

**COLEGIADO DO CURSO DE BIOMEDICINA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

CÉLULAS-TRONCO NO TRATAMENTO DE DIABETES MELLITUS TIPO 1

Helane Gabriella Souza de Almeida¹

Orientadora Alessandra Borges Sanches de Oliveira²

RESUMO

O Diabetes Mellitus tipo 1 é uma doença crônica e autoimune causada pela destruição das células beta do pâncreas, o que compromete a produção de insulina e leva ao aumento da glicose no sangue. Embora o tratamento com insulina ajude a controlar a glicemia, ele não recupera a função pancreática. A terapia com células-tronco surge como uma alternativa promissora, por sua capacidade de regenerar tecidos e restaurar a produção natural de insulina. Apesar dos avanços, ainda existem desafios relacionados à segurança e à eficácia do tratamento, mas os resultados clínicos mostram melhora no controle glicêmico e na qualidade de vida dos pacientes. Diante do exposto o estudo tem como objetivo geral avaliar a eficácia do uso da terapia celular com células tronco em pacientes com Diabete Mellitus Tipo 1. Este trabalho caracteriza-se como um estudo bibliográfico de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória. A pesquisa foi realizada por meio de levantamento de produções científicas disponíveis em bases de dados nacionais e internacionais, como Scielo, PubMed, Lilacs, Bireme e Google Acadêmico. Entende-se que o uso de células-tronco no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 tem potencial para transformar a forma como a doença é tratada atualmente. Embora ainda esteja em processo de consolidação, essa estratégia representa esperança real para milhares de pessoas que convivem diariamente com os desafios dessa condição crônica.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus tipo 1. Células-tronco. Terapia celular.

ABSTRACT

Type 1 Diabetes Mellitus is a chronic, autoimmune disease caused by the destruction of beta cells in the pancreas, which compromises insulin production and leads to increased blood glucose levels. Although insulin treatment helps control blood glucose levels, it does not restore pancreatic function. Stem cell therapy has emerged as a

¹ Discente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia. e-mail: gabriellahelane@gmail.com

² Docente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia. e-mail: absoliveira.AB@gmail.com

promising alternative due to its ability to regenerate tissue and restore natural insulin production. Despite advances, there are still challenges related to the safety and efficacy of the treatment, but clinical results show improvements in glycemic control and quality of life for patients. Given the above, the study's general objective is to evaluate the efficacy of stem cell therapy in patients with Type 1 Diabetes Mellitus. This work is characterized as a qualitative bibliographic study with a descriptive and exploratory approach. The research was conducted by surveying scientific productions available in national and international databases, such as Scielo, PubMed, Lilacs, Bireme and Google Scholar. It is understood that the use of stem cells in the treatment of Type 1 Diabetes Mellitus has the potential to transform the way the disease is currently treated. Although it is still in the process of consolidation, this strategy represents real hope for thousands of people who live daily with the challenges of this chronic condition.

Keywords: Type 1 Diabetes Mellitus. Stem cells. Cell therapy.

1. INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) é uma condição crônica e autoimune que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, sendo caracterizado pela destruição das células beta do pâncreas, responsáveis pela produção de insulina. Essa destruição é provocada pelo próprio sistema imunológico do paciente, resultando na ausência ou insuficiência de insulina no organismo, o que leva à elevação dos níveis de glicose no sangue. Segundo Campos, Damasceno e Sinzato (2016), essa doença pode causar sérias complicações a longo prazo, como problemas nos rins, olhos, coração e nervos, sendo que, apesar dos tratamentos atuais, ainda não existe uma cura definitiva. O tratamento tradicional é feito com a administração diária de insulina, o que ajuda a controlar a glicemia, mas não recupera as funções naturais do pâncreas.

Nos últimos anos, a ciência tem avançado bastante em relação a terapias mais inovadoras, e uma das mais promissoras é o uso de células-tronco no tratamento do DM1. As células-tronco são células com a capacidade de se transformar em diversos tipos de células do corpo humano, incluindo células beta pancreáticas. Essa capacidade de diferenciação é o que tem despertado o interesse de pesquisadores em todo o mundo, que buscam alternativas que possam ir além da simples reposição de insulina. De acordo com Silva et al. (2024), as células-tronco, quando aplicadas corretamente, têm potencial de regenerar os tecidos danificados, o que abre caminho para uma possível cura funcional do diabetes tipo 1.

Existem diferentes tipos de células-tronco, como as embrionárias, adultas e as obtidas do cordão umbilical. As embrionárias são mais potentes, porém envolvem muitas questões éticas, pois sua extração implica na destruição de embriões. Já as células-tronco adultas, como as da medula óssea ou do tecido adiposo, são mais aceitas pela comunidade científica e vêm sendo amplamente estudadas por apresentarem menor risco de rejeição e menor controvérsia ética. Segundo Bottega, Serafin e Krause (2018), a terapia celular utilizando células-tronco adultas tem se mostrado eficaz em diversos testes clínicos, trazendo melhorias significativas nos níveis de insulina e de peptídeo C dos pacientes tratados.

No entanto, mesmo com os avanços, o uso clínico dessa técnica ainda enfrenta desafios importantes. É necessário garantir que as células geradas em laboratório sejam seguras, estáveis e que realmente funcionem como células beta maduras, além de prevenir a rejeição pelo sistema imunológico do paciente. Silva et al. (2024) destacam que ainda existem obstáculos como o risco de formação de tumores e a necessidade de desenvolver técnicas de encapsulamento celular para proteger as células transplantadas da ação do sistema imune.

Outro ponto importante é que o uso de células-tronco pode trazer não só melhorias no controle da glicemia, mas também redução das complicações crônicas causadas pela doença. Bottega, Serafin e Krause (2018) afirmam que os pacientes tratados com terapias celulares demonstraram menor necessidade de aplicação de insulina, bem como melhora na função pancreática, o que impacta positivamente na qualidade de vida. Isso é extremamente relevante, especialmente para crianças e adolescentes, que convivem com a dependência da insulina desde cedo e enfrentam limitações em diversas áreas da vida.

Portanto, estudar a aplicação das células-tronco no tratamento do DM1 é fundamental para compreender o verdadeiro potencial dessa tecnologia na medicina regenerativa. Esse tema se mostra altamente relevante tanto no campo científico quanto na prática clínica, pois oferece uma esperança concreta para pacientes que convivem diariamente com as limitações impostas pelo diabetes. Como relatado por Campos, Damasceno e Sinzato (2016), a inovação em terapias celulares tem o poder de transformar a realidade dos tratamentos, promovendo mais autonomia aos pacientes e reduzindo os custos com medicamentos e internações hospitalares.

Diante do exposto o estudo tem como objetivo geral avaliar a eficácia do uso da terapia celular com células tronco em pacientes com Diabetes Mellitus Tipo 1. E tem como objetivo específico: Ponderar a relevância do tratamento em comparativo com tratamentos anteriores; Compreender a eficácia do tratamento a longo prazo e descrever o uso e disseminação do tratamento

Este estudo justifica-se pela necessidade de explorar alternativas terapêuticas mais eficazes e menos invasivas para o tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1, uma vez que a abordagem tradicional, baseada na aplicação contínua de insulina, embora eficaz no controle glicêmico, não promove a regeneração das células beta pancreáticas. Diante disso, o uso de células-tronco apresenta-se como uma proposta inovadora, com potencial para restaurar a produção endógena de insulina e melhorar significativamente a qualidade de vida dos pacientes. Segundo Andrade et al. (2012), as células-tronco adultas vêm demonstrando resultados promissores em ensaios clínicos por sua capacidade de diferenciação em células específicas, como as produtoras de insulina.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1 Diabetes Mellitus Tipo 1

O Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) é uma doença crônica de origem autoimune que afeta principalmente crianças, adolescentes e jovens adultos. Essa condição é marcada pela destruição das células beta do pâncreas, que são responsáveis pela produção de insulina, o hormônio que regula os níveis de glicose no sangue. Com a falência dessas células, o organismo deixa de produzir insulina suficiente, o que gera um acúmulo de glicose na corrente sanguínea, levando à hiperglicemia. Segundo Silva et al. (2024), essa destruição celular se dá principalmente por fatores genéticos e imunológicos, sendo que o sistema imunológico do próprio paciente ataca as células do pâncreas como se fossem corpos estranhos.

A diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é o resultado de uma resposta autoimune contra as células beta pancreáticas que causa uma deficiência na produção de insulina, fazendo com que a glicose não seja transportada para o meio intracelular, dessa forma, aumenta-se os níveis de glicose no meio extracelular, fenômeno conhecido como hiperglicemia. Manifesta-se

predominantemente em crianças e adultos jovens, causando grande morbidade e mortalidade (Nunes, 2018, p. 3).

De acordo com Nunes (2018), embora a causa principal da doença esteja ligada à predisposição genética, fatores ambientais também exercem influência significativa na manifestação do DM1. Alguns vírus, como o coxsackie B, e até mesmo certos alimentos introduzidos precocemente na infância, como o leite de vaca, têm sido associados ao início do processo autoimune. Nunes (2018) também explica que mais da metade da predisposição genética está relacionada ao complexo HLA (antígeno leucocitário humano), especialmente aos haplótipos DR4-DQ8 e DR3-DQ2, presentes em grande parte dos pacientes com a doença.

O diagnóstico do DM1 costuma ocorrer de forma repentina, geralmente após o aparecimento de sintomas clássicos como sede excessiva, aumento da frequência urinária, perda de peso inexplicada e fadiga. Porém, antes desses sinais, o organismo já pode apresentar alterações imunológicas. Segundo Neves et al. (2017), autoanticorpos específicos, como os anti-GAD65 e anti-insulina, podem ser detectados no sangue anos antes do surgimento dos sintomas, o que demonstra a possibilidade de um processo silencioso de destruição das células pancreáticas.

Embora o tratamento com insulina seja eficaz para o controle dos níveis glicêmicos, ele não é capaz de reverter a destruição das células beta nem de evitar totalmente as complicações da doença a longo prazo. Silva et al. (2024) afirmam que, com o passar dos anos, muitos pacientes desenvolvem problemas nos rins, na visão, no coração e no sistema nervoso, o que reduz significativamente a qualidade de vida. Além disso, o controle rigoroso da glicemia exige dos pacientes uma rotina de cuidados constante, como medir os níveis de açúcar várias vezes ao dia, aplicar injeções de insulina, seguir dietas específicas e praticar exercícios físicos.

No caso dos adolescentes, esse desafio é ainda maior. Segundo Victório et al. (2019), jovens com DM1 enfrentam não apenas os impactos físicos da doença, mas também estressores emocionais que dificultam a adesão ao tratamento. A pesquisa realizada pelos autores revelou que a hipoglicemia, o regime terapêutico e as limitações sociais geram sentimentos como raiva e frustração. Muitos adolescentes demonstram baixa adesão às práticas de autocuidado, como a monitorização da glicemia e a prática regular de atividades físicas, o que compromete o controle adequado da doença.

Ainda de acordo com Victório et al. (2019), o suporte emocional e familiar é fundamental para o enfrentamento da doença. Estratégias de coping adaptativas, como a aceitação e a busca por informações, demonstram melhores resultados em termos de qualidade de vida. Por outro lado, estratégias de desengajamento, como a negação ou a evasão, aumentam os riscos de complicações. Assim, o acompanhamento psicológico e o incentivo à autonomia do adolescente são medidas importantes no tratamento do DM1.

Além do impacto psicológico, é importante considerar a dimensão social da doença. Neves et al. (2017) destacam que o DM1 representa um desafio de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento, onde o acesso ao tratamento ainda é desigual. O custo elevado dos insumos, como insulina, agulhas e glicosímetros, além da falta de estrutura nos serviços públicos de saúde, dificulta o acompanhamento contínuo dos pacientes e aumenta os riscos de descompensações.

Do ponto de vista clínico, o DM1 é dividido em estágios. Inicialmente, há uma fase silenciosa, marcada apenas pela presença dos autoanticorpos. Com o tempo, ocorre a destruição progressiva das células beta, até que os níveis de insulina se tornam insuficientes para manter a glicemia sob controle, dando início aos sintomas clássicos. Nunes (2018) explica que a morte celular ocorre principalmente por apoptose, estimulada por citocinas inflamatórias e pela ação de linfócitos T. Uma vez destruídas, as células beta não se regeneram espontaneamente, o que exige a administração externa de insulina por toda a vida.

Em termos preventivos, ainda não existe uma medida capaz de impedir o desenvolvimento do DM1. Algumas tentativas foram feitas com o uso de insulina oral em crianças com risco genético elevado, mas os resultados foram inconclusivos. De acordo com Silva et al. (2024), a medicina atual caminha para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes, como a modulação do sistema imunológico e a regeneração das células beta por meio de terapias celulares. Entre essas alternativas, a utilização de células-tronco vem sendo apontada como uma das mais promissoras.

Portanto, o Diabetes Mellitus Tipo 1 é uma doença complexa, que envolve fatores genéticos, imunológicos, ambientais e emocionais. Seu tratamento requer muito mais do que apenas controlar a glicose: exige atenção multidisciplinar, apoio familiar, educação em saúde e, principalmente, investimentos em pesquisas que possam oferecer novas formas de terapia. O reconhecimento da realidade vivida por

pessoas com DM1, especialmente adolescentes, é essencial para a construção de políticas públicas mais justas e de estratégias terapêuticas que atendam às necessidades reais desses pacientes.

2.2 RELEVÂNCIA DO TRATAMENTO EM COMPARATIVO COM TRATAMENTOS ANTERIORES

Durante muitos anos, o tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 esteve limitado praticamente à administração de insulina exógena, que embora seja eficaz no controle da glicemia, não impede a progressão da doença nem evita suas complicações mais graves. O uso contínuo de insulina, além de não curar a doença, pode trazer efeitos colaterais como hipoglicemias frequentes, alterações na pele no local das aplicações e uma dependência constante da medicação. De acordo com Nunes (2018), apesar de a insulina ser essencial, ela não substitui plenamente a função das células beta pancreáticas destruídas pela resposta autoimune, o que compromete o equilíbrio metabólico de forma permanente.

Nos tratamentos mais tradicionais, como a insulino terapia, há uma tentativa de imitar o funcionamento natural do pâncreas, mas o resultado é incompleto, já que o organismo não responde da mesma forma ao hormônio administrado de forma externa. Além disso, há um desgaste psicológico e físico causado pela necessidade de monitoramento constante da glicemia, alimentação rigorosa e múltiplas injeções diárias. Nesse contexto, surgem novas propostas terapêuticas, como a terapia celular e a terapia gênica, que prometem não só amenizar os sintomas, mas também atuar diretamente na causa da doença, com possibilidade de cura funcional.

Um avanço significativo no tratamento do DM1 é a utilização de células-tronco, principalmente as hematopoiéticas e mesenquimais, que têm capacidade de regenerar ou proteger as células beta do pâncreas. Segundo Nascimento et al. (2016), o transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH), associado a imunossupressão de alta intensidade, tem mostrado resultados positivos, como a restauração parcial da função pancreática e a redução, ou até mesmo a suspensão temporária, do uso de insulina em alguns pacientes. Essa abordagem, apesar de ainda estar em fase de estudos, representa uma alternativa muito mais eficaz do que

os métodos convencionais, pois atua no sistema imunológico e na regeneração celular ao mesmo tempo.

Além do transplante de células-tronco, outra alternativa recente é a terapia gênica. Essa técnica, que vem sendo estudada com mais profundidade nos últimos anos, baseia-se na modificação do DNA de células do próprio paciente, com o objetivo de corrigir falhas genéticas ou estimular a regeneração das células beta. De acordo com Marques et al. (2020), a principal técnica utilizada atualmente é a CRISPR-Cas9, que permite a edição de genes de forma precisa, visando restaurar a capacidade do organismo de produzir insulina de forma natural. Essa possibilidade representa um marco na medicina moderna, pois atua diretamente na raiz do problema, diferente da insulina que apenas compensa a falha fisiológica.

Embora essas novas terapias ainda estejam em fase experimental, os estudos têm apontado benefícios consideráveis em relação aos tratamentos convencionais. Magalhães, Ramires e Zuppa (2020) destacam que a aplicação de células-tronco pode melhorar a qualidade de vida do paciente, reduzindo a frequência de hipoglicemias e minimizando a necessidade de aplicação contínua de insulina. Além disso, há um impacto positivo na saúde emocional dos pacientes, especialmente entre adolescentes, que enfrentam grandes desafios para aderir ao tratamento tradicional e lidar com os estressores sociais e psicológicos da doença.

Comparando os métodos, é possível perceber que os tratamentos anteriores se concentravam apenas no controle da doença, sem oferecer soluções duradouras. A insulina, apesar de ser indispensável, não promove a regeneração das células danificadas, nem impede que complicações como nefropatia, retinopatia e neuropatia se desenvolvam. Já as terapias baseadas em células-tronco e genes buscam restaurar o funcionamento natural do organismo, o que representa um avanço significativo. Nascimento et al. (2016) apontam que pacientes submetidos a transplantes autólogos de células-tronco apresentaram uma melhora clínica considerável, com redução no uso de insulina e melhora na função imunológica.

Contudo, é importante considerar que essas novas terapias ainda enfrentam desafios. Marques et al. (2020) mencionam que a terapia gênica, por exemplo, exige um conhecimento profundo sobre os mecanismos da doença e pode apresentar riscos como reações inflamatórias ou efeitos colaterais desconhecidos. Além disso, há dificuldades relacionadas à produção em larga escala de células-tronco específicas e

à padronização dos protocolos de aplicação, o que limita o acesso da população a esses tratamentos. Apesar disso, os resultados obtidos até o momento são animadores e indicam que estamos no caminho para uma abordagem mais eficaz e resolutive.

A evolução do tratamento do DM1 mostra como a ciência tem buscado romper as barreiras impostas pelas limitações das terapias anteriores. A mudança de foco, que antes era apenas manter os níveis de glicose sob controle, agora é tentar restaurar a produção natural de insulina e, quem sabe, alcançar a cura funcional. Para isso, é fundamental continuar investindo em pesquisas, ampliando o acesso às novas tecnologias e formando profissionais capacitados para atuar com essas terapias inovadoras. Como afirma Nunes (2018), a transformação do tratamento do diabetes exige uma combinação de conhecimento genético, imunológico e tecnológico, capaz de oferecer aos pacientes uma nova perspectiva de vida.

2.3 EFICÁCIA DO TRATAMENTO A LONGO PRAZO

O tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) tem evoluído significativamente nos últimos anos, principalmente com o avanço da terapia com células-tronco. Embora o uso de insulina continue sendo o tratamento mais utilizado, é notório que ele não consegue impedir o avanço das complicações da doença nem restaurar a função natural do pâncreas. Por esse motivo, os estudos mais recentes vêm destacando a eficácia do uso de células-tronco a longo prazo, como uma abordagem que vai além do controle glicêmico, atuando na causa da doença. Segundo Batista (2017), a proposta terapêutica baseada em células-tronco apresenta o potencial de regenerar as células beta do pâncreas, oferecendo uma alternativa concreta para reduzir ou até eliminar a dependência da insulina exógena.

As células-tronco mais estudadas para esse tipo de tratamento são as células-tronco mesenquimais, obtidas da medula óssea, do cordão umbilical e do tecido adiposo. Essas células possuem propriedades imunomoduladoras e regenerativas, que são essenciais no caso do DM1, já que a doença tem origem autoimune. Alves et al. (2019) explicam que as células-tronco são capazes de regenerar tecidos danificados e restaurar funções celulares perdidas, além de ajudarem a reduzir a inflamação no organismo, fator central no ataque imunológico às células beta. Isso

demonstra um efeito que vai além do alívio dos sintomas, promovendo uma possível reversão do quadro clínico.

As células-tronco são células progenitoras autorrenováveis com a capacidade de se diferenciar em um ou mais tipos de células especializadas. Essas células possuem um potencial prolongado ou ilimitado de autorrenovação e podem originar diferentes tipos de células diferenciadas. A utilização terapêutica das células-tronco oferece a perspectiva de uma fonte inesgotável de células beta para transplante, possibilitando a manipulação dessas células para evitar rejeição imunológica e, assim, minimizar a necessidade de drogas imunossupressoras (Alves et al., 2019).

Estudos clínicos vêm mostrando resultados positivos em pacientes tratados com transplantes de células-tronco. Em muitos casos, observa-se a diminuição da necessidade de insulina após o tratamento, o que já representa um grande avanço. De acordo com Silva Junior et al. (2022), o uso de células-tronco hematopoéticas e T regulatórias tem se mostrado eficaz no bloqueio das citocinas inflamatórias responsáveis pela destruição das células beta. Essa ação promove a preservação da função pancreática por períodos mais longos, com efeitos sustentados ao longo do tempo. Embora os resultados variem entre os pacientes, há evidências de que muitos conseguem manter os níveis glicêmicos estáveis com doses reduzidas de insulina por anos após a intervenção.

Além dos efeitos biológicos e imunológicos, a eficácia a longo prazo também envolve a melhora na qualidade de vida dos pacientes. Segundo Gaião et al. (2024), ainda que a maior parte dos estudos sobre células-tronco seja voltada para o diabetes tipo 2, há uma perspectiva muito promissora para o DM1, especialmente quando se observa a estabilidade do controle glicêmico em alguns pacientes após meses ou anos do transplante.

A pesquisa mostrou que as células-tronco mesenquimais atuam de forma segura e com baixa taxa de rejeição, o que fortalece sua viabilidade clínica para uso contínuo ou com reaplicações controladas ao longo da vida do paciente.

Apesar dos resultados positivos, a eficácia do tratamento com células-tronco a longo prazo ainda depende de vários fatores, como a idade do paciente, o estágio da doença no momento da intervenção e o tipo de célula utilizada. Alves et al. (2019) destacam que, embora o tratamento já tenha se mostrado promissor em estudos com diferentes doenças, ele ainda é pouco explorado na prática clínica, em especial por

conta de limitações éticas e de infraestrutura. Além disso, como se trata de uma tecnologia recente, é necessário que mais estudos de acompanhamento prolongado sejam feitos, para confirmar a durabilidade dos benefícios e os possíveis efeitos colaterais tardios.

Outro ponto importante é que os estudos atuais ainda apresentam amostras pequenas, o que dificulta a generalização dos resultados. Silva Junior et al. (2022) reforçam que, mesmo com os avanços no uso de imunoterapia associada às células-tronco, como o uso de anticorpos monoclonais e células T regulatórias, ainda é preciso entender melhor os mecanismos de ação e como eles variam entre os pacientes. A ciência ainda caminha na construção de protocolos mais seguros e eficazes, que possam ser aplicados em larga escala com resultados consistentes e previsíveis.

Mesmo com essas limitações, é inegável que o tratamento com células-tronco representa uma grande esperança para pessoas com DM1. A possibilidade de viver sem aplicações diárias de insulina ou com redução considerável na dependência desse hormônio já traz um impacto positivo tanto no aspecto clínico quanto emocional. Como destacou Batista (2017), a eliminação das injeções diárias e a melhora no controle glicêmico proporcionam uma qualidade de vida significativamente maior para os pacientes, principalmente para aqueles que desenvolvem a doença ainda na infância ou adolescência.

2.4 USO E DISSEMINAÇÃO DO TRATAMENTO

O uso das células-tronco como forma alternativa de tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 tem despertado grande interesse entre os profissionais da saúde, especialmente por sua proposta inovadora, que vai além do controle glicêmico. Enquanto o tratamento convencional com insulina permanece essencial, a aplicação de terapias celulares representa uma revolução no enfrentamento dessa condição crônica. A disseminação do tratamento, no entanto, ainda caminha de forma tímida, enfrentando desafios como altos custos, falta de estrutura especializada e pouca informação acessível à população. Segundo Silva Junior et al. (2022), a imunoterapia baseada em células-tronco, apesar de já demonstrar efeitos positivos na preservação das células beta e na regulação imunológica, ainda não é amplamente difundida no

sistema de saúde pública, permanecendo restrita a centros de pesquisa e clínicas privadas.

O acesso ao tratamento com células-tronco ainda depende de fatores como localização geográfica, renda familiar e disponibilidade de instituições com tecnologia apropriada. Nascimento et al. (2016) explicam que, embora os resultados com o transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH) tenham sido promissores, com vários pacientes apresentando redução ou suspensão temporária do uso de insulina, a aplicação dessa técnica ainda é limitada por questões éticas, logísticas e financeiras. Os procedimentos exigem uma equipe multidisciplinar, infraestrutura especializada e acompanhamento rigoroso, o que dificulta a implementação em larga escala.

A disseminação do uso terapêutico das células-tronco também esbarra no desconhecimento da população sobre as possibilidades dessa abordagem. Alves et al. (2019) destacam que, mesmo sendo considerada uma terapia promissora, muitas pessoas ainda desconhecem sua existência ou acreditam que seja algo muito distante da realidade clínica. A falta de campanhas informativas, aliada à escassez de políticas públicas que incentivem a pesquisa e a aplicação da terapia celular, contribuem para a lenta propagação dessa nova alternativa. Mesmo entre os profissionais da saúde, há uma carência de formação adequada sobre os mecanismos, benefícios e riscos do uso de células-tronco, o que limita sua indicação e uso em consultórios e hospitais.

Apesar disso, alguns avanços importantes já podem ser observados. Batista (2017) comenta que a prática clínica vem sendo cada vez mais influenciada por pesquisas que mostram a eficácia das terapias regenerativas, não apenas no tratamento do diabetes, mas em outras doenças crônicas. A ampliação do número de estudos, inclusive em países em desenvolvimento, é um indicativo de que há interesse crescente na consolidação dessas terapias como parte da prática médica regular. Além disso, com o avanço das técnicas de bioengenharia e a redução gradual dos custos laboratoriais, espera-se que a terapia com células-tronco se torne mais acessível nos próximos anos.

Uma forma importante de disseminação do tratamento tem sido através dos estudos acadêmicos e das publicações científicas. Segundo Gaião et al. (2024), a produção científica nacional sobre o uso das células-tronco no controle glicêmico tem crescido, especialmente em universidades públicas. A realização de revisões integrativas, como a que fundamenta este trabalho, contribui diretamente para a

difusão do conhecimento e para o incentivo de novas pesquisas, ao reunir as principais evidências disponíveis de maneira acessível. Além disso, o envolvimento de centros universitários no desenvolvimento de projetos voltados à terapia celular fortalece o vínculo entre ciência e sociedade, tornando mais provável a inserção da prática na realidade da saúde pública.

Outro ponto que merece destaque é a ampliação da discussão sobre terapia celular em congressos médicos, simpósios e eventos de biotecnologia. De acordo com Marques et al. (2020), a popularização do uso da tecnologia CRISPR-Cas9 na edição genética e a possibilidade de combinar essa técnica com células-tronco abriu novas possibilidades terapêuticas para doenças antes consideradas incuráveis. Essa evolução tem ajudado a consolidar o papel das terapias gênicas e celulares como parte do futuro da medicina. Embora ainda falte regulamentação e estrutura para sua aplicação em larga escala, já existem centros clínicos realizando testes controlados em humanos, com resultados encorajadores.

Para que o tratamento com células-tronco se torne mais disseminado, é essencial que políticas públicas incentivem o financiamento de pesquisas, a capacitação de profissionais e a criação de protocolos nacionais de segurança. Alves et al. (2019) ressaltam que a ausência de regulamentações específicas para o uso terapêutico das células-tronco no Brasil dificulta tanto a realização de pesquisas quanto a prática clínica segura. O investimento em formação continuada dos profissionais da saúde, aliado à inclusão de temas como terapia celular e imunoterapia nas grades curriculares de cursos da área da saúde, também é fundamental para preparar o sistema público e privado para a inclusão dessas terapias inovadoras.

Assim, apesar dos desafios, é possível observar um movimento gradual de expansão do uso e disseminação do tratamento com células-tronco. A sociedade científica, os centros de pesquisa e alguns setores da saúde já reconhecem o potencial dessa terapia para transformar a realidade de pacientes com DM1. O caminho, entretanto, ainda exige esforço conjunto entre pesquisadores, profissionais da saúde, gestores públicos e privados e, principalmente, a própria população, que deve ser informada, orientada e envolvida nesse processo de inovação (Alves et al., 2019).

3. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como um estudo bibliográfico de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória. A pesquisa foi realizada por meio de levantamento de produções científicas disponíveis em bases de dados nacionais e internacionais, como Scielo, PubMed, Lilacs, Bireme e Google Acadêmico. Foram utilizados descritores como “Diabetes Mellitus tipo 1”, “Células-tronco”, “Terapia celular”, “Tratamento com células-tronco” e “Medicina regenerativa”, tanto em português quanto em inglês, a fim de ampliar o alcance e a diversidade das fontes.

Os critérios de inclusão foram: artigos publicados entre os anos de 2016 e 2024, disponíveis na íntegra, redigidos em português ou inglês, e que abordassem diretamente o uso de células-tronco no contexto do tratamento do diabetes tipo 1. Também foram incluídos trabalhos considerados relevantes para a compreensão histórica e teórica do tema, mesmo que publicados anteriormente a esse recorte temporal, desde que estivessem devidamente referenciados em estudos mais recentes.

Foram excluídos artigos que tratassem exclusivamente do Diabetes Mellitus tipo 2 ou de outras patologias que não apresentassem relação direta com o foco da pesquisa. Após a seleção dos materiais, foi feita a leitura criteriosa dos textos, com destaque para as contribuições relacionadas à eficácia, aplicação clínica, limitações e perspectivas futuras do uso de células-tronco em pacientes com DM1. Os dados foram organizados em categorias temáticas, facilitando a construção da discussão e análise crítica dos achados.

A metodologia adotada, portanto, permitiu a construção de uma revisão integrativa do conhecimento existente sobre o tema, contribuindo para a ampliação do debate científico e para a formação de profissionais da saúde mais informados sobre os avanços terapêuticos envolvendo a biotecnologia e a medicina regenerativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados nesta revisão demonstraram que o uso da terapia celular com células-tronco em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 1 apresenta resultados promissores, principalmente em relação à diminuição da dependência da

insulina exógena e à melhora do controle glicêmico. A partir dos dados coletados, observou-se que a eficácia da terapia varia conforme o tipo de célula-tronco utilizada, o momento da intervenção, o estado imunológico do paciente e o protocolo adotado. Segundo Nascimento et al. (2016), pacientes submetidos ao transplante de células-tronco hematopoiéticas apresentaram uma melhora significativa na função das células beta pancreáticas, com alguns casos documentando a suspensão do uso de insulina por meses ou até anos após o procedimento.

Esse resultado é extremamente relevante, considerando que a principal limitação do tratamento convencional com insulina é o fato de ele não impedir a progressão da doença nem evitar suas complicações. Batista (2017) reforça que a terapia celular surge como uma alternativa inovadora, justamente por atuar na regeneração das células beta, o que pode levar a uma cura funcional, ou seja, a estabilização dos níveis glicêmicos sem a necessidade de aplicação contínua de insulina. Em diversos estudos analisados, os pacientes tratados com células-tronco apresentaram elevação dos níveis de peptídeo C, que é um marcador da produção endógena de insulina, o que evidencia a recuperação parcial da função pancreática.

Outro aspecto importante discutido nos resultados foi a estabilidade do controle glicêmico a longo prazo. Alves et al. (2019) apontam que, além da regeneração celular, as células-tronco, especialmente as mesenquimais, possuem ação imunomoduladora, ajudando a conter o processo autoimune que destrói as células beta no DM1. Essa função é fundamental para evitar que o organismo volte a atacar as células recém-regeneradas, o que favorece a manutenção dos resultados obtidos com a terapia. Em alguns estudos, os pacientes mantiveram níveis glicêmicos adequados com doses mínimas de insulina por mais de 12 meses após o tratamento.

Apesar dos avanços, os autores ressaltam que a terapia celular ainda apresenta limitações e desafios que precisam ser superados. Silva Junior et al. (2022) explicam que a eficácia do tratamento depende de uma combinação de fatores, como a compatibilidade celular, o controle imunológico e a maturação adequada das células transplantadas. Além disso, o uso de células-tronco embrionárias, que apresentam maior capacidade de diferenciação, é limitado por questões éticas e legais, o que direciona os estudos para o uso de células adultas ou do cordão umbilical, que são mais acessíveis, porém, com menor plasticidade.

Outro ponto discutido nos resultados foi o impacto da terapia celular na qualidade de vida dos pacientes. Muitos estudos relataram uma melhora significativa na rotina dos pacientes, com redução do número de aplicações diárias de insulina, menor risco de hipoglicemias graves e maior liberdade para realizar atividades do cotidiano. De acordo com Gaião et al. (2024), embora a maior parte das pesquisas esteja focada no DM2, os dados obtidos com pacientes com DM1 também apontam para benefícios importantes no controle metabólico e na diminuição das complicações microvasculares, como retinopatia e nefropatia.

Marques et al. (2020) também abordam a combinação da terapia celular com a terapia gênica, como uma das estratégias mais promissoras para o futuro. Utilizando a tecnologia CRISPR-Cas9, é possível reprogramar geneticamente células-tronco para que se tornem mais resistentes ao ataque autoimune ou que produzam insulina de forma mais eficiente. Essa associação, segundo os autores, representa um avanço na eficácia e na durabilidade do tratamento, embora ainda esteja em fase experimental.

Ainda que os resultados sejam animadores, a literatura reforça a necessidade de mais estudos clínicos com amostras maiores e acompanhamentos de longo prazo. Nascimento et al. (2016) destacam que, embora os ensaios clínicos realizados até o momento tenham demonstrado segurança e benefícios relevantes, ainda há uma lacuna em relação à padronização dos protocolos terapêuticos e à avaliação dos efeitos colaterais em períodos prolongados.

Dessa forma, os resultados discutidos indicam que a terapia com células-tronco tem se mostrado eficaz no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1, especialmente quando associada a técnicas de imunossupressão e protocolos personalizados. O uso dessas células contribui não apenas para a melhora clínica dos pacientes, mas também para a redução do uso de medicamentos e para uma maior autonomia no manejo da doença. No entanto, é necessário cautela quanto à generalização dos resultados, já que a maioria dos estudos ainda está em fase experimental e envolve grupos pequenos e criteriosamente selecionados.

Portanto, a avaliação da eficácia da terapia celular com células-tronco em pacientes com DM1, conforme apresentada nos estudos analisados, confirma seu potencial como alternativa terapêutica. A continuidade das pesquisas é essencial para o aprimoramento das técnicas, para a validação dos resultados a longo prazo e para

a futura inserção dessa abordagem no sistema público de saúde. O avanço da biotecnologia e a ampliação do debate ético e científico são passos fundamentais para que, em breve, essa forma de tratamento esteja disponível de forma mais ampla e acessível a todos os que dela necessitam.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi analisado ao longo deste trabalho, conclui-se que a terapia celular com o uso de células-tronco representa uma das alternativas mais promissoras para o tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1. Ao contrário do tratamento convencional, que apenas controla os níveis de glicose no sangue por meio da aplicação diária de insulina, a terapia com células-tronco propõe uma abordagem mais profunda, visando a regeneração das células beta pancreáticas e a modulação do sistema imunológico.

Os estudos revisados demonstraram que os resultados são positivos tanto em termos clínicos quanto na qualidade de vida dos pacientes, especialmente nos casos em que houve melhora da função pancreática e redução da dependência de insulina. Além disso, os benefícios vão além do controle glicêmico, alcançando também um impacto importante no aspecto emocional e social dos pacientes, que passam a conviver com menos limitações.

Entretanto, é importante reconhecer que a terapia celular ainda enfrenta desafios, como a necessidade de mais pesquisas com maior número de participantes, o desenvolvimento de protocolos padronizados e a superação de barreiras éticas, financeiras e estruturais. A implementação desse tratamento em larga escala depende do avanço da ciência, do investimento em tecnologia e da criação de políticas públicas que incentivem o acesso a terapias inovadoras.

Entende-se que o uso de células-tronco no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 tem potencial para transformar a forma como a doença é tratada atualmente. Embora ainda esteja em processo de consolidação, essa estratégia representa esperança real para milhares de pessoas que convivem diariamente com os desafios dessa condição crônica. O futuro da medicina regenerativa aponta para soluções mais eficazes, humanas e individualizadas, e cabe à sociedade científica, aos profissionais da saúde e ao poder público trabalharem juntos para tornar esse futuro uma realidade.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Suelen et al. O uso terapêutico de células tronco. **Revista Saúde em Foco– Edição**, 2019. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/nilod/Downloads/O-USO-TERAP%C3%8AUTICO-DE-C%C3%89LULAS-TRONCO-1291-a-1302.pdf. Acesso em 06 mar 2025.
- ANDRADE, L.J.O. Terapia com células-tronco em Diabetes Mellitus, **R. Ci. med. biol.**, Salvador, v.11, n.1, p.79-85, jan./abr. 2012.
- BATISTA, Júlia Meira. **O uso de células-tronco para o tratamento do diabetes mellitus tipo 1**. 2017.
- BOTTEGA, Angelita; SERAFIN, Marissa Bolson; KRAUSE, Luciana Maria Fontanari. Células-tronco adultas no tratamento do diabetes mellitus tipo I: uma revisão de literatura. **Saúde (Santa Maria)**, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/31112>. Acesso em 06 fev 2025.
- CAMPOS, Ana Paula; DAMASCENO, Débora Cristina; SINZATO, Yuri Karen. Tratamento do diabetes mellitus do tipo 1 com células tronco. **Nutrição Brasil**, v. 15, n. 3, p. 169-175, 2016. Disponível em: <https://www.convergenceseditorial.com.br/index.php/nutricaoobrasil/article/view/214>. Acesso em 06 fev 2025.
- GAIÃO, Wyndly Daniel Cardoso et al. Viabilidade do controle glicêmico no Diabetes Mellitus Tipo 2 com células-tronco mesenquimais: revisão integrativa. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 12, p. e10345-e10345, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/10345>. Acesso em 03 mar 2025.
- MAGALHÃES, Lucas Moura; RAMIRES, Nadine Tessari; ZUPPA, Carina. Aplicação De Células-Tronco No Tratamento De Diabetes Mellitus Tipo I. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 1, n. 2, p. 38-38, 2020. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/remss/article/view/212>. Acesso em 21 fev 2025.
- MARQUES, Ketlyn Miranda et al. O uso da terapia gênica para o tratamento de pacientes com diabetes mellitus tipo 1. **Anais do Seminário Científico do UNIFACIG**, n. 6, 2020. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/1978>. Acesso em 21 fev 2025.
- NASCIMENTO, Maurício Araujo et al. Evidências no transplante de células tronco para o tratamento da diabetes mellitus tipo I. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE**, v. 3, n. 3, p. 275-275, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/3535>. Acesso em 21 fev 2025.

NEVES, Celestino et al. Diabetes Mellitus Tipo 1. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 12, n. 4, p. 159-167, 2017.

NUNES, J. Silva. Fisiopatologia da diabetes mellitus tipo 1 e tipo 2. **Portugal P, editor**, v. 100, p. 8-12, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Silva-Nunes/publication/326190002_Fisiopatologia_da_diabetes_mellitus_tipo_1_e_tipo_2_100_perguntas_chave_na_diabetes/links/5b3cff1daca27207851187a5/Fisiopatologia-da-diabetes-mellitus-tipo-1-e-tipo-2-100-perguntas-chave-na-diabetes.pdf?__cf_chl_tk=2BcXOQ2IQAC_tl2pqFyc2pc0pxWAxofafxEM0QL6aH4-1743815424-1.0.1.1-Gv9t7ERSRhfjL7NNPFgdVxJUhxeyfCPOOjls6EUtr0U. Acesso em 15 fev 2025.

SILVA JUNIOR, Weldes Francisco et al. Imunoterapia como possível tratamento complementar para o Diabetes Mellitus tipo 1: uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 11, p. e11230-e11230, 2022. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/11230>. Acesso em 06 mar 2025.

SILVA, Ana Luara Barcelos et al. Perspectivas do uso de células tronco no tratamento do diabetes. **Revista Corpus Hippocraticum**, v. 1, n. 1, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/31112/pdf>. Acesso em 06 fev 2025.

VICTÓRIO, Vanessa Marques Gibran et al. Adolescentes com diabetes mellitus tipo 1: estresse, coping e adesão ao tratamento. **Revista Saúde e Pesquisa**, 2019. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/nilod/Downloads/ADOLESCENTES_COM_DIABETES_MELLITUS_TIPO_1_ESTRESSE_COPING_E_ADESAO_AO_TRATAMENTO.pdf. Acesso em 15 fev 2025.