito foram selecionados para avaliação dos resumos. Adicionalmente, a busca manual nas referências de publicações pertinentes identificou dez referências iniciais, das quais sete foram mantidas para avaliação dos resumos.

3.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram considerados elegíveis os trabalhos publicados entre 2020 e 2026, disponíveis na íntegra, redigidos em português, inglês ou espanhol e relacionados à polilaminina, à laminina, à matriz extracelular ou aos mecanismos de regeneração neural pertinentes à lesão medular.

Foram consideradas diferentes modalidades de publicação científica, incluindo estudos experimentais, pré-clínicos, clínicos e revisões da literatura, desde que contribuíssem para os objetivos da pesquisa. Publicações sem avaliação por pares puderam ser consideradas quando pertinentes, observando-se suas limitações e o nível de evidência apresentado.

Foram excluídos registros duplicados, resumos de congressos, cartas ao editor, e trabalhos sem relação suficiente com a pergunta da pesquisa. Também foram excluídas publicações anteriores a 2020. Estudos sobre outros biomateriais ou componentes da matriz extracelular foram considerados quando contribuíam para a compreensão dos mecanismos de regeneração neural ou para a contextualização científica do tema. Seus achados foram interpretados como evidências indiretas, não sendo utilizados isoladamente para demonstrar a eficácia da polilaminina na lesão medular.

3.4. Seleção dos Estudos e Extração das Informações

A seleção ocorreu mediante análise dos títulos, avaliação dos resumos e leitura dos textos completos potencialmente relevantes. Conforme os registros da pesquisa, 24 textos completos foram avaliados e dez estudos foram selecionados para compor a análise final da revisão.

A inclusão das publicações considerou sua pertinência em relação à pergunta de pesquisa e aos objetivos do trabalho, bem como a qualidade das evidências apresentadas. Foi dada prioridade aos estudos diretamente relacionados à polilaminina na lesão medular, enquanto as demais publicações foram utilizadas como apoio

teórico, de acordo com sua contribuição para a compreensão dos mecanismos biológicos, das propriedades dos biomateriais e dos processos de regeneração neural.

A extração das informações foi realizada manualmente por meio de fichamentos individuais e de uma tabela comparativa. Foram considerados aspectos como autoria, ano de publicação, objetivo, delineamento metodológico, principais resultados, conclusões, contribuição para a pesquisa e limitações identificadas. Essa organização possibilitou comparar os achados, identificar convergências e divergências e reconhecer lacunas no conhecimento científico disponível.

3.5. Análise e Síntese dos Resultados

Os estudos selecionados foram submetidos a uma análise crítica, descritiva e comparativa, organizada nos seguintes eixos temáticos: mecanismos de ação da polilaminina; evidências científicas sobre sua aplicação na regeneração após lesão medular; eficácia e segurança; limitações metodológicas e científicas; e perspectivas terapêuticas.

Na interpretação dos resultados, foram consideradas a relação de cada publicação com o objeto de estudo, as características do delineamento metodológico, o tamanho amostral, a presença ou ausência de grupos de controle e as limitações descritas pelos autores ou identificadas durante a leitura crítica. Também foram diferenciadas as evidências provenientes de estudos experimentais *in vitro*, pesquisas em modelos animais, investigações clínicas em seres humanos e revisões da literatura, respeitando-se o alcance de cada delineamento.

A apreciação da qualidade das evidências foi realizada de forma crítica e qualitativa, considerando as características metodológicas e as limitações dos estudos. Não foi aplicada uma escala formal de avaliação do risco de viés. Por esse motivo, os resultados foram interpretados considerando o nível de evidência e as limitações de cada investigação, evitando conclusões definitivas sobre a eficácia e a segurança da polilaminina em seres humanos a partir de estudos experimentais ou clínicos preliminares.

Por fim, a síntese buscou discutir o potencial terapêutico da polilaminina, as limitações do conhecimento científico disponível e os desafios para sua aplicação clínica, distinguindo os achados diretamente relacionados à intervenção daqueles provenientes de estudos utilizados para contextualização teórica.

4. RESULTADOS

4.1. Identificação e Seleção dos Estudos

O processo de identificação e seleção das publicações foi organizado em etapas de identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão, utilizando elementos de apresentação do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020). Essa organização permitiu apresentar quantitativamente os registros identificados e as decisões tomadas ao longo da seleção. Como esta revisão é descrita como narrativa/descritiva e não informa protocolo registrado nem avaliação formal do risco de viés, a menção ao PRISMA deve ser entendida como referência para a apresentação do fluxo, e não como afirmação de cumprimento integral de uma revisão sistemática.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed, SciELO, Google Acadêmico e por meio de busca manual nas referências previamente identificadas no projeto de pesquisa. Foram utilizados termos relacionados à polilaminina, à laminina, à lesão medular, à regeneração e à medicina regenerativa, incluindo as estratégias *polylaminin*; *Laminin* AND *Spinal Cord Injuries*; *Laminin* AND *Regeneration*; *Medicina Regenerativa* AND *Matriz Extracelular*; e *Laminina* AND *Lesão Medular*. O período de publicação considerado para a seleção foi de 2020 a 2026, conforme os critérios estabelecidos no projeto.

Na PubMed, a busca pelo termo *polylaminin* recuperou cinco registros. Após a avaliação dos títulos, quatro foram mantidos para leitura dos resumos e um foi excluído. A estratégia *Laminin* AND *Spinal Cord Injuries* identificou 35 registros, dos quais sete foram selecionados para avaliação dos resumos, enquanto 28 foram excluídos após a leitura dos títulos.

Na SciELO, a busca por *Laminin* AND *Regeneration* não identificou registros. Já a combinação *Medicina Regenerativa* AND *Matriz Extracelular* recuperou três publicações, das quais duas foram mantidas para avaliação posterior e uma foi excluída pelo título por abordar o uso de plasma rico em plaquetas no tratamento de queimaduras cutâneas, sem relação direta com o objetivo da revisão.

No Google Acadêmico, a busca por *Laminina* AND *Lesão Medular* identificou 26 registros. Após a leitura dos títulos, oito foram selecionados para avaliação dos resumos e 18 foram excluídos por não apresentarem relação suficientemente direta com o objeto de estudo. Ademais, a busca manual nas referências do projeto

identificou dez publicações para análise, contribuindo para a identificação de estudos e revisões relacionados ao tema.

Ao reunir os resultados das estratégias descritas, foram contabilizados 79 registros identificados. Após a remoção de um registro duplicado, 78 publicações permaneceram para triagem por título. Nessa etapa, 50 registros foram excluídos, principalmente por não abordarem diretamente a polilaminina ou a laminina em contextos relacionados à regeneração do sistema nervoso, à lesão medular ou às doenças do aparelho locomotor.

Os 28 registros restantes foram submetidos à avaliação dos resumos. Após essa etapa, quatro publicações foram excluídas, e 24 textos completos foram encaminhados para avaliação de elegibilidade. A leitura integral resultou na exclusão de 14 publicações, que não atenderam suficientemente aos critérios definidos para a síntese final. Dessa forma, dez publicações foram incluídas na composição dos resultados desta revisão.

A busca exploratória mais ampla realizada na PubMed com os termos *Laminin* AND *Musculoskeletal Diseases*, que recuperou 156 registros, não foi contabilizada no fluxo de seleção, uma vez que não foi submetida às mesmas etapas de triagem e avaliação de elegibilidade.

4.2. Fluxo de Seleção dos Estudos Segundo a Estrutura PRISMA

O processo de seleção foi sintetizado em quatro etapas: identificação dos registros, triagem inicial, avaliação de elegibilidade por meio da leitura dos textos completos e inclusão das publicações na síntese final.

Quadro 1. Síntese do processo de identificação e seleção das publicações.

Etapa	Procedimento	Número de registros
Identificação	Registros identificados nas estratégias de busca	79
Identificação	Registros duplicados removidos	1
Triagem	Registros submetidos à leitura dos títulos	78
Triagem	Registros excluídos após a leitura dos títulos	50
Triagem	Registros encaminhados para avaliação dos resumos	28
Triagem	Publicações excluídas após a leitura dos resumos	4
Elegibilidade	Textos completos avaliados	24
Elegibilidade	Publicações excluídas após a leitura integral	14
Inclusão	Publicações incluídas na síntese final	10

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A representação quantitativa evidencia que a maior redução no número de registros ocorreu durante a triagem dos títulos, quando foram excluídas 50 publicações. Posteriormente, quatro registros foram excluídos após a avaliação dos resumos e 14 após a leitura

integral. Ao final, dez publicações compuseram a síntese dos resultados.

4.3. Caracterização das Publicações Excluídas Após a Leitura Integral

Dos 24 textos completos avaliados, 14 foram excluídos por não atenderem suficientemente aos critérios de elegibilidade. As justificativas registradas envolveram diferenças quanto à intervenção investigada, ao tecido ou à condição clínica estudada, ao tipo de biomaterial empregado e à natureza da publicação.

Entre os estudos experimentais, Jiang et al. (2023) investigaram um hidrogel contendo o peptídeo IKVAV, derivado da laminina, sem avaliar diretamente a polilaminina completa. Kalotra et al. abordaram scaffolds compostos por colágeno e laminina associados à substância 5-NOT, sem investigar a polilaminina como intervenção isolada. Zhu et al. (2024), por sua vez, examinaram mecanismos moleculares envolvendo Lamc1 e ginsenosídeo Rg1, sem avaliar diretamente a administração terapêutica da polilaminina. Yu et al. (2024) investigaram um filme de ácido polilático e quitosana funcionalizado com IKVAV e associado à regeneração após lesão medular, sem utilizar a polilaminina completa.

Mogas Barcons et al. (2021) avaliaram implantes funcionalizados com laminina em condições experimentais *in vitro*, com foco na distribuição e no comportamento de células-tronco em biomateriais, sem investigação direta da polilaminina como intervenção terapêutica. Santos et al. (2021/2022) estudaram scaffolds tendinosos descelularizados e sua integração celular em

modelo experimental relacionado ao manguito rotador, sem foco específico na polilaminina.

Outras publicações foram excluídas por concentrarem-se em aplicações diferentes daquelas delimitadas para a síntese. Metafune et al. (2025) abordaram o papel da matriz extracelular na regeneração de nervos periféricos, enquanto Raj e Joshi (2025) discutiram estratégias de matriz extracelular para regeneração nervosa periférica e manejo da dor neuropática. Wu et al. (2025) apresentaram uma revisão abrangente sobre biomateriais aplicados à neuroengenharia, sem investigação específica da polilaminina como intervenção.

Também foram identificadas publicações de revisão ou opinião que não atenderam suficientemente aos critérios adotados para a seleção final. Guimarães (2026) publicou uma análise de caráter narrativo e opinativo sobre regeneração e reabilitação; Bueno et al. (2026) reuniram informações sobre a trajetória e as perspectivas clínicas da polilaminina em uma revisão narrativa. Essas publicações foram excluídas da síntese final conforme a delimitação metodológica adotada para o conjunto de estudos selecionados.

Em conjunto, as exclusões ocorreram principalmente porque as publicações não investigavam diretamente a intervenção de interesse, abordavam biomateriais ou componentes diferentes da polilaminina completa, concentravam-se em condições distintas daquelas delimitadas para a revisão ou não se enquadravam no recorte metodológico definido.

4.4. Caracterização dos Estudos Incluídos

As dez publicações incluídas apresentaram diferentes delineamentos e níveis de investigação, abrangendo estudos experimentais, pesquisa clínica piloto e revisões da literatura. Os trabalhos abordaram aspectos estruturais da polilaminina, mecanismos celulares associados à regeneração neural, resultados funcionais em modelos de lesão medular, evidências clínicas iniciais e estratégias relacionadas à aplicação terapêutica do biomaterial.

Entre os estudos experimentais, Coelho-Sampaio et al. (2020) investigaram a organização da polilaminina adsorvida em substratos planares e sua relação com o colágeno tipo IV. Sardella-Silva et al. (2026) avaliaram os efeitos de superfícies de laminina e polilaminina sobre a interação entre neurônios sensitivos e células de Schwann, com análise de marcadores relacionados à diferenciação glial, à mielinização e à sinalização intracelular. Braga (2026) abordou a estrutura química, a organização supramolecular e as propriedades físico-químicas da polilaminina.

No campo das evidências terapêuticas, Chize et al. (2025) realizaram um estudo longitudinal com cães com lesão medular crônica, avaliando a aplicação de polilaminina associada ao fator neurotrófico derivado de células gliais (GDNF) ou à condroitinase ABC. Menezes et al. (2024) conduziram um estudo piloto aberto em seres humanos com lesão medular aguda completa, avaliando a aplicação intramedular da polilaminina e a evolução clínica dos participantes durante o acompanhamento.

As publicações de revisão incluídas apresentaram diferentes enfoques. Chen et al. (2024) revisaram estratégias terapêuticas baseadas em biomateriais para a lesão medular. Leitão et al. (2026) realizaram uma revisão sistemática sobre eficácia e segurança da

polilaminina na regeneração neural. Moreira KR et al. (2026) abordaram os avanços clínicos e os desafios regulatórios relacionados à polilaminina no Brasil. Vieira et al. (2026) realizaram uma revisão de escopo sobre estratégias nanotecnológicas associadas à polilaminina na regeneração da medula espinhal. Silva et al. (2025), por sua vez, analisaram características sociodemográficas e causas do traumatismo raquimedular, fornecendo dados epidemiológicos relacionados à condição clínica abordada no conjunto de publicações.

Quadro 2. Caracterização geral das publicações incluídas na revisão.

Autor e ano	Tipo de publicação ou delineamento	Tema principal
Coelho-Sampaio et al. (2020)	Estudo experimental *in vitro*	Organização estrutural da polilaminina e relação com o colágeno tipo IV
Silva et al. (2025)	Revisão da literatura	Características sociodemográficas e causas do traumatismo raquimedular
Chen et al. (2024)	Revisão da literatura	Biomateriais e estratégias regenerativas para lesão medular
Menezes et al. (2024)	Estudo clínico piloto aberto	Aplicação de polilaminina em pessoas com lesão medular aguda completa
Chize et al. (2025)	Estudo longitudinal em modelo canino	Aplicação terapêutica em cães com lesão medular crônica
Sardella-Silva et al. (2026)	Estudo experimental *in vitro*	Interação entre neurônios e células de Schwann e marcadores relacionados à mielinização

Braga (2026)	Estudo de caráter estrutural e físico-químico	Estrutura química e organização supramolecular da polilaminina
Leitão et al. (2026)	Revisão sistemática	Eficácia e segurança da polilaminina na regeneração neural
Moreira KR et al. (2026)	Revisão narrativa	Avanços clínicos e aspectos regulatórios no Brasil
Vieira et al. (2026)	Revisão de escopo	Estratégias nanotecnológicas associadas à polilaminina na regeneração medular

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Observa-se, portanto, que as publicações incluídas não se restringiram a estudos de intervenção terapêutica. O conjunto também compreendeu investigações estruturais e celulares, revisões de evidências e um estudo voltado à caracterização epidemiológica da lesão medular. Essa diversidade de abordagens foi considerada na organização descritiva dos resultados.

5. DISCUSSÃO

5.1. Interpretação Geral das Evidências Sobre a Polilaminina

A análise das dez publicações incluídas nesta revisão demonstra que a polilaminina constitui uma estratégia experimental de interesse para a regeneração neural, especialmente no contexto da lesão medular. Os estudos selecionados abrangem diferentes níveis de investigação, desde a caracterização estrutural do biomaterial e a avaliação de mecanismos celulares até experimentos em modelos animais, resultados clínicos preliminares e revisões sobre suas

aplicações terapêuticas. Essa diversidade permite compreender o potencial biológico da polilaminina, mas também evidencia que o conhecimento disponível ainda apresenta limitações importantes quanto à demonstração de eficácia clínica e à segurança em longo prazo.

Em conjunto, os resultados sugerem que a polilaminina apresenta propriedades biológicas que justificam a continuidade das investigações. Entretanto, é necessário diferenciar a demonstração de atividade biológica em condições experimentais da comprovação de benefício clínico. A observação de alterações celulares, melhora em escores funcionais ou mudanças em exames de imagem não estabelece, isoladamente, que a intervenção seja responsável pela recuperação observada. Essa distinção é particularmente relevante porque os estudos incluídos apresentam delineamentos, modelos experimentais, desfechos e níveis de controle metodológico distintos.

5.2. Propriedades Estruturais da Polilaminina e Possíveis Mecanismos de Ação

A compreensão do potencial regenerativo da polilaminina exige considerar a importância da matriz extracelular na organização e no funcionamento dos tecidos. A matriz extracelular não atua apenas como suporte estrutural, mas também participa das interações entre células e seu microambiente, influenciando processos como adesão, migração, diferenciação e sinalização celular. Nesse contexto, a laminina apresenta relevância para a organização dos tecidos e para a interação entre as células e os componentes da matriz extracelular.

Coelho-Sampaio et al. (2020) investigaram a organização estrutural da polilaminina adsorvida em substratos planares e sua conformação em relação ao colágeno tipo IV. Braga (2026), por sua vez, abordou propriedades químicas, físico-químicas e supramoleculares do biomaterial. Esses estudos contribuem para a compreensão de sua organização molecular e oferecem fundamentos para investigar como suas características estruturais podem influenciar as interações celulares.

A organização do biomaterial é relevante porque as propriedades de uma matriz podem modificar a maneira como as células reconhecem, aderem e respondem ao ambiente extracelular. Entretanto, a caracterização estrutural, por si só, não comprova que a polilaminina seja capaz de promover regeneração funcional em organismos vivos. Para estabelecer essa relação, é necessário demonstrar que as propriedades observadas se traduzem em respostas celulares reprodutíveis e, posteriormente, em benefícios funcionais em modelos experimentais e clínicos.

Essa distinção também se aplica à interpretação dos mecanismos propostos para a regeneração neural. Embora a polilaminina seja investigada por sua capacidade de favorecer condições associadas ao crescimento e à organização celular, a recuperação de uma lesão medular envolve múltiplos processos biológicos, incluindo a preservação de células viáveis, a reorganização dos circuitos neurais, a formação de conexões funcionais e a integração entre os tecidos lesionados e os sistemas nervosos preservados. Portanto, a participação do biomaterial em algumas dessas etapas não significa, necessariamente, que todos os componentes necessários à recuperação funcional sejam restabelecidos.

A revisão de Chen et al. (2024) contextualiza essa questão ao abordar diferentes estratégias baseadas em biomateriais para a regeneração da medula espinhal, incluindo sistemas naturais, sintéticos, nanoestruturados e híbridos. Esse panorama demonstra que o desenvolvimento de intervenções regenerativas envolve diferentes abordagens para modificar o microambiente da lesão. Nesse cenário, a polilaminina representa uma das possibilidades investigadas, cuja contribuição específica precisa ser estabelecida por meio de comparações experimentais adequadas.

5.3. Evidências Celulares e Implicações para a Regeneração Neural

Entre os estudos incluídos, Sardella-Silva et al. (2026) oferecem informações relevantes sobre os efeitos da polilaminina em processos celulares associados à regeneração neural. Os autores avaliaram explantes de gânglios da raiz dorsal de camundongos neonatais e observaram diferenças na organização dos neuritos e das células de Schwann, além de alterações em marcadores relacionados à diferenciação glial e à mielinização.

Entre os marcadores avaliados estavam Krox-20, proteína básica da mielina (MBP) e ErbB2. O estudo também identificou alterações nos agrupamentos de conexina-43, nos transientes intracelulares de cálcio e na fosforilação de proteínas envolvidas em vias de sinalização celular, incluindo FAK e AKT. Esses resultados indicam que a interação das células com a polilaminina esteve associada a modificações em diferentes processos celulares, sugerindo que seus efeitos experimentais não se restringem à organização física dos neuritos.

Um aspecto relevante desse estudo foi a comparação entre a polilaminina e a laminina polimerizada em pH 7. Enquanto a condição com laminina favoreceu mais intensamente a migração celular e o crescimento neurítico, a polilaminina apresentou resultados associados a eventos de maturação glial e mielinização. Essa diferença sugere que as propriedades do substrato podem influenciar de maneira distinta o comportamento celular, dependendo do processo biológico avaliado.

A observação é importante porque a regeneração neural não depende exclusivamente do crescimento dos prolongamentos neuronais. A organização das células de suporte, a diferenciação glial e a mielinização também podem participar do restabelecimento das condições necessárias à condução dos impulsos nervosos. Entretanto, a presença de alterações em marcadores moleculares ou celulares deve ser interpretada como evidência de respostas biológicas associadas à intervenção, e não como demonstração direta de recuperação funcional em um organismo.

Além disso, o modelo experimental utilizado por Sardella-Silva et al. (2026) apresenta limitações para a extrapolação dos resultados. Os explantes de animais neonatais avaliados em condições *in vitro* não reproduzem integralmente a complexidade de uma lesão medular traumática em seres humanos. A lesão medular envolve alterações no tecido nervoso, processos inflamatórios, modificações do microambiente e possíveis danos a diferentes estruturas envolvidas na função motora e sensitiva. Dessa forma, os resultados celulares representam uma etapa importante da investigação, mas precisam ser complementados por experimentos que demonstrem efeitos consistentes em modelos mais complexos.

Consequentemente, a principal contribuição desse estudo consiste em ampliar a compreensão dos possíveis efeitos celulares da polilaminina e fornecer hipóteses para investigações posteriores. Estudos futuros deverão avaliar se as alterações observadas são reproduzíveis em diferentes modelos, se persistem ao longo do tempo e se apresentam associação com medidas funcionais relevantes.

5.4. Evidências Pré-Clínicas em Modelos Animais

A investigação de intervenções regenerativas em modelos animais representa uma etapa importante para avaliar resultados funcionais, tolerabilidade e aspectos da aplicação que não podem ser completamente examinados em experimentos celulares. Nesse contexto, Chize et al. (2025) acompanharam seis cães com lesão medular crônica, de origem traumática ou associada à doença do disco intervertebral, submetidos à aplicação intramedular de polilaminina associada ao fator neurotrófico derivado de células gliais (GDNF) ou à condroitinase ABC.

Antes da intervenção, os animais passaram por um período de acompanhamento fisioterapêutico de quatro a cinco meses, utilizado pelos autores para avaliar a evolução clínica e reduzir a possibilidade de atribuir à intervenção uma recuperação espontânea que já estivesse em andamento. Após a aplicação, os participantes foram acompanhados durante seis meses, com avaliações clínicas, laboratoriais e funcionais.

Durante o acompanhamento, foram observados aumentos nos escores funcionais utilizados no estudo. O escore TSCIS passou de 2,2 para 3,2, enquanto o escore OFS aumentou de 1,5 para 3,1, com

diferenças estatisticamente significativas ao longo do tempo (p < 0,001 para ambos). Os autores também não identificaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos de tratamento.

Esses resultados indicam que houve melhora nos parâmetros funcionais avaliados durante o acompanhamento dos animais. A existência de um período prévio de observação clínica constitui um aspecto relevante do delineamento, pois permite caracterizar parcialmente a evolução anterior à intervenção. Ainda assim, a interpretação dos resultados exige cautela, principalmente devido ao número reduzido de participantes e à ausência de um grupo de controle que não recebesse polilaminina.

Outro aspecto importante é que ambos os grupos receberam polilaminina, associada a diferentes intervenções complementares. Portanto, a melhora observada não permite isolar o efeito específico da polilaminina, nem determinar sua contribuição em relação ao GDNF, à condroitinase ABC, à fisioterapia ou à evolução clínica dos animais. A ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos também não demonstra equivalência entre as estratégias, especialmente diante de uma amostra tão pequena.

A heterogeneidade das lesões constitui outra limitação, pois diferenças na origem, na extensão e na gravidade do comprometimento medular podem influenciar o prognóstico e a resposta funcional. Além disso, a ausência de um grupo de controle adequado limita a capacidade de estabelecer relações causais entre a administração do biomaterial e as mudanças observadas.

Quanto à segurança, Chize et al. (2025) não relataram eventos adversos graves relacionados à intervenção nem alterações

laboratoriais clinicamente relevantes durante o período observado. Esse resultado é favorável para a continuidade da investigação, mas não permite estabelecer um perfil de segurança definitivo. O número reduzido de animais e o tempo limitado de acompanhamento restringem a capacidade de identificar eventos raros, complicações tardias ou efeitos que dependam de condições clínicas específicas.

Dessa maneira, o estudo em cães contribui para a investigação da viabilidade da aplicação terapêutica da polilaminina e fornece resultados funcionais preliminares. Entretanto, são necessários estudos com amostras maiores, grupos de controle apropriados, padronização das características das lesões e acompanhamento prolongado para determinar a magnitude do benefício e a segurança da intervenção.

5.5. Evidências Clínicas em Seres Humanos

As evidências clínicas disponíveis constituem uma etapa especialmente relevante para avaliar a possibilidade de aplicação da polilaminina em pessoas com lesão medular. Menezes et al. (2024) apresentaram um estudo piloto aberto com oito pacientes com lesão medular aguda completa, submetidos à aplicação intramedular do biomaterial em média 2,3 dias após o trauma, com acompanhamento de até 12 meses.

Segundo os resultados relatados pelos autores, seis dos oito participantes apresentaram retorno de contração motora voluntária abaixo do nível da lesão. Três pacientes apresentaram mudança de classificação para AIS C ou D no primeiro mês, enquanto outros três alcançaram a classificação AIS C até o terceiro mês.

A AIS (American Spinal Injury Association Impairment Scale) é uma escala utilizada para avaliar a gravidade das lesões medulares, classificando o comprometimento motor e sensitivo em cinco categorias, de A a E. A classificação AIS A indica lesão completa, sem preservação das funções sensitivas e motoras nos segmentos sacrais, enquanto as categorias B, C e D representam diferentes graus de preservação dessas funções, com comprometimento motor variável. Já a AIS E indica funções sensitivas e motoras normais ao exame. O estudo também descreveu resultados relacionados à avaliação dos potenciais evocados, com sinais de recuperação de vias motoras e sensitivas em alguns participantes.

Esses achados são clinicamente relevantes por envolverem pacientes com lesão medular aguda inicialmente classificada como completa. A observação de mudanças motoras e de classificação neurológica justifica o aprofundamento da investigação sobre a polilaminina como possível estratégia regenerativa. Contudo, a relevância clínica dos resultados não elimina as limitações do delineamento empregado.

Por se tratar de um estudo piloto aberto, com amostra reduzida e sem grupo de controle, não é possível determinar com segurança em que medida as mudanças observadas decorreram especificamente da administração da polilaminina. A evolução após uma lesão medular pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo as características iniciais da lesão, a extensão do dano tecidual, as intervenções clínicas concomitantes, a reabilitação e a própria evolução neurológica ao longo do tempo.

A ausência de um grupo comparador impede estimar qual teria sido a evolução dos participantes sem a intervenção. Além disso, o

conhecimento de que o paciente recebeu o tratamento pode influenciar determinadas avaliações clínicas quando não há cegamento dos avaliadores. Assim, os resultados devem ser interpretados como observações preliminares que sustentam a necessidade de estudos confirmatórios, e não como prova definitiva de eficácia terapêutica.

Outro aspecto importante é a distinção entre o retorno de contração motora voluntária, a mudança de classificação neurológica e a recuperação funcional efetiva. Embora esses desfechos possam estar relacionados, eles não são equivalentes. A avaliação da eficácia de uma intervenção regenerativa deve considerar não apenas a presença de respostas motoras, mas também sua extensão, sua persistência e seu impacto sobre a independência funcional, a sensibilidade, a mobilidade e a qualidade de vida dos pacientes.

O estudo relatou ainda três óbitos durante o acompanhamento, atribuídos pelos autores e pelo comitê de ética à gravidade do quadro clínico, e não à intervenção. Também não foram identificadas alterações renais ou hepáticas graves atribuídas diretamente à polilaminina. Esses dados devem ser apresentados de forma contextualizada: a atribuição dos óbitos à gravidade clínica corresponde à interpretação relatada pelos autores, mas o tamanho da amostra não permite excluir definitivamente riscos incomuns ou estabelecer a segurança do biomaterial em diferentes populações.

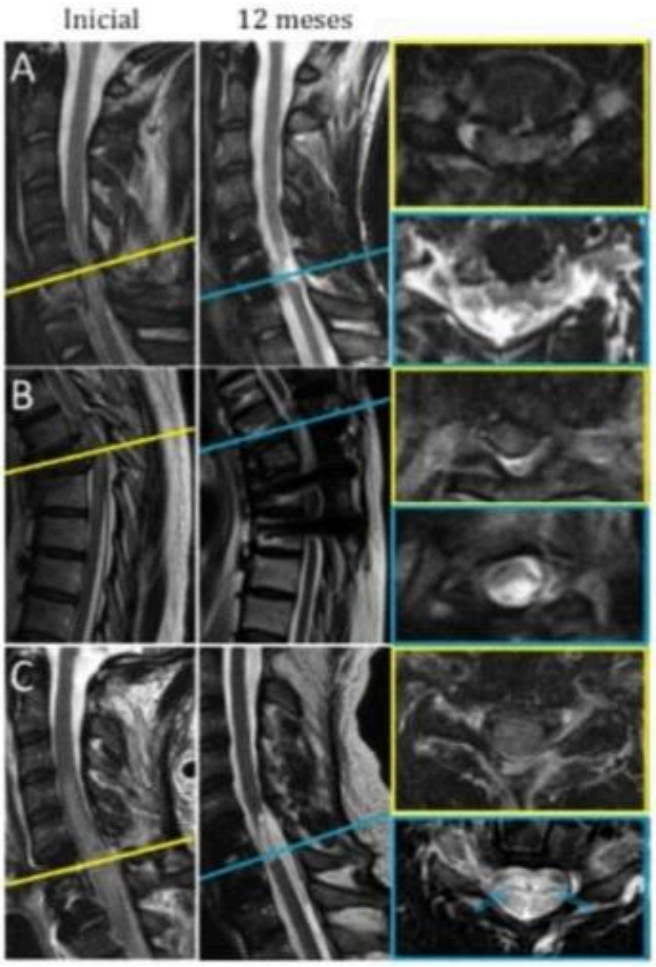
Portanto, o estudo de Menezes et al. (2024) representa uma evidência clínica inicial de interesse, mas seus resultados precisam ser confirmados por investigações prospectivas, controladas e com maior número de participantes. Esses estudos deverão adotar critérios de inclusão bem definidos, avaliações neurológicas

padronizadas, acompanhamento prolongado e medidas funcionais capazes de demonstrar a relevância clínica de eventuais mudanças observadas.

5.5.1. Contribuição dos Exames de Imagem para a Avaliação da Lesão Medular

A avaliação por imagem pode contribuir para a caracterização anatômica da lesão medular e para o acompanhamento das alterações estruturais ao longo do tempo. Nesse sentido, as imagens de ressonância magnética apresentadas na Figura 2 permitem contextualizar visualmente a evolução estrutural descrita no estudo de Menezes et al. (2024).

Figura 2. Ressonância magnética da medula espinhal antes e após a administração de polilaminina.



Fonte: Adaptado de Menezes et al. (2024).

A análise de exames de imagem deve considerar as características anatômicas apresentadas, o intervalo entre os exames e a descrição fornecida pelos autores do estudo original. Eventuais diferenças entre as imagens podem contribuir para a avaliação da evolução morfológica da lesão, mas não devem ser interpretadas isoladamente como comprovação de regeneração neural ou de recuperação funcional.

Essa cautela é necessária porque alterações estruturais observadas em exames de imagem não demonstram, por si só, a formação de conexões nervosas funcionais, a restauração da condução dos impulsos ou a recuperação de atividades motoras e sensitivas. Para sustentar uma relação entre alterações anatômicas e benefício clínico, é necessário integrar os achados de imagem às avaliações

neurológicas, aos exames funcionais e à evolução clínica dos pacientes.

5.6. Segurança e Desafios da Aplicação Terapêutica

A segurança representa um dos aspectos centrais para o desenvolvimento clínico da polilaminina, especialmente considerando sua aplicação diretamente no tecido medular. A análise das publicações incluídas identificou resultados preliminares favoráveis em relação à ausência de eventos adversos graves atribuídos à intervenção nos estudos de Menezes et al. (2024) e Chize et al. (2025). Entretanto, a interpretação desses achados precisa considerar as limitações dos delineamentos e o número reduzido de participantes.

A ausência de eventos graves observados em uma amostra pequena não equivale à demonstração de segurança. Estudos com poucos participantes apresentam capacidade limitada para detectar complicações raras, efeitos cumulativos ou eventos que possam surgir após períodos prolongados. Da mesma forma, a ausência de alterações laboratoriais relevantes durante o acompanhamento não exclui a possibilidade de outros tipos de efeitos adversos.

A revisão de Vieira et al. (2026), voltada à segurança translacional, destaca a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a biocompatibilidade, a estabilidade do biomaterial e a reprodutibilidade de sua produção e formulação. Esses aspectos são fundamentais para que os resultados obtidos em condições experimentais possam ser reproduzidos em estudos clínicos e, eventualmente, em contextos de aplicação mais amplos.

A padronização da produção é particularmente importante para biomateriais cuja organização estrutural pode influenciar suas propriedades biológicas. Diferenças na composição, na preparação, nas condições de armazenamento e nas características físico-químicas podem comprometer a comparabilidade entre lotes e a reprodução dos resultados. Assim, a caracterização consistente do produto utilizado em cada investigação deve constituir uma etapa essencial do desenvolvimento terapêutico.

Outro desafio consiste em avaliar os riscos associados ao procedimento de administração. A aplicação intramedular envolve uma intervenção diretamente relacionada a uma estrutura anatômica de elevada importância funcional. Por isso, a avaliação de segurança deve considerar não apenas os possíveis efeitos biológicos do biomaterial, mas também as complicações relacionadas ao procedimento, a seleção dos pacientes e as condições clínicas em que a intervenção é realizada.

Moreira KR et al. (2026) abordam os avanços clínicos e os aspectos regulatórios relacionados à polilaminina no Brasil, destacando a importância da validação toxicológica e imunológica, da padronização produtiva e da realização de estudos clínicos controlados. Esses elementos são necessários para avaliar a relação entre os possíveis benefícios e os riscos da intervenção, além de estabelecer parâmetros reprodutíveis para sua investigação.

Dessa forma, os dados disponíveis permitem reconhecer que a segurança da polilaminina tem sido investigada em etapas iniciais, mas não autorizam concluir que todos os riscos estejam estabelecidos ou que sua utilização seja segura em longo prazo. A continuidade das pesquisas deverá incluir protocolos de

monitoramento de eventos adversos, avaliações laboratoriais e clínicas padronizadas e acompanhamento suficiente para identificar possíveis complicações tardias.

5.7. Qualidade das Evidências e Limitações dos Estudos Disponíveis

Uma das principais limitações identificadas nesta revisão é a heterogeneidade das publicações incluídas. Os dez trabalhos abrangem estudos estruturais, experimentos celulares, investigação em modelo animal, estudo clínico piloto e diferentes tipos de revisão. Embora essa diversidade contribua para uma compreensão abrangente do tema, ela dificulta a comparação direta dos resultados e impede que todas as publicações sejam interpretadas como evidências equivalentes de eficácia terapêutica.

Os estudos estruturais e celulares fornecem informações sobre as propriedades do biomaterial e seus possíveis efeitos biológicos, mas não demonstram diretamente benefício clínico. Os experimentos em animais permitem avaliar respostas funcionais em organismos vivos, porém apresentam limitações relacionadas às diferenças entre espécies, aos modelos de lesão e às condições de aplicação. Já os estudos clínicos são essenciais para examinar a resposta em seres humanos, mas precisam apresentar delineamentos capazes de controlar fatores de confusão e reduzir o risco de viés.

No caso do estudo de Chize et al. (2025), o número reduzido de animais, a heterogeneidade das lesões e a ausência de um grupo de controle sem polilaminina limitam a interpretação dos resultados. Em relação a Menezes et al. (2024), o delineamento aberto, a amostra de oito participantes e a ausência de grupo comparador

impedem estabelecer uma relação causal entre a administração do biomaterial e a evolução clínica observada.

A revisão sistemática de Leitão et al. (2026) contribui para essa avaliação ao classificar a certeza das evidências como baixa a muito baixa. Essa classificação indica que os resultados disponíveis devem ser interpretados com cautela e que novas pesquisas podem modificar substancialmente a compreensão sobre os benefícios e os riscos da intervenção. A ausência de evidências de alta certeza não significa que a polilaminina seja ineficaz, mas demonstra que ainda não há sustentação suficiente para conclusões clínicas definitivas.

A falta de padronização entre os estudos também constitui um obstáculo. Diferenças entre os modelos experimentais, as características das lesões, os procedimentos de administração, as intervenções associadas e os desfechos avaliados dificultam a síntese comparativa. Quando os estudos utilizam medidas distintas, torna-se mais difícil estabelecer a consistência dos resultados e identificar quais condições podem estar associadas a uma resposta mais favorável.

Outro aspecto que merece atenção é a concentração de parte das investigações em grupos de pesquisa e contextos experimentais relacionados. Embora a continuidade de uma linha de pesquisa seja importante para o desenvolvimento científico, a reprodução independente dos resultados é necessária para verificar sua consistência e reduzir a possibilidade de que os achados dependam de condições específicas de um único grupo.

No que se refere à presente revisão, a síntese deve ser interpretada à luz do processo de seleção e das características das publicações

incluídas. A diversidade dos delineamentos e a quantidade limitada de estudos diretamente voltados à avaliação terapêutica restringem a possibilidade de conclusões definitivas. Além disso, publicações sobre laminina, componentes derivados da laminina ou outros biomateriais não devem ser consideradas automaticamente evidências diretas sobre a polilaminina completa. A distinção entre essas intervenções é necessária para preservar a precisão da análise.

Por fim, a presença de uma publicação em determinada etapa de investigação não equivale à validação de seus resultados. Os dados celulares, pré-clínicos e clínicos devem ser interpretados de acordo com seus respectivos delineamentos, reconhecendo tanto as contribuições de cada estudo quanto suas limitações. Essa abordagem permite valorizar os achados promissores sem extrapolar o alcance das evidências disponíveis.

5.8. Perspectivas Terapêuticas e Prioridades para Pesquisas Futuras

As perspectivas de desenvolvimento da polilaminina dependem da capacidade de transformar os resultados experimentais iniciais em evidências consistentes de benefício e segurança. Para isso, é necessário estabelecer uma sequência de investigação que integre a caracterização do biomaterial, a reprodução dos resultados pré-clínicos, a padronização dos procedimentos de administração e a realização de estudos clínicos metodologicamente robustos.

No campo experimental, pesquisas futuras devem aprofundar a relação entre as propriedades estruturais da polilaminina e as respostas celulares observadas. A investigação de marcadores de diferenciação, mielinização e sinalização intracelular pode contribuir

para identificar mecanismos associados à intervenção. Entretanto, esses resultados devem ser relacionados a desfechos funcionais em modelos apropriados, permitindo avaliar se as alterações celulares se traduzem em recuperação neurológica mensurável.

Nos estudos com animais, a inclusão de grupos de controle adequados é fundamental para distinguir o efeito específico da polilaminina daquele relacionado a intervenções concomitantes, à reabilitação ou à evolução natural da lesão. Também é importante padronizar os critérios de seleção, a gravidade e a localização das lesões, os procedimentos de administração e os métodos de avaliação funcional. O acompanhamento prolongado poderá contribuir para identificar a persistência dos resultados e possíveis efeitos adversos tardios.

Na investigação clínica, estudos prospectivos e controlados deverão avaliar a eficácia e a segurança da polilaminina em populações bem caracterizadas. A seleção de desfechos deverá incluir medidas neurológicas padronizadas, avaliações motoras e sensitivas, independência funcional e qualidade de vida. Quando viável e eticamente apropriado, a comparação com grupos de controle e a utilização de procedimentos de avaliação com redução de vieses serão fundamentais para estabelecer a contribuição específica da intervenção.

A padronização da produção e da formulação também deve ser considerada uma prioridade. A caracterização das propriedades físico-químicas, a reprodutibilidade entre lotes, a estabilidade e a definição de parâmetros de armazenamento e administração são necessárias para garantir que os resultados possam ser reproduzidos em diferentes centros de pesquisa. A avaliação toxicológica e

imunológica deverá acompanhar essas etapas, fornecendo informações para a caracterização dos riscos e para o planejamento dos estudos clínicos.

As estratégias discutidas por Chen et al. (2024) demonstram que o campo da regeneração medular também explora biomateriais nanoestruturados, scaffolds híbridos e sistemas de liberação controlada. Vieira et al. (2026) abordam estratégias nanotecnológicas associadas à polilaminina, incluindo nanohidrogéis, nanofibras, scaffolds e sistemas de liberação controlada. Essas abordagens ampliam o campo de investigação, mas devem ser avaliadas de acordo com suas próprias características e evidências. A associação da polilaminina a outros sistemas não implica automaticamente maior eficácia e exige estudos específicos para determinar compatibilidade, estabilidade, segurança e contribuição terapêutica de cada componente.

No contexto brasileiro, os desafios regulatórios e produtivos descritos por Moreira KR et al. (2026) reforçam a necessidade de integração entre pesquisa básica, desenvolvimento tecnológico, avaliação de segurança e estudos clínicos. A progressão para etapas mais avançadas de investigação deve ser sustentada por resultados reprodutíveis e por documentação adequada das características do biomaterial e dos procedimentos empregados. A eventual incorporação clínica dependerá de evidências suficientes de qualidade, segurança e eficácia, além do atendimento aos requisitos regulatórios aplicáveis.

Dessa maneira, o avanço da polilaminina como possível intervenção para lesões medulares exige uma abordagem integrada. A continuidade da investigação não deve se limitar à identificação de

resultados favoráveis, mas também buscar esclarecer os mecanismos envolvidos, determinar a magnitude dos efeitos, estabelecer os limites da intervenção e identificar os pacientes e as condições em que ela poderia apresentar benefício. A consolidação dessas informações será essencial para avaliar sua relevância terapêutica.

6. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura permite reconhecer a polilaminina como objeto relevante de investigação no campo da medicina regenerativa. Suas características estruturais e os mecanismos biológicos estudados justificam a continuidade das pesquisas sobre sua utilização em processos de regeneração tecidual. Entretanto, o interesse científico por essa abordagem deve ser diferenciado da comprovação de benefício terapêutico, uma vez que os fundamentos biológicos de uma intervenção, isoladamente, não estabelecem sua eficácia clínica.

O objetivo proposto foi alcançado por meio da análise dos mecanismos investigados, das evidências disponíveis e das principais limitações científicas relacionadas à polilaminina. A avaliação dos diferentes tipos de estudo demonstra a importância de interpretar os achados de acordo com o desenho metodológico, as características das amostras e os desfechos avaliados. Assim, a literatura analisada permite compreender o estágio de desenvolvimento dessa abordagem, mas não sustenta uma conclusão definitiva sobre sua eficácia clínica para o tratamento de lesões medulares.

As limitações metodológicas identificadas reforçam a necessidade de ampliar a qualidade e a consistência das evidências disponíveis. Diferenças entre protocolos, amostras reduzidas, ausência de grupos de comparação adequados em determinadas pesquisas e limitações no acompanhamento podem dificultar a interpretação dos resultados. Além disso, os achados obtidos em modelos experimentais não podem ser diretamente extrapolados para a prática clínica, sendo necessário considerar as diferenças entre as condições experimentais e a complexidade dos quadros apresentados pelos pacientes.

O avanço do conhecimento sobre a polilaminina depende da realização de estudos com maior rigor metodológico, critérios de avaliação padronizados e acompanhamento adequado. Também é importante aprofundar a investigação de seus mecanismos de ação, das condições de aplicação, da reprodutibilidade dos procedimentos e dos aspectos relacionados à segurança. Essas etapas poderão contribuir para esclarecer a magnitude dos possíveis benefícios, identificar eventuais riscos e determinar em quais condições sua utilização poderá apresentar relevância terapêutica.

Conclui-se que a polilaminina representa uma possibilidade de investigação científica no desenvolvimento de estratégias regenerativas, mas sua aplicação clínica depende da superação de lacunas ainda existentes no conhecimento. As evidências analisadas justificam a continuidade das pesquisas, sem permitir afirmar que sua eficácia e segurança estejam definitivamente estabelecidas. Portanto, estudos futuros mais consistentes serão fundamentais para delimitar seu potencial terapêutico e fundamentar, de maneira segura e cientificamente adequada, sua eventual incorporação à prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, Ecson Gama. Estrutura química, organização supramolecular e propriedades físico-químicas da polilaminina (PLn): uma análise estrutural avançada e perspectivas para investigação química. **Revista Egan,** v. 2, n. 2, e0008, 2026. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.18674756. Disponível em: https://revistaegan.com.br/index.php/revistaegan/article/view/zenodo.18674756. Acesso em: 30 ago. 2026.

CHEN, Keyi *et al.* Biomaterial-based regenerative therapeutic strategies for spinal cord injury. **NPG Asia Materials,** v. 16, art. 5, 2024. DOI: https://doi.org/10.1038/s41427-023-00526-4. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41427-023-00526-4. Acesso em: 24 ago. 2026.

CHIZE, Carolina de Miranda *et al.* A laminin-based therapy for dogs with chronic spinal cord injury: promising results of a longitudinal trial. **Frontiers in Veterinary Science,** v. 12, art. 1592687, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1592687. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2025.1592687/full. Acesso em: 30 ago. 2026.

COELHO-SAMPAIO, Tatiana *et al.* Type IV collagen conforms to the organization of polylaminin adsorbed on planar substrata. **Acta Biomaterialia,** v. 111, p. 242–253, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.05.021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706120302919. Acesso em: 20 ago. 2026.

LEITÃO, Vítor Rocha *et al.* Eficácia e segurança da polilaminina na regeneração neural: revisão sistemática. **Revista Tópicos,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 31, p. 1–21, 2026. DOI: https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774422650. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/eficacia-e-seguranca-da-polilaminina-na-regeneracao-neural-revisao-sistematica. Acesso em: 24 ago. 2026.

MENEZES, Karla *et al.* Return of voluntary motor contraction after complete spinal cord injury: a pilot human study on polylaminin. **medRxiv,** 2024. DOI: https://doi.org/10.1101/2024.02.19.24301010. Disponível em: https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.02.19.24301010v1.full. Acesso em: 24 ago. 2026.

MOREIRA, K. R. *et al.* Inovação terapêutica em lesão medular no Brasil: avanços clínicos da polilaminina e desafios regulatórios. In: **Studies in Health and Society.** 2026. p. 206–214. DOI: https://doi.org/10.63330/aurumpub.034-016. Disponível em: https://aurumpublicacoes.com/index.php/editora/article/download/1114/1220. Acesso em: 22 ago. 2026.

SARDELLA-SILVA, Gabriela *et al.* Optimized laminin surfaces induce spontaneous myelination by neonate mice dorsal root ganglia. **Molecular and Cellular Neuroscience,** v. 137, art. 104089, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mcn.2026.104089. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41862041/. Acesso em: 30 ago. 2026.

SILVA, Gabriel Oliveira da *et al.* Traumatismo raquimedular: aspectos sociodemográficos e causas. **Caderno Pedagógico,** v. 22, n. 10, art. e19381, 2025. DOI: https://doi.org/10.54033/cadpedv22n10-257.

Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/19381. Acesso em: 22 ago. 2026.

VIEIRA, David Stênio da Silva *et al.* Estratégias nanotecnológicas associadas à polilaminina na regeneração da medula espinhal de pessoas acometidas com paraplegia: revisão de escopo. **Veredas do Direito,** v. 23, art. e235195, 2026. DOI: https://doi.org/10.18623/rvd.v23.5195. Disponível em: https://doi.org/10.18623/rvd.v23.5195. Acesso em: 30 ago. 2026.

---

[1] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas *Campus* Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[2] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[3] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[4] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[5] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[6] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[7] Discente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas Campus Paracatu. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail

[8] Orientadora: Doutora em Ciências pela Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto (EERP-USP). Docente do Curso Superior de Medicina do Centro Universitário Atenas *Campus Paracatu*. E-mail: paollaalgarteyahoo.com.br