



UNIVAG - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE

Lucas Alves Almeida Siqueira
Maria Eduarda Souza Dal Pizzol
Naiara Sayuri Maia Kihara

**EFEITOS DO TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL NO
TRATAMENTO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DAS EVIDÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao curso de Biomedicina do
Centro Universitário de Várzea Grande -
UNIVAG, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientador: Profª Drª Raisa Barros
Magalhães de Lima

Várzea Grande
2026

EFEITOS DO TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL NO TRATAMENTO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DAS EVIDÊNCIAS

Lucas Alves Almeida Siqueira¹

Maria Eduarda Souza Dal Pizzol¹

Naiara Sayuri Maia Kihara¹

Raisa Barros Magalhães de Lima²

RESUMO

Introdução: O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma enfermidade metabólica multifatorial, cuja base fisiopatológica está associada à resistência à insulina e disbiose intestinal. Nos últimos anos, a disbiose intestinal tem sido reconhecida como um elemento determinante nesse processo. O desequilíbrio da microbiota pode comprometer a integridade da barreira intestinal, podendo levar a um fenômeno denominado endotoxemia metabólica. Nesse contexto, o Transplante de Microbiota Fecal (TMF) desponta como uma abordagem terapêutica promissora.

Objetivo: Analisar os efeitos do TMF no tratamento do DM2 com base na literatura científica. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática, conduzida segundo as diretrizes PRISMA, com abordagem qualitativa e caráter bibliográfico. A busca foi realizada em bases de dados como PubMed, SciELO, EBSCO e Google Acadêmico, utilizando a ferramenta PICO para nortear a pergunta de pesquisa. Foram selecionados 32 artigos publicados entre 2020 e 2025 que abordassem direta ou indiretamente o TMF no manejo do DM2. **Resultados e Discussão:** A literatura aponta que a disbiose intestinal favorece a inflamação sistêmica e a resistência insulínica. O TMF demonstrou potencial na redução da glicemia de jejum, da hemoglobina glicada (HbA1c) e na modulação de metabólitos, como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Contudo, a eficácia do tratamento é variável, dependendo do perfil microbiológico do doador e do receptor, sendo frequentemente mais efetiva quando associada a mudanças no estilo de vida e dieta. **Conclusão:** O TMF apresenta resultados positivos como terapia complementar no controle metabólico do DM2. Entretanto, a ausência de padronização nos protocolos clínicos, o tamanho reduzido das amostras na maioria dos estudos e a necessidade de comprovação de segurança a longo prazo indicam que são necessárias pesquisas mais amplas para consolidar a técnica como tratamento padrão.

PALAVRAS-CHAVE: Distúrbio metabólico; Glicemia; Disbiose intestinal.

¹ Discente do curso de Biomedicina do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande.

² Docente do curso de Biomedicina do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1 Metodologia de busca.....	5
2.2 Métodos de inclusão e exclusão:.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
ANEXO A - Ata de Defesa.....	39

1. INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) é caracterizado pela disfunção na absorção da glicose devido a resistência à insulina pelos tecidos periféricos, fazendo com que o organismo identifique um falso jejum. Neste estado, o corpo aciona vias metabólicas e processos alternativos para que seja possível a sustentação da homeostase, sendo iniciado o processo de glicogenólise e gliconeogênese, havendo a utilização de macronutrientes, como proteínas e lipídios. A longo prazo, isso contribuirá para um estado crônico de hiperglicemia, o que torna o paciente suscetível a diversos problemas de saúde que podem, juntos, levá-lo a óbito, principalmente considerando o estilo de vida (Galicia-Garcia *et al.* 2020).

Estudos indicam que a microbiota intestinal é um importante fator envolvido no principal mecanismo da DM2: a resistência à insulina. Indivíduos com este quadro clínico frequentemente apresentam proporções diferentes de filos como *Firmicutes* e *Bacteroidetes* (disbiose intestinal), e somados a polifagia, que leva ao consumo de dietas ricas em gordura, pode modular negativamente esta microbiota. O resultado dessa combinação é um aumento da permeabilidade intestinal, permitindo que componentes bacterianos, como o Lipopolissacarídeo (LPS), atravessem a barreira intestinal e atinjam a corrente sanguínea. Este processo, conhecido como endotoxemia metabólica, desencadeia respostas inflamatórias que, por fim, reduzem a sensibilidade à insulina nos tecidos (Sethumadhavan *et al.* 2026).

Dentre as técnicas para melhora da microbiota intestinal visando a melhoria do quadro geral do paciente, está a inserção de probióticos na dieta do indivíduo ou, até mesmo, o Transplante de Microbiota Fecal (TMF).

O uso de probióticos é uma intervenção mais econômica e difundida entre o público geral. Estas são direcionadas a intervenção da microbiota intestinal. Contudo uma das principais limitações dessa abordagem é a disponibilidade limitada de espécies microbianas para uso como probióticos, o que pode comprometer a eficácia e a personalização do tratamento (Biazzo; Deidda, 2022).

O TMF também é uma estratégia terapêutica cujo objetivo é restaurar a eubiose intestinal, diferenciando-se pela sua ação por meio da infusão de material fecal de um doador saudável no trato gastrointestinal de um receptor. As vias de administração são diversas, abrangendo tanto o trato superior (ex: cápsulas orais) quanto o inferior (ex: enemas). Atualmente, não existe um método padronizado, o

que permite que a escolha seja flexível, baseando-se no quadro clínico e nas preferências do paciente ou da equipe médica, havendo uma tendência para opções minimamente invasivas. O sucesso e a segurança da terapia, contudo, dependem diretamente de uma triagem criteriosa do doador, que deve seguir protocolos rigorosos estipulados por sociedades médicas (Cymbal *et al.* 2025).

Nesse contexto, o uso do TMF em pacientes diabéticos surge como uma abordagem promissora para a correção do desequilíbrio na microbiota intestinal. Espera-se que, ao restaurar a eubiose, o organismo obtenha benefícios referentes à maior sensibilidade à insulina, otimizando a captação da glicose plasmática. Isso auxiliaria de forma importante no controle da hiperglicemia crônica e do quadro inflamatório associado (Wang *et al.* 2024).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi estruturado nos métodos de revisão sistemática conduzida com base nas diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), tendo caráter qualitativo e procedimento bibliográfico. A abordagem qualitativa escolhida permite uma análise aprofundada de conteúdos teóricos, buscando compreender e interpretar, com base na literatura científica, os efeitos do TMF como forma de intervenção terapêutica em pacientes diabéticos.

Para a definição da pergunta norteadora deste trabalho, empregou-se a ferramenta PICO, que permitiu estabelecer o público-alvo (P), a forma de intervenção (I), a comparação entre diferentes abordagens terapêuticas (C) e o resultado esperado com o tratamento (O).

A seleção dos artigos foi realizada de maneira manual, por meio de um processo de avaliação independente e cega, no qual três pesquisadores realizaram a análise e seleção dos artigos presentes no banco de dados designados. Após essa etapa, os bancos de dados foram cruzados para uma análise final, a fim de definir quais artigos seriam incluídos ou excluídos deste estudo.

Tabela 1 – Componentes da pergunta de pesquisa (PICO).

Descrição	Abreviação	Componentes da pesquisa
Paciente/População	P	Indivíduos com DM2.
Intervenção	I	TMF.
Comparação	C	Comparar o TMF com os tratamentos convencionais.
Desfecho (Outcome)	O	Melhora a sensibilidade à insulina e hiperglicemia crônica dos indivíduos.

Fonte: Autoria própria, 2025.

2.1 Metodologia de busca

As estratégias de busca implementadas foram aplicadas em diferentes bases de dados eletrônicas. Além do PubMed, utilizou-se em consonância com o método PICO as plataformas SciELO, EBSCO e Google Acadêmico, ampliando o escopo de estudos identificados. Utilizou-se como descritores os termos: “fecal microbiota transplantation diabetes 2” e “transplante microbiota fecal tratamento DM2”, adaptados às especificidades de cada base. A seleção dos estudos foi realizada de forma independente pelos pesquisadores, assegurando maior rigor metodológico. Durante esse processo, também houve a identificação e remoção de referências duplicadas, garantindo a integridade e a singularidade do conjunto de fontes a serem analisadas.

2.2 Métodos de inclusão e exclusão:

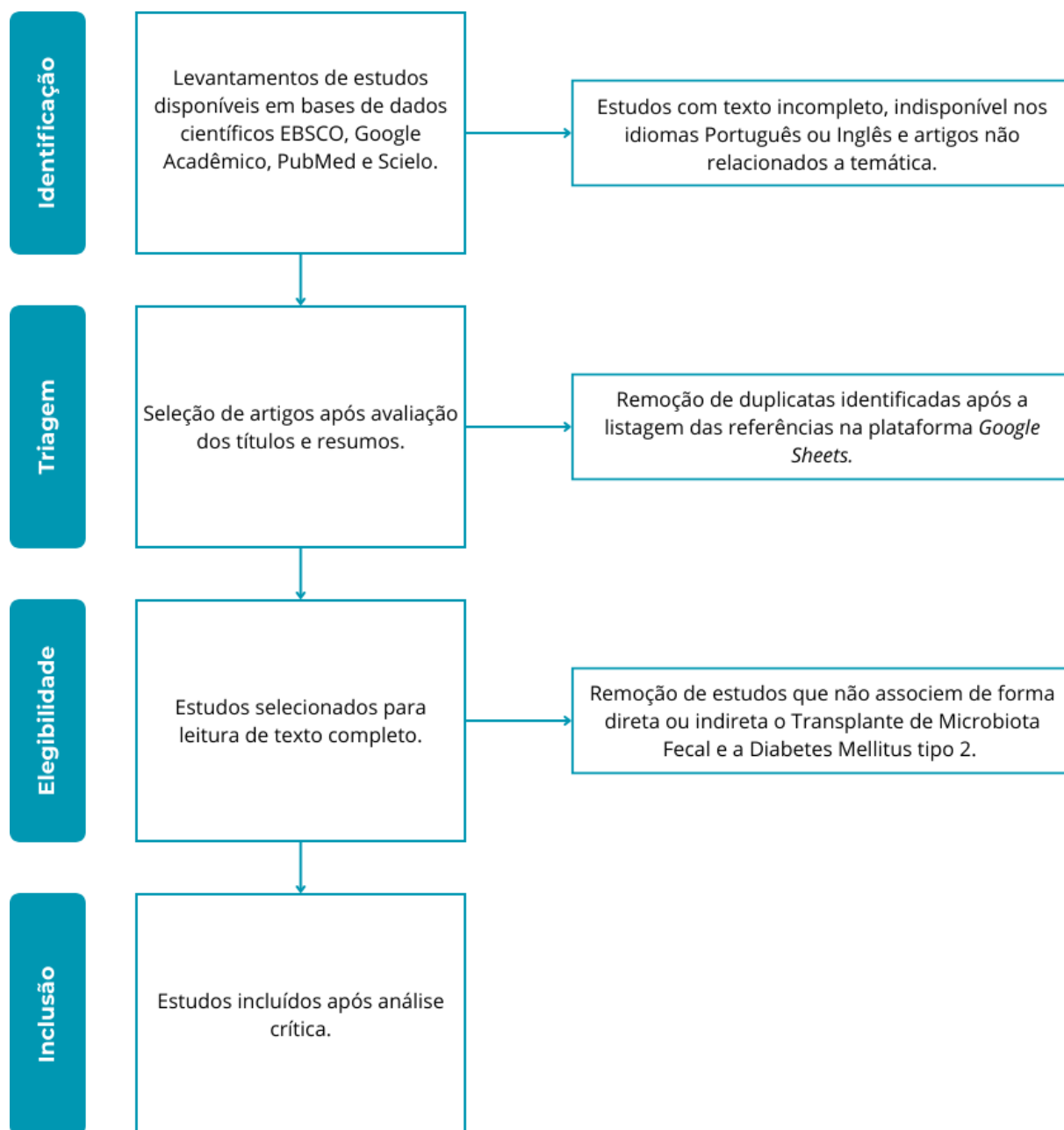
Os estudos identificados passaram por um processo de seleção, baseado em critérios pré-estabelecidos para definir sua inclusão ou exclusão. Inicialmente, os títulos dos artigos foram analisados, e os que atenderam aos critérios foram submetidos à avaliação dos resumos. Aqueles cujos resumos demonstraram relevância para o tema seguiram para a etapa de leitura na íntegra.

- **Métodos de inclusão:** artigos que investigaram o TMF como intervenção terapêutica em indivíduos com DM2, bem como aqueles que abordam a

influência da microbiota saudável no desenvolvimento, progressão ou controle dessa doença.

- **Método de exclusão:** artigos cujo texto completo não estivessem disponíveis nas bases de dados, tenham sido publicados fora do período entre 2020 à 2025, bem como aqueles que não apresentem resumo e/ou versão integral nos idiomas português ou inglês de forma gratuita. Também foram desconsiderados os estudos que, após a leitura do título e do resumo, não abordam de forma direta ou indireta a modulação da microbiota e/ou o TMF como intervenção terapêutica no DM2, garantindo que a pesquisa mantivesse o foco nos aspectos mais relevantes ao objetivo proposto.

Figura 1 – Fluxograma dos métodos de seleção, inclusão e exclusão de artigos científicos.



Fonte: Autoria própria, 2026.

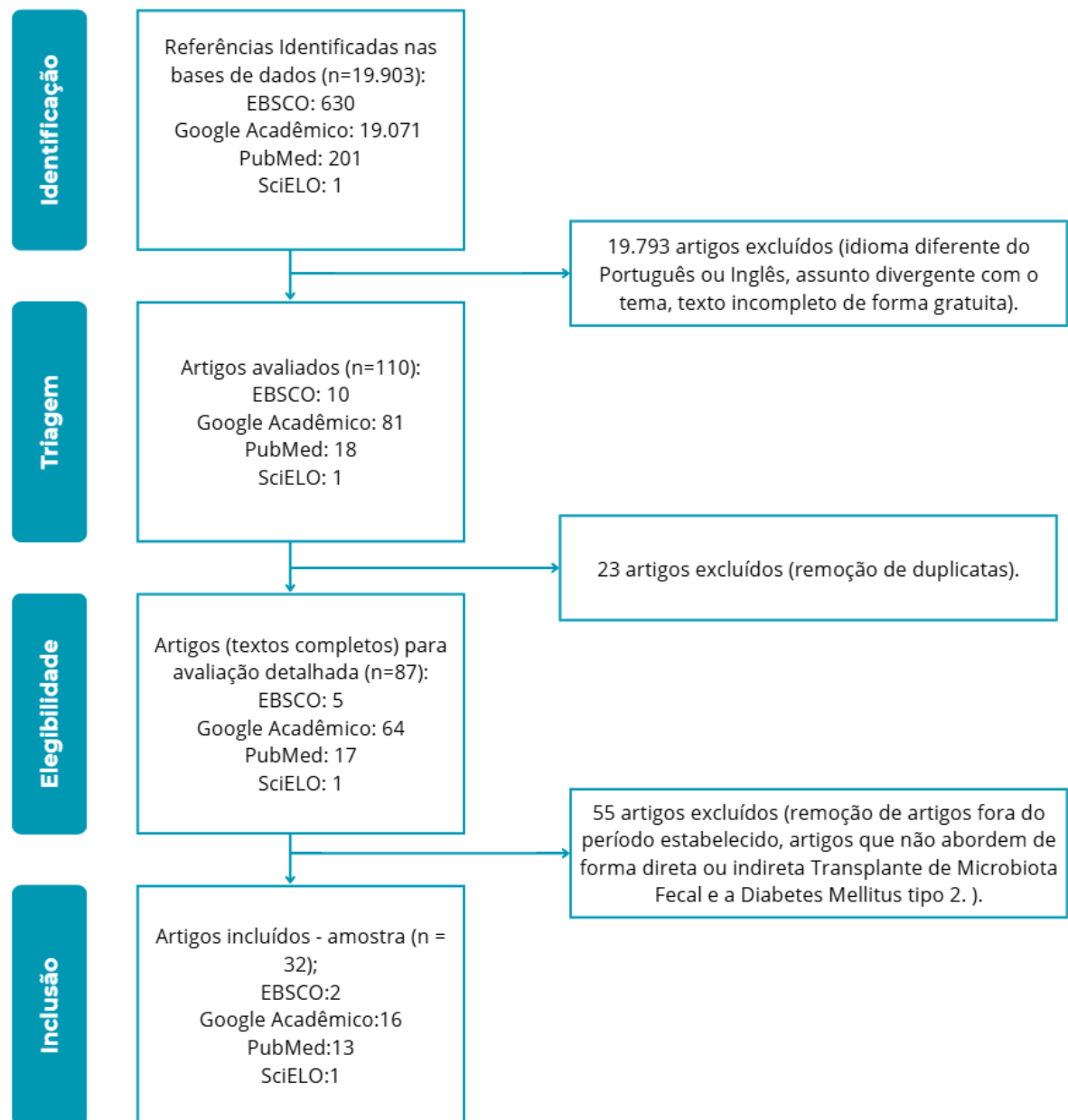
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma inicial, mediante a aplicação dos descritores em inglês e português nas bases de dados selecionadas, três pesquisadores realizaram a identificação de

19.903 resultados de forma independente. A maior parcela desse volume proveio do Google Acadêmico (19.071), seguido pelas bases EBSCO (630) e PubMed (201), além de um registro localizado na SciELO. Diante da expressiva quantidade de materiais, os pesquisadores procederam à triagem fundamentada nos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, considerando a aderência ao tema, a disponibilidade do texto completo e o idioma de publicação. Esta etapa resultou na exclusão de 19.793 artigos, restando 110 estudos para a fase de triagem.

Sequencialmente, os autores conduziram a remoção de duplicatas com o auxílio da ferramenta *Google Sheets*, que permitiu o cruzamento de informações como títulos e autores, resultando na exclusão de 23 artigos e mantendo 87 materiais para a avaliação de elegibilidade. Por fim, foi realizada a leitura integral dos estudos científicos remanescentes pelos três autores, visando validar a relevância de cada um para o desenvolvimento deste trabalho. Como critérios norteadores para este afunilamento, priorizaram-se publicações compreendidas no intervalo de 2020 a 2025, visando dados atuais do cenário científico, e artigos que abordassem, de forma direta ou indireta (abrangendo a compreensão da fisiopatologia e a manipulação da microbiota), o TMF no manejo do DM2. Ao término destas seleções, a amostra final foi constituída por 32 artigos validados para a fundamentação teórica e análise dos resultados.

Figura 2 – Fluxograma de trabalho para levantamento teórico e seleção de artigos.



Fonte: Autoria própria, 2026.

De acordo com a tabela 2, os 32 artigos selecionados foram separados pelo tipo de estudo, havendo a distinção em quatro categorias principais conforme o tipo metodológico utilizado: Ensaio experimental *In Vivo* (Animal), Ensaio Clínico, Revisão Sistemática e Revisão de Literatura.

Grande parte dos estudos correspondeu a Revisão de Literatura, com 14 artigos, representando aproximadamente 43,8% do total. Esses estudos abordam

principalmente a relação entre microbiota com inflamação, resistência à insulina e o efeito terapêutico do TMF na DM2.

Foram realizados 8 Ensaios Clínicos, correspondendo a 25% do total. Esses trabalhos avaliaram o efeito do TMF em pacientes com DM2, analisando como parâmetro da glicemia, hemoglobina glicada (HbA1c), sensibilidade à insulina e as alterações na microbiota intestinal.

Os estudos classificados como Ensaio Experimental *In Vivo* (Animal), corresponderam a 7 artigos, resultando em 21,9% do total. Estes estudos foram realizados a partir de animais modelos que são investigados: mecanismos fisiológicos e metabólicos relacionados a microbiota intestinal e os efeitos do TMF sobre a DM2.

Por fim, as Revisões Sistemáticas correspondem a 3 artigos, equivalente a aproximadamente 9,4% dos estudos analisados. Estes trabalhos reuniram evidência de diferentes pesquisas clínicas e experimentais, avaliando de forma mais ampla a eficácia e a segurança do TMF e de outras estratégias de modulação da microbiota intestinal no controle da diabetes.

Assim, observa-se predominância em estudo de Revisão de Literatura, demonstrando que o tema ainda está em fase de estudo, embora alguns ensaios clínicos apresentam resultados promissores sobre o uso do TMF no tratamento da DM2.

Tabela 2 – Relação dos artigos incluídos no estudo e seus principais resultados.

Nº	Título	Autores/Ano	Tipo de estudo	Resultados obtidos
1.	<i>Fecal microbiota transplantation alters the susceptibility of obese rats to type 2 diabetes mellitus</i>	ZHANG, L. et al. 2020	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	O estudo evidencia que a resolução da disbiose via TMF restaura bactérias benéficas (<i>Lactobacillus</i> , <i>Roseburia</i>) e aumenta metabólitos protetores (AGCC, DHA e ácido indolpropiónico), que atuam na redução da resistência à insulina e da inflamação. Conclui que, embora o TMF melhore o perfil metabólico, sua eficácia é parcial, sugerindo que o tratamento é mais eficiente quando associado a intervenções personalizadas para restaurar o equilíbrio microbiano.
2.	<i>Role of Gut Microbiota on Onset and Progression of Microvascular Complications of Type 2 Diabetes (T2DM)</i>	TANASE, D. M. et al. 2020.	Revisão de Literatura	O estudo mostrou que a disbiose intestinal está relacionada ao desenvolvimento e à progressão das complicações microvasculares do DM2, como nefropatia, retinopatia e neuropatia diabética. As alterações na microbiota intestinal favorecem processos inflamatórios, resistência à insulina e aumento da permeabilidade intestinal, contribuindo para agravamento metabólico e vascular. O artigo destaca que a modulação da microbiota intestinal pode representar uma estratégia terapêutica promissora no

				controle do DM2 e de suas complicações.
3.	<i>Fecal Microbiota Transplantation Reverses Insulin Resistance and Impaired Islets</i>	WANG, H. <i>et al.</i> 2020	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	Demonstrou que o DM2 induzido por dieta rica em gordura pode ser tratado por meio do TMF, melhorando a resistência à insulina e atenuando a destruição das células β das ilhotas pancreáticas. Foi descoberto que o TMF pode aliviar a hiperglicemia, o que oferece uma estratégia de tratamento baseada em bactérias para o controle do DM2.
4.	<i>Reconstruction of intestinal microecology of type 2 diabetes by fecal microbiota transplantation: Why and how</i>	HOQIN, K. <i>et al.</i> 2021	Revisão de Literatura	Evidências indicam que a microbiota intestinal desempenha um papel patogênico e terapêutico central no DM2, sendo a redução de bactérias produtoras de butirato (como <i>Faecalibacterium</i> e <i>Roseburia</i>) e a alteração de metabólitos específicos fatores-chave para a doença. O estudo conclui que, embora a modulação da microbiota seja uma abordagem promissora, a eficácia clínica varia significativamente devido ao perfil bacteriano individual (como a proporção <i>Prevotella/Bacteroides</i>), demandando o uso de tecnologias multiômicas e estudos multicêntricos para viabilizar terapias personalizadas.

5.	<i>Gut Microbiota and Type 2 Diabetes Mellitus: Association, Mechanism, and Translational Applications</i>	ZHANG, L. <i>et al.</i> 2021	Revisão de Literatura	Evidências indicam que o TMF de doadores magros pode reverter a resistência à insulina e melhorar parâmetros metabólicos ao enriquecer bactérias benéficas (como <i>Bifidobacterium</i> e <i>Bacteroides</i>). O estudo conclui que, embora promissor e superior à colonização por probióticos isolados, o efeito do TMF no DM2 pode ser transitório, demandando aplicações recorrentes ou associação com fibras dietéticas.
6.	<i>Modulating the Microbiota as a Therapeutic Intervention for Type 2 Diabetes</i>	HUDA, M. N. <i>et al.</i> 2021.	Revisão de Literatura	O estudo demonstrou que a disbiose intestinal está associada ao desenvolvimento do DM2, influenciando processos inflamatórios, resistência à insulina e alterações metabólicas. Os autores destacam que intervenções voltadas para a modulação da microbiota intestinal, como TMF, probióticos e prebióticos, apresentam potencial terapêutico para melhorar o controle glicêmico e o metabolismo. Entretanto, ressaltam que ainda são necessários mais estudos clínicos para confirmar a eficácia e segurança dessas estratégias no tratamento do DM2.

7.	<i>Washed microbiota transplantation improves patients with high blood glucose in South China</i>	WU, L. et al. 2022	Ensaio Clínico	A TMF pode melhorar significativamente a glicemia em pacientes com hiperglicemia, sem apresentar risco elevado de hiperglicemia e doença cardiovascular aterosclerótica (DCVA) a longo prazo. Os níveis de glicemia em jejum foram significativamente reduzidos a curto e médio prazo em pacientes hiperglicêmicos tratados.
8.	<i>Uygur type 2 diabetes patient fecal microbiota transplantation disrupts blood glucose and bile acid levels by changing the ability of the intestinal flora to metabolize bile acids in C57BL/6 mice</i>	WANG, C. et al. 2022	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	A administração do TMF proveniente de doador com DM2 em modelos murinos resultou no comprometimento da tolerância à glicose oral e à insulina. No perfil plasmático, observou-se uma elevação dos níveis de ácido desoxicólico (DCA), acompanhada pela redução do ácido tauro- β -muricólico e da razão entre ácidos biliares não-12-OH/12-OH. Adicionalmente, verificou-se uma redução significativa na expressão do receptor de vitamina D no fígado e no íleo, bem como uma diminuição nos níveis de GLP-1 ileal.
9.	<i>Health improvements of type 2 diabetic patients through diet and diet plus fecal microbiota transplantation</i>	SU, L. et al. 2022	Ensaio Clínico	Evidências indicam que a combinação da dieta composta por probióticos, prebióticos e grãos integrais (PPW) com o TMF acelera a perda de peso e melhora significativamente os parâmetros glicêmicos, lipídicos e pressóricos no DM2 ao promover mudanças rápidas e estruturais na microbiota (como o aumento de <i>Bifidobacterium</i> , a redução de patógenos e a transição do perfil de <i>Bacteroides</i>

				para <i>Prevotella</i>). O estudo conclui que essa abordagem conjunta atua como uma nova e potente estratégia terapêutica para atenuar a hiperglicemia e a hiperlipidemia, ressaltando, no entanto, que a manutenção desses benefícios exige uma mudança dietética rigorosa e de longo prazo.
10.	<i>Prospective Study Reveals Host Microbial Determinants of Clinical Response to Fecal Microbiota Transplant Therapy in Type 2 Diabetes Patients</i>	DING, D. et al. 2022	Ensaio Clínico	Evidências indicam que a resposta terapêutica ao TMF em pacientes com DM2 é variável e dependente do perfil microbiológico basal do indivíduo. O estudo conclui que a abundância pré-tratamento de bactérias específicas nas fezes, como Rikenellaceae e Anaerotruncus, atua como um potencial biomarcador preditivo, permitindo a triagem e a seleção adequada dos pacientes que têm maior probabilidade de se beneficiar clinicamente da intervenção.
11.	<i>Fecal Microbiota Transplantation and Other Gut Microbiota Manipulation Strategies</i>	QUARANTA, G. et al. 2022	Revisão de Literatura	Evidências indicam que a caracterização e a modulação da microbiota intestinal são etapas fundamentais para o desenvolvimento de diagnósticos e intervenções de precisão. O texto conclui que o TMF se destaca como a abordagem terapêutica mais padronizada e amplamente avaliada em ensaios clínicos com humanos, apontando que o avanço das pesquisas na área dependerá da aplicação do TMF integrado a estratégias de "terapias combinadas" para maximizar os

			benefícios clínicos aos pacientes.
12.	<i>Gut dysbiosis, inflammation and type 2 diabetes in mice using synthetic gut microbiota from diabetic humans</i>	LIAQAT, I. et al. 2023	Os resultados sugerem que tanto a dieta quanto o coquetel de microbiota intestinal causaram aumento da glicemia, da concentração de insulina plasmática e da inflamação, cada um atuando como um gatilho para o início do DM2. Além disso, confirmou-se que o consumo de pequenas quantidades do coquetel de microbiota intestinal para DM2 e uma alimentação rica em gordura podem resultar em alterações significativas na disbiose intestinal em camundongos.
13.	<i>Washed microbiota transplantation reduces glycemic variability in unstable diabetes</i>	LI, Y. et al. 2023	O transplante de microbiota lavada aumentou a diversidade alfa, a diversidade beta e a complexidade da rede microbiana intestinal. As alterações taxonômicas apresentaram menor abundância dos gêneros <i>Bacteroides</i> e <i>Escherichia - Shigella</i>, e maior abundância do gênero <i>Prevotella</i>. Não houve alteração de citocinas inflamatórias circulantes, os hormônios enteroendócrinos ou o peptídeo C.

14.	<i>Comprehensive Study of Untargeted Metabolomics and 16S rRNA Reveals the Mechanism of Fecal Microbiota Transplantation in Improving a Mouse Model of T2D</i>	YANG, W. <i>et al.</i> 2023	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	O TMF reverteu o DM2, melhorando a hiperlipidemia e a hiperglicemia e restaurando a microbiota gastrointestinal. Biomarcadores como corticosterona, progesterona e L-urobilina foram identificados. A análise bioinformática sugere a biossíntese de hormônios esteroides, o metabolismo de arginina e prolina e a biossíntese de ácidos graxos insaturados como mecanismos potenciais.
15.	<i>Fecal microbiota transplantation ameliorates type 2 diabetes via metabolic remodeling of the gut microbiota in db/db mice</i>	CHEN, L. <i>et al.</i> 2023	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	Evidências indicam que a eficácia do TMF na contenção da progressão do DM2 está intrinsecamente ligada à sua capacidade de promover respostas sistêmicas no organismo do paciente. O estudo conclui que o sucesso dessa intervenção depende fundamentalmente de um conjunto de alterações mediadas pelo transplante, que englobam não apenas a reestruturação da microbiota intestinal, mas também a modulação de metabólitos séricos, a recuperação da barreira epitelial e o controle da inflamação e das células imunes circulantes.

16.	<i>Gut microbiota in the pathogenesis and therapeutic approaches of diabetes</i>	LUCILLA, C. <i>et al.</i> 2023	Revisão de Literatura	Evidências indicam que a composição da microbiota intestinal possui forte impacto na "diabesidade" e na síndrome metabólica, estando diretamente conectada aos quadros de inflamação sistêmica, hiperinsulinemia e à Doença Hepática Gordurosa Associada ao Metabolismo (DHGM) por meio do eixo intestino-fígado. O estudo conclui que a microbiota atua não apenas como um novo e promissor biomarcador prognóstico, mas também como um potencial alvo de tratamento, destacando a necessidade de ensaios clínicos adicionais para consolidar a eficácia terapêutica da sua modulação (através do uso de prebióticos e probióticos) no manejo do diabetes e de suas complicações.
-----	--	--------------------------------	-----------------------	--

17.	<i>Effects of fecal microbiota transplantation in metabolic syndrome: A meta-analysis of randomized controlled trials</i>	QIU, B. et al. 2023	Revisão Sistemática	Evidências indicam que o TMF, aplicado como terapia adjuvante, apresenta um perfil seguro, sem efeitos adversos graves, e é clinicamente útil no manejo da síndrome metabólica ao melhorar marcadores fundamentais, como a HbA1c, a sensibilidade à insulina e o colesterol HDL. O estudo conclui que, apesar desses benefícios metabólicos expressivos, o TMF não difere significativamente do placebo no que diz respeito à indução da perda de peso nos pacientes.
18.	<i>The relationship between gut microbiota and susceptibility to type 2 diabetes mellitus in rats</i>	AN, Y. et al. 2023.	Ensaio Experimental In Vivo (Animal).	O estudo investigou a relação entre a microbiota intestinal e a suscetibilidade ao DM2 em ratos. Os resultados demonstraram que alterações na composição da microbiota intestinal estão associadas ao desenvolvimento de resistência à insulina, distúrbios metabólicos e inflamação. Os autores observaram diferenças significativas entre animais mais suscetíveis e menos suscetíveis ao DM2, sugerindo que a microbiota intestinal desempenha papel importante na progressão da doença e pode representar um potencial alvo terapêutico

para prevenção e tratamento do DM2.

- | | | | | |
|-----|---|---------------------------|----------------|---|
| 19. | <i>Fecal microbiota transplantation reverses insulin resistance in type 2 diabetes: A randomized, controlled, prospective study</i> | WU, Z. <i>et al.</i> 2023 | Ensaio Clínico | O TMF, isolado ou com metformina, melhorou a resistência à insulina, o IMC e os níveis de glicose e HbA1c em pacientes com DM2. Também aumentou a diversidade da microbiota intestinal, com colonização de bactérias do doador. |
|-----|---|---------------------------|----------------|---|

- | | | | | |
|-----|---|------------------------------|-----------------------|---|
| 20. | <i>The Role of Fecal Microbiota Transplantation (FMT) in the Management of Metabolic Diseases in Humans: A Narrative Review</i> | ZICOU, E. <i>et al.</i> 2024 | Revisão de Literatura | Evidências indicam que a aplicação clínica do TMF em doenças metabólicas enfrenta limitações práticas e desafios para a manutenção da eficácia a longo prazo, devido à natureza dinâmica da flora intestinal e à interferência da imunidade e do estilo de vida do hospedeiro. O estudo conclui que o sucesso do enxerto exige uma rigorosa compatibilidade entre doador e receptor, demandando o uso de tecnologias avançadas (como sequenciamento e metabolômica) para estabelecer critérios claros para doadores qualificados e desvendar os mecanismos de ação frente à variabilidade |
|-----|---|------------------------------|-----------------------|---|
-

			microbiológica basal de cada paciente.
21.	<i>Fecal Microbiota Transplantation: A Prospective Treatment for Type 2 Diabetes Mellitus</i>	ZHOU, X. <i>et al.</i> 2024.	Revisão de Literatura O estudo mostrou que o TMF apresenta potencial terapêutico no DM2 ao melhorar a resistência à insulina, reduzir os níveis de glicose e modular a microbiota intestinal. Os autores destacam que o TMF favorece o aumento da diversidade bacteriana e a presença de bactérias benéficas relacionadas ao metabolismo. Entretanto, ainda existem limitações quanto à padronização dos protocolos e à comprovação da eficácia clínica a longo prazo, sendo necessários mais estudos clínicos.
22.	<i>The role of fecal microbiota transplantation in type 2 diabetes mellitus treatment</i>	WANG, H. <i>et al.</i> 2024	Revisão de Literatura O TMF isoladamente demonstra-se insuficiente para controlar eficazmente os níveis de glicose no sangue. Portanto, a combinação da modulação da microbiota intestinal com outros tratamentos estabelecidos para o DM, incluindo ajustes no estilo de vida, medicamentos como metformina, inibidores do cotransportador de sódio-glicose 2 (SGLT2i), agonistas do receptor GLP-1 e medicamentos hipolipemiantes como estatinas, resulta em parâmetros metabólicos melhorados, aliviando, em última análise, os danos causados por esta fisiopatologia complexa..

23.	<i>Exploring the Significance of Gut Microbiota in Diabetes Pathogenesis and Management—A Narrative Review</i>	MLYNARSKA, E. <i>et al.</i> 2024	Revisão de Literatura	Evidências indicam que a disbiose intestinal, marcada pela redução de bactérias produtoras de butirato e por alterações em metabólitos essenciais (como AGCC, ACR e LPS), atua como um fator determinante na patogênese do DM2 ao promover inflamação crônica e resistência à insulina. O estudo conclui que, embora intervenções como modificações dietéticas, exercícios, probióticos, prebióticos, simbióticos e TMF sejam promissoras para otimizar o controle glicêmico, a aplicação clínica dessas terapias esbarra em incertezas sobre a segurança a longo prazo (incluindo riscos de infecções e transferência de resistência a antibióticos), tornando imprescindível o avanço das pesquisas para o desenvolvimento de abordagens seguras e rigorosamente personalizadas.
-----	--	----------------------------------	-----------------------	---

24.	<i>Exploring the Gut Microbiota: Key Insights Into Its Role in Obesity, Metabolic Syndrome, and Type 2 Diabetes</i>	SABITHA, S.P. <i>et al.</i> 2024	Revisão de Literatura	Evidências indicam que a disbiose intestinal na obesidade, síndrome metabólica e DM2 promove o aumento da permeabilidade intestinal, a extração excessiva de energia de carboidratos e a liberação de metabólitos pró-inflamatórios (como o LPS), desencadeando um quadro de inflamação sistêmica e resistência à insulina. O estudo conclui que a modulação da microbiota por meio de alterações dietéticas, uso de simbióticos, probióticos, prebióticos ou TMF representa uma abordagem terapêutica inovadora e promissora, sendo necessários novos ensaios clínicos para definir as dosagens, a frequência ideal das intervenções e seus impactos a longo prazo no metabolismo do hospedeiro.
-----	---	----------------------------------	-----------------------	---

25.	<i>Advances in Fecal Microbiota Transplantation for the Treatment of Diabetes Mellitus</i>	ZHANG, J. <i>et al.</i> 2024	Revisão de Literatura	Os estudos indicam que o TMF pode melhorar o controle glicêmico, reduzindo glicose e HbA1c e aumentando a sensibilidade à insulina. Esses efeitos estão relacionados ao reequilíbrio da microbiota intestinal e à redução da inflamação. No entanto, ainda são necessários mais estudos para confirmar sua eficácia e segurança.
26.	<i>Therapeutic Potential of Fecal Microbiota Transplantation in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review</i>	ASLAM, M. R. <i>et al.</i> 2024.	Revisão Sistemática	O estudo mostrou que o TMF apresentou efeitos positivos em pacientes com DM2, promovendo redução da glicemia e da HbA1c, além de melhora na sensibilidade à insulina. Também foram observadas alterações favoráveis na microbiota intestinal após o tratamento. Entretanto, os autores destacam que ainda existem limitações relacionadas ao pequeno número de ensaios clínicos randomizados e ao tamanho reduzido das amostras, sendo necessários mais estudos para confirmar a eficácia e segurança do TMF como

				terapia padrão para o DM2.
--	--	--	--	----------------------------

27.	<i>Microbiota Transplantation in Individuals with Type 2 Diabetes and a High Degree of Insulin Resistance</i>	GÓMEZ-PÉREZ, A. M. et al. 2024	Ensaio Clínico	Os resultados mostraram que o TMF não promoveu melhorias significativas no controle glicêmico, na resistência à insulina ou em outros parâmetros metabólicos em pacientes com DM2. Apesar de mudanças na microbiota intestinal, houve até um leve aumento da HbA1c no grupo TMF. Assim, o tratamento não se mostrou eficaz nesse estudo, sendo necessárias mais pesquisas.
-----	---	--------------------------------	----------------	--

28.	<i>Targeted gut microbiome therapy: Applications and prospects of probiotics, fecal microbiota transplantation and natural products in the management of type 2 diabetes</i>	QIN, L. et al. 2025	Revisão de Literatura	O uso de probióticos, TMF e produtos naturais aliviam ou reverterem a progressão do DM2 de forma eficaz, modulando a composição da microbiota intestinal, promovendo a secreção de metabólitos intestinais, protegendo a integridade da barreira intestinal e estimulando a liberação de hormônios intestinais. Entretanto, a eficácia de probióticos, TMF e produtos naturais permanece inconsistente, sendo fortemente influenciada por diversos fatores, incluindo a composição das cepas probióticas, as doses e a duração do tratamento.
-----	--	---------------------	-----------------------	---

<i>Influence of Gut Bacteria on Type 2 Diabetes: 29. Mechanisms and Therapeutic Strategy</i>	WEN, X. <i>et al.</i> 2025.	Revisão de Literatura	O estudo destaca que a disbiose intestinal está fortemente associada ao desenvolvimento e à progressão do DM2. Os autores demonstram que alterações na microbiota intestinal influenciam a resistência à insulina, o metabolismo da glicose e os processos inflamatórios por meio do eixo microbiota-hospedeiro. Além disso, terapias direcionadas à microbiota, como probióticos, prebióticos e TMF, apresentam potencial para melhorar o controle metabólico e glicêmico. Entretanto, são necessárias mais pesquisas para validar a eficácia clínica dessas estratégias e esclarecer seus mecanismos de ação.
--	-----------------------------	--------------------------	--

30.	<i>Mechanisms and key mediators of gut microbiota and type 2 diabetes mellitus: A comprehensive overview</i>	VASSALLO, G. A. et al. 2025	Revisão de Literatura	O estudo demonstrou que a disbiose intestinal está diretamente relacionada ao desenvolvimento e progressão do DM2, influenciando a resistência à insulina, o metabolismo da glicose e processos inflamatórios. Os autores destacam que metabólitos produzidos pela microbiota intestinal, como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), lipopolissacarídeos (LPS) e ácidos biliares, possuem papel importante na fisiopatologia do DM2. Além disso, intervenções como probióticos, prebióticos e TMF mostraram potencial terapêutico na melhora do controle glicêmico e da inflamação. Entretanto, o estudo ressalta a necessidade de pesquisas clínicas mais amplas para confirmar a eficácia dessas estratégias terapêuticas.
-----	--	-----------------------------	-----------------------	---

<i>Probiotics, prebiotics, synbiotics, and FMT for glycemic control:</i> 31. <i>A systematic review of clinical efficacy and mechanistic readouts in type 2 diabetes and related dysglycemia</i>	SHALBAF, N. <i>et al.</i> 2025.	Revisão Sistemática	O estudo demonstrou que intervenções direcionadas à microbiota intestinal, como probióticos, prebióticos, simbióticos e TMF, podem melhorar o controle glicêmico em pacientes com DM2. Foram observadas reduções na glicemia, HbA1c e resistência à insulina, associadas ao aumento de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta. O TMF apresentou maior efeito sobre a sensibilidade à insulina, embora os resultados dependessem do doador e das características individuais dos pacientes. O estudo conclui que essas terapias são promissoras como tratamento complementar do DM2, mas ainda requerem maior padronização clínica.
--	--	--------------------------------	--

32.	<i>Effect of fecal microbiota transplantation on diabetic wound healing through the IL-17A–mTOR–HIF1 α signaling axis</i>	PENG, C. <i>et al.</i> 2025	Ensaio Experimental <i>In Vivo</i> (Animal)	O TMF regulou os níveis de bactérias específicas nos camundongos diabéticos e ajudou a restaurar o equilíbrio da microbiota intestinal. Este transplante também melhorou a cicatrização de feridas em camundongos diabéticos, aumentando a taxa de fechamento, acelerando a reepitelização e estimulando a deposição de colágeno em feridas cutâneas.
-----	---	-----------------------------	---	---

Fonte: Autoria própria, 2026.

Os estudos analisados demonstram que a microbiota intestinal possui um papel fundamental no desenvolvimento e na progressão do DM2. Conforme ressaltado por Huda *et al.* (2021), a disbiose intestinal favorece a inflamação crônica e alterações metabólicas significativas. Esse quadro patológico está intimamente ligado a metabólitos intestinais, como lipopolissacarídeos (LPS), ácidos biliares e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que, segundo Vassallo *et al.* (2025), possuem papel central na resistência à insulina e nos processos inflamatórios subjacentes ao diabetes. Zhang *et al.* (2021) menciona que o TMF surge como uma estratégia promissora para otimizar a sensibilidade periférica à insulina, embora sua eficácia esteja intrinsecamente ligada à diversidade da flora original do paciente e às características do doador. Paralelamente, o aporte de fibras alimentares desempenha um papel crucial ao favorecer a proliferação de bactérias produtoras de AGCC, o que reflete diretamente na melhora da homeostase glicêmica e da HbA1c. O uso de probióticos específicos, como a *Akkermansia muciniphila*, também se destaca pela capacidade de reduzir a inflamação, restaurar a barreira intestinal e aprimorar a tolerância à glicose.

Diante disso, intervenções voltadas para a modulação da ecologia intestinal, especialmente o TMF, despontam como estratégias terapêuticas promissoras.

Nesse sentido, diversas pesquisas estabeleceram uma correlação positiva entre o TMF e a melhora do controle metabólico. Estudos como os de Wu *et al.* (2022) e Wang *et al.* (2024) demonstraram eficácia significativa na redução da glicemia de jejum, da glicemia pós-prandial e da HbA1c em modelos animais e humanos a curto e médio prazo. Esses achados são fortemente corroborados por Zhou *et al.* (2024) e pela revisão sistemática de Aslam *et al.* (2024), que também identificaram a redução da HbA1c e uma restauração celular favorável à sensibilidade à insulina. Esse restabelecimento da homeostase glicêmica reflete-se de forma direta em índices matemáticos fundamentais, com destaque para o *Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance* (HOMA-IR). Este índice atua como um parâmetro preditor para o desenvolvimento do DM2, refletindo a falha do organismo em compensar as altas demandas de insulina para manter a homeostase da glicose sérica. A redução significativa desse marcador após o transplante comprova a capacidade da intervenção em reverter a resistência periférica e restaurar a sensibilidade tecidual ao hormônio.

Ao comparar a magnitude dessas respostas com outras abordagens de modulação intestinal, Shalbaf *et al.* (2025) notaram que, embora intervenções com probióticos (como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*), prebióticos (como a inulina) e simbióticos tenham efeitos positivos na redução da glicemia e no controle do estresse oxidativo, o TMF demonstrou um impacto superior na sensibilidade à insulina. Esse diferencial terapêutico ocorre porque o TMF, aplicado de forma isolada ou em combinação com metformina, promove um incremento robusto na diversidade microbiana e melhora o índice de massa corporal de forma mais abrangente. Ademais, variações metodológicas como o Transplante de Microbiota Fecal Lavada também se mostraram benéficas na redução do HOMA-IR, ainda que sua melhora na variabilidade glicêmica tenda a ser mais transitória.

Paralelamente ao potencial do transplante, a manipulação dietética direcionada surge como uma estratégia adjuvante essencial. Su *et al.* (2022) relatam que a dieta composta por probióticos, prebióticos e grãos integrais (PPW) demonstra grande eficácia no controle do peso, glicemia, pressão arterial e lipídios, servindo como uma excelente via paralela para o manejo do diabetes. Curiosamente, a diminuição da diversidade da microbiota observada nesse modelo dietético desafia a ideia comum de que "maior diversidade é sempre sinal de melhor saúde", já que os

pacientes apresentaram melhoras metabólicas clínicas claras mesmo com essa redução quantitativa. Nesse caso, a transição para um intestino dominado por *Prevotella*, o enriquecimento de bactérias protetoras (*Bifidobacterium*) e a concomitante redução de patógenos inflamatórios constituem os mecanismos principais na melhoria da saúde do paciente. Contudo, os autores ressaltam que, diferentemente do impacto imediato do TMF, a manutenção desses benefícios exige mudanças radicais e de longo prazo na dieta para evitar a regressão do quadro eubiótico.

Como consequência direta dessa melhora na sensibilidade à insulina e do reequilíbrio metabólico, a otimização do perfil lipídico é outro desfecho clínico frequentemente relatado na literatura. Em ensaios experimentais e clínicos, Yang *et al.* (2023) observaram uma redução substancial dos níveis de LDL no grupo tratado com TMF. De forma complementar, o estudo de Wu *et al.* (2022) apontou um aumento significativo nos níveis protetores de HDL sérico após o procedimento. A revisão de Aslam *et al.* (2024) sintetiza essas evidências ao elencar diversos artigos que descrevem um declínio geral do colesterol total, triglicerídeos e LDL, acompanhado pelo aumento do HDL. Esse rearranjo lipídico configura um perfil sistêmico mais saudável, mitigando os riscos cardiovasculares cronicamente associados à fisiopatologia do DM2.

A base fisiológica desses resultados positivos reside no reequilíbrio da microbiota e na redução da inflamação sistêmica (Zhang *et al.* 2024). O objetivo primário do TMF é promover a diversidade bacteriana e favorecer microrganismos relacionados ao metabolismo saudável. O equilíbrio entre os filos *Firmicutes* e *Bacteroidetes* é crucial, pois influencia diretamente a glicemia plasmática e a tolerância à insulina. Embora Qin *et al.* (2025) citem que o DM2 geralmente apresente um aumento de *Firmicutes*, estudos como os de Bo *et al.* (2023) demonstraram que o TMF pode reconstituir com sucesso gêneros benéficos como o *Bifidobacterium* em apenas quatro semanas. Em ensaios experimentais, Yang *et al.* (2023) observaram que o tratamento elevou a abundância de *Bacteroidetes* e *Proteobacteria*, reduzindo *Firmicutes* e *Deferrobacterium*.

Essa reestruturação leva ao enriquecimento de bactérias produtoras de AGCC, como o butirato, que são essenciais para reparar a barreira intestinal e melhorar o metabolismo glicêmico (Zhang *et al.* 2024). A modulação inflamatória

decorrente foi evidenciada na prática por Wang *et al.* (2020) cuja análise imunohistoquímica revelou uma redução de citocinas pró-inflamatórias (IL-6 e TNF- α) e um aumento expressivo da citocina anti-inflamatória IL-10. Esse mecanismo protege as ilhotas pancreáticas e promove a regeneração celular ao suprimir a apoptose por meio da regulação positiva da proteína Bcl-2 no pâncreas. Ao mesmo tempo em que a Bcl-2 é elevada, as proteínas causadoras da morte celular (pró-apoptóticas) são reduzidas, como a Caspase-3 e a Bax.

Além do controle direto da glicose, a microbiota influencia severamente as complicações diabéticas. Tanase *et al.* (2020) destacam que, em pacientes humanos, a disbiose intestinal está associada ao agravamento de complicações microvasculares, como nefropatia, retinopatia e neuropatia diabética, em razão do aumento da inflamação sistêmica e da permeabilidade intestinal. Contudo, evidenciando o potencial sistêmico reparador do TMF, Peng *et al.* (2025) demonstraram em modelos experimentais que a terapia pode promover a cicatrização acelerada de feridas em camundongos diabéticos através do eixo de sinalização IL-17A–mTOR–HIF1 α , que propicia a reprogramação energética na célula. Ao acelerar a glicólise anaeróbica, o tecido obtém a energia imediata necessária para vencer a micro-hipóxia da ferida e migrar rapidamente. O desfecho prático é uma reepitelização acelerada, marcada pela forte deposição de colágeno e formação robusta do tecido de granulação. Esse processo foi guiado pela correção da disbiose, com aumento de bactérias protetoras (*Alloprevotella*, *Paramuribaculum* e *Dubosiella*) e supressão de grupos patogênicos e inflamatórios (*Prevotellaceae_UCG-001*, *Clostridium* e *Desulfovibrionaceae_unclassified*). Essa eficácia na reversão de distúrbios metabólicos em camundongos diabéticos também foi identificada por Chen *et al.* (2023), cujos resultados apontam melhorias na glicemia de jejum, na tolerância à glicose e na função das ilhotas pancreáticas, sem causar perda de peso significativa. De acordo com Chen *et al.* (2023), esse benefício terapêutico está diretamente associado ao aumento da diversidade da microbiota intestinal, com destaque para o enriquecimento de *Ruminococcaceae*, e à restauração da barreira intestinal, evidenciada pela recuperação de proteínas de junção (ZO-1 e ocludina) e pela redução de citocinas pró-inflamatórias, como TNF- α e IL-6.

Apesar do amplo espectro de resultados promissores, a literatura científica

alerta para limitações metodológicas importantes e eventuais divergências clínicas. Em contraste com a maioria dos achados positivos, o ensaio clínico de Gómez-Pérez *et al.* (2024) apontou que o TMF não promoveu melhora significativa dos parâmetros metabólicos após 12 semanas de acompanhamento, registrando inclusive um discreto aumento da HbA1c em alguns pacientes e ausência de mudanças relevantes na glicemia e insulina. Essa aparente ausência de eficácia clínica, contudo, pode ser elucidada pelos critérios biológicos de responsividade individual. De acordo com Ding *et al.* (2022), a eficácia do transplante está intrinsecamente atrelada ao perfil microbiológico basal do receptor. Nos pacientes que respondem positivamente ao tratamento, verifica-se que uma alta abundância inicial de *Rikenellaceae* e *Anaerotruncus* é restaurada para níveis considerados saudáveis após o TMF, o que sugere que esses gêneros bacterianos exercem um papel causal no desenvolvimento ou agravamento da fisiopatologia. Diante disso, os autores concluem que a assinatura microbiológica pré-tratamento dessas bactérias específicas atua como um biomarcador preditivo crucial (com precisão de cerca de 82,4%) para a triagem e seleção de quais indivíduos com DM2 de fato possuem o substrato ecológico necessário para se beneficiarem da terapia. Desta forma, o insucesso observado no desenho experimental de Gómez-Pérez *et al.* (2024) pode refletir uma limitação na homogeneização basal dos voluntários, e não necessariamente a ineficácia intrínseca da técnica. Vale ressaltar que, apesar de não ter atingido os desfechos metabólicos esperados naquele grupo específico, o procedimento demonstrou-se seguro e isento de efeitos adversos graves.

Adicionalmente, o avanço na validação clínica do TMF esbarra em vieses temporais e limitações metodológicas que demandam cautela quanto à durabilidade dos desfechos terapêuticos. Estudos conduzidos por Li *et al.* (2023) e Wu *et al.* (2022) advertem que as melhoras observadas na variabilidade glicêmica, na glicemia de jejum e no índice HOMA-IR possuem um caráter transitório. Essas repercussões metabólicas positivas concentram-se majoritariamente no curto prazo, demonstrando uma clara tendência a estabilizar ou declinar em avaliações de longo prazo (seis meses). Essa falta de efeito prolongado, frequentemente mascarada por períodos de acompanhamento precoces, constitui um viés metodológico importante, o qual é fortemente corroborado pela revisão sistemática de Aslam *et al.* (2024). Soma-se a esse cenário a fragilidade estatística decorrente do uso de amostras

reduzidas na maioria dos ensaios clínicos disponíveis (como em Li *et al.* 2023; Wu *et al.* 2022, 2023), o que limita o poder de generalização dos achados

Outro obstáculo expressivo reside nos desafios de padronização dos protocolos de intervenção. Conforme apontam Wang *et al.* (2024), Qin *et al.* (2025) e Shalbaf *et al.* (2025), a literatura apresenta uma acentuada heterogeneidade experimental, evidenciada por variações críticas nas diretrizes dietéticas pré-procedimento, nas dosagens, nas vias de administração e no rigor dos critérios para triagem de doadores. Por fim, as lacunas sobre a segurança a longo prazo ampliam essas incertezas.

Embora Zicou *et al.* (2024) destaquem um perfil de segurança excelente no curto prazo, os autores alertam para o risco latente de complicações imprevistas tardias, tais como a transferência vertical de genes de resistência a antibióticos, oscilações no ganho de peso e o gatilho para patologias autoimunes ou neurológicas. Adicionalmente, os autores evidenciam um importante viés de seleção na literatura: foca-se excessivamente no receptor, negligenciando que a variabilidade biológica do doador e a presença de componentes não bacterianos, como bacteriófagos, ditam o sucesso do transplante. Portanto, a consolidação definitiva do TMF como terapêutica complementar segura no DM2 permanece estritamente dependente da condução de ensaios clínicos de base amostral mais ampla e do estabelecimento de protocolos metodológicos unificados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura científica revisada, foi possível compreender a importância de uma microbiota saudável no metabolismo de pacientes com DM2. Evidenciou-se o quão prejudicial a disbiose pode ser para esses quadros, estabelecendo uma desregulação metabólica que se retroalimenta constantemente.

Quanto ao TMF, seus efeitos positivos no manejo do DM2 ficaram evidentes, atuando diretamente na regulação glicêmica e na melhora de parâmetros avaliativos da homeostase metabólica, o que beneficia sistemicamente diversos aspectos patológicos da doença. Entretanto, percebe-se que a manutenção desses resultados a longo prazo depende da associação com outras intervenções. Isso inclui desde mudanças de hábitos cotidianos, por exemplo a introdução de alimentos prebióticos

e probióticos, até a combinação com terapias medicamentosas tradicionais, a exemplo da metformina.

Em suma, faz-se necessária a realização de estudos clínicos mais robustos para expandir as evidências a respeito do TMF, viabilizando, no futuro, sua implementação de forma mais difusa e segura na prática clínica, de modo a garantir maior saúde e bem-estar à população acometida por essa patologia.

REFERÊNCIAS

- AN, Y. *et al.* The relationship between gut microbiota and susceptibility to type 2 diabetes mellitus in rats. **Chinese Medicine**, v. 18, n. 1, p. 49, 2023. DOI: 10.1186/s13020-023-00717-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13020-023-00717-9>. Acesso em: 28 abr. 2026.
- ASLAM, M. R. *et al.* Therapeutic potential of fecal microbiota transplantation in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **Cureus**, v. 16, n. 10, p. e70642, 2024. DOI: 10.7759/cureus.70642. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39483608/>. Acesso em: 28 abr. 2026.
- BLAZZO, M.; DEIDDA, G. Fecal Microbiota Transplantation as New Therapeutic Avenue for Human Diseases. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 11, n. 14, p. 4119, 15 jul. 2022. DOI 10.3390/jcm11144119. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9320118/>. Acesso em: 29 out. 2025.
- CYMBAL, M. *et al.* Fecal microbiota transplantation: Current evidence and future directions. **Cleveland Clinic journal of medicine**, Cleveland, v. 92, n. 7, p. 421, 2025.
- CHEN, L. *et al.* Fecal microbiota transplantation ameliorates type 2 diabetes via metabolic remodeling of the gut microbiota in db/db mice. **BMJ Open Diabetes Research & Care**, v. 11, n. 3, p. e003282, 2023. DOI: 10.1136/bmjdr-2022-003282. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37253485/>. Acesso em: 28 abr. 2026.
- CRUDELE, L. *et al.* Gut microbiota in pathogenesis and therapeutic approaches of diabetes. **eBioMedicine**, v. 97, 2023. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964\(23\)00387-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964(23)00387-0/fulltext). Acesso em: 28 abr. 2026.
- GALICIA-GARCIA, U. *et al.* Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. **International journal of molecular sciences**, 21(17), 6275, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>. Acesso em: 23 jun. 2026.
- SETHUMADHAVAN, S. *et al.* Gut microbiota as a key player in type 2 diabetes: Current perspectives. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, [s. l.], v. 16, n. 02, p. 046-054, 2026. DOI 10.7324/JAPS.2026.267236. Disponível em: https://japsonline.com/admin/php/uploads/4678_pdf.pdf. Acesso em: 23 jun. 2026.
- GÓMEZ-PÉREZ, A. M. *et al.* Microbiota transplantation in individuals with type 2 diabetes and a high degree of insulin resistance. **Nutrients**, v. 16, n. 20, p. 3491, 2024. DOI:

10.3390/nu16203491. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/20/3491>. Acesso em: 28 abr. 2026.

HOU, K. *et al.* Reconstruction of intestinal microecology of type 2 diabetes by fecal microbiota transplantation: why and how. **Bosnian Journal of Basic Medical Sciences**, v. 22, n. 3, p. 315-325, 2022. DOI: 10.17305/bjbms.2021.6323. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34761734/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

HUDA, M. N.; KIM, M.; BENNETT, B. J. Modulating the microbiota as a therapeutic intervention for type 2 diabetes. **Frontiers in Endocrinology**, v. 12, p. 632335, 2021. DOI: 10.3389/fendo.2021.632335. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33897618/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

LI, Y. *et al.* Washed microbiota transplantation reduces glycemic variability in brittle diabetes. **Journal of Diabetes**, v. 16, n. 2, p. e13485, 2024. DOI: 10.1111/1753-0407.13485. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37846600/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

LIAQAT, I. *et al.* Gut dysbiosis, inflammation and type 2 diabetes in mice using synthetic gut microbiota from diabetic humans. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e242818, 2023. DOI: 10.1590/1519-6984.242818. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/fGSfVtJPnQ88Ms4xNChSzSJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2026.

MENDIS, B. I. L. M. *et al.* Mechanisms and key mediators of gut microbiota and type 2 diabetes mellitus: a comprehensive overview. **Medicine in Microecology**, v. 26, p. 100144, 2025. DOI: 10.1016/j.medmic.2025.100144. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590097825000254>. Acesso em: 28 abr. 2026.

MŁYNARSKA, E. *et al.* Exploring the significance of gut microbiota in diabetes pathogenesis and management: a narrative review. **Nutrients**, v. 16, n. 12, p. 1938, 2024. DOI: 10.3390/nu16121938. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/12/1938>. Acesso em: 28 abr. 2026.

PENG, C. *et al.* Effect of fecal microbiota transplantation on diabetic wound healing through the IL-17A–mTOR–HIF1 α signaling axis. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 91, p. e02019-24, 2025. DOI: 10.1128/aem.02019-24. Disponível em: <https://datadryad.org/dataset/doi:10.5061/dryad.n2z34tn7c>. Acesso em: 28 abr. 2026.

PILLAI, S. S. *et al.* Exploring the gut microbiota: key insights into its role in obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 109, n. 11, p. 2709-2719, 2024. DOI: 10.1210/clinem/dgae499. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcem/article/109/11/2709/7718329?guestAccessKey=>. Acesso em: 28 abr. 2026.

QIN, L. *et al.* Targeted gut microbiome therapy: applications and prospects of probiotics, fecal microbiota transplantation and natural products in the management of type 2 diabetes. **Pharmacological Research**, v. 213, p. 107625, 2025. DOI: 10.1016/j.phrs.2025.107625. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39875017/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

QIU, B.; LIANG, J.; LI, C. Effects of fecal microbiota transplantation in metabolic syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials. **PLoS ONE**, v. 18, n. 7, p. e0288718, 2023. DOI: 10.1371/journal.pone.0288718. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0288718>. Acesso em: 28 abr. 2026.

QUARANTA, G. *et al.* Fecal microbiota transplantation and other gut microbiota manipulation strategies. **Microorganisms**, v. 10, n. 12, p. 2424, 2022. DOI: 10.3390/microorganisms10122424. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/12/2424>. Acesso em: 28 abr. 2026.

SHALBAF, N. *et al.* Probiotics, prebiotics, synbiotics, and FMT for glycemic control: a systematic review of clinical efficacy and mechanistic readouts in type 2 diabetes and related dysglycemia. **Metabolism Open**, v. 28, p. 100419, 2025. DOI: 10.1016/j.metop.2025.100419. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41321404/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

SU, L. *et al.* Health improvements of type 2 diabetic patients through diet and diet plus fecal microbiota transplantation. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1152, 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-05127-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35064189/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

TANASE, D. M. *et al.* Role of gut microbiota on onset and progression of microvascular complications of type 2 diabetes (T2DM). **Nutrients**, v. 12, n. 12, p. 3719, 2020. DOI: 10.3390/nu12123719. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/12/3719>. Acesso em: 28 abr. 2026.

WANG, C. *et al.* Uygur type 2 diabetes patient fecal microbiota transplantation disrupts blood glucose and bile acid levels by changing the ability of the intestinal flora to metabolize bile acids in C57BL/6 mice. **BMC Endocrine Disorders**, v. 22, n. 1, p. 236, 2022. DOI: 10.1186/s12902-022-01155-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36151544/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

WANG, H. *et al.* Promising treatment for type 2 diabetes: fecal microbiota transplantation reverses insulin resistance and impaired islets. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 9, p. 455, 2020. DOI: 10.3389/fcimb.2019.00455. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32010641/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

WANG, H. *et al.* The role of fecal microbiota transplantation in type 2 diabetes mellitus treatment. **Frontiers in endocrinology**, v. 15, p. 1469165, 2024. DOI: 10.3389/fendo.2024.1469165. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39735647/>. Acesso em: 22 out. 2025.

WEN, X.; QI, L. M.; ZHAO, K. Influence of gut bacteria on type 2 diabetes: mechanisms and therapeutic strategy. **World Journal of Diabetes**, v. 16, n. 1, p. 100376, 2025. DOI: 10.4239/wjd.v16.i1.100376. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39817222/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

WU, L. *et al.* Washed microbiota transplantation improves patients with high blood glucose in South China. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 985636, 2022. DOI: 10.3389/fendo.2022.985636. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9539914/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

WU, Z. *et al.* Fecal microbiota transplantation reverses insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized, controlled, prospective study. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 12, p. 1089991, 2023. DOI: 10.3389/fcimb.2022.1089991. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36704100/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

YANG, W. *et al.* Comprehensive untargeted metabolomics and 16S rRNA study reveals the mechanism of fecal microbiota transplantation in improving a murine model of type 2 diabetes. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity**, v. 16, p. 1367-1381, 2023. DOI: 10.2147/DMSO.S404352. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10184852/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

YU, Y. *et al.* Gut Microbiota Dysbiosis and Its Impact on Type 2 Diabetes: From Pathogenesis to Therapeutic Strategies. **Metabolites**, Basel, v. 15, n. 6, p. 397, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-1989/15/6/397>. Acesso em: 22 out. 2025.

ZHANG, J. *et al.* Advances in fecal microbiota transplantation for the treatment of diabetes mellitus. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, p. 1370999, 2024. DOI: 10.3389/fcimb.2024.1370999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38660489/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

ZHANG, L. *et al.* Gut microbiota and type 2 diabetes mellitus: association, mechanism, and translational applications. **Mediators of Inflammation**, v. 2021, p. 5110276, 2021. DOI: 10.1155/2021/5110276. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34447287/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

ZHANG, L. *et al.* Fecal microbiota transplantation alters the susceptibility of obese rats to type 2 diabetes mellitus. **Aging**, v. 12, n. 17, p. 17480-17502, 2020. DOI: 10.18632/aging.103756. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32920548/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

ZHOU, X. *et al.* Fecal microbiota transplantation: a prospective treatment for type 2 diabetes mellitus. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity**, v. 17, p. 647-659, 2024. DOI: 10.2147/DMSO.S447784. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38347911/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

ANEXOS

ANEXO A - Ata de Defesa

Anexo 5 – Ata de Defesa

No dia 23 de junho de 2026, às 14.....h no auditório III do bloco C deu-se início ao Exame de Defesa dos alunos Lucas Alves Almeida Siqueira, Maria Eduarda Souza Dal Pizzol, Naiara Sayuri Maia Kihara , alunos regularmente matriculados no curso de Biomedicina do UNIVAG Centro Universitário que apresentaram seu Trabalho de Conclusão de Curso 2 intitulado EFEITOS DO TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL NO TRATAMENTO DE DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DAS EVIDÊNCIAS. Os alunos tiveram como Orientadora Pro^{fa} Dra. Raisia Barros Magalhães de Lima e foram Membros da Banca :

Membro 1 Prof. Ma. Belgath Fernandes Cardoso

Membro 2 Prof Ma. Luana Letícia Vila Donadel

Os alunos foram arguidos pela Banca, durante o tempo considerado necessário, tendo obtido pelo trabalho a nota 9,7 (noventa e sete.....). A nota final de cada aluno é definida individualmente pela professora da disciplina considerando sua participação em todo processo de desenvolvimento do trabalho, seja o comparecimento às orientações, seja a produção do trabalho, até a apresentação final. A sessão foi encerrada às 14:46.....h, e, nada mais havendo, eu, professora orientadora, lavrei a presente ata que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.



Dra. Raisia Barros Magalhães de Lima



Ma. Belgath Fernandes Cardoso



Ma. Luana Letícia Vila Donadel