

GUIA PRÁTICO

CIÊNCIA E MEDICINA DO MICROBIOMA PARA MÉDICOS VETERINÁRIOS



**GUIA PRÁTICO:
CIÊNCIA E EXAMES DE MICROBIOMA
PARA MÉDICOS VETERINÁRIOS**



GUIA PRÁTICO: CIÊNCIA E EXAMES DE MICROBIOMA PARA MÉDICOS VETERINÁRIOS

ALAN BRANCO
FLAVIO FRANCISCO
KATIA ATOJI

Petbiomas Vet

© 2025 GENOBIOMAS BIOTECNOLOGIA LTDA.
São Paulo, SP

SOBRE A EMPRESA

A Petbiomas é uma empresa pioneira dedicada a melhorar a saúde e o bem-estar dos animais por meio da ciência do microbioma. Fundada pelos ex-pesquisadores de Harvard, Alan Branco e Flavio de Oliveira Francisco, a Petbiomas é a primeira empresa na América Latina a oferecer serviços de análise do microbioma especificamente para animais. Inicialmente focada em cães e gatos, a Petbiomas agora realiza testes de microbioma intestinal para todos os tipos de animais, incluindo cavalos. Utilizam o sequenciamento do gene 16S rRNA para identificar e quantificar as bactérias presentes no intestino dos pets e outros animais. Além disso, por meio de uma parceria com a AnimalBiome e utilizando seu extenso banco de dados, a Petbiomas fornece informações valiosas sobre a saúde intestinal. A empresa também oferece suplementos especialmente desenvolvidos para melhorar a saúde intestinal e geral de cães e gatos, promovendo uma vida mais saudável e equilibrada para eles.

Com a missão de promover o bem-estar dos pets por meio da ciência, a Petbiomas está agora expandindo seus serviços para incluir a análise do microbioma oral, oferecendo uma visão mais completa da saúde dos animais. Acreditam que um microbioma equilibrado é essencial para uma saúde ideal e que insights personalizados sobre o microbioma podem capacitar os tutores a tomarem decisões informadas sobre a dieta e os cuidados com seus pets. A Petbiomas é focada em ajudar os pets a viverem vidas mais saudáveis e felizes, e estão comprometidos em liderar o caminho na ciência do microbioma para animais na América Latina.

NOSSA VISÃO E MISSÃO

Visão

Ser a principal fornecedora de soluções inovadoras de microbioma para pets na América Latina, capacitando tutores e veterinários a otimizar a saúde e o bem-estar dos animais por meio de insights baseados em ciência.

Missão

Melhorar a saúde e a qualidade de vida dos pets por meio de testes e análises de microbioma de ponta, possibilitando uma compreensão mais profunda da saúde intestinal e oral. Através de diagnósticos avançados, recomendações personalizadas e suplementos com comprovação científica, ajudamos tutores e veterinários a tomarem decisões informadas para promover microbiomas equilibrados e o bem-estar holístico dos animais.

NOSSOS VALORES

1. Excelência científica

Estamos comprometidos em manter os mais altos padrões de rigor científico e inovação em pesquisa de microbioma, usando técnicas e tecnologia de ponta para fornecer insights confiáveis.

2. Transparência e integridade

Acreditamos em ser honestos e transparentes com nossos clientes, fornecendo informações claras e acessíveis para ajudá-los a entender a saúde do microbioma de seus pets.

3. Empatia e compaixão

No centro de tudo o que fazemos está um cuidado genuíno com os pets e suas famílias. Entendemos que eles são família e nos dedicamos a ajudá-los a viver vidas mais saudáveis e felizes.

4. Educação e capacitação

Nós nos esforçamos para educar e capacitar tutores e veterinários, ajudando-os a tomar decisões bem informadas sobre a saúde de seus animais de estimação por meio de insights baseados em dados.

5. Sustentabilidade e responsabilidade

Estamos dedicados a operar de forma responsável, com um compromisso com práticas sustentáveis que minimizam nossa pegada ambiental enquanto melhoram o bem-estar dos pets.

6. Inovação e crescimento

Nossa equipe está em constante evolução, buscando novas maneiras de melhorar nossos serviços e expandir nossa compreensão do microbioma dos animais para melhor atender os pets e suas famílias.



CONHEÇA OS AUTORES



Alan Branco, PhD

Chief Scientific Officer

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e com títulos de Mestre e Doutor em Biociências e Biotecnologia. Cientista com experiência internacional como pesquisador da Harvard University por 7 anos e com diversos artigos científicos publicados.



Flavio Francisco, PhD

Chief Executive Officer

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Mestrado (USP) e Doutorado (USP/University of Sydney) em Genética. Pós-doutorado em Genética e Biologia Molecular (USP e Harvard University). Possui mais de 30 artigos científicos publicados.



Katia Atoji, PhD

Chief Veterinary Officer

Graduada e Mestre em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Doutora em Agronomia pela UTFPR. Cientista com experiência internacional como professora visitante do Programa de Bem-Estar Animal da University of British Columbia e MBA pela University Canada West.

BREVE APRESENTAÇÃO

O campo da ciência do microbioma revolucionou nossa compreensão da saúde e da doença em humanos e animais. Na medicina veterinária, a pesquisa do microbioma abriu novos caminhos para diagnosticar, gerenciar e prevenir doenças, particularmente em pets como cães e gatos. O microbioma — um ecossistema dinâmico de bactérias, fungos, vírus e outros microrganismos — desempenha um papel fundamental nos processos fisiológicos, regulação imunológica e resistência a doenças. Um desequilíbrio ou disbiose dentro dessa complexa comunidade microbiana pode contribuir para uma série de problemas de saúde, desde distúrbios gastrointestinais crônicos até condições dermatológicas, anormalidades metabólicas e até mesmo mudanças comportamentais.

Os testes de microbioma oferecem aos veterinários uma janela sem precedentes para as comunidades microbianas dentro de um animal, permitindo uma abordagem mais diferenciada para o atendimento ao paciente. Ao entender a composição microbiana única e a saúde do microbioma de cada animal, os veterinários estão mais bem equipados para elaborar planos de tratamento individualizados, aprimorar os cuidados preventivos e abordar desequilíbrios subjacentes que podem impactar os resultados de saúde. A crescente disponibilidade de metodologias avançadas de testes de microbioma e o desenvolvimento de painéis de microbioma específicos para pets significam que esses insights não estão mais confinados a laboratórios de pesquisa; eles agora são ferramentas práticas que podem melhorar significativamente a prática clínica. Este guia foi desenvolvido para apresentar aos veterinários os fundamentos da ciência do microbioma, fornecer diretrizes claras para testes e demonstrar como esses insights podem ser aplicados na prática veterinária diária para melhorar o atendimento ao paciente.

MENSAGEM DA VETERINÁRIA



Os veterinários hoje enfrentam o desafio de abordar problemas de saúde cada vez mais complexos em animais de companhia. Muitas dessas condições, desde distúrbios digestivos crônicos até doenças metabólicas e relacionadas ao sistema imunológico, envolvem interações intrincadas dentro do microbioma que os métodos de diagnóstico tradicionais não conseguem elucidar completamente. Incorporar a ciência do microbioma na prática veterinária oferece uma maneira de preencher essas lacunas de diagnóstico, fornecendo insights acionáveis que podem ajudar a explicar sintomas recorrentes ou não resolvidos, apoiar o desenvolvimento de protocolos de tratamento personalizados e melhorar os resultados clínicos gerais.

O objetivo deste guia é equipar veterinários com conhecimento prático e recursos que tornem a ciência do microbioma acessível e aplicável. Por meio de uma visão geral abrangente dos fundamentos do microbioma, explicações detalhadas de metodologias de teste e estudos de caso da vida real, este guia fornece uma abordagem estruturada para integrar testes de microbioma em fluxos de trabalho clínicos. Com diretrizes sobre interpretação de resultados, seleção de intervenções adequadas e monitoramento do progresso, os veterinários podem se sentir confiantes em sua capacidade de alavancar insights do microbioma para avançar no atendimento ao paciente e dar suporte à saúde a longo prazo.

Este guia é um recurso para aqueles que buscam aprimorar sua prática com os últimos desenvolvimentos na ciência do microbioma — um campo que promete muito para melhorar a qualidade e a eficácia da medicina veterinária para animais de companhia.

Katia Atoji
CVO

SUMÁRIO

1. BASES CIENTÍFICAS DA CIÊNCIA DO MICROBIOMA	1
1.1 INTRODUÇÃO AOS MICROBIOMAS.....	2
1.2 DIVERSIDADE MICROBIANA E TAXONOMIA EM MICROBIOMAS VETERINÁRIOS.....	3
1.3 INTERAÇÕES E FUNÇÕES DO MICROBIOMA-HOSPEDEIRO	6
1.4 EVOLUÇÃO DO ESTUDO DO MICROBIOMA	7
1.5 FATORES QUE MOLDAM O MICROBIOMA	9
1.5.1 Fatores Intrínsecos.....	9
1.5.2 Fatores Extrínsecos	9
1.5.3 Impacto de Doenças Crônicas e Agudas.....	10
1.6 MICROBIOMA E RESILIÊNCIA À DOENÇA	11
1.6.1 Papel do Microbioma na Defesa contra Patógenos	11
1.6.2 Resiliência Microbiana e Estabilidade	11
1.6.3 Disbiose e Doenças Associadas.....	12
1.6.4 Estratégias para Promover a Resiliência Microbiana	12
1.7 COMPARAÇÃO COM O MICROBIOMA HUMANO	13
1.7.1 Semelhanças entre o Microbioma Humano e o de Animais de Estimação.....	13
1.7.2 Diferenças entre o Microbioma Humano e o de Animais de Estimação.....	13
1.7.3 Aplicações Práticas na Medicina Veterinária.....	14
1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
2. IMPLICAÇÕES DO MICROBIOMA PARA A SAÚDE	18
2.1 FUNÇÕES FISIOLÓGICAS E IMUNOLÓGICAS DO MICROBIOMA.....	19
2.1.1 Absorção de Nutrientes e Contribuições Metabólicas: Maximizando o Potencial Nutricional.....	19
2.1.2 Modulação Imunológica e Resistência a Doenças: O Microbioma como Regente do Sistema Imune	19
2.2 ASSOCIAÇÕES DE DOENÇAS E FATORES DE RISCO	20
2.2.1 Distúrbios Gastrointestinais: O Intestino como Epicentro da Disbiose.....	21

2.2.2 Condições Dermatológicas: O Intestino Influencia a Saúde da Pele	21
2.2.3 Distúrbios Metabólicos e Relacionados ao Sistema Imunológico: O Microbioma na Saúde Sistêmica	22
2.3 ALVOS TERAPÊUTICOS ORIENTADOS PELO MICROBIOMA.....	24
2.3.1 Prebióticos e Probióticos: Nutrindo e Repovoando o Microbioma.....	24
2.3.2 Transplante de Microbiota Fecal (TMF): Restaurando o Equilíbrio.....	24
2.4 O PAPEL DO MICROBIOMA NA SAÚDE MENTAL E COMPORTAMENTAL	25
2.4.1 O Eixo Intestino-Cérebro: Metabólitos Microbianos Moldando o Comportamento	25
2.4.2 Microbioma e Comportamento em Animais de Estimação	27
2.4.3 Aplicações Práticas para Veterinários: Integrando o Microbioma no Manejo Comportamental.....	27
2.5 MICROBIOMA E ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL	28
2.5.1 Mudanças no Microbioma com a Idade: O Declínio Silencioso	28
2.5.2 Impacto do Microbioma no Envelhecimento Imunológico (Imunossenescência): O Microbioma como Guardião da Imunidade Geriátrica.....	28
2.5.3 Estratégias para Promover um Microbioma Saudável em Animais Idosos: Intervenções para um Envelhecer Ativo.....	29
2.6 MICROBIOMA E RESPOSTA A MEDICAMENTOS	30
2.6.1 Impacto dos Antibióticos no Microbioma: Um “Reset” Microbiano Nem Sempre Benéfico	30
2.6.2 Impacto de Anti-Inflamatórios no Microbioma: Efeitos Mais Sutis, Mas Relevantes	31
2.6.3 Estratégias para Mitigar os Efeitos Negativos dos Medicamentos: Protegendo o Microbioma Durante e Após o Tratamento	32
2.7 MICROBIOMA E SAÚDE REPRODUTIVA	32
2.7.1 Microbioma do Trato Reprodutivo: Ecossistemas Microbiológicos Essenciais para a Fertilidade	32
2.7.2 Microbioma e Gestação: A Transferência Microbiana Intergeracional.....	33
2.7.3 Microbioma e Desenvolvimento dos Filhotes: Construindo as Bases da Saúde Microbiana desde o Início da Vida.....	34
2.7.4 Estratégias para Promover a Saúde Reprodutiva Através do Microbioma: Intervenções Direcionadas	34
2.8 MICROBIOMA E SAÚDE BUCAL.....	35

2.8.1 Composição e Função do Microbioma Oral: Um Ecossistema Diversificado e Dinâmico	35
2.8.2 Microbioma Oral e Doenças Periodontais: A Disbiose como Fator Chave na Etiopatogenia	36
2.8.3 Impacto Sistêmico da Doença Periodontal: Conexões Além da Boca	37
2.8.4 Estratégias para Manter um Microbioma Oral Saudável	37
2.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
3. METODOLOGIAS DE ANÁLISE	43
3.1 VISÃO GERAL DA ANÁLISE DE MICROBIOMA NA PRÁTICA VETERINÁRIA	44
3.2 TIPOS DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DO MICROBIOMA	44
3.2.1 Sequenciamento Metagenômico (<i>Whole-Genome Shotgun Metagenomics</i>): A Análise Mais Abrangente	44
3.2.2 Sequenciamento do Gene 16S rRNA: O "Padrão Ouro" para Análise Bacteriana ..	46
3.2.3 Técnicas de Cultura Microbiana: O Clássico Essencial na Detecção de Patógenos Cultiváveis	47
3.2.4 Reação em Cadeia da Polimerase Quantitativa (qPCR): Precisão e Quantificação de Alvos Específicos	48
3.2.5 Metagenômica Shotgun (<i>Shotgun Metagenomics</i>): Taxonomia e Função em Detalhe	49
3.3 ANÁLISE DE MICROBIOMA PADRÃO PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO	51
3.3.1 Vantagens da Parceria Petbiomas - AnimalBiome: Banco de Dados Incomparável, Tecnologia PacBio, Abordagem Abrangente e Variedade de Exames	52
3.4 SELEÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE TESTES DE MICROBIOMA	53
3.4.1 Interpretando o "Informativo de Resultados" do Exame de Microbioma Intestinal da Petbiomas: Guia Prático para Veterinários	54
3.4.2 Interpretando o "Informativo de Resultados" do Exame de Microbioma Oral da Petbiomas: Guia Prático para Veterinários	67
3.4.3 Integração Clínica e Tomada de Decisão: O Microbioma como Parte de um Quebra-Cabeça Diagnóstico Maior	82
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
4. APLICAÇÕES CLÍNICAS DO EXAME DE MICROBIOMA	84
4.1 DISTÚRBIOS GASTROINTESTINAIS CRÔNICOS	85
4.2 PROBLEMAS DERMATOLÓGICOS	86
4.3 DISTÚRBIOS METABÓLICOS	86

4.4 SAÚDE ORAL E MICROBIOMA	87
4.5 TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL (TMF) PARA DISBIOSE	88
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
5. RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA VETERINÁRIOS	89
5.1 QUANDO CONSIDERAR EXAMES DE MICROBIOMA	90
5.2 ESCOLHENDO O EXAME DE MICROBIOMA CERTO	91
5.3 INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS DO EXAME DE MICROBIOMA NO RACIOCÍNIO CLÍNICO	92
5.4 OPÇÕES DE INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA BASEADAS NO MICROBIOMA	93
5.5 MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO	95
5.6 PERGUNTAS FREQUENTES (FAQ)	96
5.6.1 Interpretação de Resultados	96
5.6.2 Recomendações e Tratamentos	97
5.6.3 Aspectos Práticos e Operacionais	99
6. AVANÇOS TERAPÊUTICOS RECENTES NO TRATAMENTO DO MICROBIOMA VETERINÁRIO	103
6.1 PROBIÓTICOS: CEPAS ESPECIALIZADAS PARA BENEFÍCIOS DE SAÚDE DIRECIONADOS	104
6.2 PREBIÓTICOS: NUTRIENTES ESSENCIAIS PARA MODULAR A MICROBIOTA E PROMOVER O EQUILÍBRIO INTESTINAL	105
6.3 TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL: RESTAURANDO O EQUILÍBRIO MICROBIANO PARA A SAÚDE INTESTINAL	107
6.4 CONCLUSÃO	108
6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
7. CONCLUSÃO: O MICROBIOMA COMO FERRAMENTA PARA O FUTURO DA MEDICINA VETERINÁRIA	111

CAPÍTULO 1

BASES CIENTÍFICAS DA CIÊNCIA DO MICROBIOMA



1.1 INTRODUÇÃO AOS MICROBIOMAS

O termo "microbioma" refere-se não apenas à comunidade de microrganismos, mas também aos seus genes, metabólitos e interações com o hospedeiro. "Microbiota" descreve apenas a população microbiana (bactérias, vírus, fungos e arqueas) em si (Berg *et al.*, 2020).

O microbioma do hospedeiro é estruturado em nichos ecológicos específicos para diferentes regiões do corpo, cada um com comunidades microbianas únicas moldadas por fatores como pH, umidade, disponibilidade de nutrientes e respostas imunológicas.

Além do microbioma gastrointestinal e cutâneo, outras regiões como a cavidade oral, o trato respiratório e o trato urogenital também abrigam comunidades microbianas especializadas. Por exemplo, o microbioma oral é dominado por bactérias dos filos Proteobacteria e Fusobacteria, que desempenham papéis na saúde periodontal e na prevenção de infecções (Dewhirst *et al.*, 2012). O microbioma gastrointestinal (GI) é dominado por filos bacterianos como Firmicutes e Bacteroidetes, enquanto o microbioma da pele varia significativamente com a exposição ambiental, umidade e espécies hospedeiras (Grice & Segre, 2012).

Além dos fatores ambientais, a genética do hospedeiro, a idade, a dieta e o uso de medicamentos (como antibióticos) também influenciam significativamente a composição e a função do microbioma (Swanson *et al.*, 2011). Por exemplo, cães e gatos apresentam diferenças marcantes em seus microbiomas intestinais, com cães tendendo a ter maior abundância de Firmicutes e gatos apresentando maior proporção de Bacteroidetes (Suchodolski *et al.*, 2012).

Na rotina clínica veterinária, torna-se cada vez mais evidente a importância de compreender o microbioma intestinal para o diagnóstico e tratamento de diversas condições em cães e gatos. Por exemplo, estudos demonstram que até 70% do sistema imunológico de cães e gatos está associado ao trato gastrointestinal (Suchodolski, 2011). Este dado ressalta que o microbioma intestinal não é apenas um participante passivo na fisiologia animal, mas sim um ator central na modulação da resposta imune. Desequilíbrios neste ecossistema, como a disbiose, podem comprometer a imunidade e predispor os animais a uma série de doenças infecciosas e inflamatórias, frequentemente encontradas na rotina clínica veterinária.

Estudos recentes indicam que o microbioma desempenha um papel crítico na imunidade, nutrição e saúde geral ao interagir com os sistemas do hospedeiro de maneiras complexas (Belkaid & Hand, 2014; Zheng *et al.*, 2020). Como exemplos podemos mencionar que o microbioma contribui para a digestão de nutrientes, síntese de vitaminas (como vitamina K e B12), regulação do sistema imunológico e proteção contra patógenos através da

colonização competitiva e produção de substâncias antimicrobianas (Belkaid & Hand, 2014; Suchodolski, 2022).

1.2 DIVERSIDADE MICROBIANA E TAXONOMIA EM MICROBIOMAS VETERINÁRIOS

A diversidade microbiana se refere à extensão e abundância de espécies microbianas dentro de uma comunidade. A diversidade microbiana pode ser avaliada em termos de alfa-diversidade, que mede a riqueza e a uniformidade de espécies dentro de uma amostra, e beta-diversidade, que compara as diferenças na composição microbiana entre amostras (Lozupone & Knight, 2005).

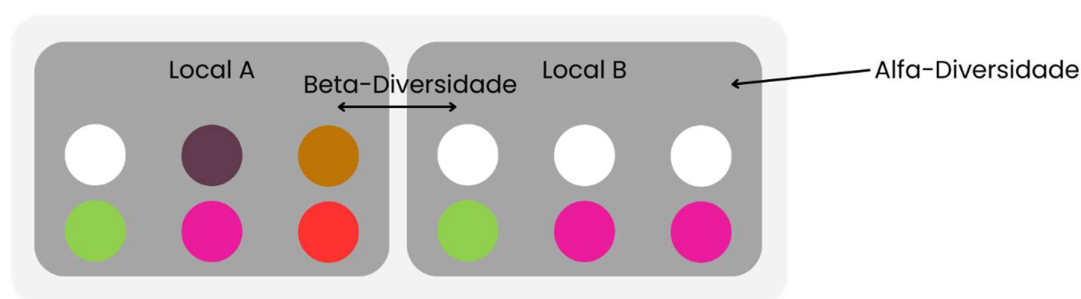


Figura 1.1 A figura ilustra os conceitos de alfa e beta diversidade em dois locais distintos, Local A e Local B. A alfa-Diversidade está representada dentro de cada local individualmente (Local A e Local B) e refere-se à diversidade de espécies (indicadas pelos círculos de diferentes cores) dentro de uma determinada área ou habitat. Embora ambos os locais tenham o mesmo número de indivíduos, neste caso círculos (seis), o Local A tem uma alfa-diversidade maior porque tem mais espécies (cores) do que o Local B (seis e três, respectivamente). Beta-diversidade é a medida de similaridade entre um par de amostras.

- **Alfa-Diversidade - Exemplo Prático:** Imagine dois cães com diarreia crônica. Ao analisarmos o microbioma de cada um (alfa-diversidade), podemos encontrar: o Cão A com alta alfa-diversidade, apresentando uma grande variedade de espécies bacterianas no intestino; e o Cão B com baixa alfa-diversidade, com poucas espécies predominantes. Em geral, o Cão A com maior diversidade tem maior probabilidade de ter um microbioma mais resiliente e responder melhor ao tratamento.

- **Beta-Diversidade - Exemplo Prático:** Comparemos o microbioma de um cão saudável (Grupo 1) com o de um grupo de cães com Doença Inflamatória Intestinal (DII) (Grupo 2). Ao analisarmos a beta-diversidade, comparamos a composição microbiana entre os grupos. Esperamos encontrar uma beta-diversidade significativa, ou seja, composições microbianas distintas entre cães saudáveis e cães com DII. Essa diferença na composição (beta-diversidade) pode nos ajudar a identificar padrões microbianos associados à doença.

Em microbiomas animais, a diversidade microbiana é um indicador-chave de saúde, com uma diversidade maior frequentemente correlacionada com maior resiliência contra patógenos e estresses ambientais (Lozupone *et al.*, 2012).

Taxonomicamente, as bactérias são organizadas em uma hierarquia, como em um sistema de "endereço". Imagine como um endereço: País (Filo) → Estado (Classe) → Cidade (Ordem) → Bairro (Família) → Rua (Gênero) → Número (Espécie) → Apartamento (Cepa ou Linhagem). O Filo é o nível mais geral, agrupando bactérias com características muito amplas, enquanto a Cepa é o nível mais detalhado, definindo um tipo particular de bactéria. Essa classificação é realizada usando sequências de RNA ribossômico (rRNA), principalmente o gene 16S rRNA para identificação bacteriana (Clarridge, 2004). O gene 16S rRNA é como um "código de barras" universal para bactérias. Ao sequenciar esse gene, conseguimos identificar e classificar as bactérias presentes em uma amostra de forma relativamente rápida e precisa. No entanto, essa abordagem tem limitações, como a incapacidade de distinguir entre cepas bacterianas próximas ou identificar microrganismos não bacterianos, como fungos e vírus (Janda & Abbott, 2007).

Em cães e gatos, o microbioma GI é um dos mais estudados, dado seu impacto significativo na digestão, imunidade e metabolismo. Os microbiomas GI típicos em cães e gatos saudáveis incluem membros dos filos Bacteroidetes, Firmicutes e Actinobacteria, que auxiliam na quebra de carboidratos complexos, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e modulando respostas imunológicas (Suchodolski, 2011; Flint *et al.*, 2012).

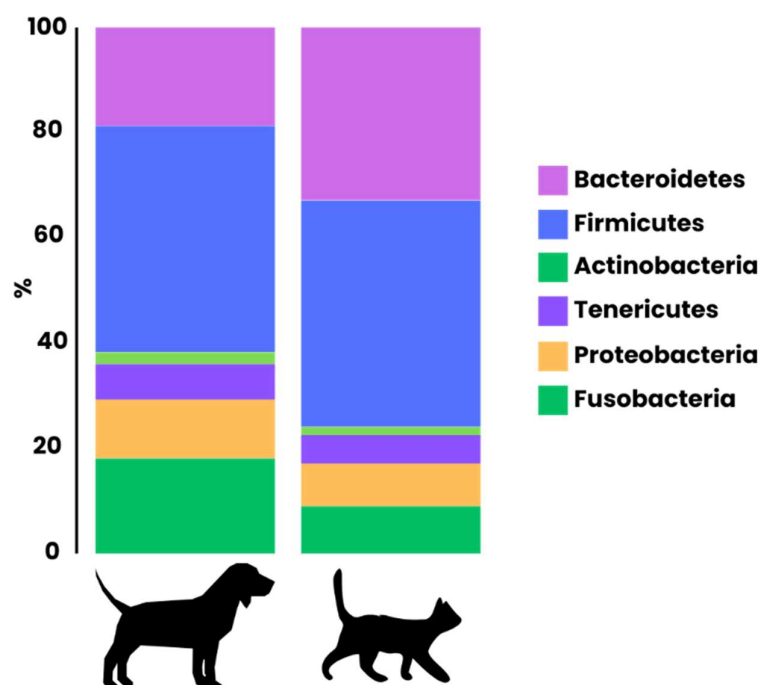


Figura 1.2 Diversidade e composição microbiana dos principais filos bacterianos no trato gastrointestinal de cães e gatos. Adaptado de Hashimoto-Hill & Alenghat (2021).

Firmicutes são conhecidos por sua capacidade de fermentar fibras dietéticas, produzindo AGCC como butirato, propionato e acetato, que são essenciais para a saúde intestinal e a regulação imunológica. Já os Bacteroidetes são especializados na degradação de polissacarídeos complexos e na produção de vitaminas, como a biotina e a vitamina K (Flint *et al.*, 2012). Actinobacteria, embora menos abundantes, são importantes produtores de compostos antimicrobianos e contribuem para a homeostase intestinal, ajudando a prevenir a colonização por patógenos (Rivière *et al.*, 2016).

Estudos em cães e gatos demonstraram que a proporção entre Firmicutes e Bacteroidetes pode variar significativamente com a dieta, idade e estado de saúde, influenciando diretamente a função metabólica e imunológica do hospedeiro (Suchodolski, 2022).

1.3 INTERAÇÕES E FUNÇÕES DO MICROBIOMA-HOSPEDEIRO

A relação do microbioma-hospedeiro é mutualística, com microrganismos auxiliando o hospedeiro na absorção de nutrientes, produção de energia e defesa imunológica (Hooper *et al.*, 2012). Por exemplo, bactérias do microbioma intestinal fermentam fibras dietéticas indigeríveis, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como butirato, propionato e acetato, que servem como fontes de energia para células epiteliais intestinais e modulam a inflamação (Ríos-Covián *et al.*, 2016).

A barreira intestinal é como uma "parede protetora" do intestino, formada por células epiteliais bem unidas e uma camada de muco. Um microbioma saudável ajuda a fortalecer essa barreira, impedindo que substâncias nocivas (toxinas, bactérias patogênicas) passem para a corrente sanguínea e causem inflamação e doenças.

Os microrganismos também competem com patógenos por recursos, criando efetivamente uma barreira contra infecções. Além de competir por nutrientes, microrganismos comensais produzem substâncias antimicrobianas, como bacteriocinas, que inibem diretamente o crescimento de patógenos (Cotter *et al.*, 2013).

Os AGCC, especialmente o butirato, são como "combustível" para as células do intestino (enterócitos), fornecendo energia para que elas funcionem adequadamente e mantenham a barreira intestinal íntegra. O butirato também tem efeitos anti-inflamatórios, ajudando a modular a resposta imune no intestino.

O microbioma também apoia o desenvolvimento do sistema imunológico, com cepas bacterianas específicas ativando vias imunológicas que aumentam a defesa do hospedeiro (Belkaid & Hand, 2014). Por exemplo, bactérias comensais estimulam a produção de células T reguladoras (Tregs) e a secreção de citocinas anti-inflamatórias, como a interleucina-10 (IL-10), que ajudam a manter a tolerância imunológica e prevenir respostas imunes excessivas (Round & Mazmanian, 2009).

O eixo intestino-cérebro é outra interação crítica, com metabólitos microbianos influenciando os níveis de neurotransmissores e, potencialmente, o comportamento e o humor em animais. Metabólitos microbianos, como AGCC e triptofano, podem atravessar a barreira hematoencefálica e influenciar a produção de neurotransmissores, como serotonina e dopamina, que regulam o humor e o comportamento (Foster & Neufeld, 2013). Essa interação está sendo estudada por seu papel nas respostas ao estresse, ansiedade e outros problemas comportamentais em animais de companhia, vinculando a saúde do microbioma ao bem-estar físico e mental (Cryan & Dinan, 2012). Estudos em animais demonstraram que a suplementação com probióticos pode reduzir a ansiedade e os comportamentos relacionados ao estresse (Reis *et al.*, 2018).

**Você sabia?**

O butirato, um ácido graxo de cadeia curta produzido por bactérias intestinais, não apenas nutre as células epiteliais do intestino, mas também tem efeitos anti-inflamatórios e pode melhorar a saúde mental em animais.

Em resumo, as complexas interações entre o microbioma e o hospedeiro destacam o papel central desse ecossistema invisível na saúde animal. Veterinários precisam estar cientes dessas interações para entender como o microbioma influencia a fisiologia e a patologia, e como podemos modular o microbioma para promover a saúde e tratar doenças.

1.4 EVOLUÇÃO DO ESTUDO DO MICROBIOMA

O estudo do microbioma tem suas raízes no final do século XIX, quando cientistas como Louis Pasteur e Robert Koch demonstraram a importância dos microrganismos na saúde e na doença. No entanto, a compreensão do microbioma como um ecossistema complexo e dinâmico só começou a se desenvolver no final do século XX, com o advento de técnicas moleculares que permitiram a análise direta do DNA microbiano (Dubos & Schaedeler 1964; Woese & Fox, 1977).

Um marco importante foi a descoberta do gene 16S rRNA por Carl Woese na década de 1970, que revolucionou a taxonomia microbiana ao permitir a classificação de bactérias com base em suas sequências genéticas (Woese & Fox, 1977). Essa abordagem abriu caminho para o desenvolvimento de técnicas de sequenciamento de DNA, como o sequenciamento de Sanger, que permitiu a identificação de microrganismos sem a necessidade de cultivo em laboratório.

A virada decisiva para o campo ocorreu com o surgimento do sequenciamento de nova geração (NGS) na década de 2000. Técnicas como o sequenciamento Illumina permitiram a análise em larga escala de comunidades microbianas, revelando a imensa diversidade e complexidade dos microbiomas (Shendure & Ji, 2008). Esses avanços tecnológicos, combinados com o desenvolvimento de ferramentas de bioinformática, tornaram possível estudar não apenas a composição, mas também as funções metabólicas e as interações entre microrganismos e seus hospedeiros (Qin *et al.*, 2010).

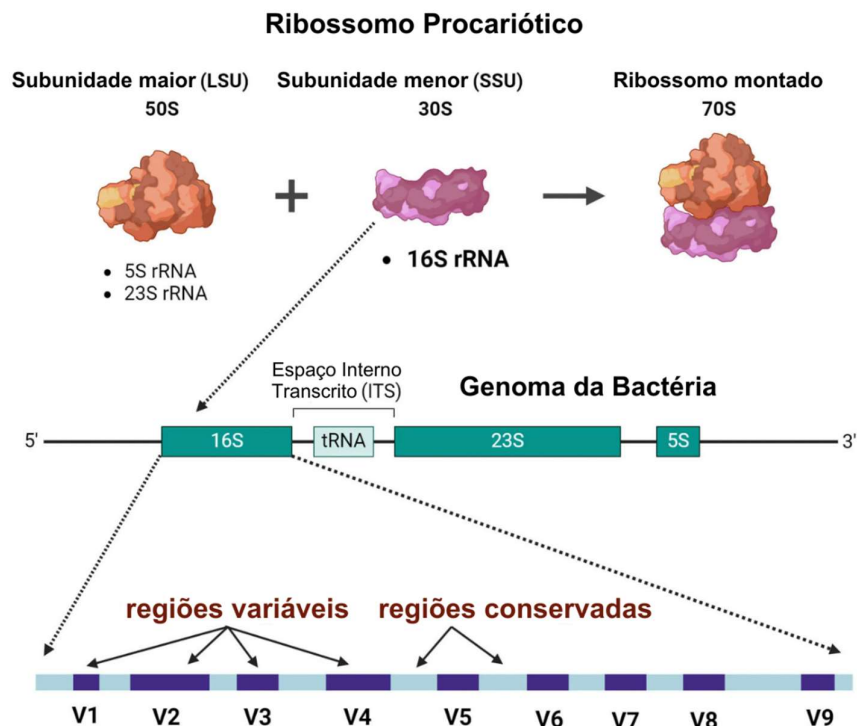


Figura 1.3 Estrutura do gene 16s rRNA de genomas bacterianos. O gene 16S rRNA tem cerca de 1500 pares de bases (pb) de comprimento e contém regiões variáveis espalhadas entre regiões conservadas. As regiões variáveis permitem a distinção entre microrganismos específicos. Essas regiões são particularmente úteis para identificar e classificar bactérias.

Na medicina veterinária, o estudo do microbioma ganhou destaque na última década, com pesquisas demonstrando o papel crítico dos microrganismos na saúde e na doença de animais de estimação, como cães e gatos (Suchodolski, 2011). Hoje, o uso de técnicas avançadas de sequenciamento e análise de dados permite a identificação de biomarcadores microbianos associados a condições como obesidade, doenças inflamatórias intestinais e alergias, abrindo novas possibilidades para diagnósticos e terapias personalizadas (Suchodolski, 2022).

Você sabia?



O primeiro sequenciamento completo do genoma de um microrganismo foi realizado em 1995, abrindo caminho para o estudo do microbioma em larga escala. Hoje, técnicas de sequenciamento de nova geração permitem analisar milhares de microrganismos simultaneamente.

1.5 FATORES QUE MOLDAM O MICROBIOMA

O microbioma é um ecossistema dinâmico, influenciado por uma variedade de fatores intrínsecos e extrínsecos. Esses fatores podem alterar a composição e a função do microbioma, impactando diretamente a saúde e o bem-estar do hospedeiro. A compreensão desses fatores é essencial para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas e preventivas em medicina veterinária.

1.5.1 Fatores Intrínsecos

Fatores intrínsecos são aqueles relacionados ao próprio hospedeiro, incluindo genética, idade, sexo e raça.

- **Genética:** A composição genética do hospedeiro influencia a colonização e a estabilidade do microbioma. Estudos em cães e gatos demonstraram que variações genéticas podem afetar a diversidade microbiana e a suscetibilidade a doenças (Suchodolski, 2022).
- **Idade:** O microbioma sofre mudanças significativas ao longo da vida. Em filhotes, o microbioma é menos diversificado e mais suscetível a perturbações, enquanto em animais idosos, a diversidade microbiana tende a diminuir, o que pode contribuir para o envelhecimento imunológico (Masuoka *et al.*, 2017).
- **Sexo e Raça:** Diferenças hormonais e genéticas entre machos e fêmeas, bem como entre raças, podem influenciar a composição do microbioma. Por exemplo, cães de raças pequenas tendem a ter microbiomas intestinais distintos em comparação com raças grandes (Honneffer *et al.*, 2014).

1.5.2 Fatores Extrínsecos

Fatores extrínsecos incluem elementos externos ao hospedeiro, como dieta, ambiente, estilo de vida e uso de medicamentos.

- **Dieta:** A dieta é um dos principais fatores que moldam o microbioma. Alimentos ricos em fibras promovem o crescimento de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), enquanto dietas ricas em gorduras e proteínas podem alterar a proporção entre Firmicutes e Bacteroidetes (Swanson *et al.*, 2011).
- **Ambiente:** A exposição a diferentes ambientes, como áreas urbanas versus rurais, pode influenciar a diversidade microbiana. Animais de fazenda, por exemplo, tendem a ter microbiomas mais diversificados devido à maior exposição a microrganismos ambientais (Zhou *et al.*, 2024).

- **Estilo de Vida:** O estilo de vida do animal, incluindo o nível de atividade física e o contato com outros animais, também afeta o microbioma. Animais de estimação que vivem em ambientes fechados podem ter microbiomas menos diversificados em comparação com aqueles que têm acesso ao ar livre (Zhou *et al.*, 2024).
- **Uso de Medicamentos:** Antibióticos e anti-inflamatórios são conhecidos por causar disbiose, uma alteração na composição do microbioma que pode levar a problemas de saúde a longo prazo. O uso prolongado de antibióticos, por exemplo, pode reduzir a diversidade microbiana e aumentar o risco de infecções oportunistas (Ramirez *et al.*, 2020).



Figura 1.2 Fatores intrínsecos (em branco) e extrínsecos (em preto) que moldam o microbioma.

1.5.3 Impacto de Doenças Crônicas e Agudas

Doenças crônicas e agudas podem alterar significativamente o microbioma, criando um ciclo vicioso em que a disbiose contribui para a progressão da doença.

- **Obesidade e Diabetes:** Animais obesos ou diabéticos frequentemente apresentam alterações na proporção entre Firmicutes e Bacteroidetes, o que pode afetar o metabolismo energético e a inflamação sistêmica (Kieler *et al.*, 2017).
- **Alergias:** A disbiose intestinal tem sido associada a alergias cutâneas e alimentares em cães e gatos, sugerindo um papel importante do microbioma na regulação imunológica (Rodrigues Hoffmann *et al.*, 2014).
- **Doenças Inflamatórias Intestinais (DII):** A DII está frequentemente associada a uma redução na diversidade microbiana e a um aumento na abundância de bactérias pró-inflamatórias, como *Escherichia coli* e *Clostridium* spp. (Suchodolski, 2022).

1.6 MICROBIOMA E RESILIÊNCIA À DOENÇA

O microbioma desempenha um papel crucial na manutenção da saúde e na prevenção de doenças, atuando como uma barreira contra patógenos e modulando respostas imunológicas. A resiliência do microbioma refere-se à sua capacidade de manter a estabilidade e a função diante de perturbações, como mudanças na dieta, uso de medicamentos ou infecções. Um microbioma resiliente é essencial para a saúde do hospedeiro, enquanto a disbiose (desequilíbrio microbiano) está frequentemente associada a doenças crônicas e agudas.

1.6.1 Papel do Microbioma na Defesa contra Patógenos

O microbioma atua como uma linha de defesa contra patógenos através de mecanismos como:

- **Colonização Competitiva:** Microrganismos comensais competem com patógenos por nutrientes e locais de adesão no trato gastrointestinal, reduzindo a capacidade de patógenos se estabelecerem (Kamada *et al.*, 2013).
- **Produção de Substâncias Antimicrobianas:** Bactérias benéficas produzem bacteriocinas e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como butirato, que inibem o crescimento de patógenos (Cotter *et al.*, 2013).
- **Modulação do Sistema Imunológico:** O microbioma estimula a produção de células T reguladoras (Tregs) e citocinas anti-inflamatórias, como a interleucina-10 (IL-10), que ajudam a manter a tolerância imunológica e prevenir respostas excessivas a patógenos (Round & Mazmanian, 2009).

1.6.2 Resiliência Microbiana e Estabilidade

A resiliência do microbioma depende de sua diversidade e redundância funcional. Um microbioma diversificado é mais capaz de se adaptar a perturbações e manter suas funções essenciais. Fatores que promovem a resiliência microbiana incluem:

- **Dieta Rica em Fibras:** Alimentos ricos em fibras promovem o crescimento de bactérias produtoras de AGCC, que sustentam a integridade da barreira intestinal e a função imunológica (Flint *et al.*, 2012).
- **Exposição Precoce a Microrganismos:** Animais expostos a uma variedade de microrganismos desde cedo tendem a desenvolver microbiomas mais resilientes, um conceito conhecido como "hipótese da higiene" (Rook *et al.*, 2014).

- **Uso Criterioso de Antibióticos:** O uso excessivo de antibióticos pode reduzir a diversidade microbiana e comprometer a resiliência, aumentando o risco de infecções oportunistas (Ramirez *et al.*, 2020).

1.6.3 Disbiose e Doenças Associadas

A disbiose, ou desequilíbrio microbiano, está associada a uma ampla gama de doenças em animais de companhia, incluindo:

- **Doenças Inflamatórias Intestinais (DII):** A disbiose intestinal está ligada à inflamação crônica e à permeabilidade intestinal aumentada, características da DII (Suchodolski, 2022).
- **Obesidade e Diabetes:** Alterações na proporção entre Firmicutes e Bacteroidetes podem afetar o metabolismo energético e contribuir para o desenvolvimento de obesidade e diabetes (Kieler *et al.*, 2017).
- **Alergias e Doenças Cutâneas:** A disbiose intestinal e cutânea tem sido associada a alergias alimentares e dermatites atópicas em cães e gatos (Rodrigues Hoffmann *et al.*, 2014).

A disbiose intestinal não é apenas uma alteração laboratorial, mas sim um fator chave no desenvolvimento de diversas doenças que os veterinários encontram diariamente na clínica. Reconhecer a disbiose como um possível componente etiológico é o primeiro passo para abordagens diagnósticas e terapêuticas mais eficazes, que visam restaurar o equilíbrio microbiano e a saúde do paciente.

1.6.4 Estratégias para Promover a Resiliência Microbiana

A manutenção de um microbioma saudável e resiliente envolve:

- **Dieta Balanceada:** Alimentos ricos em fibras, prebióticos e probióticos podem promover a diversidade microbiana e a produção de AGCC (Swanson *et al.*, 2011).
- **Uso Responsável de Antibióticos:** Limitar o uso de antibióticos a situações necessárias e considerar terapias adjuvantes, como probióticos, para mitigar os efeitos da disbiose (Ramirez *et al.*, 2020).
- **Exposição Controlada a Microrganismos:** Permitir que animais de estimação tenham acesso a ambientes externos e interajam com outros animais pode aumentar a diversidade microbiana (Zhou *et al.*, 2024).

Como veterinários, temos um papel fundamental em promover a resiliência microbiana de nossos pacientes. Através de orientações de dieta personalizadas, uso

criterioso de antibióticos e, quando necessário, da suplementação probiótica, podemos influenciar positivamente o microbioma, fortalecer a barreira intestinal e otimizar a resposta imune, contribuindo para a saúde e bem-estar a longo prazo dos animais.

1.7 COMPARAÇÃO COM O MICROBIOMA HUMANO

O estudo comparativo entre o microbioma humano e o de animais de companhia, como cães e gatos, tem revelado semelhanças e diferenças importantes que podem informar estratégias de diagnóstico e tratamento em medicina veterinária. Essa comparação também destaca como os avanços na ciência do microbioma humano podem ser adaptados para melhorar a saúde animal.

1.7.1 Semelhanças entre o Microbioma Humano e o de Animais de Estimação

- **Composição Microbiana:** Tanto humanos quanto cães e gatos compartilham filos bacterianos dominantes, como Firmicutes e Bacteroidetes, no trato gastrointestinal. Esses grupos desempenham papéis semelhantes na digestão, produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e modulação imunológica (Suchodolski, 2022).
- **Funções Metabólicas:** O microbioma intestinal de humanos e animais de companhia é essencial para a fermentação de fibras dietéticas, síntese de vitaminas (como vitamina K e B12) e regulação do metabolismo energético (Flint *et al.*, 2012).
- **Eixo Intestino-Cérebro:** Tanto em humanos quanto em animais, o microbioma intestinal influencia o sistema nervoso central, afetando o humor, o comportamento e a resposta ao estresse (Cryan & Dinan, 2012).

1.7.2 Diferenças entre o Microbioma Humano e o de Animais de Estimação

- **Diversidade Microbiana:** Cães e gatos tendem a ter microbiomas intestinais mais diversificados do que humanos, possivelmente devido a diferenças na dieta e na exposição ambiental (Suchodolski, 2022).
- **Resposta a Dietas:** O microbioma canino é mais adaptado a dietas ricas em proteínas e gorduras, refletindo sua evolução como onívoros com tendências carnívoras. Em contraste, o microbioma humano é mais adaptado a dietas ricas em carboidratos complexos (Swanson *et al.*, 2011).

- **Impacto de Antibióticos:** Cães e gatos podem apresentar respostas diferentes aos antibióticos em comparação com humanos, com variações na recuperação da diversidade microbiana após o tratamento.

1.7.3 Aplicações Práticas na Medicina Veterinária

- **Implantação de Terapias:** Estratégias terapêuticas desenvolvidas para humanos, como probióticos, prebióticos e transplante de microbiota fecal (TMF), têm sido adaptadas para uso em animais de estimação com resultados promissores.
- **Biomarcadores Microbianos:** A identificação de biomarcadores microbianos associados a doenças em humanos pode ajudar a desenvolver testes diagnósticos e terapias personalizadas para cães e gatos.
- **Estudos Comparativos:** A comparação entre microbiomas humanos e animais pode fornecer insights sobre a evolução das interações hospedeiro-microbioma e sua relação com a saúde e a doença.



Você sabia?

O conjunto de bactérias que vivem no intestino dos cães é parecido com o que existe no intestino humano, com 63% dos genes bacterianos sendo semelhantes aos encontrados no intestino das pessoas, tornando os cães um modelo valioso para estudos translacionais do microbioma.

A comparação com o microbioma humano não apenas enriquece nosso entendimento científico, mas também abre um leque de oportunidades para aprimorar a prática veterinária. Ao longo deste guia, exploraremos como aplicar esse conhecimento para diagnosticar com mais precisão, tratar de forma mais eficaz e prevenir doenças em nossos pacientes caninos e felinos, utilizando o microbioma como um aliado poderoso na busca pela saúde animal.

1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belkaid, Y. & Hand, T.W. (2014) Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1):121-41. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.011>

Berg, G., Rybakova, D., Fischer, D. *et al.* (2020) Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome*, 8:103. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00875-0>

- Clarridge, J.E. (2004) Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4):840–862. <https://doi.org/10.1128/CMR.17.4.840-862.2004>
- Cotter, P.D., Ross, R.P. & Hill C. (2013) Bacteriocins - a viable alternative to antibiotics? *Nature Reviews Microbiology*, 11(2):95-105. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2937>
- Cryan, J.F. & Dinan, T.G. (2012) Mind-altering microorganisms: The impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(10):701–712. <https://doi.org/10.1038/nrn3346>
- Dewhirst, F.E., Klein, E.A., Thompson, E.C. *et al.* (2012) The canine oral microbiome. *PLoS One*, 2012;7(4):e36067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036067>
- Dubos, R. & Schaedler, R.W. (1964) The digestive tract as an ecosystem. *Transactions of the Association of American Physicians*, 77:110-117.
- Flint, H.J., Scott, K.P., Louis, P. *et al.* (2012) The role of the gut microbiota in nutrition and health. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 9(10), 577-589. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.156>
- Foster, J.A. & Neufeld, K.A.M. (2013) Gut-brain axis: How the microbiome influences anxiety and depression. *Trends in Neurosciences*, 36(5), 305-312. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.01.005>
- Grice, E.A. & Segre, J.A. (2012) The human microbiome: Our second genome. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 13:151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-090711-163814>
- Hashimoto-Hill, S. & Alenghat, T. (2021) Inflammation-associated microbiota composition across domestic animals. *Frontiers in Genetics*, 12:649599. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.649599>
- Honneffer, J.B., Minamoto, Y. & Suchodolski, J.S. (2014) Microbiota alterations in acute and chronic gastrointestinal inflammation of cats and dogs. *World Journal of Gastroenterology*, 20(44):16489–16497. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i44.16489>
- Hooper, L.V., Littman, D.R. & Macpherson, A.J. (2012) Interactions between the microbiota and the immune system. *Science*, 336(6086):1268–1273. <https://doi.org/10.1126/science.1223490>
- Janda, J.M. & Abbott, S.L. (2007) 16S rRNA gene sequencing for bacterial identification in the diagnostic laboratory: Pluses, perils, and pitfalls. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(9), 2761-2764. <http://doi.org/10.1128/JCM.01228-07>
- Kamada, N., Seo, S.U., Chen, G.Y. *et al.* (2013) Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. *Nature Reviews Immunology*, 13(5):321-335. <https://doi.org/10.1038/nri3430>

- Kieler, I.N., Kamal, S.S., Vitger, A.D. *et al.* (2017) Gut microbiota composition may relate to weight loss rate in obese pet dogs. *Veterinary Medicine and Science*, 3(4):252-262. <https://doi.org/10.1002/vms3.80>
- Lozupone, C.A. & Knight, R. (2005) UniFrac: A new phylogenetic method for comparing microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12):8228-8235. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.12.8228-8235.2005>
- Lozupone, C.A., Stombaugh, J.I., Gordon, J.I. *et al.* (2012) Diversity, stability, and resilience of the human gut microbiota. *Nature*, 489(7415): 220-230. <https://doi.org/10.1038/nature11550>
- Masuoka, H., Shimada, K., Kiyosue-Yasuda, T. *et al.* (2017) Transition of the intestinal microbiota of dogs with age. *Bioscience of Microbiota, Food and Health*, 36(1):27-31. <https://doi.org/10.12938/bmfh.BMFH-2016-021>
- Qin, J., Li, R., Raes, J. *et al.* (2010) A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* 464(7285):59-65. <https://doi.org/10.1038/nature08821>
- Ramirez, J., Guarner, F., Bustos Fernandez, L. *et al.* (2020) Antibiotics as major disruptors of gut microbiota. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10:572912.
- Reis, D.J., Ilardi, S.S. & Punt, S.E.W. (2018) The anxiolytic effect of probiotics: A systematic review and meta-analysis of the clinical and preclinical literature. *PLoS One*, 13(6):e0199041. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199041>
- Ríos-Covián, D., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A. *et al.* (2016). Intestinal short chain fatty acids and their link with diet and human health. *Frontiers in Microbiology*, 7:185. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00185>
- Rivière, A. Selak, M., Lantin, D. *et al.* (2016) Bifidobacteria and butyrate-producing colon bacteria: Importance and strategies for their stimulation in the human gut. *Frontiers in Microbiology*, 7:979. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00979>
- Rodrigues Hoffmann, A., Patterson, A.P., Diesel, A. *et al.* (2014) The skin microbiome in healthy and allergic dogs. *PLoS ONE*, 9(1):e83197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083197>
- Rook, G.A., Raison, C.L. & Lowry, C.A. (2014) Microbiota, immunoregulatory old friends and psychiatric disorders. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 817:319-356. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0897-4_15
- Round, J.L. & Mazmanian, S.K. (2009) The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease. *Nature Reviews Immunology*, 9(5):313-323. <https://doi.org/10.1038/nri2515>
- Shendure, J. & Ji, H. (2008) Next-generation DNA sequencing. *Nature Biotechnology*, 26(10):1135-1145. <https://doi.org/10.1038/nbt1486>

- Suchodolski, J.S. (2011) Companion animals symposium: Microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *Journal of Animal Science*, 89(5):1520–1530.
<https://doi.org/10.2527/jas.2010-3377>
- Suchodolski, J.S. (2022) Analysis of the gut microbiome in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 50 Suppl 1(Suppl 1):6-17. <https://doi.org/10.1111/vcp.13031>
- Suchodolski, J.S., Markel, M.E., Garcia-Mazcorro, J.F. *et al.* (2012) The fecal microbiome in dogs with acute diarrhea and idiopathic inflammatory bowel disease. *PLoS ONE*, 7(12):e51907.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051907>
- Woese, C.R. & Fox, G.E. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74(11):5088-5090.
<https://doi.org/10.1073/pnas.74.11.5088>
- Zheng, D., Liwinski, T. & Elinav, E. (2020) Interaction between microbiota and immunity in health and disease. *Cell Research*, 30:492–506. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0332-7>
- Zhou, N., Chen, W., Xia, L. *et al.* (2024) Metagenomic insights into the resistome, mobilome, and virulome of dogs with diverse lifestyles. *Animal Microbiome*, 6(1):76.
<https://doi.org/10.1186/s42523-024-00364-x>

CAPÍTULO 2

IMPLICAÇÕES DO MICROBIOMA PARA A SAÚDE



2.1 FUNÇÕES FISIOLÓGICAS E IMUNOLÓGICAS DO MICROBIOMA

O microbioma desempenha um papel fundamental em processos fisiológicos essenciais, com destaque para a função imunológica, absorção de nutrientes e metabolismo. As comunidades microbianas interagem ativamente com os tecidos do hospedeiro, impactando vias cruciais para a manutenção da saúde geral. Para veterinários, compreender essas funções básicas é o primeiro passo para reconhecer a importância clínica do microbioma.

2.1.1 Absorção de Nutrientes e Contribuições Metabólicas: Maximizando o Potencial Nutricional

No trato gastrointestinal (GI), as bactérias decompõem carboidratos complexos, proteínas e fibras que o hospedeiro não consegue digerir sozinho. Este processo metabólico produz ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como butirato, acetato e propionato, que são fontes de energia cruciais para as células epiteliais intestinais e auxiliam na manutenção da integridade intestinal (Koh *et al.*, 2016). Estudos indicam que os microbiomas canino e felino possuem composições únicas, adaptadas às suas dietas carnívoras, com alguma sobreposição em bactérias que utilizam carboidratos, o que beneficia a saúde gastrointestinal (Suchodolski, 2011; Swanson *et al.*, 2011). Este processo de fermentação bacteriana e produção de AGCC é essencial para a nutrição e saúde intestinal dos animais de estimação, influenciando diretamente a absorção de nutrientes e a prevenção de problemas digestivos.

2.1.2 Modulação Imunológica e Resistência a Doenças: O Microbioma como Regente do Sistema Imune

O microbioma atua como um “maestro” do sistema imunológico, promovendo a tolerância a microrganismos benéficos e ao mesmo tempo ativando as defesas contra patógenos. Microrganismos específicos estimulam as células imunológicas a produzirem citocinas, quimiocinas e anticorpos, desempenhando um papel crucial tanto na imunidade inata quanto na adaptativa (Belkaid & Hand, 2014). Em cães e gatos, essa intrincada interação imunológica-microbioma é vital para prevenir infecções e modular respostas inflamatórias. É importante notar que a baixa diversidade bacteriana no trato gastrointestinal tem sido associada a uma menor resistência a condições como Doença Inflamatória Intestinal (DII) (Suchodolski *et al.*, 2012) e dermatite atópica (Rodrigues Hoffmann *et al.*, 2014). Para o veterinário, isso significa que um microbioma equilibrado é fundamental para um sistema imune eficiente e para a proteção dos animais contra doenças infecciosas e inflamatórias.

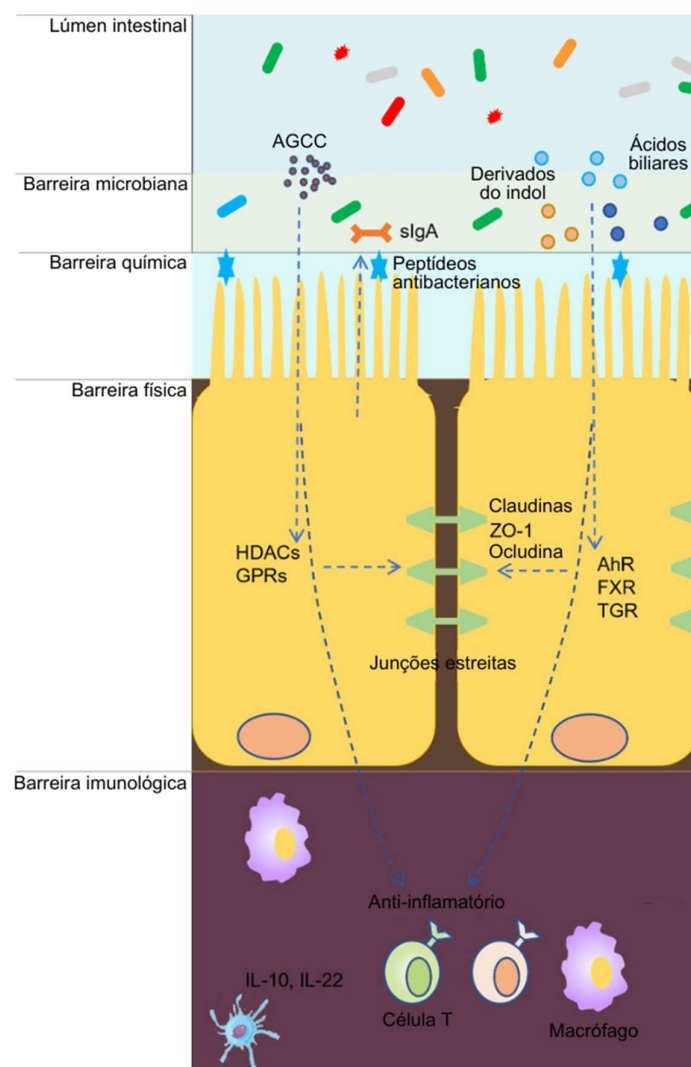


Figura 2.1 O papel do microbioma na saúde gastrointestinal. A barreira intestinal é composta pela barreira microbiana, barreira química, barreira física e barreira imunológica. Os AGCC (ácidos graxos de cadeia curta) podem fortalecer a barreira química ao estimular a secreção de peptídeos antimicrobianos, sIgA (imunoglobulina A secretora) e mucinas, prevenindo a proliferação de bactérias nocivas. Os AGCC, ácidos biliares e derivados de indol podem fortalecer a barreira física ao aumentar a expressão de proteínas de junção estreita, como claudinas, ocludina-1 e ocludina. A absorção epitelial dos AGCC e derivados de indol pode atuar sobre células imunológicas, levando à liberação de citocinas anti-inflamatórias, como IL-10 e IL-22. Adaptado de Liu *et al.* (2022).

2.2 ASSOCIAÇÕES DE DOENÇAS E FATORES DE RISCO

Um microbioma saudável confere resiliência contra diversos distúrbios, prevenindo o crescimento excessivo de patógenos e sustentando respostas imunológicas equilibradas. No entanto, a **disbiose** — o desequilíbrio na composição microbiana — tem sido

consistentemente associada a uma ampla gama de doenças em animais de estimação. Para veterinários, reconhecer a disbiose como fator de risco é crucial para o diagnóstico precoce e intervenções eficazes.

2.2.1 Distúrbios Gastrointestinais: O Intestino como Epicentro da Disbiose

Problemas gastrointestinais, incluindo enteropatias crônicas, Doença Inflamatória Intestinal (DII) e infecções gastrointestinais agudas, são comumente observados na clínica veterinária em cães e gatos. A disbiose é frequentemente um achado central nessas condições, caracterizada por reduções em grupos microbianos benéficos, como Firmicutes, e aumentos em Proteobacteria. Estudos revelam que microbiomas disbióticos em animais afetados apresentam produção prejudicada de AGCC, integridade da barreira intestinal comprometida e respostas inflamatórias exacerbadas (Honneffer *et al.*, 2014; Minamoto *et al.*, 2015).

Exemplo Clínico:

Enteropatia crônica em cães: Um estudo mostrou que cães com enteropatias crônicas tiveram diversidade microbiana significativamente reduzida e níveis mais baixos de bactérias produtoras de AGCC. Intervenções na dieta combinadas com terapias direcionadas ao microbioma resultaram em melhora dos sintomas e aumento da diversidade microbiana (Garcia-Mazcorro *et al.*, 2012). Este exemplo prático demonstra como a análise do microbioma pode guiar estratégias terapêuticas mais assertivas.

2.2.2 Condições Dermatológicas: O Intestino Influencia a Saúde da Pele

Desequilíbrios do microbioma intestinal têm sido cada vez mais associados a uma variedade de distúrbios dermatológicos, incluindo dermatite atópica e outras condições alérgicas e inflamatórias da pele (Bowe & Logan, 2011). O **eixo intestino-pele**, uma conexão bidirecional entre o intestino e a pele, desempenha um papel crucial na modulação da saúde cutânea. Um microbioma intestinal equilibrado contribui para a regulação imunológica e a manutenção da barreira intestinal, refletindo-se diretamente na integridade da pele. Em condições como a dermatite atópica, alterações no microbioma intestinal, como disbiose, têm sido associadas ao aumento da inflamação sistêmica e cutânea (Salem *et al.*, 2018).

Exemplo Clínico:

Dermatite atópica em cães: Um estudo investigou a composição do microbioma intestinal de cães saudáveis e cães com dermatite atópica, identificando diferenças significativas entre os grupos. Cães com dermatite atópica apresentaram redução na diversidade microbiana intestinal, com aumento na abundância de *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens* e diminuição de *Bifidobacterium* spp. Essas alterações foram

correlacionadas com marcadores de inflamação sistêmica e a gravidade das lesões cutâneas (Rodrigues Hoffmann *et al.*, 2014). Este estudo destaca a relevância do microbioma intestinal na patogênese da dermatite atópica canina e sugere que a modulação do microbioma intestinal pode ser uma estratégia terapêutica promissora na dermatologia veterinária.

2.2.3 Distúrbios Metabólicos e Relacionados ao Sistema Imunológico: O Microbioma na Saúde Sistêmica

Obesidade, diabetes e doenças imunomediadas em animais de estimação também apresentam ligações importantes com alterações no microbioma (Turnbaugh *et al.*, 2006). Em animais com sobrepeso, as mudanças na composição da microbiota frequentemente favorecem Firmicutes em detrimento de Bacteroidetes, o que pode resultar em maior extração de energia da dieta e exacerbar o ganho de peso. Além disso, microbiomas disbióticos têm sido associados a níveis elevados de marcadores pró-inflamatórios, contribuindo para o desenvolvimento de condições como artrite, alergias e distúrbios autoimunes (Belkaid & Hand, 2014). Isso demonstra que o impacto do microbioma se estende muito além do intestino, influenciando a saúde metabólica e imunológica em nível sistêmico.

Exemplo Clínico:

Obesidade e diabetes em cães: Estudos demonstraram que cães obesos apresentam diversidade microbiana reduzida e níveis elevados de bactérias associadas à inflamação. Após intervenções para modular o microbioma, como mudanças na dieta e suplementação prebiótica, os cães demonstraram melhora nos marcadores metabólicos e no controle de peso (Handl *et al.*, 2013; Alexander *et al.*, 2018). Este exemplo ressalta o potencial da modulação do microbioma como coadjuvante no manejo de doenças metabólicas.

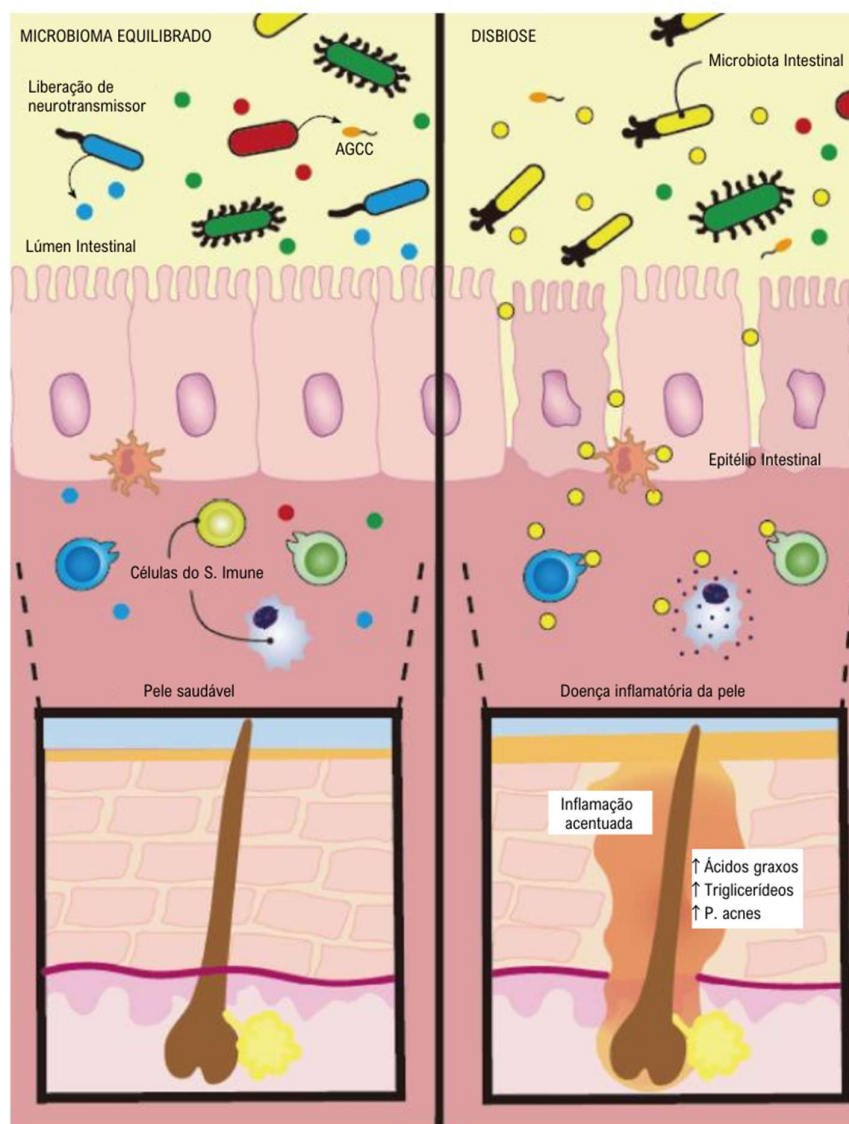


Figura 2.2 Eixo Intestino-Pele. Estudos levantam a hipótese de que a microbiota intestinal produz neurotransmissores em resposta ao estresse que podem modular a função da pele. Esses neurotransmissores atravessam o epitélio intestinal, entram na corrente sanguínea e induzem efeitos sistêmicos. Junto com os neurotransmissores, a microbiota intestinal também libera ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que também podem entrar na circulação sistêmica e afetar a pele. Além disso, a dieta pode influenciar a inflamação na pele por meio da sinalização de nutrientes e da liberação de ácidos graxos de cadeia longa, levando à estimulação excessiva da proteína de ligação ao elemento regulador de esteroide e ao aumento da síntese de ácidos graxos e triglicerídeos, promovendo o crescimento excessivo de *Propionibacterium acnes*. Adaptado de Vaughn *et al.* (2017).



Figura 2.3 Relação entre desequilíbrios do microbioma (disbiose) e problemas de saúde em cães e gatos.

2.3 ALVOS TERAPÊUTICOS ORIENTADOS PELO MICROBIOMA

O reconhecimento do microbioma como um alvo terapêutico abre novas e promissoras vias para o manejo da saúde de animais de companhia. Estratégias de modulação do microbioma, como o uso de probióticos, prebióticos e o Transplante de Microbiota Fecal (TMF), representam abordagens inovadoras e com grande potencial clínico. Para veterinários, dominar essas terapias direcionadas ao microbioma significa expandir o arsenal terapêutico e oferecer opções de tratamento mais personalizadas e eficazes.

2.3.1 Prebióticos e Probióticos: Nutrindo e Repovoando o Microbioma

Os probióticos, que introduzem bactérias benéficas diretamente no intestino, e os prebióticos, que fornecem “alimento” para estimular o crescimento dos microrganismos benéficos já presentes, ganharam crescente popularidade na medicina veterinária. Ambos são utilizados no tratamento de distúrbios gastrointestinais e como suporte à saúde imunológica. Estudos sugerem que os probióticos podem auxiliar na redução dos sintomas gastrointestinais em cães com DII e podem trazer benefícios para a função imunológica em gatos com infecções respiratórias recorrentes (Benyacoub *et al.*, 2003; Sauter *et al.*, 2006). Para o veterinário, a suplementação com probióticos e prebióticos representa uma ferramenta terapêutica valiosa e relativamente segura para modular o microbioma.

2.3.2 Transplante de Microbiota Fecal (TMF): Restaurando o Equilíbrio

O Transplante de Microbiota Fecal (TMF), que consiste na transferência da microbiota fecal de um doador saudável para um paciente com disbiose, surge como uma terapia

promissora, especialmente em casos graves de desequilíbrio microbiano. Embora ainda esteja em fase de desenvolvimento na prática veterinária, o TMF tem sido cada vez mais utilizado para cães com problemas gastrointestinais crônicos que não respondem aos tratamentos convencionais. Relatos de casos recentes indicam melhorias significativas na consistência fecal, na diversidade microbiana e na saúde geral após o TMF, destacando seu potencial como uma terapia alternativa eficaz (Hanifeh *et al.*, 2024; Rojas *et al.*, 2024). Para veterinários que lidam com casos refratários, o TMF surge como uma opção terapêutica inovadora e promissora.

2.4 O PAPEL DO MICROBIOMA NA SAÚDE MENTAL E COMPORTAMENTAL

O **eixo intestino-cérebro** representa uma via de comunicação bidirecional fascinante e complexa entre o microbioma intestinal e o sistema nervoso central. Essa interação intricada influencia não apenas a saúde física, mas também o comportamento e o bem-estar mental de cães e gatos. Estudos recentes têm lançado luz sobre o papel do microbioma na regulação do humor, na resposta ao estresse e em distúrbios comportamentais como ansiedade e agressividade. Para veterinários, essa conexão intestino-cérebro abre novas perspectivas no entendimento e manejo de problemas comportamentais em animais de estimação.

2.4.1 O Eixo Intestino-Cérebro: Metabólitos Microbianos Moldando o Comportamento

O microbioma intestinal atua como uma verdadeira “fábrica” de metabólitos, produzindo uma variedade de substâncias bioativas, como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), triptofano e neurotransmissores (por exemplo, serotonina e dopamina). Esses metabólitos podem cruzar a barreira hematoencefálica e exercer influência direta sobre a função cerebral. Eles modulam a produção de neurotransmissores endógenos, a neuroinflamação e a plasticidade sináptica, afetando de forma significativa o comportamento e o humor dos animais (Foster & Neufeld, 2013). Essa via de comunicação bidirecional entre intestino e cérebro representa um campo de pesquisa promissor e com implicações clínicas cada vez mais relevantes.

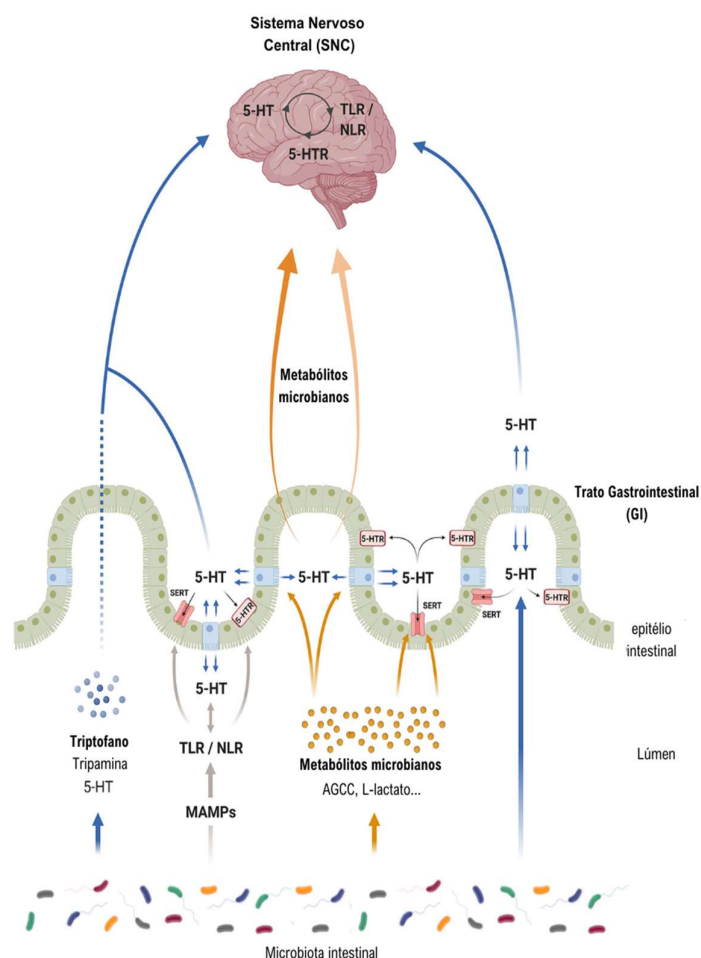


Figura 2.4 Vias de comunicação da serotonina (5-HT) no eixo microbiota-intestino-cérebro. A serotonina pode modular as funções do sistema gastrointestinal (GI) e do sistema nervoso central (SNC), sendo uma rede-chave para o eixo intestino-cérebro. Os microrganismos produzem triptofano e o degradam, afetando a produção central e intestinal de 5-HT. A microbiota intestinal modula a síntese de 5-HT e produz 5-HT independentemente do hospedeiro. Padrões moleculares associados a microrganismos (MAMPs, na sigla em inglês) atuam por meio de receptores toll-like (TLRs) e receptores do tipo domínio de oligomerização de nucleotídeos (NLRs), afetando diretamente o sistema serotoninérgico. A sinalização TLR/NLR parece modular a atividade e a expressão do transportador de serotonina (SERT) e dos receptores de serotonina (5-HTRs), bem como a síntese de 5-HT no trato gastrointestinal. No entanto, essa interconexão entre TLRs/NLRs e o sistema serotoninérgico também existe no SNC. Em uma regulação por feedback, a 5-HT afeta a expressão dos receptores de reconhecimento de padrões (PRRs). Além disso, metabólitos microbianos, como os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), podem promover a síntese de 5-HT pelas células enterocromafins (EC) e regular a atividade e a expressão do SERT. Da mesma forma, esses metabólitos podem migrar para a corrente sanguínea e atingir o cérebro, e alguns deles, como o L-acetato, podem modular o sistema nervoso serotoninérgico, controlando a expressão dos receptores de 5-HT. Adaptado de Layunta *et al.* (2021).

2.4.2 Microbioma e Comportamento em Animais de Estimação

Estudos em animais de estimação têm demonstrado associações entre a composição do microbioma e diferentes comportamentos:

- **Ansiedade e Estresse:** Cães e gatos com microbiomas desequilibrados (disbiose) podem apresentar maior susceptibilidade a comportamentos ansiosos e respostas exageradas ao estresse (Kielbik & Witkowska-Piłaszewicz, 2024). Para veterinários que atendem animais com ansiedade, considerar o microbioma pode ser um passo adicional na abordagem terapêutica.
- **Agressividade:** Estudos preliminares sugerem que a disbiose intestinal pode estar associada a comportamentos agressivos em cães, possivelmente devido a alterações na produção de serotonina e outros neurotransmissores (Kielbik & Witkowska-Piłaszewicz, 2024). Embora ainda em fase inicial, essa linha de pesquisa abre novas perspectivas para o manejo de problemas de agressividade.
- **Resposta a Situações Ansiogênicas:** A suplementação com probióticos contendo cepas específicas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* demonstrou reduzir comportamentos relacionados ao estresse em cães, como latidos excessivos e destruição de objetos (Benyacoub *et al.*, 2003). Este dado sugere o potencial da modulação do microbioma como ferramenta para auxiliar em terapias comportamentais.

2.4.3 Aplicações Práticas para Veterinários: Integrando o Microbioma no Manejo Comportamental

Para veterinários interessados em uma abordagem integrativa no manejo comportamental, o microbioma oferece novas avenidas terapêuticas:

- **Probióticos e Prebióticos Específicos:** A suplementação com probióticos contendo cepas específicas poderia melhorar a saúde mental e comportamental em cães e gatos.
- **Dietas Estratégicas:** A prescrição de dietas ricas em fibras prebióticas, como Fruto-Oligossacarídeos (FOS) e Galacto-oligossacarídeos (GOS), pode ser benéfica, promovendo o crescimento de bactérias benéficas e a produção de AGCC, com efeitos positivos no eixo intestino-cérebro (Swanson *et al.*, 2011). A dieta surge como um fator modificável com grande potencial de impacto.
- **Terapias Comportamentais Integradas:** A combinação de intervenções no microbioma com terapias comportamentais já estabelecidas, como treinamento de dessensibilização e contra-condicionamento, pode potencializar os resultados no manejo de distúrbios comportamentais, oferecendo uma abordagem mais completa e sinérgica.

2.5 MICROBIOMA E ENVELHECIMENTO SAUDÁVEL

O envelhecimento é um processo natural complexo, acompanhado por mudanças significativas na composição e função do microbioma. Essas alterações podem influenciar a saúde geral e a qualidade de vida de cães e gatos idosos. Manter um microbioma saudável torna-se ainda mais essencial para preservar a função imunológica, a integridade intestinal e a resiliência a doenças em animais idosos. Para veterinários que acompanham pacientes geriátricos, o microbioma surge como um novo foco para promover um envelhecimento mais saudável e ativo.

2.5.1 Mudanças no Microbioma com a Idade: O Declínio Silencioso

À medida que os animais envelhecem, o microbioma intestinal tende a sofrer alterações características, incluindo a perda de diversidade, com reduções em bactérias reconhecidamente benéficas, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, e aumentos em grupos bacterianos como *Clostridia* (Masuoka *et al.*, 2016). Essas alterações podem ter consequências importantes para a saúde:

- **Redução da Produção de Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC):** Os AGCC, como butirato, propionato e acetato, desempenham papéis cruciais na saúde intestinal e na regulação imunológica. A diminuição na produção de AGCC pode contribuir para a inflamação crônica e a disfunção imunológica, frequentemente observadas em animais idosos (O'Toole & Jeffery, 2015). A deficiência de AGCC pode ser um fator importante no declínio da saúde em pacientes geriátricos.
- **Aumento da Permeabilidade Intestinal ("Leaky Gut"):** A perda da integridade da barreira intestinal pode permitir a translocação de toxinas e patógenos da luz intestinal para a corrente sanguínea, exacerbando condições como a inflamação sistêmica e doenças hepáticas (Suchodolski, 2022). A barreira intestinal fragilizada contribui para um ciclo vicioso de inflamação e disbiose no envelhecimento.

2.5.2 Impacto do Microbioma no Envelhecimento Imunológico (Imunossenescência): O Microbioma como Guardião da Imunidade Geriátrica

O microbioma desempenha um papel crítico no desenvolvimento e na manutenção de um sistema imunológico robusto ao longo da vida. Em animais idosos, a disbiose está intimamente associada ao **envelhecimento imunológico (imunossenescência)**, um processo caracterizado por:

- **Respostas Imunes Reduzidas:** A capacidade do sistema imune de combater infecções e responder de forma eficaz a vacinas diminui progressivamente com o envelhecimento. Alterações no microbioma contribuem significativamente para esse declínio da imunidade (Ciabattini *et al.*, 2018). Animais idosos tornam-se mais vulneráveis a infecções devido à imunossenescência, e o microbioma tem um papel importante nesse processo.
- **Inflamação Crônica de Baixo Grau (“Inflamming”):** A disbiose crônica pode levar à ativação persistente e de baixo grau do sistema imunológico, um fenômeno conhecido como “inflamming”. Esta inflamação crônica contribui para o desenvolvimento de diversas condições relacionadas à idade, como artrite, doenças renais e até mesmo câncer (O’Toole & Jeffery, 2015). O microbioma disbiótico pode ser um dos “motores” da inflamação crônica associada ao envelhecimento.

2.5.3 Estratégias para Promover um Microbioma Saudável em Animais Idosos: Intervenções para um Envelhecer Ativo

Para veterinários que buscam oferecer o melhor cuidado para seus pacientes idosos, modular o microbioma surge como uma estratégia promissora para promover um envelhecimento mais saudável e ativo:

- **Dietas Específicas para a Idade:** A prescrição de dietas geriátricas ricas em fibras prebióticas, como FOS e GOS, pode ser especialmente benéfica. Essas fibras promovem o crescimento de bactérias benéficas e a produção de AGCCs, que sustentam a saúde intestinal e imunológica em animais idosos (Swanson *et al.*, 2011). A nutrição direcionada ao microbioma é fundamental na geriatria veterinária.
- **Suplementação com Probióticos e Prebióticos:** A suplementação estratégica com probióticos contendo cepas específicas de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, pode auxiliar no aumento da diversidade microbiana e na melhora da função imunológica em animais idosos (Masuoka *et al.*, 2016). A suplementação pode ser uma ferramenta valiosa, mas a escolha do probiótico deve ser criteriosa.
- **Transplante de Microbiota Fecal (TMF):** Em casos graves de disbiose geriátrica, o TMF pode ser considerado como uma opção para restaurar a diversidade microbiana e melhorar a saúde geral em animais idosos (Hanifeh *et al.*, 2024), especialmente em pacientes com comorbidades e baixa resposta a terapias convencionais.

**Você sabia?**

Animais idosos com microbiomas diversificados tendem a ter sistemas imunológicos mais fortes e menor risco de doenças crônicas, como artrite e diabetes.

2.6 MICROBIOMA E RESPOSTA A MEDICAMENTOS

O uso de medicamentos, especialmente antibióticos e anti-inflamatórios, pode ter um impacto profundo no microbioma de cães e gatos. Embora esses fármacos sejam ferramentas essenciais para tratar infecções e condições inflamatórias, eles também podem induzir disbiose, levando a efeitos colaterais de curto e longo prazo. Para veterinários, compreender essas interações medicamentosos-microbioma é crucial para minimizar danos colaterais e promover a recuperação da saúde intestinal após o uso de fármacos.

2.6.1 Impacto dos Antibióticos no Microbioma: Um “Reset” Microbiano Nem Sempre Benéfico

Antibióticos representam uma das principais causas de disbiose, pois, embora essenciais no combate a infecções bacterianas, eles afetam não apenas os patógenos-alvo, mas também as bactérias comensais benéficas que compõem o microbioma. Os efeitos deletérios dos antibióticos no microbioma incluem:

- **Redução da Diversidade Microbiana:** Antibióticos de amplo espectro podem causar uma diminuição drástica na diversidade do microbioma, eliminando bactérias benéficas e abrindo espaço para o crescimento excessivo de patógenos oportunistas, como *Clostridium difficile* (Langdon *et al.*, 2016). A perda de diversidade torna o microbioma mais vulnerável e menos resiliente.
- **Alterações Funcionais Prejudiciais:** A eliminação de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) pelo uso de antibióticos pode comprometer a integridade da barreira intestinal e a função imunológica, prejudicando funções essenciais para a saúde (Liu *et al.*, 2022).
- **Efeitos de Longo Prazo e Risco de Doenças Crônicas:** Em alguns casos, a disbiose induzida por antibióticos pode persistir por meses, ou até anos, após a interrupção do tratamento. Essa disbiose prolongada pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças crônicas, como Doença Inflamatória Intestinal (DII) e alergias (Suchodolski, 2022). O uso indiscriminado de antibióticos pode ter consequências a longo prazo para a saúde microbiana e geral dos animais.

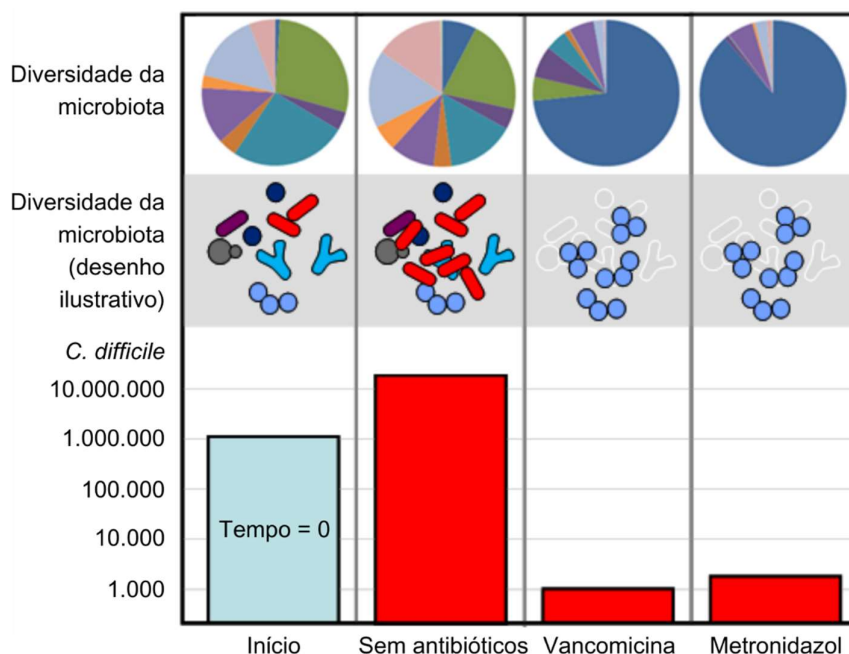


Figura 2.5 Impacto de dois antibióticos (Vancomicina e Metronidazol) a 90 μ M na microbiota intestinal após 24 horas, revelado por análise de sequenciamento em um modelo de cólon contendo amostras fecais inoculadas com *C. difficile*. Parte superior: Cores diferentes representam diferentes famílias de bactérias (o azul indica Enterobacteriaceae); Parte do meio: Ilustração representando a diversidade da microbiota (as barras vermelhas indicam *C. difficile*). Adaptado de Cotter *et al.* (2012).

2.6.2 Impacto de Anti-Inflamatórios no Microbioma: Efeitos Mais Sutis, Mas Relevantes

Anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) e corticosteroides, também amplamente utilizados na prática veterinária, podem afetar o microbioma, embora por mecanismos distintos dos antibióticos:

- **Danos à Barreira Intestinal:** AINEs, por exemplo, podem causar lesões na mucosa intestinal, aumentando a permeabilidade e permitindo a translocação de toxinas e patógenos para a corrente sanguínea (Wallace *et al.*, 2011). AINEs podem fragilizar a barreira protetora do intestino, favorecendo a disbiose.
- **Alterações na Composição Microbiana:** Corticosteroides, por sua vez, exercem um efeito imunossupressor, o que pode alterar o delicado equilíbrio entre bactérias comensais e potencialmente patogênicas no microbioma. Corticosteroides podem indiretamente influenciar a composição microbiana através da modulação do sistema imune.

2.6.3 Estratégias para Mitigar os Efeitos Negativos dos Medicamentos: Protegendo o Microbioma Durante e Após o Tratamento

Para veterinários, minimizar o impacto negativo dos medicamentos no microbioma é um objetivo importante. Algumas estratégias podem ser implementadas:

- **Uso Responsável e Criterioso de Antibióticos:** Limitar o uso de antibióticos a situações clinicamente necessárias e optar por antibióticos de espectro mais estreito sempre que possível pode reduzir o impacto deletério no microbioma (Langdon *et al.*, 2016). A prescrição consciente de antibióticos é fundamental para a preservação do microbioma.
- **Suplementação Estratégica com Probióticos e Prebióticos:** A suplementação com probióticos contendo cepas específicas pode ser considerada para auxiliar na restauração da diversidade microbiana e da função intestinal após o tratamento com antibióticos. Prebióticos também podem ser benéficos para estimular o crescimento de bactérias benéficas remanescentes. A suplementação direcionada pode ser uma ferramenta valiosa na recuperação microbiana pós-medicamentosa.
- **Transplante de Microbiota Fecal (TMF):** Em casos selecionados de disbiose induzida por medicamentos, particularmente em situações refratárias, o TMF pode ser considerado como uma opção para restaurar rapidamente a diversidade microbiana e a função intestinal (Hanifeh *et al.*, 2024). Em casos complexos, o TMF pode representar uma intervenção mais drástica, mas potencialmente eficaz.

2.7 MICROBIOMA E SAÚDE REPRODUTIVA

O microbioma emerge como um ator crucial na saúde reprodutiva de cães e gatos, exercendo influência desde a fertilidade dos adultos até o desenvolvimento saudável dos filhotes. Compreender as intrincadas interações entre o microbioma e o sistema reprodutivo pode fornecer aos veterinários novas ferramentas para otimizar a saúde reprodutiva e neonatal em animais de estimação. Para veterinários que trabalham com reprodução animal, o microbioma representa um campo de estudo promissor para melhorar as taxas de sucesso reprodutivo e a saúde da prole.

2.7.1 Microbioma do Trato Reprodutivo: Ecossistemas Microbiológicos Essenciais para a Fertilidade

O trato reprodutivo, tanto de fêmeas quanto de machos, abriga comunidades microbianas únicas, que exercem influência sobre a fertilidade e a saúde reprodutiva em

geral. Para veterinários que atuam na área de reprodução, o microbioma reprodutivo emerge como um novo e importante fator a ser considerado.

- **Fêmeas:** O microbioma vaginal e uterino feminino é dinâmico, sofrendo alterações ao longo do ciclo estral e da gestação. Um microbioma vaginal e uterino equilibrado desempenha um papel crucial na prevenção de infecções ascendentes e na manutenção de um ambiente uterino saudável, propício à implantação e ao desenvolvimento fetal (Holdcroft *et al.*, 2023). A disbiose nesses nichos microbianos tem sido associada a diversas condições reprodutivas desfavoráveis, como piometra, infertilidade e abortos espontâneos (Balouei *et al.*, 2023). Para veterinários, entender e modular o microbioma reprodutivo feminino pode abrir novas avenidas para melhorar as taxas de concepção e reduzir complicações gestacionais.
- **Machos:** O microbioma do trato reprodutivo masculino, embora menos estudado que o feminino, também demonstra potencial impacto na qualidade do sêmen e na fertilidade. Alterações na composição microbiana do trato reprodutivo masculino têm sido correlacionadas com parâmetros seminais alterados, como baixa contagem de espermatozoides e motilidade reduzida (Baud *et al.*, 2019). Para veterinários que trabalham com reprodução de machos, a pesquisa sobre o microbioma seminal pode trazer informações valiosas para otimizar a qualidade do sêmen e a capacidade reprodutiva.

2.7.2 Microbioma e Gestação: A Transferência Microbiana Intergeracional

Durante a gestação, o microbioma materno passa por mudanças significativas, que podem influenciar o desenvolvimento fetal e a saúde tanto da mãe quanto da prole. A gestação representa um período crítico de transferência microbiana intergeracional, com implicações a longo prazo para a saúde dos filhotes:

- **Transferência Vertical de Microrganismos:** O microbioma materno é transmitido para os filhotes, em grande parte, durante o parto vaginal, quando o filhote tem contato com o fluido vaginal contendo bactérias ao passar pelo canal do parto, e a amamentação. Essa transferência vertical de microrganismos é fundamental para “iniciar” o desenvolvimento do sistema imunológico e a formação do próprio microbioma dos filhotes (Balouei *et al.*, 2023). Para veterinários, priorizar o parto vaginal, quando possível, e incentivar a amamentação exclusiva nos primeiros dias de vida são práticas que podem impactar positivamente a saúde microbiana da prole. Essa prática favorece a colonização intestinal por bactérias boas, principalmente *Lactobacillus*.
- **Impacto na Saúde Materna:** Um microbioma vaginal materno saudável durante a gestação está associado a um menor risco de complicações gestacionais, como

infecções uterinas (metrite puerperal) e parto prematuro (Holdcroft *et al.*, 2023). Para veterinários que acompanham gestações, a saúde microbiana materna emerge como um fator relevante para minimizar riscos e otimizar o curso da gestação.

2.7.3 Microbioma e Desenvolvimento dos Filhotes: Construindo as Bases da Saúde Microbiana desde o Início da Vida

O microbioma intestinal dos filhotes começa a se desenvolver logo após o nascimento, em um processo dinâmico e complexo, influenciado por diversos fatores, incluindo o tipo de parto e a amamentação:

- **Parto Natural:** Filhotes nascidos por parto natural são colonizados inicialmente por microrganismos provenientes do trato vaginal materno. Essa exposição vaginal precoce promove o estabelecimento de uma diversidade microbiana saudável nos filhotes. Em contrapartida, filhotes nascidos por cesariana podem apresentar um microbioma inicial menos diverso formado pelas bactérias da pele, com potenciais implicações para a saúde futura (Balouei *et al.*, 2023). Para veterinários, essa diferença no microbioma inicial entre parto natural e cesariana reforça a importância de considerar o impacto do tipo de parto na saúde microbiana da prole.
- **Amamentação:** O leite materno não é apenas uma fonte de nutrientes essenciais para os filhotes, mas também contém microrganismos benéficos e oligossacarídeos com função prebiótica, que promovem o crescimento de bactérias benéficas no intestino da prole (Balouei *et al.*, 2023; Gallo *et al.*, 2024). Para veterinários, o incentivo à amamentação exclusiva e prolongada nos primeiros dias e semanas de vida é uma recomendação fundamental para promover um microbioma saudável nos filhotes.

2.7.4 Estratégias para Promover a Saúde Reprodutiva Através do Microbioma: Intervenções Direcionadas

Para veterinários que buscam otimizar a saúde reprodutiva de seus pacientes, algumas estratégias direcionadas ao microbioma podem ser consideradas:

- **Suplementação com Probióticos e Prebióticos:** A suplementação estratégica com probióticos contendo cepas específicas, como *Lactobacillus*, em fêmeas gestantes e lactantes, pode modular o microbioma materno e melhorar a saúde reprodutiva em fêmeas e machos, além de potencialmente promover um microbioma mais

saudável nos filhotes. A escolha de probióticos e prebióticos específicos para reprodução ainda é um campo em desenvolvimento, mas promissor.

- **Cuidados Otimizados com o Parto e a Amamentação:** Veterinários devem priorizar o parto natural, quando clinicamente seguro e viável, e incentivar a amamentação materna exclusiva e prolongada nos filhotes, como medidas simples e eficazes para garantir uma colonização microbiana inicial adequada e benéfica para a prole.



Você sabia?

Fêmeas com microbiomas vaginais saudáveis têm menor risco de complicações durante a gestação, como infecções uterinas e parto prematuro.

2.8 MICROBIOMA E SAÚDE BUCAL

O microbioma oral representa uma comunidade complexa e dinâmica de microrganismos que colonizam a cavidade bucal. Ele desempenha um papel crucial não apenas na saúde bucal local, mas também na saúde sistêmica de cães e gatos. Desequilíbrios no microbioma oral (disbiose oral) estão fortemente associados a doenças periodontais, que, por sua vez, podem ter impactos sistêmicos significativos na saúde geral dos animais de estimação. Para veterinários, a saúde bucal e o microbioma oral emergem como um importante foco de atenção, com implicações que vão muito além da cavidade oral.

2.8.1 Composição e Função do Microbioma Oral: Um Ecossistema Diversificado e Dinâmico

O microbioma oral é um ecossistema complexo, composto por bactérias, fungos, vírus e outros microrganismos que colonizam as diversas superfícies da cavidade bucal (dentes, gengiva, língua, mucosa). Em cães e gatos saudáveis, os filos bacterianos dominantes no microbioma oral incluem:

- **Proteobacteria:** Este filo bacteriano está frequentemente envolvido na manutenção da homeostase da saúde bucal e na prevenção de infecções oportunistas.
- **Actinobacteria:** Bactérias deste filo são consideradas importantes para a manutenção da saúde gengival e para a prevenção de processos inflamatórios na cavidade oral.

- **Firmicutes:** Desempenham papéis variados e complexos, incluindo a fermentação de carboidratos, produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que podem influenciar a saúde gengival, e algumas espécies podem estar associadas tanto à saúde quanto à doença periodontal dependendo do contexto e do equilíbrio da microbiota.

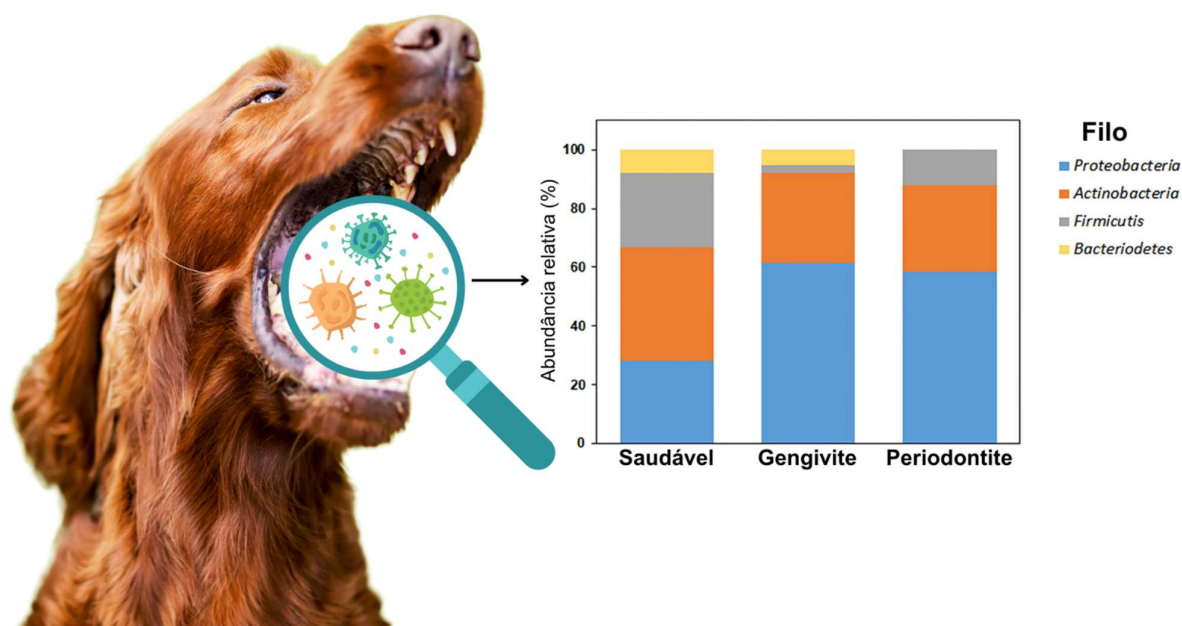


Figura 2.6 Abundância relativa (%) e composição dos filos bacterianos do microbioma oral de cães saudáveis, com gengivite e com periodontite. Adaptado de Tavares *et al.* (2023).

2.8.2 Microbioma Oral e Doenças Periodontais: A Disbiose como Fator Chave na Etiopatogenia

A disbiose no microbioma oral é hoje reconhecida como um fator etiológico central no desenvolvimento de doenças periodontais, que afetam uma grande proporção da população canina e felina, representando um dos problemas de saúde mais comuns na clínica veterinária de pequenos animais (Thomas *et al.*, 2021). Os principais mecanismos pelos quais a disbiose oral leva à doença periodontal incluem:

- **Formação de Biofilmes Patogênicos:** Certas bactérias, como *Porphyromonas* e *Fusobacterium*, possuem alta capacidade de formar biofilmes complexos e organizados (placa bacteriana) que aderem às superfícies dentárias. O acúmulo progressivo destes biofilmes inicia o processo inflamatório gengival e a formação de tártaro.
- **Inflamação Crônica e Destruição Tecidual:** A resposta imunológica do hospedeiro à disbiose oral, e em particular aos biofilmes patogênicos, resulta em inflamação

gengival persistente (gengivite). Em estágios mais avançados e não tratados, essa inflamação crônica progride para a periodontite, caracterizada pela destruição progressiva dos tecidos de suporte dos dentes (osso alveolar, ligamento periodontal, cimento radicular), levando à perda dentária e dor.

2.8.3 Impacto Sistêmico da Doença Periodontal: Conexões Além da Boca

É fundamental para veterinários e tutores compreenderem que a doença periodontal não se limita a afetar apenas a saúde bucal. Ela possui implicações sistêmicas relevantes, com potencial para impactar negativamente outros órgãos e sistemas do corpo:

- **Inflamação Sistêmica Crônica:** A inflamação crônica e persistente presente na cavidade bucal, em decorrência da doença periodontal, pode levar a um aumento nos níveis de marcadores inflamatórios sistêmicos na corrente sanguínea. Essa inflamação sistêmica de baixo grau contribui para o desenvolvimento ou exacerbação de doenças cardíacas, renais e hepáticas (Glickman *et al.*, 2011). A doença periodontal age como um foco inflamatório crônico com repercussões em todo o organismo.
- **Disseminação de Patógenos Orais:** Bactérias periodontais patogênicas podem, em determinadas circunstâncias, entrar na corrente sanguínea a partir da cavidade oral (bacteremia transitória) e colonizar outros órgãos e tecidos, aumentando o risco de infecções sistêmicas, especialmente em animais imunocomprometidos ou com outras condições de saúde preexistentes (Pavlica *et al.*, 2008). A boca pode ser uma porta de entrada para patógenos com potencial para causar infecções em outros locais do corpo.



Você sabia?

A maior parte dos cães e gatos que visitam as clínicas veterinárias tem algum grau de doença periodontal, que pode afetar não apenas a boca, mas também o coração, os rins e o fígado.

2.8.4 Estratégias para Manter um Microbioma Oral Saudável

Manter um microbioma oral saudável é fundamental para prevenir a disbiose e as doenças periodontais. Uma abordagem multimodal, combinando higiene bucal domiciliar, estratégias dietéticas, probióticos orais e profilaxia veterinária profissional, é a mais eficaz para garantir a saúde bucal a longo prazo.

2.8.4.1 Higiene Bucal Domiciliar: A Base da Prevenção

A higiene bucal domiciliar regular é a pedra angular da prevenção da doença periodontal.

- **Escovação Dentária:** A escovação diária dos dentes é o método mais eficaz para remover a placa bacteriana e prevenir o acúmulo de tártaro. Recomenda-se a escovação diária, ou pelo menos 2-3 vezes por semana, utilizando escovas e pastas dentais veterinárias específicas para cães e gatos. A técnica correta foca na escovação suave da linha gengival, onde a placa bacteriana tende a se acumular. A adaptação gradual do animal à escovação, com associações positivas e recompensas, é essencial para o sucesso a longo prazo.
- **Enxaguatórios e Géis Dentais:** Para tutores com dificuldade em realizar a escovação, soluções de higiene oral (enxaguatórios bucais veterinários) ou géis dentais enzimáticos podem ser utilizados como alternativas, embora geralmente menos eficazes que a escovação mecânica. Produtos contendo clorexidina ou lactato de zinco podem auxiliar na redução da placa bacteriana e do tártaro.

2.8.4.2 Probióticos Oraais: Restaurando o Equilíbrio Microbiano Benéfico

A suplementação com probióticos orais veterinários pode ser uma estratégia complementar para promover um microbioma oral saudável.

- **Probióticos Oraais Específicos:** Probióticos orais contendo cepas específicas com eficácia comprovada para a saúde bucal, como *Streptococcus salivarius* K12, *Streptococcus salivarius* M18 e *Lactobacillus reuteri*, podem auxiliar na prevenção da disbiose oral. Esses probióticos atuam por mecanismos como competição com bactérias patogênicas, modulação da resposta inflamatória e/ou produção de substâncias antimicrobianas. Disponíveis em diversas formas de apresentação (pó, sticks mastigáveis etc.), os probióticos orais veterinários devem ser utilizados de forma regular e contínua para obter benefícios a longo prazo.

2.8.4.3 Profilaxia Dentária Veterinária Profissional: A Limpeza Essencial

A profilaxia dentária profissional, realizada pelo veterinário sob anestesia geral, é um componente crucial da manutenção da saúde bucal.

- **Limpeza de Tártaro e Avaliação Subgengival:** A profilaxia profissional remove o tártaro supragengival e, principalmente, o tártaro subgengival (abaixo da linha da gengiva), que não é alcançado pela escovação domiciliar. A profilaxia profissional idealmente deve ser realizada anualmente ou bianualmente, dependendo da

necessidade individual de cada paciente. Durante o procedimento, o veterinário realiza uma avaliação completa da cavidade oral, incluindo a sondagem periodontal para detectar bolsas periodontais e avaliar a necessidade de tratamentos adicionais. A profilaxia profissional é essencial para prevenir a progressão da doença periodontal e manter a saúde bucal a longo prazo.

2.8.4.4 Monitoramento Veterinário Regular: Acompanhamento Contínuo

Consultas veterinárias odontológicas regulares são fundamentais para a manutenção da saúde bucal a longo prazo.

- **Avaliação Anual ou Bianual:** Recomenda-se a avaliação veterinária odontológica anual ou bianual para todos os cães e gatos, mesmo na ausência de sinais clínicos evidentes de doença periodontal. O veterinário poderá realizar um exame oral completo, avaliar a necessidade de profilaxia profissional, e orientar o tutor sobre as melhores estratégias de higiene oral domiciliar para cada paciente individualmente. O monitoramento veterinário regular permite a detecção precoce de problemas e a implementação de medidas preventivas e terapêuticas antes que a doença periodontal se torne avançada e cause danos irreversíveis.

2.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, C., Cross, T.L., Devendran, S. *et al.* (2018) Effects of prebiotic inulin-type fructans on blood metabolite and hormone concentrations and faecal microbiota and metabolites in overweight dogs. *British Journal of Nutrition*, 120(6):711-720. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001952>
- Balouei, F., Stefanon, B., Sgorlon, S. *et al.* (2023) Factors affecting gut microbiota of puppies from birth to weaning. *Animals (Basel)*, 13(4):578. <https://doi.org/10.3390/ani13040578>
- Baud, D., Pattaroni, C., Vulliemoz, N. *et al.* (2019) Sperm microbiota and its impact on semen parameters. *Frontiers in Microbiology*, 10:234. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00234>
- Belkaid, Y. & Hand, T.W. (2014) Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1):121–141. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.011>
- Benyacoub, J., Czarnecki-Maulden, G.L., Cavadini, C. *et al.* (2003) Supplementation of food with *Enterococcus faecium* (SF68) stimulates immune functions in young dogs. *The Journal of Nutrition*, 133(4):1158-1162. <https://doi.org/10.1093/jn/133.4.1158>
- Bowe, W.P. & Logan, A.C. (2011). Acne vulgaris, probiotics and the gut-brain-skin axis - back to the future? *Gut Pathogens*, 3(1):1. <https://doi.org/10.1186/1757-4749-3-1>

- Ciabattini, A., Nardini, C., Santoro, F. *et al.* (2018) Vaccination in the elderly: The challenge of immune changes with aging. *Seminars in Immunology*, 40:83-94.
<https://doi.org/10.1016/j.smim.2018.10.010>
- Cotter, P.D., Stanton, C., Ross, R.P. *et al.* (2012) The impact of antibiotics on the gut microbiota as revealed by high throughput DNA sequencing. *Discovery Medicine*, 13(70):193-199.
- Foster, J.A. & Neufeld, K.A.M. (2013) Gut-brain axis: how the microbiome influences anxiety and depression. *Trends in Neuroscience*, 36(5):305-312.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.01.005>
- Gallo, V., Arienzo, A., Tomassetti, F. *et al.* (2024) Milk bioactive compounds and gut microbiota modulation: the role of whey proteins and milk oligosaccharides. *Foods*, 13(6):907.
<https://doi.org/10.3390/foods13060907>
- Garcia-Mazcorro, J.F., Dowd, S.E., Poulsen, J. *et al.* (2012) Abundance and short-term temporal variability of fecal microbiota in healthy dogs. *MicrobiologyOpen*, 1(3):340–347.
<https://doi.org/10.1002/mbo3.36>
- Glickman, L.T., Glickman, N.W., Moore, G.E. *et al.* (2011) Association between chronic azotemic kidney disease and the severity of periodontal disease in dogs. *Preventive Veterinary Medicine*, 99(2-4):193-200. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.01.011>
- Handl, S., German, A.J., Holden, S.L. *et al.* (2013) Faecal microbiota in lean and obese dogs. *FEMS Microbiology Ecology*, 84(2):332-343. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12067>
- Hanifeh, M., Scarsella, E., Rojas, C.A. *et al.* (2024) Oral fecal microbiota transplantation in dogs with tylosin-responsive enteropathy—A proof-of-concept study. *Veterinary Sciences*, 11:439.
<https://doi.org/10.3390/vetsci11090439>
- Holdcroft, A.M., Ireland, D.J. & Payne, M.S. (2023) The vaginal microbiome in health and disease—What role do common intimate hygiene practices play? *Microorganisms*, 11(2):298.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11020298>
- Honneffer, J.B., Minamoto, Y. & Suchodolski, J. S. (2014) Microbiota alterations in acute and chronic gastrointestinal inflammation of cats and dogs. *World Journal of Gastroenterology*, 20(44):16489–16497. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i44.16489>
- Kiełbik, P. & Witkowska-Piłaszewicz, O. (2024) The relationship between canine behavioral disorders and gut microbiome and future therapeutic perspectives. *Animals (Basel)*, 14(14):2048.
<https://doi.org/10.3390/ani14142048>
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P. *et al.* (2016) From dietary fiber to host physiology: Short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, 165(6):1332–1345.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>

- Langdon, A., Crook, N. & Dantas, G. (2016) The effects of antibiotics on the microbiome throughout development and alternative approaches for therapeutic modulation. *Genome Medicine*, 8(1):39. <https://doi.org/10.1186/s13073-016-0294-z>
- Layunta, E., Buey, B., Mesonero, J.E. *et al.* (2021) Crosstalk between intestinal serotonergic system and pattern recognition receptors on the microbiota–gut–brain axis. *Frontiers in Endocrinology*, 12:748254. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.748254>
- Liu, J., Tan, Y., Cheng, H. *et al.* (2022) Functions of gut microbiota metabolites, current status and future perspectives. *Aging and disease*, 13(4):1106-1126. <https://doi.org/10.14336/AD.2022.0104>
- Masuoka, H., Shimada, K., Kiyosue-Yasuda, T. *et al.* (2016) Transition of the intestinal microbiota of dogs with age. *Bioscience of Microbiota, Food and Health*, 36(1):27-31. <https://doi.org/10.12938/bmfh.BMFH-2016-021>
- Minamoto, Y., Otoni, C.C., Steelman, S.M., *et al.* (2015) Alterations in the fecal microbiome and metabolome in dogs with idiopathic inflammatory bowel disease. *Gut Microbes*, 6(1):33–47. <https://doi.org/10.1080/19490976.2014.997612>
- O'Toole, P.W. & Jeffery, I.B. (2015) Gut microbiota and aging. *Science*, 350(6265):1214-1215. <https://doi.org/10.1126/science.aac8469>
- Pavlica, Z., Petelin, M., Juntos, P. *et al.* (2008) Periodontal disease burden and pathological changes in organs of dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 25(2):97-105. <https://doi.org/10.1177/089875640802500210>
- Rodrigues Hoffmann, A., Patterson, A.P., Diesel, A. *et al.* (2014) The skin microbiome in healthy and allergic dogs. *PLoS ONE*, 9(1):e83197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083197>
- Rojas, C.A, Entrolezo, Z., Jarett, J.K. *et al.* (2024) Microbiome responses to oral fecal microbiota transplantation in a cohort of domestic dogs. *Veterinary Sciences*, 11:42. <https://doi.org/10.3390/vetsci11010042>
- Salem, I., Ramser, A., Isham, N. *et al.* (2018). The gut microbiome as a major regulator of the gut-skin axis. *Frontiers in Microbiology*, 9:1459. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01459>
- Sauter, S.N., Benyacoub, J., Allenspach, K. *et al.* (2006) Effects of probiotic bacteria in dogs with food responsive diarrhoea treated with an elimination diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90(7-8):269-77. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00595.x>
- Suchodolski, J.S. (2011) Companion animals symposium: Microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *Journal of Animal Science*, 89(5):1520–1530. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3377>
- Suchodolski, J.S. (2022) Analysis of the gut microbiome in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 50 Suppl 1(Suppl 1):6-17. <https://doi.org/10.1111/vcp.13031>

- Suchodolski, J.S., Markel, M.E., Garcia-Mazcorro, J.F. *et al.* (2012) The fecal microbiome in dogs with acute diarrhea and idiopathic inflammatory bowel disease. *PLoS ONE*, 7(12):e51907.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051907>
- Swanson, K.S., Dowd, S.E., Suchodolski, J.S. *et al.* (2011) Phylogenetic and gene-centric metagenomics of the canine intestinal microbiome reveals similarities with humans and mice. *The ISME Journal*, 5(4):639–649. <https://doi.org/10.1038/ismej.2010.162>
- Tavares, M.O., Dos Reis, L.D., Lopes, W.R. *et al.* (2023) Bacterial community associated with gingivitis and periodontitis in dogs. *Research in Veterinary Science*, 162:104962.
<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.104962>
- Thomas, C., Minty, M., Vinel, A. *et al.* (2021) Oral microbiota: a major player in the diagnosis of systemic diseases. *Diagnostics (Basel)*, 11(8):1376.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics11081376>
- Turnbaugh, P.J., Ley, R.E., Mahowald, M.A. *et al.* (2006) An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*, 444(7122): 1027–1031.
<https://doi.org/10.1038/nature05414>
- Vaughn, A.R., Notay, M., Clark, A.K. *et al.* (2017) Skin-gut axis: The relationship between intestinal bacteria and skin health. *World Journal of Dermatology*, 6(4): 52-58.
<https://doi.org/10.5314/wjd.v6.i4.52>
- Wallace, J.L., Syer, S., Denou, E. *et al.* (2011) Proton pump inhibitors exacerbate NSAID-induced small intestinal injury by inducing dysbiosis. *Gastroenterology*, 141(4):1314-1322.
<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2011.06.075>

[illegible]

3.1 VISÃO GERAL DA ANÁLISE DE MICROBIOMA NA PRÁTICA VETERINÁRIA

Na prática veterinária contemporânea a análise do microbioma emerge como uma ferramenta diagnóstica poderosa e cada vez mais acessível. A capacidade de avaliar a composição microbiana e identificar **marcadores de saúde e disbiose** em populações animais oferece aos veterinários *insights* valiosos para o diagnóstico e monitoramento de diversas condições clínicas, com destaque para distúrbios gastrointestinais, dermatológicos e metabólicos, que são tão comuns em cães e gatos. Os avanços exponenciais na ciência do microbioma trouxeram metodologias inovadoras que permitem analisar o DNA microbiano diretamente de amostras biológicas (fezes, saliva, pele etc.). Essas técnicas de análise molecular fornecem uma visão abrangente e detalhada da diversidade microbiana presente e do seu potencial funcional, **ultrapassando as limitações das técnicas de cultura tradicionais e abrindo novas perspectivas para a medicina veterinária diagnóstica** (Jovel *et al.*, 2016).

Este capítulo explora as principais metodologias de análise do microbioma atualmente utilizadas na prática veterinária, detalhando seus princípios, aplicações, vantagens e limitações. O objetivo é fornecer um guia prático e conciso para auxiliar os veterinários na **escolha da técnica de análise mais apropriada para cada caso clínico**, bem como na **interpretação dos resultados** e sua aplicação no manejo dos pacientes.

3.2 TIPOS DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DO MICROBIOMA

Diversas técnicas de análise do microbioma estão disponíveis, cada uma com suas particularidades em termos de informação gerada, custo, complexidade e aplicabilidade clínica. A escolha da técnica mais adequada dependerá do objetivo do teste, do tipo de amostra, do contexto clínico e dos recursos disponíveis. As principais técnicas utilizadas na prática veterinária incluem:

3.2.1 Sequenciamento Metagenômico (*Whole-Genome Shotgun Metagenomics*): A Análise Mais Abrangente

O **sequenciamento metagenômico**, também conhecido como *whole-genome shotgun metagenomics*, representa a abordagem mais abrangente e detalhada para análise do microbioma. Esta técnica inovadora sequencia **todo o DNA microbiano** presente em uma amostra biológica, sem a necessidade de isolamento ou cultura prévia dos microrganismos.

Ao contrário das abordagens direcionadas, o sequenciamento metagenômico fornece um **perfil completo de todas as espécies** presentes na amostra, incluindo bactérias, vírus, fungos, arqueas e protozoários. Além da identificação taxonômica, o sequenciamento metagenômico permite a **análise funcional dos genes microbianos**, possibilitando investigar o potencial metabólico da comunidade microbiana e identificar genes de resistência a antibióticos ou fatores de virulência.

Na prática veterinária, o sequenciamento metagenômico demonstra ser particularmente valioso na investigação de **condições clínicas complexas e desafiadoras**, como enteropatias crônicas refratárias ao tratamento convencional, infecções resistentes a múltiplos antibióticos e na pesquisa de novos biomarcadores de disbiose (Suchodolski *et al.*, 2012).

Pontos Fortes:

- **Visão Abrangente da Comunidade Microbiana:** Captura toda a diversidade da comunidade microbiana, incluindo todos os tipos de microrganismos (bactérias, vírus, fungos, arqueas, protozoários).
- **Identificação de Organismos Raros e Não Cultiváveis:** Permite identificar microrganismos que são difíceis ou impossíveis de cultivar em laboratório, expandindo o conhecimento sobre a diversidade microbiana.
- **Análise Funcional Detalhada:** Possibilita a análise funcional dos genes microbianos, revelando informações sobre vias metabólicas, genes de virulência, resistência a antibióticos e outras funções importantes para a saúde do hospedeiro.

Limitações:

- **Custo Mais Elevado:** É uma técnica mais dispendiosa em comparação com outras abordagens, o que pode limitar seu uso em diagnósticos de rotina.
- **Requer Bioinformática Especializada:** A análise dos dados gerados pelo sequenciamento metagenômico é complexa e demanda suporte especializado em bioinformática, o que pode ser um limitante para alguns laboratórios ou clínicas veterinárias (Quince *et al.*, 2017).
- **Interpretação Complexa:** A grande quantidade de dados gerados pode tornar a interpretação dos resultados mais desafiadora, exigindo expertise em microbiologia e bioinformática.

3.2.2 Sequenciamento do Gene 16S rRNA: O "Padrão Ouro" para Análise Bacteriana

O **sequenciamento do gene 16S rRNA** é, atualmente, a técnica mais utilizada em testes de microbioma veterinário, consolidando-se como o "padrão ouro" para análise da **comunidade bacteriana**. Essa técnica se baseia no sequenciamento de uma região específica do gene do RNA ribossômico 16S (rRNA 16S), que é um componente essencial do ribossomo bacteriano e apresenta variações entre as diferentes espécies de bactérias. Ao sequenciar e analisar as variações nessa região do gene 16S rRNA presente em uma amostra, é possível identificar e quantificar as diferentes bactérias presentes, fornecendo um **perfil taxonômico da comunidade bacteriana**. O sequenciamento 16S rRNA geralmente fornece dados em nível de gênero (e, em alguns casos, em nível de espécie), o que é suficiente para muitas aplicações clínicas.

Devido à sua **relação custo-benefício, relativa simplicidade e especificidade para bactérias**, o sequenciamento 16S rRNA tornou-se uma ferramenta popular e acessível para avaliar a diversidade bacteriana em diversos microbiomas de animais de estimação, como o microbioma intestinal, cutâneo, oral e vaginal (Clarridge, 2004).

Pontos Fortes:

- **Custo-Benefício Atraente:** É uma técnica relativamente mais **acessível e de menor custo** em comparação com o sequenciamento metagenômico, tornando-a mais viável para diagnósticos de rotina e para um maior número de amostras.
- **Amplamente Acessível e Padronizada:** A técnica de sequenciamento 16S rRNA é **bem estabelecida, amplamente disponível** em laboratórios de diagnóstico veterinário e possui **protocolos padronizados**, facilitando a comparação de resultados entre diferentes estudos e laboratórios.
- **Perfil Bacteriano Abrangente:** Fornece um **perfil taxonômico detalhado da comunidade bacteriana**, permitindo avaliar a diversidade bacteriana, identificar os gêneros bacterianos predominantes e detectar alterações na composição bacteriana associadas à disbiose.

Limitações:

- **Limitado a Comunidades Bacterianas:** O sequenciamento 16S rRNA é **específico para bactérias** e não fornece informações sobre outros tipos de microrganismos presentes no microbioma, como vírus, fungos, arqueas ou protozoários.

- **Ausência de Dados Funcionais:** A técnica se limita à identificação taxonômica das bactérias e **não fornece dados sobre a função dos genes microbianos** ou o potencial metabólico da comunidade bacteriana.
- **Resolução Taxonômica Limitada:** Embora geralmente forneça identificação em nível de gênero, a resolução taxonômica do sequenciamento 16S rRNA pode ser **limitada para algumas bactérias**, dificultando a identificação precisa em nível de espécie em todos os casos (Jovel *et al.*, 2016).

3.2.3 Técnicas de Cultura Microbiana: O Clássico Essencial na Detecção de Patógenos Cultiváveis

As **técnicas tradicionais de cultura microbiana**, apesar de suas limitações em relação à análise da complexidade total do microbioma, **mantêm um papel fundamental na microbiologia diagnóstica veterinária**, especialmente para o **isolamento e identificação de bactérias patogênicas cultiváveis**. Esses métodos clássicos se baseiam no crescimento seletivo de microrganismos em meios de cultura específicos, permitindo o isolamento de colônias puras de bactérias para identificação morfológica, bioquímica e, crucialmente, para a realização de **testes de sensibilidade a antibióticos (antibiograma)**.

Na prática veterinária, as técnicas de cultura microbiana são particularmente úteis para identificar os agentes etiológicos causadores de **infecções bacterianas localizadas ou sistêmicas**, como infecções de pele, otites, infecções do trato urinário e infecções gastrointestinais bacterianas. O antibiograma, realizado a partir das bactérias isoladas em cultura, é essencial para **orientar a terapia antimicrobiana de forma direcionada e racional**, auxiliando na escolha do antibiótico mais eficaz para o tratamento da infecção e contribuindo para o combate à resistência antimicrobiana (Lagier *et al.*, 2018).

Pontos Fortes:

- **Custo-Benefício e Acessibilidade:** As técnicas de cultura microbiana são relativamente **de baixo custo e amplamente acessíveis** em laboratórios de diagnóstico veterinário.
- **Identificação de Patógenos Cultiváveis:** Permitem o **isolamento e identificação de bactérias patogênicas cultiváveis**, que são relevantes para muitas infecções bacterianas clinicamente importantes.
- **Testes de Suscetibilidade a Antibióticos (Antibiograma):** Possibilitam a realização de **testes de sensibilidade a antibióticos**, que são cruciais para orientar a terapia antimicrobiana e combater a resistência bacteriana.

Limitações:

- **Captura Limitada da Diversidade Microbiana:** As técnicas de cultura microbiana **detectam apenas os microrganismos que são capazes de crescer nos meios de cultura utilizados**, o que representa apenas uma pequena fração da complexidade total do microbioma. A grande maioria dos microrganismos presentes no microbioma são **não cultiváveis ou de difícil cultivo** em laboratório, ficando "invisíveis" para essa metodologia.
- **Visão Incompleta da Comunidade Microbiana:** Fornecem uma **visão limitada e parcial da diversidade microbiana total**, não refletindo a complexidade e as interações da comunidade microbiana como um todo.

3.2.4 Reação em Cadeia da Polimerase Quantitativa (qPCR): Precisão e Quantificação de Alvos Específicos

A **Reação em Cadeia da Polimerase Quantitativa (qPCR)** é uma técnica molecular de alta sensibilidade que permite a **amplificação e quantificação de sequências específicas de DNA** de interesse. No contexto da análise do microbioma, o qPCR é utilizado para **detectar e quantificar espécies ou genes microbianos específicos** em uma amostra biológica. A técnica se baseia no uso de *primers* (oligonucleotídeos iniciadores) que se ligam a regiões específicas do DNA alvo e enzimas que amplificam exponencialmente essa região, permitindo a detecção e quantificação precisa do alvo.

No diagnóstico veterinário, o qPCR é amplamente utilizado para **confirmar a presença de microrganismos patogênicos** (ex: *Clostridium difficile*, *Giardia spp.*, *Cryptosporidium spp.*) ou para **quantificar bactérias benéficas** associadas à saúde (ex: *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*). A técnica é particularmente útil para **avaliações direcionadas**, especialmente no monitoramento de desequilíbrios microbianos conhecidos, infecções específicas ou na quantificação de grupos bacterianos de interesse em estudos de intervenção terapêutica (Suchodolski, 2011).

Pontos Fortes:

- **Alta Sensibilidade e Especificidade:** O qPCR é uma técnica extremamente **sensível e específica**, capaz de detectar e quantificar mesmo pequenas quantidades de DNA alvo com alta precisão.

- **Rapidez e Agilidade:** A técnica de qPCR é relativamente **rápida**, fornecendo resultados em poucas horas, o que pode ser vantajoso em situações de diagnóstico que demandam agilidade.
- **Quantificação Precisa:** Permite a **quantificação precisa** da quantidade de DNA alvo presente na amostra, fornecendo dados quantitativos que podem ser úteis para monitoramento de doenças ou resposta a tratamentos.

Limitações:

- **Limitado a Alvos Predefinidos:** O qPCR é uma técnica **direcionada**, ou seja, requer que o alvo microbiano de interesse seja **previamente conhecido** e que primers específicos para esse alvo sejam desenhados. Não é adequado para análises exploratórias ou para o perfilhamento abrangente do microbioma.
- **Ausência de Perfil Abrangente do Microbioma:** Por ser direcionado a alvos específicos, o qPCR **não fornece um perfil completo da composição do microbioma**, apenas informações sobre os alvos pré-selecionados (Bustin *et al.*, 2009).

3.2.5 Metagenômica Shotgun (*Shotgun Metagenomics*): Taxonomia e Função em Detalhe

A **metagenômica shotgun**, também referida como *shotgun metagenomics*, representa uma variação do sequenciamento metagenômico que se destaca por fornecer uma análise ainda mais profunda e detalhada do microbioma. Assim como o sequenciamento metagenômico *whole-genome*, a metagenômica shotgun envolve o sequenciamento de **todo o DNA presente em uma amostra** (DNA total), sem etapas de amplificação direcionada de genes específicos. No entanto, a metagenômica shotgun geralmente emprega uma **maior profundidade de sequenciamento**, gerando um volume ainda maior de dados de sequência.

Essa maior profundidade de sequenciamento permite uma **análise mais completa e precisa da diversidade microbiana**, possibilitando identificar um número ainda maior de espécies e quantificar as espécies menos abundantes na comunidade. Adicionalmente, a metagenômica shotgun é especialmente vantajosa para a **análise de genes funcionais**, permitindo investigar em detalhes o potencial metabólico da comunidade microbiana, identificar genes de resistência a antibióticos, fatores de virulência de patógenos e outras funções relevantes para a saúde do hospedeiro (Quince *et al.*, 2017). A metagenômica shotgun combina o poder da análise taxonômica abrangente com a profundidade da análise funcional detalhada.

Devido à sua **complexidade técnica e custo mais elevado**, a metagenômica shotgun é geralmente reservada para **diagnósticos avançados e propósitos de pesquisa**, sendo menos utilizada em diagnósticos clínicos de rotina em comparação com o sequenciamento 16S rRNA ou o qPCR. No entanto, seu potencial para desvendar a complexidade do microbioma e suas funções a torna uma ferramenta valiosa para a investigação de condições clínicas complexas e para o avanço do conhecimento na área.

Pontos Fortes:

- **Dados Taxonômicos e Funcionais Detalhados:** Fornece dados **taxonômicos altamente abrangentes e dados funcionais detalhados** sobre a comunidade microbiana, permitindo uma compreensão profunda da composição e do potencial metabólico do microbioma.
- **Útil em Condições Complexas:** Particularmente útil para **investigar condições clínicas complexas e multifatoriais** relacionadas a alterações no microbioma, como enteropatias crônicas complexas, disbiose refratária e interações microbioma-hospedeiro em doenças metabólicas ou imunomediadas.
- **Identificação de Genes de Resistência e Virulência:** Permite identificar genes relacionados à **resistência a antibióticos e fatores de virulência de patógenos**, o que pode ser relevante para o manejo de infecções complexas.

Limitações:

- **Alto Custo e Complexidade Técnica:** É a técnica mais **cara e tecnicamente complexa** entre as abordagens de análise do microbioma, demandando equipamentos sofisticados, bioinformática avançada e expertise especializada.
- **Menos Comum em Diagnósticos de Rotina:** Devido ao custo e complexidade, **não é uma técnica amplamente utilizada em diagnósticos clínicos veterinários de rotina**, sendo mais aplicada em centros de pesquisa e laboratórios especializados em microbioma.
- **Interpretação de Dados Desafiadora:** A grande quantidade e complexidade dos dados gerados pela metagenômica shotgun podem tornar a **interpretação dos resultados ainda mais desafiadora** em comparação com outras técnicas.

	Sequenciamento Metagenômico	Sequenciamento de rRNA 16S	Cultivo Microbiano	qPCR
	Análise abrangente de todo o DNA em uma amostra, capturando organismos cultiváveis e não cultiváveis	Específico para bactérias, custo-efetivo e acessível para diagnósticos veterinários	Útil para isolar organismos patogênicos e conduzir testes de sensibilidade a antibióticos	Sensível, rápido e capaz de quantificar microrganismos específicos
	Maior custo e complexidade de dados, exigindo suporte de bioinformática para interpretação precisa	Limitado a bactérias; não pode fornecer insights funcionais sobre genes microbianos	Não inclui a maioria dos anaeróbios e outros organismos incultiváveis, fornecendo uma imagem incompleta da diversidade microbiana	Limitado a alvos microbianos predefinidos; não adequado para perfil abrangente de microbioma
	Revela mudanças em populações microbianas associadas a doenças como DII ou condições dermatológicas em pets	Diagnósticos em condições relacionadas ao GI, fornecendo informações acionáveis sobre desequilíbrios bacterianos	Útil para diagnosticar infecções bacterianas em locais facilmente amostrados, como pele e orelhas, onde atingir patógenos individuais é crítico	confirmar a presença de microrganismos patogênicos ou quantificar bactérias benéficas associadas à saúde

Figura 3.1 Comparação das principais técnicas de análise do microbioma com destaque aos pontos positivos, pontos negativos e suas aplicações na Medicina Veterinária.

3.3 ANÁLISE DE MICROBIOMA PADRÃO PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO

No mercado brasileiro, a **Petbiomas** se destaca como um exemplo relevante de empresa que oferece serviços de análise de microbioma veterinário, facilitando o acesso a essa tecnologia para veterinários clínicos de diversas especialidades. A Petbiomas estabeleceu uma **parceria estratégica e exclusiva com a AnimalBiome**, uma empresa líder global e pioneira em saúde do microbioma animal, reconhecida por possuir o **maior e mais completo banco de dados de microbioma de cães e gatos do mundo, com mais de 30.000 amostras**. Essa colaboração internacional traz vantagens substanciais e exclusivas para os veterinários brasileiros que optam pelos serviços da Petbiomas, oferecendo acesso à tecnologia de ponta e *expertise* global em microbioma animal.

3.3.1 Vantagens da Parceria Petbiomas - AnimalBiome: Banco de Dados Incomparável, Tecnologia PacBio, Abordagem Abrangente e Variedade de Exames

A parceria exclusiva entre a Petbiomas e a AnimalBiome proporciona diferenciais notáveis e um portfólio abrangente de exames de microbioma para a prática veterinária no Brasil:

- **Acesso ao Maior e Mais Robusto Banco de Dados de Microbioma Pet do Mundo (Mais de 30.000 Amostras):** A AnimalBiome se distingue por manter o **maior e mais extenso banco de dados de microbioma de cães e gatos em escala global, ultrapassando a marca de 30.000 amostras** e em constante crescimento. Este recurso bioinformático de valor inestimável é fundamental para a **interpretação precisa e clinicamente relevante dos resultados** dos testes da Petbiomas. A comparação do microbioma do paciente com este vasto repositório de dados de referência, provenientes de animais saudáveis e com diversas condições de saúde, eleva a **confiabilidade e a acurácia diagnóstica da análise**, permitindo aos veterinários identificarem desvios sutis e padrões complexos associados a diferentes quadros clínicos. **A robustez e a amplitude do banco de dados da AnimalBiome conferem uma vantagem incomparável à análise do microbioma oferecida pela Petbiomas.**
- **Tecnologia de Sequenciamento PacBio: Precisão Superior com Leituras Longas e Genômica Completa 16S:** A Petbiomas, impulsionada pela tecnologia da AnimalBiome, utiliza o **sequenciamento PacBio (Sequenciamento de Molécula Única em Tempo Real)** como base para seus exames. O PacBio se sobressai por gerar **leituras de DNA significativamente mais longas** do que as tecnologias convencionais. Essa característica técnica é crucial para o **sequenciamento completo e sem lacunas da região V1-V9 do gene 16S rRNA**, garantindo uma **resolução taxonômica inigualável e a identificação precisa de bactérias até o nível de espécie** em muitos casos. A precisão aprimorada do PacBio possibilita uma **caracterização mais detalhada e fidedigna da composição bacteriana**, o que é fundamental para a identificação de desequilíbrios sutis e para a tomada de decisões clínicas mais assertivas.
- **Abordagem Abrangente via Sequenciamento *versus* qPCR Direcionado (Índice de Disbiose): Uma Análise Completa da Comunidade Microbiana:** Enquanto algumas abordagens de análise do microbioma veterinário se limitam à técnica de **qPCR**, que quantifica apenas um número restrito de alvos microbianos predefinidos, a Petbiomas, utilizando o sequenciamento (16S rRNA com PacBio ou metagenômico), adota uma **metodologia de análise abrangente e não direcionada**. O sequenciamento possibilita **investigar a totalidade da comunidade microbiana presente na amostra**, sem restringir a análise a um painel limitado de

microrganismos. Essa abordagem holística, com **custo e tempo de liberação de resultados comparáveis ao testes de disbiose por qPCR** disponíveis no mercado, proporciona um **volume de informações muito superior e qualitativamente mais rico**, permitindo uma **avaliação completa e detalhada da ecologia microbiana** e a identificação de desequilíbrios complexos e interações microbianas relevantes para a saúde animal. Para uma **avaliação inicial e aprofundada do microbioma**, a metodologia baseada em sequenciamento da Petbiomas oferece **vantagens substanciais em termos de informação e capacidade diagnóstica** em comparação com o qPCR.

- **Ampla Gama de Exames de Microbioma: Intestinal, Oral e Cobertura Multiespécie:** A Petbiomas oferece um **portfólio diversificado de exames de microbioma veterinário**, atendendo às diversas necessidades da prática clínica. Atualmente, a Petbiomas disponibiliza **exames de microbioma intestinal para cães, gatos, cavalos e outras espécies animais**, permitindo investigar a saúde gastrointestinal em uma ampla gama de pacientes. Adicionalmente, a Petbiomas inova ao oferecer o **exame de microbioma oral específico para cães e gatos**, reconhecendo a crescente importância da saúde bucal e do microbioma oral na saúde sistêmica dos animais de companhia. Essa variedade de exames permite aos veterinários **escolherem o teste mais adequado para cada caso clínico**, direcionando a investigação para o microbioma de maior relevância para a condição do paciente.
- **Logística Otimizada: Extração de DNA no Brasil, Expertise Bioinformática Global:** A Petbiomas otimizou a logística do processo de análise, realizando a **extração do DNA das amostras em laboratório próprio no Brasil**. Essa etapa nacional agiliza o fluxo de amostras, reduz custos e prazos, facilitando o acesso aos exames para veterinários em todo o território brasileiro. O **sequenciamento de última geração e a análise bioinformática avançada dos dados** são realizados pela **AnimalBiome**, nos Estados Unidos, garantindo a aplicação de **protocolos rigorosos, tecnologia de ponta e a expertise de uma equipe científica líder mundial em microbioma animal**. Essa combinação de **logística facilitada no Brasil e expertise internacional** confere um diferencial competitivo e de qualidade aos serviços da Petbiomas.

3.4 SELEÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE TESTES DE MICROBIOMA

A escolha do teste de microbioma mais apropriado para um paciente veterinário deve ser sempre **orientada pelo contexto clínico individual**, considerando o histórico do paciente, os sinais clínicos apresentados, as suspeitas diagnósticas e os **objetivos diagnósticos específicos** para cada caso. Não existe um "teste universal" que seja o ideal para todas as situações. A seleção criteriosa do teste, bem como a **interpretação cuidadosa dos resultados**

no contexto clínico, são etapas fundamentais para que a análise do microbioma contribua de forma efetiva para o diagnóstico e manejo dos pacientes veterinários.

Por exemplo, em um cão jovem que apresenta um quadro agudo de diarreia leve e autolimitante, a análise do microbioma pode não ser necessária inicialmente. Entretanto, em um cão idoso com histórico de problemas gastrointestinais crônicos, que não responde a terapias convencionais, a análise do microbioma, utilizando um painel baseado em **sequenciamento 16S rRNA**, pode ser valiosa para obter um "instantâneo" da composição bacteriana fecal, identificar potenciais desequilíbrios e guiar estratégias terapêuticas mais direcionadas. Em casos ainda mais complexos, como em animais com suspeita de infecções refratárias ou com quadros clínicos atípicos, o **sequenciamento metagenômico** pode ser justificado para uma análise microbiana mais abrangente e detalhada, incluindo a investigação de genes funcionais e a detecção de patógenos incomuns.

3.4.1 Interpretando o "Informativo de Resultados" do Exame de Microbioma Intestinal da Petbiomas: Guia Prático para Veterinários

O "Informativo de Resultados" da Petbiomas foi desenvolvido para apresentar de forma clara e concisa os dados da análise do microbioma intestinal do seu paciente, auxiliando na tomada de decisões clínicas informadas. Este guia prático tem como objetivo orientá-lo na interpretação das diferentes seções do Informativo, permitindo que você extraia o máximo de valor diagnóstico da análise.

3.4.1.1 Estrutura do "Informativo de Resultados" da Petbiomas:

O Informativo da Petbiomas é estruturado em seções principais, guiando o veterinário desde um resumo inicial até informações mais detalhadas:

Parte 1: Resumo dos Principais Achados

Esta seção inicial apresenta um resumo conciso dos principais achados da análise, fornecendo uma visão geral rápida da situação do microbioma do paciente. Os itens avaliados no quadro de resumo incluem:

Resumo do microbioma do Caramelo	
Microbioma Intestinal Equilibrado	Não
Composição do microbioma	●
Microbioma desequilibrado	
Bactérias prejudiciais	●
<i>Clostridium perfringens</i>	
Bactérias benéficas adicionais	●
<i>Bifidobacterium, Turicibacter sanguinis, Blautia, Bacteroides</i>	
Sintomas	●
Diarreia leve ocasional, Falta de energia, fadiga ou letargia	
Próximos passos	
Recomendações para a dieta	
Aumentar proteínas	

- **Equilíbrio do Microbioma Intestinal:** Avaliação geral do equilíbrio do microbioma, indicando se o microbioma do paciente é considerado equilibrado ou desequilibrado.
- **Bactérias Prejudiciais:** Indicação da presença ou ausência de níveis elevados de bactérias prejudiciais (potencialmente patogênicas).
- **Bactérias Benéficas Adicionais:** Destaque da presença ou ausência de bactérias benéficas adicionais (além das bactérias benéficas comuns).
- **Sintomas:** Lista dos sintomas informados para o paciente, permitindo contextualizar os achados do microbioma com a apresentação clínica.
- **Recomendações para a Dieta:** Recomendações dietéticas iniciais e gerais, baseadas nos resultados da análise do microbioma (será detalhada em seção posterior).

Parte 2: Comparativo com Pet Saudável

Esta seção compara o microbioma do paciente analisado com o microbioma de um **pet saudável** (utilizando o banco de dados da AnimalBiome/Petbiomas como referência), em relação a diferentes aspectos:

O microbioma do Caramelo não possui algumas bactérias comuns

Os resultados do Caramelo indicam que seu microbioma não apresenta algumas bactérias essenciais que são comumente encontradas em pets saudáveis.

	Pet Saudável	Caramelo
Composição do Microbioma	Microbioma Equilibrado	Microbioma Desequilibrado
Presença de bactérias comuns	✓	✗
Bactérias presentes nas quantidades corretas	✓	✗
Sem altos níveis de bactérias prejudiciais	✓	✗

Bactérias comuns ausentes no microbioma do Caramelo

Prevotella 9, Megamonas, Allobaculum, Collinsella, Holdemanella tipo 2, Lachnospirillum tipo 2, Catenibacterium, Alloprevotella, Peptoclostridium, Sutterella, Fusobacterium

- **Composição do Microbioma:** Comparação visual (possivelmente gráfica) do equilíbrio da composição microbiana do paciente *versus* um pet saudável (Equilibrado vs Desequilibrado).
- **Presença de Bactérias Comuns:** Avaliação se as bactérias comuns e esperadas para um microbioma saudável estão presentes no paciente analisado.
- **Bactérias Presentes nas Quantidades Certas:** Avaliação se as bactérias presentes estão em proporções consideradas adequadas e equilibradas (dentro das faixas de referência do banco de dados).
- **Sem Altos Níveis de Bactérias Prejudiciais:** Confirmação visual e concisa de que não foram encontrados altos níveis de bactérias prejudiciais no paciente analisado.

Parte 3: Recomendações para a Dieta

Esta seção aprofunda as "Recomendações para a Dieta" apresentadas no Resumo, fornecendo orientações mais específicas e detalhadas sobre ajustes dietéticos que

podem ser benéficos para o paciente, com base nos achados da análise do microbioma.

Recomendações para a dieta

Observe que a implementação de qualquer mudança na dieta deve ser **SEMPRE** feita sob a orientação e supervisão de um profissional (médico veterinário ou zootecnista), que pode fornecer recomendações personalizadas com base nas necessidades individuais e no estado de saúde do seu cão.

Aumentar proteínas

O Caramelo tem poucas bactérias pertencentes ao gênero *Fusobacterium*, que ajudam na digestão de proteínas. Em geral, a quantidade destas bactérias é aumentada com dietas ricas em proteínas.

Se o seu pet passou recentemente por uma mudança na dieta, é aconselhável evitar novas modificações. Pode levar no mínimo 4 semanas para que as mudanças na dieta se manifestem na composição do microbioma.

No entanto, se a dieta está inalterada por um período mais longo e o Caramelo não tiver nenhuma restrição proteica (como alergias alimentares ou doenças renais), algumas sugestões para promover o crescimento dos níveis de *Fusobacterium* são: aumentar a ingestão de proteínas; ou mudar para uma fonte de proteína diferente com um perfil de aminoácidos variado; ou ainda, incorporar um suplemento de enzimas digestivas.

Parte 4: Lista e Descrição das Principais Bactérias Encontradas

Esta seção apresenta uma lista das **principais bactérias encontradas** no microbioma do paciente.

Lista e Descrição das principais bactérias

Bactérias comuns	Faixa Saudável	Seu pet
Megamonas	0,4 – 46,4	0,0
As bactérias pertencentes ao grupo <i>Megamonas</i> ajudam a regular o metabolismo do seu cão, preservando a energia e evitando a perda de peso.		
Prevotella 9	0,0 – 37,6	0,0
As bactérias <i>Prevotella</i> ajudam a digerir carboidratos simples. Elas estão presentes em quantidades moderadas na maioria dos cães saudáveis, mas quando se tornam muito abundantes, estão associadas a níveis prejudiciais de inflamação. <i>Prevotella</i> pode até desempenhar um papel em condições crônicas, como doença inflamatória intestinal (DII).		

Para cada bactéria listada, o Informativo mostra:

- **Faixa Aceitável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas):** A faixa de abundância considerada aceitável e saudável para essa bactéria, com base no banco de dados de referência.
- **Valor Encontrado para o Pet Analisado:** A abundância relativa da bactéria específica encontrada na amostra do paciente.
- **Descrição da Bactéria:** Breve descrição da bactéria, sua função no microbioma e sua relevância para a saúde intestinal.

Parte 5: Lista de Bactérias Prejudiciais

Similar à seção anterior, esta seção lista as **bactérias prejudiciais (potencialmente patogênicas)** encontradas no microbioma do paciente (caso haja).

Bactérias prejudiciais

Bactérias prejudiciais são ruins para a saúde a curto e longo prazo do microbioma do seu cão. Abaixo você encontrará uma lista de bactérias prejudiciais comumente encontradas em cães. Examinamos a amostra do seu pet para todas essas bactérias prejudiciais e sinalizamos aquelas encontradas em níveis não-saudáveis.

Embora este resultado possa parecer alarmante, saiba que você pode reduzir significativamente a presença dessas bactérias com uma combinação de suplementos e modificações na dieta. Revise as descrições abaixo para obter informações adicionais sobre cada espécie de bactéria.

Bactéria prejudicial	Seu pet	Faixa Saudável
<i>Clostridium perfringens</i> Associada à disbiose	7,2	0,0 – 5,0
<i>Clostridium perfringens</i> (<i>C. perfringens</i>) é comumente encontrada no trato gastrointestinal de cães. Embora a maioria delas seja inofensiva, certas linhagens produzem toxinas que podem contribuir para o desenvolvimento de condições gastrointestinais, como gastroenterite, enterotoxemia e intoxicação alimentar. Os sintomas incluem diarreia com sangue e diarreia crônica (com duração superior a duas semanas). Se o seu cão apresentar sintomas como diarreia com sangue ou crônica, consulte o seu veterinário. Se nenhum sintoma for exibido, é aconselhável monitorar de perto esta espécie. Intervenções na dieta, como adição de fibras e redução na quantidade de proteína ou de carne crua oferecida ao cão, podem ajudar a diminuir os níveis de <i>C. perfringens</i>.		
<i>Escherichia coli</i> Associada à disbiose	1,4	0,0 – 7,7
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) é uma bactéria comumente encontrada em níveis baixos na maioria dos cães. Certas linhagens de <i>E. coli</i> são mais prejudiciais, mas mesmo linhagens comuns podem se tornar problemáticas quando ocorrem em níveis elevados em cães. Sabe-se que a bactéria <i>E. coli</i> causa diarreia grave em cães, gatos e humanos. Cães da raça Boxer são particularmente suscetíveis à colite granulomatosa, que pode ser grave.		

Para cada bactéria prejudicial listada, o Informativo mostra:

- **Faixa Aceitável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas):** A faixa de abundância considerada aceitável para bactérias prejudiciais (idealmente níveis baixos ou ausentes).

- **Valor Encontrado para o Pet Analisado:** A abundância relativa da bactéria prejudicial encontrada na amostra do paciente.
- **Descrição da Bactéria:** Breve descrição da bactéria, seu potencial patogênico e sua relevância clínica.

Parte 6: Seção de Bactérias Benéficas

Esta seção descreve as **bactérias benéficas** encontradas no microbioma do paciente, com foco em suas **características e benefícios** para a saúde intestinal.

A seção pode detalhar se bactérias benéficas **adicionais** (além das comuns) foram encontradas.

Bactérias benéficas

As bactérias benéficas vistas nesta seção são comuns em cães saudáveis. No entanto, a ausência dessas bactérias não significa necessariamente que a saúde do seu pet esteja comprometida. Nem todas as bactérias benéficas são encontradas no microbioma intestinal de cada pet. O microbioma intestinal é um ecossistema complexo e existem muitas espécies diferentes de bactérias que podem contribuir para a saúde geral. Portanto, é importante focar em manter um equilíbrio saudável de bactérias benéficas, em vez de tentar alcançar uma composição específica do microbioma intestinal.

Blautia

Presente

Blautia é um grupo de bactérias que pode ser encontrado no trato gastrointestinal de cães e vem despertando muito interesse devido às suas potenciais propriedades probióticas. Estudos mostram que as bactérias *Blautia* desempenham um papel importante no metabolismo da glicose, produzem compostos benéficos, quebram carboidratos complexos e previnem o desenvolvimento de certas doenças. Como baixos níveis de *Blautia* estão associados à obesidade, entre outras doenças, recomendamos controlar a dieta e o exercício do seu cão para mantê-lo em um peso saudável.

Bacteroides

Presente

Bacteroides é um grupo de bactérias comumente encontrado no microbioma intestinal de cães. Elas desempenham um papel importante na decomposição de carboidratos complexos em vitaminas e outras moléculas benéficas que são difíceis de digerir por outros tipos de bactérias. Estudos mostram que as espécies de *Bacteroides* são benéficas para regular o sistema imunológico e prevenir o crescimento de bactérias prejudiciais. Cães com doença inflamatória intestinal geralmente apresentam níveis mais baixos de *Bacteroides*, o que sugere ainda que esse grupo de bactérias está ligado à saúde geral do pet.

Parte 7: Apêndice - Tabela Detalhada de Todas as Bactérias Principais

Esta seção final apresenta uma **tabela completa** listando **todas as principais bactérias** identificadas na análise do microbioma.

O total pode não ser igual a 100% devido ao arredondamento

Bactérias comuns	Faixa saudável		Seu pet
<i>Megamonas</i>	0,4 - 46,4	BAIXO	● 0,0
<i>Prevotella 9</i>	0,0 - 37,6	BAIXO	● 0,0
<i>Fusobacterium</i>	0,7 - 35,3	BAIXO	● 0,0
<i>Blautia</i>	1,0 - 25,6	NA FAIXA	● 3,3
<i>Bacteroides</i>	0,2 - 22,9	NA FAIXA	● 0,5
<i>Alloprevotella</i>	0,0 - 14,3	BAIXO	● 0,0
<i>Romboutsia</i>	0,0 - 14,2	ALTO	● 36,8
<i>Clostridium sensu stricto 1</i>	0,0 - 12,1	ALTO	● 19,6

Para cada bactéria na tabela, são fornecidos:

- **Faixa Saudável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas):** A faixa de abundância considerada saudável para essa bactéria.
- **Valor Encontrado para o Pet Analisado:** A abundância relativa da bactéria encontrada na amostra do paciente.

3.4.1.2 Guia Passo a Passo para Interpretar o "Informativo de Resultados" da Petbiomas:

Siga este guia passo a passo para uma interpretação sistemática e eficiente do Informativo da Petbiomas, **focando nas seções específicas do seu Informativo:**

Passo 1: Comece pelo Quadro de Resumo (Parte 1):

- Localize o "**Quadro de Resumo**" no início do Informativo.
- Analise os **principais achados** apresentados no quadro:
 - **Equilíbrio do Microbioma Intestinal:** O Informativo indica que o microbioma está **equilibrado ou desequilibrado**? Essa é a sua primeira impressão geral da saúde microbiana do paciente.
 - **Bactérias Prejudiciais:** O Informativo indica **presença de níveis elevados de bactérias prejudiciais**? Se sim, isso é um ponto de atenção importante.
 - **Bactérias Benéficas Adicionais:** O Informativo destaca a **presença de bactérias benéficas adicionais**? Isso pode ser um aspecto positivo do microbioma do paciente.
 - **Sintomas: Relacione os sintomas listados com os achados do microbioma.** Há alguma correlação aparente? Os sintomas podem ser explicados pelos desequilíbrios microbianos identificados?

- **Recomendações para a Dieta:** Leia as **recomendações dietéticas iniciais**. Elas oferecem um ponto de partida para o manejo nutricional do paciente, que será detalhado posteriormente.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao apresentar o "Quadro de Resumo" para o tutor, utilize uma linguagem inicial que forneça uma visão geral e tranquilizadora. Por exemplo: "Começando pelo resumo do exame intestinal do [Nome do Paciente], o Informativo nos dá uma primeira impressão geral da saúde da flora intestinal dele. O resumo indica que o microbioma intestinal está [Resultado: ex: 'um pouco desequilibrado', ou 'dentro de um padrão considerado saudável']. Isso significa, em termos simples, que [se desequilibrado: pode haver alguns ajustes a serem feitos para melhorar o equilíbrio das bactérias no intestino dele], ou [se equilibrado: a flora intestinal dele parece estar funcionando bem no geral, o que é um bom ponto de partida]." Em seguida, destaque **UM ou DOIS pontos chave** do resumo que sejam mais relevantes para o caso do paciente (ex: presença de bactérias prejudiciais, ausência de bactérias benéficas, correlação com sintomas). Finalize mencionando que o resumo já oferece "recomendações iniciais para a dieta", que serão detalhadas posteriormente. **Mantenha a comunicação inicial clara, concisa e focada nos pontos mais importantes para o tutor entender o panorama geral.**

Passo 2: Compare com o Pet Saudável (Parte 2):

- Analise a seção "**Comparativo com Pet Saudável**".
 - **Composição do Microbioma (Equilibrado vs Desequilibrado):** A comparação visual confirma a avaliação de equilíbrio/desequilíbrio do microbioma do paciente em relação a um pet saudável?
 - **Presença de Bactérias Comuns:** O Informativo confirma que as **bactérias comuns** de um microbioma saudável estão presentes no paciente? A ausência de bactérias comuns pode ser um sinal de alerta.
 - **Bactérias nas Quantidades Certas:** A comparação visual indica que as bactérias presentes estão em **proporções adequadas** em relação ao microbioma saudável de referência?
 - **Sem Altos Níveis de Bactérias Prejudiciais:** A comparação visual confirma a **ausência de altos níveis de bactérias prejudiciais**, reforçando a informação do Resumo (ou alertando para sua presença, se for o caso)?
- Esta seção oferece uma validação visual e comparativa dos achados resumidos.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar a seção "Comparativo com Pet Saudável", utilize analogias visuais para facilitar o entendimento das comparações. Por exemplo: "Nesta parte do Informativo, temos uma comparação direta do exame

do [Nome do Paciente] com o que esperamos ver em um animal saudável. É como se colocássemos o exame dele lado a lado com um 'modelo ideal' de intestino saudável, para vermos as semelhanças e diferenças". Para o "Equilíbrio do Microbioma", você pode dizer: "Esta linha compara o 'equilíbrio geral' do intestino do [Nome do Paciente] com o de um animal saudável". Para as linhas de "Presença de Bactérias Comuns", "Bactérias nas Quantidades Certas" e "Sem Altos Níveis de Prejudiciais", você pode utilizar a analogia de um "jardim": "Imagine que cada linha mostra um 'jardim de bactérias' no intestino. Em um jardim saudável, esperamos ver [exemplifique: certas plantas comuns, em quantidades equilibradas, e sem ervas daninhas em excesso]. Com esses dados, conseguimos comparar o 'jardim' do [Nome do Paciente] com um 'jardim saudável de referência', e identificar se falta alguma 'planta boa', se tem 'plantas' demais de algum tipo, ou se as 'ervas daninhas' (bactérias prejudiciais) estão aparecendo em excesso". **Analogias visuais como "termômetro", "jardim", "floresta" são muito eficazes para simplificar conceitos complexos e tornar a informação mais acessível ao tutor.**

Passo 3: Detalhe as Recomendações Dietéticas (Parte 3):

- Examine a seção "**Recomendação para a Dieta**".
 - Leia atentamente as **recomendações dietéticas específicas** sugeridas pela Petbiomas com base na análise do microbioma do paciente.
 - **Avalie se as recomendações dietéticas são clinicamente viáveis e adequadas para o seu paciente**, considerando suas particularidades, histórico clínico e preferências alimentares.
- **Lembre-se:** As recomendações dietéticas são sugestões baseadas no microbioma, mas a decisão final sobre a dieta deve ser individualizada e baseada no seu julgamento clínico.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao apresentar as "Recomendações para a Dieta", enfatize que estas são **SUGESTÕES PERSONALIZADAS** para o [Nome do Paciente], baseadas na análise **ESPECÍFICA** do microbioma intestinal dele. Por exemplo: "O Informativo da Petbiomas traz agora uma parte muito importante: as recomendações de dieta **personalizadas** para o [Nome do Paciente], baseadas no exame **dele**. Eles analisaram o microbioma intestinal dele e, com base nisso, sugerem algumas mudanças na dieta que podem ajudar a reequilibrar a flora intestinal". Explique que as recomendações são um ponto de partida valioso, mas que a decisão final sobre a dieta será tomada em conjunto, considerando as necessidades individuais do animal e as preferências do tutor. Reforce que o objetivo principal da dieta é **AUXILIAR NO REEQUILÍBRIO DO MICROBIOMA INTESTINAL** e, conseqüentemente, melhorar a saúde do paciente. Por exemplo: "As sugestões de dieta que o Informativo traz são [cite

*alguns exemplos de recomendações do Informativo, ex: 'aumentar o consumo de fibras']. É importante lembrar que essas são sugestões, e vamos conversar juntos para ver o que faz mais sentido para o [Nome do Paciente], levando em conta o que ele gosta de comer, se ele tem alguma restrição alimentar, e o que é mais prático para você no dia a dia. O importante é que a dieta seja uma aliada no tratamento e ajude a flora intestinal dele a voltar a funcionar da melhor forma possível". **Transmita a mensagem de que as recomendações dietéticas são personalizadas, são um guia valioso, mas a decisão final será individualizada e conjunta.***

Passo 4: Explore a Lista e Descrição das Principais Bactérias (Parte 4):

- Analise a seção **"Lista e Descrição das Principais Bactérias Encontradas"**.
- Para cada bactéria listada:
 - **Compare o "Valor Encontrado para o Pet Analisado" com a "Faixa Aceitável"** fornecida pelo Informativo. O valor do paciente está dentro da faixa saudável? Acima ou abaixo?
 - **Leia a "Descrição da Bactéria"**. Entenda a função dessa bactéria no microbioma e sua relevância para a saúde intestinal. A alteração na abundância dessa bactéria (se houver) pode ter implicações clínicas?

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar a *"Lista e Descrição das Principais Bactérias"*, selecione **2 ou 3 bactérias mais relevantes** do Informativo para destacar na conversa com o tutor (priorize aquelas com alterações significativas em relação à *"Faixa Aceitável"* e/ou que tenham relação mais direta com os sintomas do paciente). Para cada bactéria selecionada, **TRADUZA A "DESCRIÇÃO DA BACTÉRIA" PARA UMA LINGUAGEM SIMPLES E ACESSÍVEL**, evitando termos técnicos complexos. Concentre-se em explicar a **FUNÇÃO PRÁTICA** de cada bactéria no intestino e **COMO A ALTERAÇÃO NA ABUNDÂNCIA DESSA BACTÉRIA PODE ESTAR RELACIONADA AOS SINTOMAS DO [Nome do Paciente]**. Por exemplo: "Agora, o Informativo entra em mais detalhes e lista as bactérias mais importantes que encontramos no intestino do [Nome do Paciente]. Vamos falar de duas bactérias em particular, a [Nome da Bactéria 1] e a [Nome da Bactéria 2]. A [Nome da Bactéria 1] é uma bactéria que chamamos de 'do bem', que normalmente ajuda na [função: ex: digestão dos alimentos e na proteção do intestino]. No caso do [Nome do Paciente], o nível dessa bactéria está [resultado: ex: um pouco abaixo do que gostaríamos], o que pode ser um sinal de que o intestino dele está precisando de um 'reforço' nessas bactérias boas". E continue: "Já a [Nome da Bactéria 2] é uma bactéria que, em níveis muito altos, pode estar associada a [problema: ex: inflamação no intestino e gases]. No exame do [Nome do Paciente], o nível dessa bactéria está [resultado: ex: um pouco acima do ideal], o que pode estar

contribuindo para [sintomas do paciente, ex: o desconforto abdominal e os gases que você me relatou]. Entender essas bactérias específicas nos ajuda a direcionar melhor o tratamento". O foco é sempre conectar as informações do Informativo com a saúde e os sintomas do animal, em uma linguagem clara e compreensível para o tutor.

Passo 5: Avalie as Bactérias Prejudiciais (Parte 5):

- Examine a seção "**Lista de Bactérias Prejudiciais**" (se houver bactérias listadas nesta seção).
- **Para cada bactéria prejudicial listada:**
 - **Compare o "Valor Encontrado para o Pet Analisado" com a "Faixa Aceitável"** (que idealmente deve ser baixa ou ausente). O valor do paciente está elevado em relação à faixa aceitável?
 - **Leia a "Descrição da Bactéria"**. Entenda o potencial patogênico dessa bactéria e sua relevância clínica. A presença ou o aumento na abundância dessa bactéria pode estar contribuindo para os sintomas do paciente?

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao abordar a "*Lista de Bactérias Prejudiciais*", utilize uma comunicação *cautelosa e equilibrada*. Explique que a presença dessas bactérias *não significa necessariamente que o animal está "doente" ou que terá problemas graves*, mas sim que *identificamos bactérias que, em níveis elevados, podem ser desfavoráveis para a saúde intestinal*. O objetivo é **INFORMAR O TUTOR SOBRE O ACHADO, SEM CAUSAR ALARME DESNECESSÁRIO**. Por exemplo: "O Informativo também analisa se encontramos bactérias que chamamos de 'prejudiciais' em níveis mais altos do que o desejado. É importante entender que **todos nós temos algumas bactérias 'prejudiciais' no intestino, e isso não é necessariamente um problema**. O problema é quando essas bactérias crescem demais e desequilibram a flora intestinal. No caso do [Nome do Paciente], o exame [indique o resultado: mostrou que não encontramos níveis elevados de bactérias prejudiciais, o que é uma ótima notícia!], ou [indique o resultado: identificou um leve aumento de algumas bactérias prejudiciais, como a [Nome da Bactéria Prejudicial]]. Isso significa que precisamos ficar atentos e trabalhar para reequilibrar a flora intestinal dele, para que essas bactérias não causem problemas". **Mantenha um tom informativo, mas tranquilizador, e foque na ação de reequilibrar o microbioma.**

Passo 6: Considere as Bactérias Benéficas (Parte 6):

- Analise a seção "**Seção de Bactérias Benéficas**".
- Leia a descrição das **bactérias benéficas encontradas**. O Informativo destaca a presença de bactérias benéficas adicionais?
- **Entenda o papel dessas bactérias benéficas na saúde intestinal do paciente**. A presença e a abundância dessas bactérias contribuem para um microbioma saudável?

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao discutir as "*Bactérias Benéficas*", **ENFATIZE OS ASPECTOS POSITIVOS** do microbioma do [Nome do Paciente], destacando a presença de bactérias que promovem a saúde intestinal. Por exemplo: "O Informativo também destaca um ponto positivo muito importante: a presença de 'bactérias benéficas' no intestino do [Nome do Paciente]. Essas bactérias são como os 'heróis' da flora intestinal, que ajudam na [função: ex.: digestão, na produção de vitaminas, na proteção contra outras bactérias ruins etc.]. O exame do [Nome do Paciente] mostra que ele tem [indique o resultado: uma boa quantidade dessas bactérias benéficas, o que é um ótimo sinal!], ou [indique o resultado: apresenta algumas bactérias benéficas, mas talvez possamos aumentar ainda mais a quantidade delas para fortalecer a flora intestinal dele]". **Reforce a mensagem de que a presença de bactérias benéficas é um fator positivo e que podemos trabalhar para promovê-las ainda mais.**

Passo 7: Consulte o Apêndice - Tabela Detalhada (Parte 7):

- Examine o "**Apêndice - Tabela Detalhada de Todas as Bactérias Principais**".
- **Utilize esta tabela como uma referência completa** para consultar a abundância de *todas* as principais bactérias analisadas.
- **Para cada bactéria na tabela, compare o "Valor Encontrado para o Pet Analisado" com a "Faixa Saudável"**. Essa tabela oferece a visão mais granular e detalhada da composição do microbioma.

Dica de Comunicação com o Tutor: **GERALMENTE, NÃO É NECESSÁRIO APRESENTAR O "APÊNDICE - TABELA DETALHADA" PARA O TUTOR.** A tabela completa no Apêndice contém uma grande quantidade de informações técnicas e nomes de bactérias que podem ser **confusos e desnecessários** para a comunicação com o tutor. A menos que o tutor seja um profissional da área da saúde ou manifeste um interesse **específico e explícito** em ver a lista completa de bactérias, **FOQUE A COMUNICAÇÃO NAS SEÇÕES MAIS RESUMIDAS E DIRETAS DO RELATÓRIO (Resumo, Comparativo com Pet Saudável, Lista e Descrição das Principais Bactérias, Bactérias Prejudiciais, Bactérias Benéficas)**, que já fornecem as informações mais relevantes para o plano de manejo do paciente. O Apêndice serve como um recurso de apoio **para o VETERINÁRIO**, mas

não é, em geral, um material para ser apresentado ou discutido diretamente com o tutor. Mantenha a comunicação com o tutor CLARA, OBJETIVA e FOCADA nos benefícios práticos para a saúde do animal."

Passo 8: Integre os Resultados com o Contexto Clínico Global:

- **Reúna todas as informações extraídas do "Informativo de Resultados" da Petbiomas**, seguindo os passos anteriores.
- **Combine esses achados do microbioma com o quadro clínico completo do paciente**: histórico, exame físico, sinais clínicos, resultados de outros exames complementares.
- **Utilize o "Informativo de Resultados" como uma ferramenta valiosa para refinar seu diagnóstico, direcionar o manejo terapêutico e nutricional, e monitorar a resposta ao tratamento.**
- **Lembre-se**: A análise do microbioma é um exame complementar. A interpretação final e a decisão clínica são sempre do veterinário, considerando o paciente como um todo.

Dica de Comunicação com o Tutor: *Ao finalizar a apresentação dos resultados do exame de microbioma intestinal, REFORCE A MENSAGEM DE QUE O EXAME É UMA FERRAMENTA VALIOSA, MAS É APENAS UMA PEÇA DO QUEBRA-CABEÇA. Deixe claro que o resultado do exame de microbioma será INTEGRADO AO QUADRO CLÍNICO COMPLETO DO [Nome do Paciente] para definir o melhor plano de tratamento. Por exemplo: "Agora que exploramos juntos o Informativo do exame de microbioma intestinal do [Nome do Paciente], é importante lembrar que este exame é uma ferramenta muito útil, que nos dá informações valiosas sobre a flora intestinal dele. Mas ele não é a única informação que vamos usar para tomar decisões sobre o tratamento. Vamos juntar os achados do exame com tudo o que já sabemos sobre o [Nome do Paciente]: o histórico dele, os sintomas que você me descreveu, o exame físico que fizemos, e outros exames, se forem necessários. Com todas essas informações juntas, vamos montar um plano de tratamento completo e individualizado para ele, que seja o melhor para a saúde intestinal e o bem-estar geral do [Nome do Paciente]." Enfatize que a decisão final é sempre veterinária, considerando o paciente como um todo, e que o exame de microbioma é um importante AUXÍLIO neste processo.*

Considerações Finais:

- O "Informativo de Resultados" da Petbiomas, com sua estrutura clara e seções bem definidas, foi desenvolvido para auxiliar o veterinário na prática clínica. Utilize este guia para otimizar a sua interpretação do Informativo.
- A análise do microbioma é uma ferramenta em constante evolução. Mantenha-se atualizado sobre os avanços científicos nesta área e utilize o suporte da equipe Petbiomas para esclarecer dúvidas e aprofundar a sua compreensão sobre os resultados.

3.4.2 Interpretando o "Informativo de Resultados" do Exame de Microbioma Oral da Petbiomas: Guia Prático para Veterinários

O "Informativo de Resultados" da Petbiomas foi desenvolvido para apresentar de forma clara e concisa os dados da análise do microbioma oral do seu paciente, auxiliando na tomada de decisões clínicas informadas. Este guia prático tem como objetivo orientá-lo na interpretação das diferentes seções do Informativo, permitindo que você extraia o máximo de valor diagnóstico da análise.

3.4.2.1 Estrutura do "Informativo de Resultados" da Petbiomas:

O Informativo da Petbiomas é estruturado em seções principais, guiando o veterinário desde um resumo inicial até informações mais detalhadas:

Parte 1: Resumo dos Principais Achados

Esta seção inicial apresenta um resumo conciso dos principais achados da análise, fornecendo uma visão geral rápida da situação do microbioma oral do paciente.

- **Equilíbrio do Microbioma Oral:** Avaliação geral do equilíbrio do microbioma, indicando se o microbioma do paciente é considerado equilibrado ou desequilibrado. Em casos de desequilíbrio, o grau é especificado (Suave, Moderado ou Severo).

O Caramelo tem um microbioma desequilibrado

O Caramelo tem uma coleção única de milhares de diferentes tipos de bactérias e outros microrganismos (como vírus, fungos, etc) em sua boca. Estes microrganismos são coletivamente chamados de 'microbioma oral'. Um microbioma oral saudável é crucial para a saúde geral do seu pet, desde um hálito fresco até um coração saudável.

Usando as mais recentes técnicas científicas para estudos do DNA, analisamos as bactérias do microbioma oral do Caramelo e comparamos com nosso banco de dados que contém as informações de um microbioma saudável.



O Caramelo tem um **desequilíbrio de moderado a severo no microbioma** quando comparado a cães saudáveis. Isso significa que as quantidades e tipos de bactérias do microbioma oral dele são muito maiores ou menores do que os encontrados em cães saudáveis.

Veja as seções 'Comparação Geral' e 'Descrição das Principais Bactérias' para entender quais grupos de bactérias estão contribuindo para esse desequilíbrio.

- **Recomendações para a Saúde Bucal:** Recomendações iniciais e gerais para melhorar a saúde bucal do paciente, baseadas nos resultados da análise do microbioma.

Recomendações



Dieta

Alimente seu pet com uma dieta saudável. A dieta do seu pet determina qual alimento está disponível para as bactérias em sua boca. Uma dieta contendo altos níveis de carboidratos é mais propensa a promover doenças gengivais.



Limpeza dental

Leve seu pet para exames de check-up. Verificar a saúde bucal é uma parte importante do check-up do seu pet.



Escovar os dentes

Escove os dentes do seu pet diariamente com um creme dental enzimático. Nunca use uma pasta de dente para humanos, pois se ingerida, ela pode deixar seu pet doente.



Água

Os cães precisam de muita água fresca diariamente para se manterem saudáveis, assim como suas bactérias orais.



Teste de microbioma oral

Teste a boca do seu cão com um teste de saúde bucal Dogbioma® anualmente.



Mastigações dentais

Ofereça mastigações ou guloseimas dentais. Alguns desses produtos contêm muitos carboidratos, portanto, leia os rótulos com atenção!



Minimizar o uso de antibióticos

Além de matar bactérias nocivas, os antibióticos também matam as bactérias orais amigáveis que são necessárias para manter um microbioma oral saudável.

Parte 2: Informações sobre o Microbioma Oral

Apresenta um texto conciso e informativo que contextualiza a análise do microbioma oral, explicando a importância do microbioma para a saúde bucal e os fatores que podem influenciá-lo. Também mostra como as bactérias presentes na boca são agrupadas de acordo com algumas características. Esta seção visa fornecer ao veterinário um background informativo para melhor interpretar os resultados do exame.

Informações sobre o Microbioma Oral

O microbioma oral é uma comunidade de microrganismos em constante mudança que pode responder a mudanças na dieta e melhores práticas de saúde bucal. Uma boa higiene bucal é a base da saúde do seu cão, evitando o acúmulo de tártaro e placa nas superfícies dos dentes.

O acúmulo de tártaro e placa promove um ambiente desfavorável para um microbioma oral saudável e equilibrado. Gengivas inflamadas, mau hálito e outros sinais de um microbioma oral desequilibrado estão associados a vários problemas graves de saúde. Aproximadamente 80% dos cães adultos apresentam algum nível de doença periodontal, que é reversível na maioria dos casos, especialmente quando detectada precocemente.

Quando analisamos o microbioma do Caramelo, nos concentramos em vários grupos de bactérias que são conhecidos na comunidade científica por serem indicadores da doença periodontal. Quando analisamos as bactérias no microbioma oral, nós as dividimos em quatro grupos:

1. **Associadas à Doença Periodontal:** bactérias específicas conhecidas por estarem associadas à doença periodontal.
2. **Aeróbias:** bactérias que precisam de oxigênio para viver e cuja abundância está associada a um microbioma bucal saudável.
3. **Anaeróbias:** bactérias que precisam de ambientes livres de oxigênio para viver, como em espaços afetados pela doença periodontal. As bactérias anaeróbias estão associadas à doença periodontal quando em abundância(s).
4. **Patógenas potenciais:** bactérias inofensivas que podem viver na boca, mas que podem se tornar um problema se florescerem quando a boca estiver com alguma inflamação.

Parte 3: Comparativo com Pet Saudável

Esta seção compara o microbioma oral do paciente analisado com o microbioma de um pet saudável (utilizando o banco de dados da AnimalBiome/Petbiomas como referência), em relação a alguns grupos bacterianos:

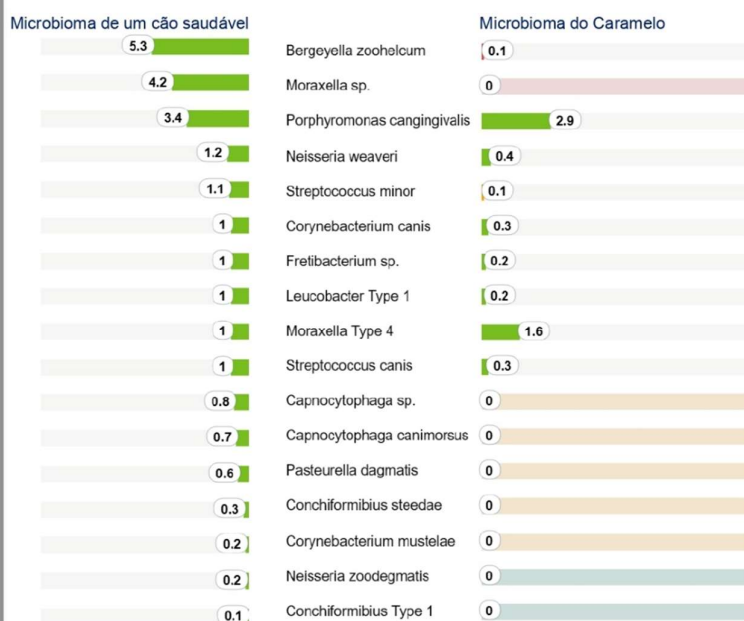
- **Bactérias associadas à boa saúde oral**
- **Bactérias associadas à doença periodontal:** bactérias específicas conhecidas por estarem associadas à doença periodontal.
- **Bactérias potencialmente patogênicas:** bactérias que habitualmente não causam danos à saúde, mas que podem induzir processos inflamatórios em caso de microbioma desequilibrado.

Comparação Geral

Na ciência, gênero é uma forma de classificarmos grupos de espécies semelhantes. Por exemplo, o leão (*Panthera leo*) e o tigre (*Panthera tigris*) são espécies de felinos diferentes, mas semelhantes, e pertencem ao mesmo gênero: *Panthera*.

Cães saudáveis têm microbiomas com muitos tipos diferentes de bactérias representadas e nenhum gênero (grupo) que seja muito predominante. Um microbioma equilibrado (= diversificado) significa muitas bactérias diferentes para realizar todas as tarefas que precisam ser realizadas na boca de um cão. Se não houver bactérias saudáveis suficientes, o intestino pode não funcionar de maneira ideal. As bactérias observadas nesta seção são predominantemente relatadas em nível de espécie, quando possível; enquanto que outras em nível de gênero.

Bactérias associadas à boa saúde



Legenda:

- Seu pet tem a quantidade certa desse grupo de bactérias em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet está na extremidade inferior ou superior da faixa saudável em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet tem significativamente mais ou menos desta bactéria quando comparado a cães saudáveis.

Comparação Geral

(continuação)

Bactérias associadas à doença periodontal



Legenda:

- Seu pet tem a quantidade certa desse grupo de bactérias em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet está na extremidade inferior ou superior da faixa saudável em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet tem significativamente mais ou menos desta bactéria quando comparado a cães saudáveis.



Parte 4: Diversidade do Microbioma

Esta seção exibe a comparação da diversidade do microbioma da amostra do paciente com a diversidade das amostras de microbiomas orais de cães saudáveis. A diversidade do microbioma é medida de três maneiras: diversidade geral, riqueza e uniformidade.

Diversidade do Microbioma

(continuação)

Diversidade geral

A pontuação geral de diversidade é baseada em uma medida comumente usada, a de diversidade de ecossistemas que leva em consideração quantos tipos diferentes de bactérias estão na comunidade (riqueza), e a uniformidade de distribuição desses diferentes tipos na comunidade (uniformidade).



Riqueza

A riqueza é a contagem do número de diferentes tipos de bactérias encontradas em uma amostra. Em ecologia, também é usado para caracterizar plantas ou animais encontrados vivendo em um ecossistema. Por exemplo, se houver três tipos diferentes de animais em um parque de vida selvagem: leões, leopardos e elefantes, a riqueza de espécies no parque é igual a três. Em geral, os microbiomas com maior riqueza são mais saudáveis.



Uniformidade

A uniformidade nos diz quão próximos em abundância estão os diferentes tipos de bactérias encontrados na amostra. Se um microbioma tivesse quatro tipos diferentes de bactérias e cada um constituísse 25% do microbioma, ele teria uma pontuação de uniformidade muito alta. Alternativamente, se um tipo de bactéria compõe 90% do microbioma e todos os outros são raros, então a amostra teria uma pontuação de uniformidade muito baixa. Em geral, microbiomas com maior uniformidade são mais saudáveis. No entanto, espera-se que algumas bactérias ocorram em grande abundância e outras sejam raras.

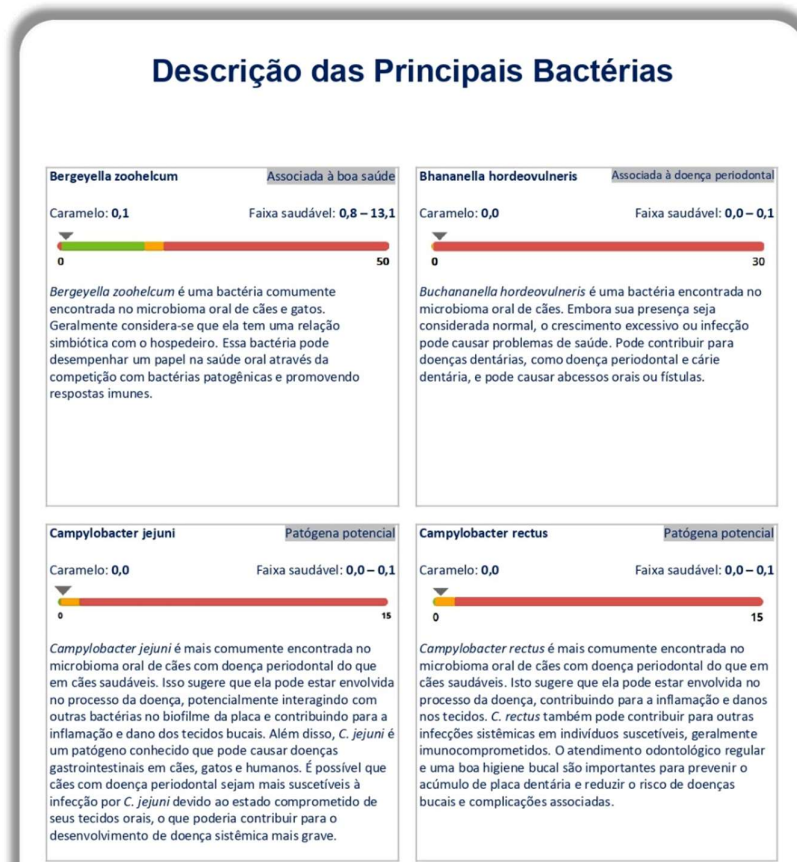


Parte 5: Descrição das Principais Bactérias Encontradas

Esta seção apresenta uma lista das principais bactérias encontradas no microbioma oral do paciente. Para cada bactéria listada, o Informativo mostra:

- **Faixa Aceitável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas):** A faixa de abundância considerada aceitável e saudável para essa bactéria, com base no banco de dados de referência.
- **Valor Encontrado para o Pet Analisado:** A abundância relativa da bactéria específica encontrada na amostra do paciente.

- **Descrição da Bactéria:** Breve descrição da bactéria, sua função no microbioma oral e sua relevância para a saúde bucal.



Parte 6: Apêndice - Tabela Detalhada de Todas as Bactérias Principais

Esta seção final apresenta uma tabela completa listando todas as principais bactérias identificadas na análise do microbioma oral. Para cada bactéria na tabela, são fornecidos:

- **Faixa Saudável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas):** A faixa de abundância considerada saudável para essa bactéria.
- **Valor Encontrado para o Pet Analisado:** A abundância relativa da bactéria encontrada na amostra do paciente.

Legenda

- Seu pet tem a quantidade certa desse grupo de bactérias em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet está na extremidade inferior ou superior da faixa saudável em comparação com cães saudáveis.
- Seu pet tem significativamente mais ou menos desta bactéria quando comparado a cães saudáveis.

O total pode não ser igual a 100% devido ao arredondamento

Bactérias Principais	Intervalo de referência	Caramelo
Staphylococcus	0,1 - 0,2	● 46,2
Porphyromonas	10,3 - 48,2	● 24,9
Actinomyces	0,6 - 1,6	● 3,3
Neisseria	0,8 - 9,2	● 2,1
Moraxella	2,3 - 44,6	● 1,6
Treponema	0,1 - 0,9	● 0,8

3.4.2.2 Guia Passo a Passo para Interpretar o "Informativo de Resultados" da Petbiomas: Microbioma Oral

Para uma interpretação completa e eficaz do "Informativo de Resultados" do Microbioma Oral da Petbiomas, siga este guia passo a passo, estruturado de acordo com as seções principais do Informativo. Este guia prático foi elaborado para auxiliar você, veterinário, a navegar por cada parte do Informativo de Resultados do Exame de Microbioma Oral, extraindo as informações cruciais para o diagnóstico, manejo e comunicação com os tutores dos seus pacientes. É crucial recordar que a análise do microbioma oral complementa o quadro clínico geral do paciente, e a integração dos resultados do exame com a avaliação clínica é fundamental para uma conduta terapêutica assertiva.

Passo 1: Comece pela Parte 1 - Resumo dos Principais Achados:

- Localize o **Resumo** no início do "Informativo de Resultados". Esta seção fornece uma visão geral concisa e prática da análise.
- **Analise o "Equilíbrio do Microbioma Oral"**: Verifique a avaliação geral do equilíbrio do microbioma oral do paciente. O Informativo indica que o microbioma é considerado "Equilibrado" ou "Desequilibrado"? Em caso de desequilíbrio, observe o grau especificado ("Suave", "Moderado" ou "Severo"). Esta avaliação inicial oferece um panorama geral da saúde microbiana oral.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao apresentar o "Equilíbrio do Microbioma Oral", inicie a conversa com o tutor de forma direta e clara. Por exemplo: "O resumo do exame de microbioma oral do [Nome do Paciente] indica que o microbioma está [Resultado: ex: 'desequilibrado', ou 'equilibrado']". Isso significa,

em termos simples, que [se desequilibrado: as bactérias na boca dele não estão trabalhando em harmonia ideal, o que pode contribuir para os problemas que estamos vendo], ou [se equilibrado: as bactérias na boca dele parecem estar em um bom equilíbrio no momento, o que é um ponto positivo]. Essa visão geral nos dá um ponto de partida para entender melhor a situação."

- **Examine as "Recomendações":** Leia atentamente as recomendações iniciais e gerais listadas nesta seção. Estas recomendações, sugerem abordagens para melhorar a saúde bucal do paciente. As recomendações fornecidas no Resumo são um ponto de partida prático para o plano de manejo.

Dica de Comunicação com o Tutor: Após apresentar o "Equilíbrio do Microbioma", mencione as "Recomendações para a Saúde Bucal" de forma breve e introdutória. Por exemplo: "Com base nesse resumo inicial, o Informativo já traz algumas recomendações gerais para a saúde bucal do [Nome do Paciente]. Essas recomendações são [cite exemplos de recomendações do Informativo]. Vamos explorar essas sugestões com mais detalhes e montar um plano de tratamento completo e individualizado para ele". **O objetivo inicial é fornecer ao tutor uma visão geral concisa e um senso de direcionamento.**

Passo 2: Parte 2 - Informações sobre o Microbioma Oral:

- Avance para a "**Parte 2: Informações sobre o Microbioma Oral**". Esta seção oferece um contexto informativo valioso para a interpretação dos resultados.
- **Leia o texto informativo:** Atente-se ao texto conciso que contextualiza a análise do microbioma oral. Este texto explica a importância do microbioma para a saúde bucal, os fatores que podem influenciá-lo e como as bactérias presentes na boca são agrupadas. Este "background" informativo aprimora a sua compreensão dos resultados do exame.

Dica de Comunicação com o Tutor: A "Parte 2" é mais informativa para o veterinário do que diretamente comunicável ao tutor em detalhes. Entretanto, você pode **extrair pontos chave** desta seção para **reforçar a importância do microbioma oral** na conversa com o tutor. Por exemplo: "O Informativo também traz algumas informações importantes sobre o microbioma oral em geral. Ele explica que a boca é um ambiente complexo, com muitas bactérias diferentes, e que o equilíbrio dessas bactérias é fundamental para a saúde bucal. Fatores como a dieta, a higiene oral e até mesmo a saúde geral do animal podem influenciar esse microbioma. Entender isso nos ajuda a interpretar melhor os resultados do exame do [Nome do Paciente]". **O objetivo aqui é educar o tutor sobre a relevância do microbioma oral de forma concisa e compreensível.**

Passo 3: Parte 3 - Comparativo com Pet Saudável:

- Examine a "**Parte 3: Comparativo com Pet Saudável**". Esta seção compara o microbioma oral do paciente com o de pets saudáveis, em relação a grupos bacterianos específicos.

- **Análise a comparação com "Bactérias associadas à boa saúde oral"**: Verifique se o Informativo indica alguma alteração nos níveis de bactérias associadas à boa saúde oral no [Nome do Paciente] em comparação com o grupo de referência saudável. Desvios podem indicar uma falta de bactérias benéficas no microbioma oral do paciente.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao abordar as "Bactérias associadas à boa saúde oral", explique ao tutor a importância dessas bactérias de forma simplificada. Por exemplo: "O Informativo compara o microbioma do [Nome do Paciente] com o de animais saudáveis. Uma das coisas que ele avalia são as 'bactérias amigas', aquelas que ajudam a manter a boca saudável. No caso do [Nome do Paciente], parece que [indique se há alteração: os níveis dessas bactérias estão um pouco diferentes do que esperamos em animais saudáveis, o que pode ser algo que precisamos equilibrar]". **Utilize termos como "bactérias amigas" para facilitar a compreensão do tutor.**

- **Análise a comparação com "Bactérias associadas à doença periodontal"**: Verifique se o Informativo aponta para níveis alterados de bactérias associadas à doença periodontal. Aumento nesses grupos bacterianos pode indicar um risco aumentado ou presença de doença periodontal.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao discutir as "Bactérias associadas à doença periodontal", explique que essas bactérias são "menos desejáveis" na boca e podem estar relacionadas a problemas gengivais. Por exemplo: "Por outro lado, o Informativo também analisa as 'bactérias menos desejáveis', aquelas que estão ligadas a problemas como a doença periodontal, que afeta a gengiva e os tecidos de suporte dos dentes. No [Nome do Paciente], o exame mostra que [indique se há alteração: há um aumento de bactérias desse tipo, o que é um sinal de alerta e indica que precisamos ficar atentos à saúde gengival dele]". **Utilize termos como "bactérias menos desejáveis" para diferenciar dos grupos benéficos.**

- **Análise a comparação com "Bactérias potencialmente patogênicas"**: Verifique se há alterações nos níveis de bactérias potencialmente patogênicas. Desequilíbrios no microbioma podem aumentar o potencial inflamatório dessas bactérias.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar as "Bactérias potencialmente patogênicas", utilize uma linguagem cautelosa e informativa. Por exemplo: "O

*Informativo também avalia um grupo de bactérias chamadas 'potencialmente patogênicas'. Isso não significa que elas são necessariamente 'vilãs', mas sim que, em um ambiente de desequilíbrio, elas podem acabar contribuindo para inflamações e outros problemas. No caso do [Nome do Paciente], o exame indica [indique se há alteração: que os níveis dessas bactérias estão dentro do esperado, o que é um bom sinal], ou [indique se há alteração: que há uma alteração nesses níveis, o que reforça a necessidade de equilibrar o microbioma dele]". **Seja claro que "potencialmente patogênicas" não significa "bactérias do mal", mas sim bactérias que podem se tornar problemáticas em certas condições.***

Passo 4: Parte 4 - Diversidade do Microbioma:

- Examine a **"Parte 4: Diversidade do Microbioma"**. Esta seção detalha a diversidade do microbioma oral do paciente, comparando-a com a de cães saudáveis.
- **Analise a "Diversidade Geral"**: Verifique a avaliação da diversidade geral do microbioma do paciente. Lembre-se que a diversidade geral é um indicador da riqueza e variedade de espécies bacterianas presentes na amostra. Uma diversidade adequada é geralmente associada a um microbioma mais resiliente e equilibrado.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar a "Diversidade Geral", reforce a analogia da "floresta de bactérias" com diferentes tipos de árvores e plantas, já utilizada anteriormente. Por exemplo: "Agora vamos falar da 'floresta de bactérias' na boca do [Nome do Paciente]. Esta parte do Informativo analisa a 'diversidade geral' dessa floresta, ou seja, quantas 'espécies' diferentes de bactérias existem lá. Em bocas saudáveis, esperamos uma 'floresta' bem diversa, com muitas espécies diferentes convivendo em harmonia. No caso do [Nome do Paciente], o Informativo mostra que a 'diversidade geral' está [indique o resultado: dentro do esperado, o que é positivo, ou um pouco reduzida, o que indica que podemos precisar enriquecer essa 'floresta']"

- **Analise a "Riqueza"**: Verifique a avaliação da riqueza do microbioma. A riqueza se refere ao número total de diferentes tipos de bactérias presentes na amostra. Uma maior riqueza pode ser um sinal de um microbioma mais complexo e potencialmente mais resiliente.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar a "Riqueza", complemente a analogia da "floresta". Por exemplo: "Dentro da 'diversidade geral', o Informativo também avalia a 'riqueza' da floresta, ou seja, o número exato de 'espécies' diferentes de bactérias que foram encontradas. Uma 'floresta' rica, com muitas

espécies, tende a ser mais forte e resistente. No caso do [Nome do Paciente], a 'riqueza' do microbioma oral está [indique o resultado: dentro da faixa saudável, ou um pouco abaixo do ideal]."

- **Análise a "Uniformidade":** Verifique a avaliação da uniformidade do microbioma. A uniformidade se refere à distribuição equitativa das diferentes espécies bacterianas na amostra. Um microbioma equilibrado tende a ter uma boa uniformidade, onde nenhuma espécie predomina excessivamente sobre as outras.
Dica de Comunicação com o Tutor: Ao explicar a "Uniformidade", continue com a analogia da "floresta" e da "harmonia". Por exemplo: "Além da 'diversidade' e da 'riqueza', o Informativo também analisa a 'uniformidade' da floresta. Isso significa se as diferentes 'espécies de árvores' (bactérias) estão distribuídas de forma equilibrada na floresta, ou se alguma 'espécie' está predominando demais sobre as outras. Em um microbioma saudável, esperamos uma boa 'uniformidade', com um equilíbrio entre as diferentes bactérias. No caso do [Nome do Paciente], a 'uniformidade' está [indique o resultado: dentro do esperado, ou um pouco alterada, o que pode indicar que algumas bactérias estão se destacando mais do que deveriam]. **O objetivo é tornar os conceitos de diversidade, riqueza e uniformidade mais tangíveis e relacionáveis para o tutor.**

Passo 5: Parte 5 - Descrição das Principais Bactérias Encontradas:

- Examine a "**Parte 5: Descrição das Principais Bactérias Encontradas**". Esta seção lista as principais bactérias identificadas no microbioma oral do paciente e fornece informações relevantes sobre cada uma.
- Para cada bactéria listada, analise as seguintes informações:
 - "**Faixa Aceitável (Banco de Dados AnimalBiome/Petbiomas)**": Verifique a faixa de abundância considerada aceitável e saudável para aquela bactéria, com base no banco de dados de referência. Esta faixa representa o "ideal" em animais saudáveis.
 - "**Valor Encontrado para o Pet Analisado**": Compare o "Valor Encontrado" para o [Nome do Paciente] com a "Faixa Aceitável". O valor do paciente está dentro da faixa aceitável? Está acima ou abaixo? Desvios em relação à faixa aceitável podem ser clinicamente relevantes.
 - "**Descrição da Bactéria**": Leia atentamente a "Descrição da Bactéria" fornecida para cada gênero. Entenda a função conhecida dessa

bactéria no microbioma oral, sua relação com a saúde bucal e a doença periodontal, e a possível interpretação clínica do aumento ou redução de sua abundância no caso do paciente. **Foque nos gêneros bacterianos que apresentam desvios significativos em relação à "Faixa Aceitável" e/ou que sejam mais relevantes para o quadro clínico do paciente.**

Dica de Comunicação com o Tutor: *Ao explicar as "Principais Bactérias Encontradas", SELECIONE APENAS AS BACTÉRIAS MAIS RELEVANTES para o caso clínico do paciente (geralmente 2 ou 3 gêneros). Evite sobrecarregar o tutor com uma lista extensa de nomes de bactérias complexos e informações técnicas excessivas. **TRADUZA AS "DESCRIÇÕES DAS BACTÉRIAS" PARA UMA LINGUAGEM CLARA E ACESSÍVEL AO TUTOR**, focando na função prática de cada bactéria na boca e **COMO OS NÍVEIS ALTERADOS DESSAS BACTÉRIAS PODEM ESTAR RELACIONADOS AOS PROBLEMAS DE SAÚDE BUCAL DO ANIMAL**. Por exemplo: "Agora, o Informativo entra no detalhe das bactérias mais importantes que encontramos na boca do [Nome do Paciente]. Vamos falar de duas bactérias em particular, a [Nome da Bactéria 1] e a [Nome da Bactéria 2]. A [Nome da Bactéria 1] é uma bactéria que normalmente esperamos ver em níveis [nível: ex: adequados], e ela ajuda a [função: ex: manter a gengiva saudável]. No caso do [Nome do Paciente], o nível dela está [resultado: ex: um pouco abaixo do ideal]. Já a [Nome da Bactéria 2] é uma bactéria que, quando está em níveis muito altos, pode estar ligada a [problema: ex: inflamação na gengiva]. No [Nome do Paciente], o nível dela está [resultado: ex: um pouco acima do que gostaríamos]. Essas alterações nas bactérias nos ajudam a entender melhor o que está acontecendo na boca dele e a direcionar o tratamento". **Mantenha o foco na relevância clínica e na tradução da informação para o tutor.***

Passo 6: Parte 6 - Apêndice - Tabela Detalhada de Todas as Bactérias Principais (Opcional):

- Localize a "**Parte 6: Apêndice - Tabela Detalhada de Todas as Bactérias Principais**" ao final do Informativo. Este Apêndice fornece uma lista exaustiva de todas as principais bactérias identificadas na análise do microbioma oral.
- Utilize o Apêndice como uma **FONTE DE REFERÊNCIA ADICIONAL**, caso necessite de informações mais completas e detalhadas sobre a abundância de alguma bactéria específica ou para uma visão geral exaustiva da composição microbiana oral do paciente. Na rotina clínica, as informações mais relevantes para a tomada de decisão geralmente já estarão contidas nas seções anteriores do Informativo (Resumo, Comparativo com Pet Saudável, Descrição das Principais Bactérias). O

Apêndice é um recurso opcional para veterinários que desejam aprofundar sua análise ou em casos específicos que demandem informações mais detalhadas.

Dica de Comunicação com o Tutor: GERALMENTE, NÃO É NECESSÁRIO APRESENTAR O APÊNDICE DETALHADO PARA O TUTOR. *A complexidade e o volume de informações no Apêndice podem ser excessivos e desnecessários para a comunicação com o tutor. A menos que o tutor seja um profissional da área da saúde ou manifeste interesse específico em ver a tabela completa, **FOQUE A COMUNICAÇÃO COM O TUTOR NAS SEÇÕES MAIS RESUMIDAS E DIRETAS DO RELATÓRIO (Resumo, Comparativo com Pet Saudável, Descrição das Principais Bactérias), que já fornecem as informações mais relevantes para o plano de manejo do paciente.** Mantenha a comunicação com o tutor CLARA, OBJETIVA e FOCADA nos pontos essenciais para o bem-estar do [Nome do Paciente]. O Apêndice pode ser utilizado como um recurso de apoio para o veterinário, mas não é, em geral, necessário para a comunicação direta com o tutor.*

3.4.3 Integração Clínica e Tomada de Decisão: O Microbioma como Parte de um Quebra-Cabeça Diagnóstico Maior

É crucial enfatizar que os resultados da análise do microbioma **nunca devem ser interpretados isoladamente**, mas sim **integrados ao contexto clínico completo do paciente**. Os resultados do teste de microbioma devem ser considerados como **mais uma peça de informação** no quebra-cabeça diagnóstico, a ser **combinada com o histórico clínico detalhado, o exame físico completo, os resultados de outros exames complementares (exames laboratoriais convencionais, exames de imagem etc.) e o julgamento clínico do veterinário**.

A análise do microbioma **não é um "teste mágico"** que fornece respostas definitivas para todos os casos clínicos. Seu valor reside em **complementar as ferramentas diagnósticas já existentes**, fornecendo *insights* adicionais sobre a saúde microbiana do paciente e auxiliando na **tomada de decisões terapêuticas mais informadas e personalizadas**.

Em muitos casos, os resultados da análise do microbioma podem **corroborar ou refinar** uma suspeita clínica pré-existente, **direcionar a investigação diagnóstica complementar, monitorar a resposta a terapias de modulação do microbioma** ou **auxiliar na avaliação prognóstica** de certas condições. Em outros casos, os resultados podem **desafiar ou questionar** o diagnóstico inicial, **revelar desequilíbrios microbianos inesperados** ou **sugerir novas abordagens terapêuticas** a serem exploradas.

Em última análise, o sucesso da utilização da análise do microbioma na prática veterinária depende da **combinação da informação gerada pelo teste com a expertise clínica do veterinário**, que é o profissional capacitado para **integrar todos os dados disponíveis**,

interpretar os resultados de forma crítica e tomar as melhores decisões para a saúde e o bem-estar de cada paciente individualmente.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bustin, S.A., Benes, V., Garson, J.A. *et al.* (2009) The MIQE guidelines: Minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. *Clinical Chemistry*, 55(4):611–622. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2008.112797>
- Clarridge, J.E. (2004) Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4):840–862. <https://doi.org/10.1128/CMR.17.4.840-862.2004>
- Jovel, J., Patterson, J., Wang, W. *et al.* (2016) Characterization of the gut microbiome using 16S or shotgun metagenomics. *Frontiers in Microbiology*, 7:459. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00459>
- Lagier, J.-C., Dubourg, G., Million, M. *et al.* (2018) Culturing the human microbiota and culturomics. *Nature Reviews Microbiology*, 16(9):540–550. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0041-0>
- Quince, C., Walker, A.W., Simpson, J.T. *et al.* (2017) Shotgun metagenomics, from sampling to analysis. *Nature Biotechnology*, 35(9):833–844. <https://doi.org/10.1038/nbt.3935>
- Suchodolski, J. S. (2011) Companion animals symposium: Microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *Journal of Animal Science*, 89(5):1520–1530. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3377>
- Suchodolski, J.S., Markel, M.E., Garcia-Mazcorro, J.F. *et al.* (2012) The fecal microbiome in dogs with acute diarrhea and idiopathic inflammatory bowel disease. *PLoS ONE*, 7(12):e51907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051907>

CAPÍTULO 4

APLICAÇÕES CLÍNICAS DO EXAME DE MICROBIOMA



Para ilustrar o potencial prático do exame de microbioma na medicina veterinária, esta seção apresenta exemplos hipotéticos de casos clínicos criados com fins puramente ilustrativos e educacionais. Eles não são relatos de casos reais de pacientes específicos, e não devem ser interpretados como evidência clínica definitiva para a eficácia do exame de microbioma nas condições descritas. O objetivo destes exemplos é demonstrar como a análise do microbioma pode ser integrada ao raciocínio clínico veterinário e como os resultados poderiam influenciar as decisões de diagnóstico e manejo, com base nos princípios científicos e metodológicos discutidos nos capítulos anteriores. Em situações clínicas reais, a interpretação do exame de microbioma deve sempre ser individualizada e integrada ao contexto clínico completo de cada paciente.

4.1 DISTÚRBIOS GASTROINTESTINAIS CRÔNICOS

Distúrbios gastrointestinais crônicos, como doença inflamatória intestinal (DII) e enteropatias crônicas, são frequentemente associados à disbiose intestinal em cães e gatos. A disbiose, caracterizada por um desequilíbrio na composição e função da microbiota intestinal, tem sido implicada na patogênese dessas condições, levando a sintomas clínicos como diarreia crônica, vômitos e perda de peso (Suchodolski, 2011).

Exemplo de caso 1: Enteropatia crônica em um cão

- **Histórico do paciente:** Um Labrador Retriever de 5 anos apresentou diarreia crônica, vômitos ocasionais e perda de peso leve, apesar de vários testes dietéticos e tratamentos com antibióticos. Testes diagnósticos convencionais produziram resultados inconclusivos.
- **Teste de microbioma:** Um painel de microbioma baseado em 16S rRNA revelou diversidade reduzida, com uma depleção significativa em Firmicutes (produtores benéficos de AGCC) e uma superabundância de Proteobacteria (associada à inflamação).
- **Intervenção:** Com base nessas descobertas, o veterinário prescreveu uma dieta rica em fibras prebióticas e um suplemento probiótico contendo espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.
- **Resultado:** Em quatro semanas, o cão apresentou consistência normalizada das fezes, sintomas gastrointestinais reduzidos e ganho de peso. Testes de microbioma de acompanhamento indicaram um aumento nas bactérias benéficas e na diversidade geral.

4.2 PROBLEMAS DERMATOLÓGICOS

O eixo intestino-pele representa uma conexão bidirecional entre o microbioma intestinal e a saúde da pele, onde a disbiose intestinal pode contribuir para o desenvolvimento ou exacerbação de doenças dermatológicas. Em cães e gatos, a avaliação do microbioma intestinal tem sido sugerida como uma abordagem complementar para identificar desequilíbrios microbianos associados a condições de pele, oferecendo insights para intervenções terapêuticas direcionadas (Rodrigues Hoffmann *et al.*, 2014).

Exemplo de caso 2: Dermatite atópica canina

- Histórico do paciente: Labrador, 3 anos, dermatite atópica desde 6 meses, resposta parcial a tratamentos convencionais (corticosteroides, anti-histamínicos, dietas hipoalergênicas), prurido intenso, lesões em face, patas e abdômen, fezes amolecidas ocasionais.
- Exame de microbioma: Exame de microbioma intestinal revela disbiose, aumento de Bacteroides, redução de bactérias produtoras de AGCC.
- Intervenção: Plano de tratamento focado no microbioma intestinal: dieta rica em fibras, prebióticos (FOS/GOS), probióticos cepa-específicos, terapia dermatológica contínua.
- Resultado: Melhora da dermatite atópica e dos sinais gastrointestinais com a modulação do microbioma intestinal, a ser monitorado com repetição do exame de microbioma intestinal em 6-8 semanas.

4.3 DISTÚRBIOS METABÓLICOS

A obesidade e os distúrbios metabólicos em animais de companhia têm sido associados a alterações na composição da microbiota intestinal, que podem aumentar a extração de energia da dieta e promover um estado inflamatório crônico. A análise do microbioma intestinal pode fornecer informações valiosas para orientar intervenções personalizadas, como modificações dietéticas e o uso de prebióticos ou probióticos, visando restaurar o equilíbrio microbiano e melhorar a saúde metabólica (Suchodolski, 2016).

Exemplo de caso 3: Controle da obesidade em um cão

- Histórico do paciente: Um Beagle de 7 anos com obesidade e baixo nível de atividade foi apresentado para controle de peso. Os exames de sangue iniciais mostraram resistência à insulina limítrofe.

- Exame de microbioma: Um painel de microbioma indicou uma proporção maior de Firmicutes para Bacteroidetes, um perfil microbiano frequentemente associado à obesidade.
- Intervenção: Com base nos resultados dos testes, o veterinário recomendou uma dieta rica em fibras solúveis e prebióticos para alterar a composição microbiana e reduzir a densidade calórica. Além disso, um suplemento probiótico com espécies *Bifidobacterium* foi introduzido.
- Resultado: Após três meses, o cão obteve uma redução de peso de 10% e a sensibilidade à insulina melhorou. A reavaliação do microbioma mostrou uma mudança em direção a uma proporção Firmicutes-Bacteroidetes mais equilibrada.

4.4 SAÚDE ORAL E MICROBIOMA

A cavidade oral de cães e gatos abriga um microbioma complexo e diversificado, que desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde oral e sistêmica. A disbiose oral, caracterizada por alterações na composição microbiana, tem sido associada a doenças periodontais, halitose e outras condições orais. A análise do microbioma oral pode fornecer insights valiosos para o diagnóstico e tratamento personalizado dessas condições, permitindo intervenções mais direcionadas e eficazes (Sturgeon *et al.*, 2013).

Exemplo de caso 4: Doença periodontal felina e microbioma oral

- Histórico do paciente: Felino SRD, 8 anos, halitose intensa, disfagia, salivação excessiva há 6 meses, dificuldade com ração seca, preferência por úmidos, recidiva após profilaxia dentária prévia.
- Exame de microbioma: Exame de microbioma oral identifica disbiose oral, aumento de patógenos periodontais, redução de bactérias comensais benéficas, presença de marcadores de virulência.
- Intervenção: Plano de tratamento focado no microbioma oral e controle da inflamação: profilaxia dentária abrangente, terapia antimicrobiana direcionada (opcional), enxaguante bucal prebiótico, dieta odontológica, higiene oral domiciliar.
- Resultado: Melhora da doença periodontal com modulação do microbioma oral, a ser monitorado com repetição do Exame de microbioma oral em 3-4 meses após intervenção.

4.5 TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL (TMF) PARA DISBIOSE

TMF, ou transplante de microbiota fecal, é uma terapia emergente para tratar disbiose grave que não responde aos tratamentos convencionais. O transplante do microbioma de um doador saudável para o animal afetado pode restaurar a diversidade microbiana e melhorar os sintomas em casos de doença gastrointestinal crônica (Rojas *et al.*, 2024).

Exemplo de caso 5: TMF para diarreia crônica em um cão

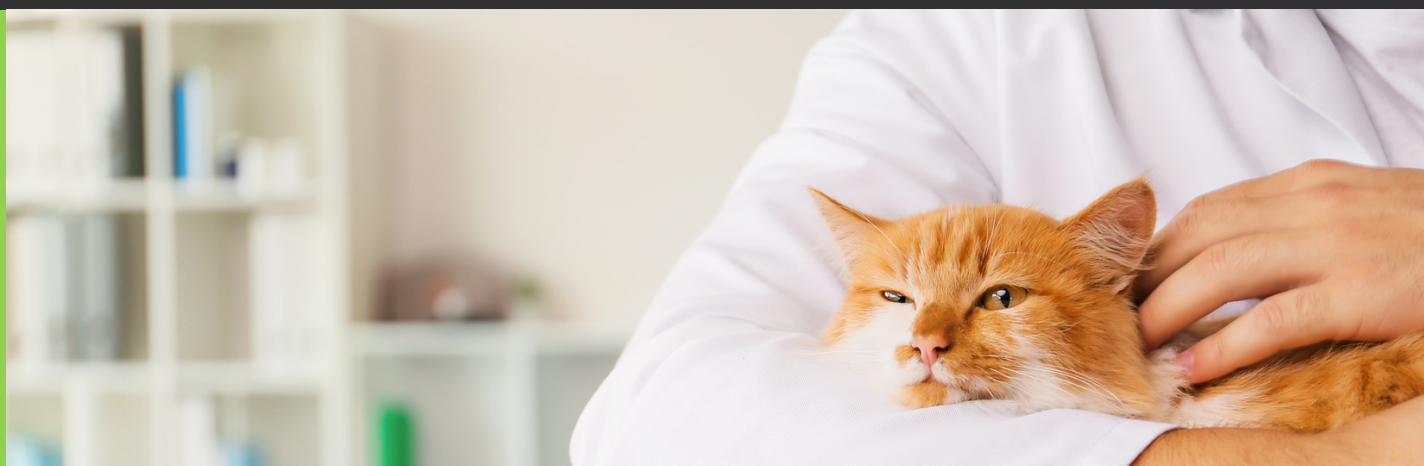
- Histórico do paciente: Um Border Collie de 9 anos apresentou diarreia crônica e não respondeu a vários tratamentos, incluindo mudanças na dieta e antibióticos.
- Exame de microbioma: Disbiose grave foi indicada pela baixa diversidade microbiana e altos níveis de *Clostridium perfringens*, uma bactéria ligada à inflamação GI.
- Intervenção: Dada a disbiose persistente, o veterinário realizou um TMF usando fezes de um cão doador saudável.
- Resultado: A diarreia do cão foi resolvida em duas semanas após o TMF. Os testes de microbioma subsequentes mostraram aumento da diversidade, com uma diminuição nas populações de *Clostridium perfringens*.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodrigues Hoffmann, A., Patterson, A.P., Diesel, A. *et al.* (2014) The skin microbiome in healthy and allergic dogs. *PLoS ONE*, 9(1):e83197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083197>
- Rojas, C.A, Entrolezo, Z., Jarett, J.K. *et al.* (2024) Microbiome responses to oral fecal microbiota transplantation in a cohort of domestic dogs. *Veterinary Sciences*, 11:42. <https://doi.org/10.3390/vetsci11010042>
- Sturgeon, A., Stull, J.W., Costa, M.C. *et al.* (2013). Metagenomic analysis of the canine oral cavity as revealed by high-throughput pyrosequencing of the 16S rRNA gene. *Veterinary Microbiology*, 162(2-4), 891-898. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.11.018>
- Suchodolski, J.S. (2011) Companion animals symposium: Microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *Journal of Animal Science*, 89(5):1520–1530. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3377>
- Suchodolski, J.S. (2016). Diagnosis and interpretation of intestinal dysbiosis in dogs and cats. *The Veterinary Journal*, 215:30-37. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.04.011>

CAPÍTULO 5

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA VETERINÁRIOS



Os veterinários dependem cada vez mais de testes de microbioma para aumentar a precisão do diagnóstico e orientar o tratamento para problemas de saúde complexos ou recorrentes em animais de companhia. Esta seção oferece conselhos práticos sobre como incorporar testes de microbioma na prática veterinária, incluindo seleção de casos, estratégias de interpretação e ações de acompanhamento recomendadas.

5.1 QUANDO CONSIDERAR EXAMES DE MICROBIOMA

Os exames de microbioma podem ser particularmente valiosos para condições com disbiose subjacente ou aquelas que não respondem aos tratamentos padrão. Os veterinários devem considerar os testes de microbioma nos seguintes cenários:

- **Problemas Gastrointestinais Crônicos:** Diarreia persistente, vômito ou perda de peso, doença inflamatória intestinal (DII), enteropatias crônicas, síndrome do intestino irritável (SII) em cães e gatos.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Ao sugerir o exame de microbioma para problemas gastrointestinais crônicos, explique que o exame pode ajudar a entender se há um desequilíbrio nas "bactérias do intestino" que está contribuindo para os sintomas, e que isso pode guiar um tratamento mais eficaz.*

- **Distúrbios Dermatológicos com Suspeita de Componente Gastrointestinal:** Casos de dermatite atópica, alergias alimentares com manifestações cutâneas ou outras condições de pele onde a disbiose intestinal pode ser um fator contribuinte (eixo intestino-pele).

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Para casos de problemas de pele, explique que existe uma "conexão intestino-pele", e que problemas no intestino podem afetar a pele. Diga que o exame de microbioma intestinal pode ajudar a investigar se essa conexão está envolvida no caso do animal.*

- **Desequilíbrios Metabólicos:** Obesidade, resistência à insulina, dislipidemia e outras alterações metabólicas em cães e gatos.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Em casos de sobrepeso ou problemas metabólicos, mencione que o exame de microbioma pode ajudar a entender como as "bactérias do intestino" podem estar influenciando o metabolismo do animal e a dificuldade em perder peso, por exemplo.*

- **Alterações Comportamentais e Neurológicas:** Em casos selecionados, alterações comportamentais inexplicáveis, ansiedade, alterações de humor ou outras condições neurológicas onde o eixo intestino-cérebro possa estar envolvido.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Para casos de alterações comportamentais, explique sobre a "conexão intestino-cérebro" e como o intestino pode influenciar o humor e o comportamento. Diga que, em alguns casos, o exame de microbioma intestinal pode ser útil para investigar essa conexão.*

- **Problemas de Saúde Oral:** Doença periodontal recorrente, gengivite severa, estomatite felina, halitose crônica que não respondem a tratamentos convencionais.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Ao sugerir o exame de microbioma oral para problemas de saúde bucal, explique que a boca também tem um "microbioma" e que desequilíbrios nesse microbioma podem contribuir para doenças como a doença periodontal. Diga que o exame pode ajudar a identificar esses desequilíbrios e guiar um tratamento mais direcionado para a saúde bucal.*

- **Monitoramento da Resposta Terapêutica:** Para avaliar a eficácia de intervenções terapêuticas (ex: dietoterapia, probióticos, prebióticos, TMF) que visam modular a microbiota intestinal ou oral.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Explique que o exame de microbioma pode ser usado não apenas para diagnosticar, mas também para monitorar se o tratamento está funcionando e se as "bactérias boas" estão aumentando com as intervenções.*

- **Casos Refratários ou Atípicos:** Em casos clínicos desafiadores, com resposta insatisfatória aos tratamentos convencionais ou com apresentação clínica incomum, o exame de microbioma pode fornecer informações adicionais para auxiliar no diagnóstico e na abordagem terapêutica.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Em casos mais complexos, onde os tratamentos tradicionais não estão funcionando como esperado, apresente o exame de microbioma como uma ferramenta "mais avançada" para investigar "outras possíveis causas" e buscar novas opções de tratamento.*

5.2 ESCOLHENDO O EXAME DE MICROBIOMA CERTO

A seleção do exame de microbioma apropriado depende do contexto clínico e das informações específicas necessárias:

- **Sequenciamento de 16S rRNA:** adequado para análise geral da diversidade bacteriana, particularmente útil em casos de disbiose gastrointestinal e cutânea.

- **Sequenciamento metagenômico:** ideal para casos abrangentes em que um perfil microbiano completo, incluindo bactérias, vírus e fungos, é benéfico, embora possa ser reservado para casos mais complexos devido ao custo.
- **Painéis qPCR:** melhor para análise direcionada quando há suspeita de patógenos específicos, como *Clostridium perfringens* em casos de diarreia crônica.

5.3 INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS DO EXAME DE MICROBIOMA NO RACIOCÍNIO CLÍNICO

A interpretação do Informativo de Resultados do Exame de Microbioma da Petbiomas deve ser sempre integrada ao raciocínio clínico veterinário, considerando o quadro clínico completo do paciente. Não se baseie apenas nos resultados do exame de forma isolada, mas sim na combinação das informações do microbioma com o histórico, exame físico, outros exames e sua experiência clínica.

- **Análise Crítica do Relatório:** Reveja o Informativo da Petbiomas com atenção, analisando todas as suas seções.
- **Correlação Clínico-Microbioma:** Questione-se: Os desequilíbrios microbianos identificados no Informativo *explicam ou contribuem* para os sinais clínicos que o paciente apresenta? Existe *concordância* entre os achados do microbioma e as demais informações clínicas? Se houver discordância, reavalie o caso e considere outras hipóteses diagnósticas.

Dica de Comunicação com o Tutor: Ao discutir os resultados do exame de microbioma com o tutor, explique que o Informativo é como uma "peça do quebra-cabeça" do diagnóstico. Diga que vocês vão juntar as informações do exame com tudo o que já sabem sobre o animal para ter uma visão completa e definir o melhor plano de tratamento.

- **Priorização dos Achados Relevantes:** Nem todos os achados do Informativo terão a mesma relevância clínica. Priorize os desequilíbrios microbianos mais significativos e que tenham maior probabilidade de estar relacionados com a condição do paciente. Foque nos parâmetros chave para interpretação clínica.
- **Individualização da Interpretação:** Lembre-se que cada paciente é único, e a interpretação do exame de microbioma deve ser individualizada para cada caso, considerando as particularidades do animal, a condição clínica específica e os objetivos do tratamento. Não existe uma "receita de bolo" para todos os pacientes com disbiose.

5.4 OPÇÕES DE INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA BASEADAS NO MICROBIOMA

Com base nos resultados do exame de microbioma e na avaliação clínica do paciente, diversas opções de intervenção terapêutica podem ser consideradas para modular a microbiota intestinal ou oral e promover a saúde:

- **Modificação Dietética:** Ajustes na dieta são frequentemente a base do tratamento para disbiose. Considere:
 - Dietas Altamente Digestíveis: Para casos de disbiose associada a má digestão ou má absorção.
 - Dietas Hipoalergênicas ou com Proteína Novel: Para casos com suspeita de alergia alimentar ou sensibilidade alimentar.
 - Dietas Ricas em Fibras: Para estimular o crescimento de bactérias benéficas e aumentar a produção de AGCC.
 - Dietas com Ingredientes Específicos: Dietas com ingredientes prebióticos (ex: FOS, MOS, polpa de beterraba) ou outros componentes bioativos (ex: ômega-3, antioxidantes).
 - Dietas Caseiras Balanceadas: Em casos selecionados, dietas caseiras formuladas por veterinários nutrólogos podem ser uma opção para personalizar a dieta e atender necessidades específicas do paciente.

Dica de Comunicação com o Tutor: *Ao recomendar mudanças na dieta, explique de forma clara e prática como a nova dieta irá ajudar a "alimentar as bactérias boas" e "reequilibrar o intestino" do animal. Forneça orientações detalhadas sobre a transição alimentar e dicas para tornar a dieta mais palatável.*

- **Terapia Prebiótica:** Suplementos prebióticos podem ser utilizados para estimular seletivamente o crescimento de bactérias benéficas no intestino. Exemplos: Fruto-oligossacarídeos (FOS), Galacto-oligossacarídeos (GOS), Inulina, Psyllium, Mananoligossacarídeos (MOS), Beta-glucanos. A escolha do prebiótico pode ser direcionada pelos resultados do exame de microbioma (ex: FOS/GOS para estimular *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*). A Petbiomas oferece opções de suplementos prebióticos.

Dica de Comunicação com o Tutor: *Explique que prebióticos são como "alimentos especiais" para as bactérias boas do intestino, ajudando-as a crescer e a se multiplicar. Use a analogia de "adubo" para o "jardim intestinal".*

- **Terapia Probiótica:** Suplementos probióticos fornecem bactérias vivas e benéficas para o intestino. A escolha do probiótico deve ser baseada na cepa ou combinação de cepas, com evidências de eficácia para a condição clínica do paciente. Considere probióticos veterinários de qualidade e, se possível, direcionados pelos achados do exame de microbioma (ex: probióticos contendo *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* para casos com redução desses gêneros). A Petbiomas oferece opções de probióticos veterinários.

Dica de Comunicação com o Tutor: *Explique que probióticos são como "reforços" ou "novos moradores" benéficos para o intestino, ajudando a repovoar o intestino com bactérias boas e a restabelecer o equilíbrio. Use a analogia de "sementes boas" para o "jardim intestinal".*

- **Terapia Simbiótica:** A combinação de prebióticos e probióticos (simbióticos) pode ser uma estratégia sinérgica para modular a microbiota intestinal, fornecendo tanto "alimento" quanto "reforços" de bactérias benéficas. Avalie as opções de simbióticos veterinários disponíveis.

- **Transplante de Microbiota Fecal (TMF):** Em casos selecionados de disbiose grave e refratária, o TMF pode ser considerado como terapia de último recurso. O TMF consiste na transferência de microbiota fecal de um doador saudável para o paciente receptor, com o objetivo de restaurar a diversidade e o equilíbrio microbiano. O TMF ainda é considerado uma terapia emergente na medicina veterinária, e a seleção de pacientes e a realização do procedimento devem ser criteriosas.

Dica de Comunicação com o Tutor: *Ao discutir o TMF, explique que é como um "transplante de bactérias" de um animal saudável para o animal doente. Use uma linguagem cuidadosa, explicando que é uma terapia mais "forte" ou "avançada" para casos graves e que ainda está sendo estudada na medicina veterinária.*

- **Terapia Antimicrobiana Direcionada (em casos de microbioma oral):** Em resultados de Exame de Microbioma Oral que identifiquem patógenos específicos aumentados, a terapia antimicrobiana local (ex: enxaguantes bucais com clorexidina) ou sistêmica (antibióticos) pode ser considerada, em conjunto com a profilaxia dentária e outras medidas de suporte para a saúde oral. O uso de antimicrobianos deve ser sempre criterioso e direcionado, com base na avaliação clínica e nos princípios do uso racional de antimicrobianos.

- **Outras Terapias Complementares:** Em alguns casos, terapias complementares como fitoterapia, nutracêuticos (ex: ômega-3, glutamina, curcumina), acupuntura, homeopatia, ou manejo do estresse podem ser utilizadas em conjunto com as estratégias de modulação da microbiota para otimizar os resultados e promover o bem-estar geral do paciente.

5.5 MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO

O manejo da disbiose e a modulação da microbiota intestinal ou oral são processos contínuos, e o acompanhamento a longo prazo é fundamental para garantir a manutenção da saúde e prevenir recidivas.

- **Retornos Regulares:** Estabeleça um plano de retornos regulares para reavaliação clínica do paciente (ex: a cada 4-8 semanas inicialmente, e depois a cada 2-3 meses ou conforme necessidade), para monitorar a resposta ao tratamento, ajustar as intervenções e prevenir recorrências.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Explique que o tratamento do microbioma é como "cuidar de um jardim" – precisa de atenção contínua. Diga que os retornos regulares são importantes para acompanhar a evolução do animal, ajustar o "cuidado com o jardim" se necessário e garantir que a saúde se mantenha a longo prazo.*

- **Reavaliação do Microbioma:** Considere repetir o Exame de Microbioma Petbiomas (intestinal ou oral, conforme o caso) em momentos estratégicos (ex: após 6-8 semanas do início do tratamento, em casos de recidiva, ou anualmente em pacientes com doenças crônicas) para monitorar o impacto das terapias na microbiota e guiar decisões futuras. A comparação dos resultados de exames seriados pode fornecer informações valiosas sobre a evolução do microbioma do paciente.

***Dica de Comunicação com o Tutor:** Explique que repetir o exame de microbioma é como "tirar uma nova foto do jardim intestinal/oral" para ver se o tratamento está funcionando e se o "jardim" está ficando mais equilibrado e saudável com o tempo. Diga que isso ajuda a ajustar o tratamento de forma personalizada.*

- **Ajustes no Plano de Manejo:** Com base no monitoramento clínico e, quando aplicável, nos resultados dos retestes de microbioma, ajuste o plano de manejo do paciente de forma individualizada. Pode ser necessário modificar a dieta, ajustar a dose ou o tipo de prebiótico/probiótico, adicionar ou remover terapias complementares, ou considerar outras abordagens terapêuticas, dependendo da resposta e da evolução do paciente.

- **Educação Contínua do Tutor:** Reforce a importância da adesão contínua ao plano de manejo (dieta, suplementação, higiene oral, manejo ambiental) e da parceria tutor-veterinário para o sucesso a longo prazo. Forneça materiais educativos, dicas práticas e suporte contínuo aos tutores para garantir o melhor cuidado possível para o animal.

5.6 PERGUNTAS FREQUENTES (FAQ)

Esta seção aborda algumas das perguntas mais comuns que os veterinários podem ter ao considerar a implementação dos exames de microbioma na prática clínica. As respostas visam fornecer orientações práticas e objetivas para auxiliar na tomada de decisão e no uso eficaz desta ferramenta diagnóstica.

5.6.1 Interpretação de Resultados

P: "E o que eu faço com isso?" Recebi o Informativo do Exame de Microbioma Petbiomas. Como transformar essas informações em um plano de tratamento concreto para o meu paciente?

R: O Informativo do Exame de Microbioma Petbiomas é uma ferramenta complementar valiosa, que deve ser integrada ao seu raciocínio clínico e aos demais dados do paciente (histórico, exame físico, outros exames). O Informativo fornece informações detalhadas sobre o perfil da microbiota do animal, identificando possíveis disbioses e desequilíbrios microbianos.

- **Analise os principais marcadores:** Comece revisando os resumos e destaques do Informativo, que apontam os principais desequilíbrios identificados. Preste atenção especial aos índices de diversidade, proporções bacterianas alteradas e marcadores de inflamação (quando aplicável).
- **Correlacione com o quadro clínico:** Compare os achados do Informativo com os sinais clínicos, histórico e outros exames do paciente. Pergunte-se: Os desequilíbrios microbianos identificados *fazem sentido* no contexto clínico do paciente? Eles podem *explicar ou contribuir* para os sintomas apresentados?
- **Considere as "Recomendações e Próximos Passos" do Informativo:** O Informativo da Petbiomas já oferece sugestões de interpretação e possíveis intervenções terapêuticas com base nos resultados. Utilize essas recomendações como ponto de partida, mas sempre personalize o plano de tratamento para cada paciente.
- **Utilize o guia prático (este guia!):** Revisite os Capítulos 3, 4 e 5 deste guia para aprofundar seu entendimento sobre a interpretação dos Informativos Petbiomas e as opções de intervenção terapêutica baseadas no microbioma.

- **Em caso de dúvidas, busque suporte:** A Petbiomas oferece suporte e consultoria para veterinários na interpretação dos Informativos. Não hesite em entrar em contato com a equipe para discutir casos complexos ou dúvidas específicas.

P: O que significa um resultado de exame de microbioma "normal"? E se o paciente continuar com sintomas?

R: Um resultado "normal" **não exclui a possibilidade de disbiose ou da microbiota intestinal/oral estar contribuindo para os sintomas do paciente.** Significa que, dentro dos parâmetros avaliados pelo exame, não foram identificados desequilíbrios *significativos* em relação à média da população de referência utilizada pela Petbiomas.

Nesses casos, considere:

- **Limitações do exame:** Lembre-se que o exame de microbioma é uma "foto" da microbiota em um determinado momento. Disbioses *sutis* ou *funcionais* podem não ser detectadas por exames de composição microbiana.
- **Outros fatores:** Reavalie se outros fatores (não relacionados diretamente à microbiota) podem estar causando ou contribuindo para os sintomas do paciente. Reconsidere o diagnóstico diferencial e outros exames diagnósticos.
- **Resposta terapêutica:** Mesmo com um resultado "normal", em alguns casos, intervenções de modulação da microbiota (dieta, prebióticos, probióticos) *ainda podem ser benéficas*, especialmente se houver forte suspeita clínica de disbiose ou de desequilíbrio funcional da microbiota. Monitore a resposta clínica do paciente às intervenções.
- **Reavaliação:** Em casos persistentes, considere repetir o exame de microbioma em um momento posterior (após intervenções dietéticas ou terapêuticas, ou em um novo momento de coleta) ou utilizar outros tipos de exames de microbioma (ex: metagenômica, se disponível e indicado) para uma avaliação mais aprofundada.
- **Foco no paciente:** Lembre-se que o exame de microbioma é apenas uma ferramenta. O foco principal deve ser sempre o paciente e o quadro clínico como um todo. A decisão clínica final deve ser baseada na sua avaliação, integrando todas as informações disponíveis.

5.6.2 Recomendações e Tratamentos

P: Além de dieta e probióticos, quais outras opções de tratamento podem ser consideradas com base nos resultados do exame de microbioma?

R: Além de dieta e probióticos, o exame de microbioma pode guiar outras estratégias terapêuticas, dependendo dos desequilíbrios identificados e do quadro clínico do paciente:

- **Prebióticos:** O Informativo pode sugerir o uso de prebióticos específicos (ex: FOS, GOS, inulina etc.) para estimular o crescimento de bactérias benéficas que estejam reduzidas no microbioma do paciente.
- **Simbióticos:** A combinação de probióticos e prebióticos (simbióticos) pode ser recomendada para um efeito sinérgico na modulação da microbiota.
- **Transplante de Microbiota Fecal (TMF):** Em casos de disbiose grave e refratária, o TMF pode ser considerado como uma terapia de último recurso para restaurar a diversidade microbiana e o equilíbrio intestinal. O exame de microbioma pode ajudar a identificar pacientes que podem se beneficiar do TMF e monitorar a resposta pós-TMF. (Embora o TMF ainda seja considerado experimental em muitos contextos, é importante estar ciente dessa opção para casos selecionados).
- **Terapia Antimicrobiana Direcionada (em casos de microbioma oral):** Em resultados de Exame de Microbioma Oral da Petbiomas que identifiquem um aumento significativo de patógenos específicos, a terapia antimicrobiana local (ex: enxaguantes bucais) ou sistêmica (em casos selecionados e com critério) pode ser considerada, *sempre com base na avaliação clínica completa e nos princípios do uso racional de antimicrobianos*.
- **Suplementação Nutricional Específica:** Em alguns casos, desequilíbrios microbianos podem estar associados a deficiências nutricionais ou dificuldades de absorção de nutrientes. O veterinário pode considerar a suplementação direcionada com base na avaliação clínica e, em alguns casos, em exames complementares.
- **Manejo do Estresse e Fatores Ambientais:** O estresse e fatores ambientais podem impactar negativamente o microbioma. Em pacientes com disbiose, é importante considerar e manejar fatores estressantes (ex: manejo ambiental, enriquecimento ambiental, terapias comportamentais) como parte de uma abordagem holística.

P: Como escolher o probiótico ou prebiótico mais adequado com base nos resultados do exame de microbioma? A Petbiomas oferece sugestões ou produtos específicos?

R: A escolha do probiótico ou prebiótico ideal deve ser **individualizada** e baseada em múltiplos fatores:

- **Resultados do Exame de Microbioma:** Identifique no Informativo quais grupos bacterianos estão em desequilíbrio (reduzidos ou aumentados). Busque por probióticos e prebióticos que tenham como alvo esses desequilíbrios específicos. Por exemplo, se há redução de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, probióticos contendo essas cepas podem ser considerados. Se há indicação de baixa produção de AGCC,

prebióticos como FOS e GOS podem ser úteis para estimular bactérias produtoras de AGCC.

- **Indicações Clínicas e Condição do Paciente:** Considere a condição clínica específica do paciente (ex: DII, dermatite atópica, obesidade, doença periodontal), os sintomas apresentados e outras comorbidades. Algumas cepas probióticas e prebióticos têm evidências de eficácia mais robustas para certas condições.
- **Qualidade e Composição do Produto:** Escolha produtos de marcas confiáveis, com cepas probióticas bem definidas e comprovadamente eficazes para cães e gatos. Verifique a concentração de UFC (unidades formadoras de colônias) e a viabilidade das cepas no produto.
- **Linha de Suplementos Petbiomas:** A Petbiomas oferece uma linha de **suplementos prebióticos e probióticos** desenvolvidos com base na ciência do microbioma veterinário, que podem ser opções convenientes e de qualidade para complementar suas recomendações terapêuticas. Consulte o catálogo de produtos Petbiomas para conhecer as opções disponíveis e suas indicações.
- **Resposta Individual e Monitoramento:** Monitore a resposta clínica do paciente ao probiótico/prebiótico escolhido e ajuste a dose ou o produto, se necessário. A reavaliação do microbioma com um **novo exame Petbiomas** pode ser útil para monitorar o impacto da intervenção na microbiota ao longo do tempo.

5.6.3 Aspectos Práticos e Operacionais

P: Quais são os custos típicos dos exames de microbioma para os tutores? E para o veterinário?

R: Os custos dos exames de microbioma da Petbiomas podem ser vistos no Portal do Médico Veterinário do *site* da Petbiomas Vet.

- **Custos para o tutor:** O preço final para o tutor é definido pela clínica veterinária, que pode incluir o custo do exame Petbiomas, a coleta da amostra, a consulta veterinária e outros serviços. Recomenda-se que a clínica veterinária consulte a tabela de preços atualizada da Petbiomas para definir o valor a ser cobrado do tutor.
- **Custos para o veterinário:** A Petbiomas oferece condições e valores diferenciados para clínicas veterinárias parceiras. Entre em contato com a equipe comercial da Petbiomas para obter informações detalhadas sobre os custos dos exames para sua clínica, opções de planos e eventuais descontos para volumes maiores de exames.
- **Valor agregado:** Ao apresentar o exame de microbioma para o tutor, enfatize o valor agregado do exame como ferramenta de diagnóstico *complementar* para auxiliar na identificação das causas subjacentes dos problemas de saúde do animal e guiar um tratamento mais *personalizado e direcionado*. Isso ajuda a justificar o investimento no exame e demonstra o cuidado e a modernidade da sua prática veterinária.

P: Como coletar as amostras fecais/orais para os exames da Petbiomas de forma correta?

R: A coleta correta das amostras é fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados dos exames de microbioma da Petbiomas. A Petbiomas fornece **kits de coleta completos** com todos os materiais necessários e **instruções detalhadas** passo a passo para cada tipo de amostra (fezes, swab oral).

- **Kit de Coleta Petbiomas:** Utilize sempre o kit de coleta fornecido pela Petbiomas, que contém os materiais esterilizados e adequados para cada tipo de amostra, além do formulário de requisição e instruções.
- **Amostra Fecal:** Colete uma pequena porção de fezes frescas (idealmente, diretamente do animal ou recém-eliminadas) utilizando o coletor fornecido no kit. Siga as instruções do kit para o acondicionamento e armazenamento da amostra até o envio.
- **Amostra Oral (Swab):** Utilize o swab estéril fornecido no kit para coletar a amostra de biofilme oral, friccionando o swab em múltiplas áreas da gengiva e dentes do animal. Siga as instruções do kit para o acondicionamento e armazenamento do swab até o envio.
- **Higiene:** Utilize luvas descartáveis durante a coleta e siga as orientações de higiene e assepsia descritas no manual de coleta para evitar contaminações da amostra.
- **Armazenamento e Envio:** Siga rigorosamente as instruções de armazenamento e envio da amostra descritas no kit e no formulário de requisição. O envio rápido e adequado da amostra para o laboratório da Petbiomas é essencial para a preservação da qualidade do material genético microbiano e a obtenção de resultados precisos.
- **Materiais de Apoio:** A Petbiomas disponibiliza **vídeos e guias práticos** no site e em outros canais, demonstrando o passo a passo da coleta de amostras. Consulte esses materiais e compartilhe-os com sua equipe para garantir a padronização do processo de coleta na clínica.

P: Quanto tempo leva para receber os resultados dos exames de microbioma da Petbiomas?

R: O prazo típico para a entrega dos resultados dos exames de microbioma da Petbiomas é de **em média 30 dias corridos, com um prazo máximo de 45 dias corridos** após o recebimento da amostra no laboratório. Entretanto, se a análise falhar e precisarmos repeti-la (gratuitamente), esse tempo pode ser maior. Nesses casos, comunicaremos que haverá atraso e, eventualmente, pode ser que precisemos de uma nova coleta (também sem custos).

- **Comunicação do prazo:** Informe o tutor sobre o prazo estimado de entrega dos resultados no momento da solicitação do exame.

- **Acesso online aos resultados:** Os resultados dos exames da Petbiomas são disponibilizados via **e-mail ou WhastApp** para veterinários, de forma segura e prática.
- **Urgências:** Em casos de urgência clínica, entre em contato com a equipe da Petbiomas para verificar a possibilidade de priorização da análise da amostra, dentro das possibilidades operacionais do laboratório.

P: A Petbiomas oferece suporte ou consultoria para veterinários na interpretação dos resultados?

R: Sim! A Petbiomas tem como compromisso oferecer **suporte completo aos veterinários** que utilizam seus exames de microbioma. Você pode contar com:

- **Relatórios de resultados detalhados e didáticos:** Os Informativos da Petbiomas são elaborados para serem *informativos e práticos*, com resumos, destaques e "Recomendações e Próximos Passos" que auxiliam na interpretação inicial.
- **Guia de Interpretação (este guia!):** Este guia prático que estamos construindo é um recurso valioso para aprofundar seu conhecimento sobre a interpretação dos exames Petbiomas e as aplicações clínicas do microbioma.
- **Suporte Científico e Técnico:** A equipe científica e técnica da Petbiomas está disponível para **esclarecer dúvidas sobre os exames, auxiliar na interpretação de resultados complexos e discutir casos clínicos específicos**. Entre em contato com o suporte da Petbiomas por telefone/WhatsApp: **(11) 99834-2773** ou e-mail: **contato@petbiomas.vet.br**.
- **Materiais Educativos e Científicos:** A Petbiomas oferece **materiais educativos, artigos científicos e webinars** sobre microbioma veterinário e os exames Petbiomas, para manter os veterinários atualizados sobre os avanços da área e o uso otimizado dos exames. Acompanhe o site (petbiomas.vet.br) e os canais de comunicação da Petbiomas.
- **Consultoria Especializada (em breve - verificar disponibilidade e detalhes):** A Petbiomas está explorando a possibilidade de oferecer **serviços de consultoria especializada com veterinários experts em microbioma** para casos mais complexos ou para clínicas que desejam aprofundar ainda mais o uso dos exames de microbioma. (Verificar com a Petbiomas a disponibilidade e detalhes desse serviço para incluir informações precisas).

P: Onde posso encontrar mais informações e materiais educativos sobre os exames de microbioma da Petbiomas para compartilhar com a equipe da clínica ou com os tutores?

R: A Petbiomas oferece diversos recursos e materiais educativos para veterinários e tutores:

- **Website Petbiomas:** O site oficial da Petbiomas (petbiomas.com) é uma rica fonte de informações sobre os exames, a empresa, a ciência do microbioma e materiais educativos. Explore as seções "Exames", "Para Veterinários", "Blog" e "FAQ".
- **Materiais para tutores:** A Petbiomas disponibiliza **materiais informativos e educativos para tutores** (ex: folders, folhetos, posts para redes sociais, vídeos explicativos) que podem ser utilizados na clínica para explicar os exames de microbioma aos clientes e seus benefícios para a saúde animal. Solicite esses materiais à equipe da Petbiomas.
- **Webinars e Cursos Online:** Acompanhe os **webinars e cursos online** promovidos pela Petbiomas sobre temas relacionados ao microbioma veterinário e aos exames da empresa. Esses eventos são ótimas oportunidades de atualização científica e aprendizado prático. Fique atento à agenda de eventos da Petbiomas.
- **Redes Sociais Petbiomas:**
 - **Facebook:** facebook.com/petbiomas
 - **Instagram:** instagram.com/petbiomas
 - **YouTube:** <https://www.youtube.com/@petbiomas>
 - **LinkedIn:** linkedin.com/company/petbiomas
- **Contato com a Equipe Petbiomas:** A equipe da Petbiomas está sempre à disposição para fornecer informações, materiais educativos e suporte para veterinários e suas equipes. Entre em contato conosco por telefone/WhatsApp: **(11) 99834-2773** ou e-mail: **contato@petbiomas.vet.br!**

CAPÍTULO 6

AVANÇOS TERAPÊUTICOS RECENTES NO TRATAMENTO DO MICROBIOMA VETERINÁRIO



À medida que a ciência do microbioma avança, novas estratégias terapêuticas surgiram, oferecendo aos veterinários ferramentas inovadoras para gerenciar e dar suporte à saúde animal por meio da modulação do microbioma. Os desenvolvimentos recentes em probióticos, prebióticos e transplante de microbiota fecal (TMF) fornecem opções promissoras para o tratamento e prevenção de várias condições em animais de companhia. Esta seção descreve esses avanços, enfatizando suas implicações clínicas e potenciais aplicações na prática veterinária para animais de companhia.

6.1 PROBIÓTICOS: CEPAS ESPECIALIZADAS PARA BENEFÍCIOS DE SAÚDE DIRECIONADOS

Probióticos, definidos como microrganismos vivos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro quando administrados em quantidades adequadas, têm ganhado destaque na medicina veterinária. Embora cepas tradicionais, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, tenham sido amplamente utilizadas para promover a saúde gastrointestinal, avanços recentes na pesquisa têm permitido o desenvolvimento de probióticos específicos para cada cepa, visando necessidades de saúde individuais e condições clínicas específicas. Além disso, os probióticos de nova geração (next-generation probiotics), que incluem microrganismos como *Akkermansia muciniphila* e *Faecalibacterium prausnitzii*, estão emergindo como opções promissoras para modular o microbioma de forma mais precisa e eficaz, especialmente em condições complexas como doenças inflamatórias e metabólicas (Abouelela & Helmy, 2024; Al-Fakhry & Elekhawy, 2024; Narzary, 2025).

Principais avanços

- **Formulações específicas para espécies:** Novos probióticos formulados especificamente para cães e gatos estão agora disponíveis, adaptados aos seus perfis de microbioma exclusivos e fisiologia gastrointestinal. Esses probióticos específicos para espécies melhoram a colonização e a eficácia terapêutica em comparação com formulações gerais ou focadas em humanos (Grześkowiak *et al.*, 2015).
- **Cepas específicas para condições:** Probióticos direcionados a condições específicas, como problemas gastrointestinais relacionados à ansiedade, suporte imunológico e saúde da pele, estão em desenvolvimento (Pan *et al.*, 2025; Yang *et al.*, 2025). Por exemplo, *Lactobacillus reuteri* está sendo explorado por seu potencial benefício em apoiar a saúde oral (Liu *et al.*, 2024).

- **Probióticos de última geração:** Novas espécies bacterianas, incluindo *Faecalibacterium prausnitzii* e *Akkermansia muciniphila*, estão sob investigação por seu potencial de modular a função imunológica e apoiar a saúde metabólica. Embora principalmente experimentais, essas espécies podem eventualmente fornecer opções para aplicações terapêuticas mais avançadas (Effendi *et al.*, 2022; Vallianou *et al.*, 2023).

Implicações clínicas

Veterinários podem incorporar esses probióticos direcionados em planos de tratamento para:

- **Condições gastrointestinais crônicas:** os probióticos apoiam o equilíbrio gastrointestinal, reduzem a inflamação e auxiliam no tratamento de condições como doença inflamatória intestinal (DII) e diarreia responsiva a antibióticos.
- **Distúrbios relacionados ao sistema imunológico:** os probióticos podem ajudar a apoiar a função imunológica em animais com alergias, distúrbios autoimunes e infecções frequentes.
- **Problemas comportamentais e relacionados ao estresse:** certas cepas probióticas foram encontradas para modular o eixo intestino-cérebro, oferecendo potenciais benefícios adjuvantes para distúrbios gastrointestinais induzidos por estresse e sintomas gastrointestinais relacionados ao comportamento.

6.2 PREBIÓTICOS: NUTRIENTES ESSENCIAIS PARA MODULAR A MICROBIOTA E PROMOVER O EQUILÍBRIO INTESTINAL

Prebióticos são formulações aprimoradas para crescimento microbiano ideal. Os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que estimulam seletivamente o crescimento de bactérias benéficas no intestino. Os avanços na pesquisa prebiótica levaram ao desenvolvimento de formulações prebióticas mais eficazes e especializadas, fornecendo opções personalizadas para apoiar a saúde intestinal, a função imunológica e o bem-estar geral (Song *et al.*, 2025).

Principais avanços

- **Novas fontes naturais de prebióticos e seus impactos na microbiota:** O uso de novas fontes prebióticas naturais, como a inulina e os frutooligosacarídeos (FOS)

presentes no mel de flor de kapok, mostrou efeitos positivos na microbiota intestinal de animais como peixes e mamíferos. Essas substâncias promovem o crescimento de bactérias benéficas e melhoram a digestão enzimática, aumentando a eficiência alimentar e o bem-estar dos animais (Aryati *et al.*, 2025).

- **Prebióticos como moduladores da resposta imunológica e saúde digestiva:** Estudos recentes indicam que prebióticos como o 1-kestose podem reduzir significativamente a presença de patógenos intestinais, além de modular a expressão gênica associada à digestão e ao metabolismo no organismo de animais marinhos e terrestres (Fujii *et al.*, 2025). Em cães com distúrbios intestinais, dietas contendo prebióticos mostraram efeitos benéficos na modulação da microbiota fecal e na redução de sinais clínicos gastrointestinais, proporcionando alternativas naturais ao uso de antibióticos (Koyama *et al.*, 2024).
- **Uso combinado de prebióticos e probióticos para maximizar benefícios:** A combinação de prebióticos com probióticos (conhecidos como simbióticos) foi identificada como uma estratégia promissora para melhorar a absorção de nutrientes, reduzir inflamações intestinais e fortalecer a barreira intestinal em animais de produção e domésticos (Ishaq *et al.*, 2024).

Implicações clínicas

Os prebióticos podem ser usados para dar suporte a:

- **Saúde gastrointestinal e prevenção da disbiose:** os prebióticos ajudam a manter um microbioma equilibrado, reduzindo o risco de disbiose em animais em terapia antibiótica de longo prazo ou aqueles com problemas gastrointestinais recorrentes.
- **Obesidade e controle de peso:** os prebióticos à base de fibras dão suporte ao controle de peso saudável, o que é especialmente útil em animais de companhia propensos à obesidade.
- **Função metabólica e imunológica aprimorada:** os prebióticos dão suporte ao crescimento de bactérias produtoras de AGCC, que desempenham um papel na manutenção da saúde metabólica e no reforço da resposta imune.

6.3 TRANSPLANTE DE MICROBIOTA FECAL: RESTAURANDO O EQUILÍBRIO MICROBIANO PARA A SAÚDE INTESTINAL

Transplante de microbiota fecal (TMF) é uma terapia emergente para disbiose. O transplante de microbiota fecal (TMF) envolve a transferência de material fecal de um doador saudável para um animal com disbiose para restaurar um microbioma equilibrado. O TMF é atualmente uma terapia experimental, mas ganhou força na pesquisa veterinária por seu potencial para tratar disbiose grave, doenças gastrointestinais crônicas e outras condições relacionadas ao microbioma que não respondem aos tratamentos padrão (Rojas *et al.*, 2024)

Principais avanços

- **Eficácia do TMF no tratamento de doenças gastrointestinais crônicas:** O TMF tem sido testado como uma alternativa eficaz ao metronidazol no tratamento de enteropatias inflamatórias crônicas em cães. Estudos mostraram que uma única aplicação retal de TMF proporcionou melhor restauração da microbiota e maior redução na gravidade clínica da doença (Pérez-Accino *et al.*, 2025). A administração de TMF por meio de cápsulas orais comerciais demonstrou eficácia na melhora dos sintomas clínicos de cães e gatos com enteropatias crônicas, oferecendo uma alternativa viável e menos invasiva para a restauração da microbiota intestinal (Ryu *et al.*, 2024).
- **Papel do TMF na modulação do eixo intestino-imunidade:** Ensaios clínicos estão investigando a influência do TMF na microbiota de animais de estimação submetidos a terapias oncológicas, sugerindo que a manipulação microbiana pode mitigar efeitos adversos da quimioterapia e radioterapia (Dolan, 2025).
- **Expansão das aplicações do TMF para além das doenças digestivas:** O TMF também tem sido explorado no contexto de doenças metabólicas e inflamatórias, como obesidade e resistência à insulina, sugerindo seu potencial para terapias futuras em animais de estimação e produção (Rasool *et al.*, 2024).

Implicações clínicas

O TMF pode ser considerada para casos em que:

- **Distúrbios GI recorrentes e resistentes:** o TMF é particularmente útil para gerenciar condições como infecções recorrentes por *C. difficile*, DII grave e disbiose crônica que não responderam a outras terapias.

- **Condições não GI relacionadas à disbiose:** o TMF pode ter potencial como uma opção terapêutica para condições sistêmicas influenciadas pelo microbioma, embora mais pesquisas sejam necessárias para estabelecer a eficácia.
- **Restauração do equilíbrio do microbioma após antibióticos:** o TMF também pode ser benéfico para animais com disbiose após terapia antibiótica prolongada ou agressiva, ajudando a restaurar a diversidade do microbioma.

6.4 CONCLUSÃO

Avanços terapêuticos recentes em probióticos, prebióticos e transplante de microbiota fecal (TMF) oferecem aos veterinários novas maneiras de alavancar a ciência do microbioma para melhorar o atendimento ao paciente. Probióticos adaptados para especificações e condições específicas, formulações prebióticas avançadas e o potencial emergente do TMF permitem opções de tratamento mais individualizadas e eficazes. À medida que a pesquisa continua, espera-se que essas terapias se tornem mais acessíveis, tornando o atendimento centrado no microbioma uma parte cada vez mais integral da prática veterinária. Os veterinários devem se manter informados sobre esses avanços para maximizar os resultados do tratamento e alavancar todo o potencial terapêutico das intervenções baseadas no microbioma para seus pacientes.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abouelela, M.E. & Helmy, Y.A. (2024) Next-Generation Probiotics as Novel Therapeutics for Improving Human Health: Current Trends and Future Perspectives. *Microorganisms*, 12(3):430. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030430>
- Al-Fakhrany, O. & Elekhawy, E. (2024) Next-generation probiotics: the upcoming biotherapeutics. *Molecular Biology Reports*, 51:505. <https://doi.org/10.1007/s11033-024-09398-5>
- Aryati, Y., Farastuti, E., Sholichah, L. *et al.* (2025) Effects of honey saccharide supplementation on growth performance, amylase enzyme activity, gut microvilli, and microbiome in *Cyprinus carpio*. *Veterinary World*, 18(1):228-237. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.228-237>
- Dolan, B.P. (2025) Clinical trials explore altering companion animals' microbiome. *American Journal of Veterinary Research*, 86(2):ajvr.24.12.0383. <https://doi.org/10.2460/ajvr.24.12.0383>
- Effendi, R.M.R.A., Anshory, M., Kalim, H. *et al.* (2022) *Akkermansia muciniphila* and *Faecalibacterium prausnitzii* in Immune-Related Diseases. *Microorganisms*, 10(12):2382. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122382>

- Fujii, T., Kamio, T., Akune, Y. *et al.* (2025) Administration of 1-kestose to beluga reduces intestinal *Turicibacter* and collagenase gene levels, and blood creatinine levels. *Journal of Veterinary Medical Science*, 87(2):152-159. <https://doi.org/10.1292/jvms.24-0131>
- Grzeškowiak, Ł., Endo, A., Beasley, S. *et al.* (2015) Microbiota and probiotics in canine and feline welfare. *Anaerobe*, 34:14-23. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2015.04.002>
- Ishaq, M., Ibrahim, J., Shahbaz Ul Haq *et al.* (2024) Role of Prebiotics and Probiotics in Regulating Gut Health and Maintaining Healthy Normal Flora of Animals. *Indus Journal of Biotechnology Research*, 2(02):646-652. <https://doi.org/10.70749/ijbr.v2i02.258>
- Koyama, K., Akiyama, R., Oda, H. *et al.* (2024) Effect of commercial prescription diets containing prebiotics on clinical signs and fecal microbiome in dogs with intestinal disease. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 27(4):599-610. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2024.152950>
- Liu, Z., Cao, Q., Wang, W. *et al.* (2024) The Impact of *Lactobacillus reuteri* on Oral and Systemic Health: A Comprehensive Review of Recent Research. *Microorganisms*, 13(1):45. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13010045>
- Narzary, Y. (2025) Chapter 22 - Next-generation probiotics and animal health. In: D. Dhanasekaran, A.S. Narayanan & P. Sarkar (Eds.), *Human and Animal Microbiome Engineering* (pp. 367-379). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-22348-8.00022-2>
- Pan, Y., Huang, Q., Liang, Y. *et al.* (2025) *Bifidobacterium breve* BB05 alleviates depressive symptoms in mice via the AKT/mTOR pathway. *Frontiers in Nutrition*, 12:1529566. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1529566>
- Pérez-Accino, J., Salavati, M., Glendinning, L. *et al.* (2025) Effect of a single rectal fecal microbiota transplantation on clinical severity and fecal microbial communities in dogs with chronic inflammatory enteropathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39:e17264. <https://doi.org/10.1111/jvim.17264>
- Rasool, U., Bertolotti, L. & Thomson, P. (2024) Gut Microbiota Modulation in Veterinary Medicine—Faecal Microbiota Transplantation as a New Frontier. *Biomedical Journal of Biotechnology*, 57(5):49732-49741. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2024.57.009069>
- Rojas, C.A, Entrolezo, Z., Jarett, J.K. *et al.* (2024) Microbiome responses to oral fecal microbiota transplantation in a cohort of domestic dogs. *Veterinary Sciences*, 11:42. <https://doi.org/10.3390/vetsci11010042>
- Ryu, M.O., Lee, S.Y., Kim, S.H. *et al.* (2024) Fecal Microbiota Transplantation via Commercial Oral Capsules for Chronic Enteropathies in Dogs and Cats. *Journal of Veterinary Clinics*, 41(3):150-156. <https://doi.org/10.17555/jvc.2024.41.3.150>
- Song, Y., Feng, Y., Liu, G. *et al.* (2025) Research progress on edible mushroom polysaccharides as a novel therapeutic strategy for inflammatory bowel disease. *International Journal of*

Biological Macromolecules, 305(Pt 1):140994.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.140994>

Vallianou, N.G., Kounatidis, D., Tsilingiris, D. *et al.* (2023) The Role of Next-Generation Probiotics in Obesity and Obesity-Associated Disorders: Current Knowledge and Future Perspectives.

International Journal of Molecular Sciences, 24(7):6755.

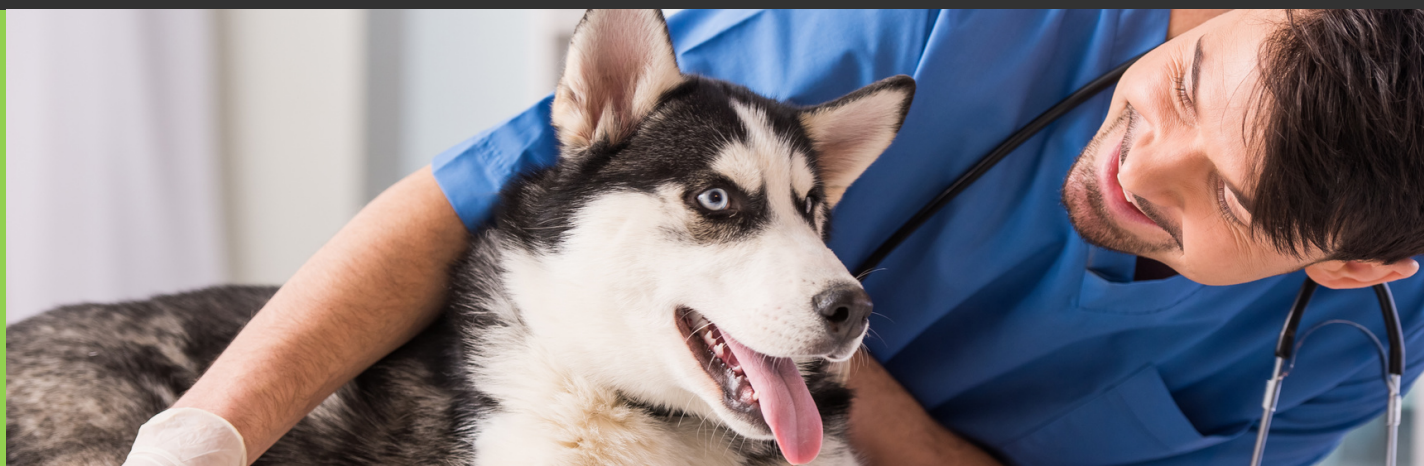
<https://doi.org/10.3390/ijms24076755>

Yang, X., Zhao, Q., Wang, X. *et al.* (2025) Investigation of *Clostridium butyricum* on atopic dermatitis based on gut microbiota and TLR4/MyD88/ NF- κ B signaling pathway. *Technology and Health*

Care. <https://doi.org/10.1177/09287329241301680>

CAPÍTULO 7

CONCLUSÃO: O MICROBIOMA COMO FERRAMENTA PARA O FUTURO DA MEDICINA VETERINÁRIA



Ao longo deste guia prático, exploramos o fascinante universo do microbioma veterinário e o **potencial transformador dos exames de microbioma na prática clínica**. Esperamos ter demonstrado, de forma clara e objetiva, como esta ferramenta diagnóstica inovadora pode **otimizar o raciocínio clínico, refinar o diagnóstico e guiar intervenções terapêuticas mais precisas e personalizadas** para cães e gatos.

Os **Exames de Microbioma da Petbiomas** se apresentam como **aliados valiosos** para o veterinário moderno, que busca oferecer o **cuidado mais completo e atualizado** aos seus pacientes. Ao integrar a análise do microbioma à sua rotina clínica, você se **capacita a**:

- **Ir além dos sintomas** e investigar as causas subjacentes de diversas condições de saúde.
- **Identificar desequilíbrios microbianos** – muitas vezes "invisíveis" aos exames convencionais – que podem estar impactando a saúde dos animais.
- **Personalizar planos de tratamento** com base no perfil microbiano individual de cada paciente, maximizando as chances de sucesso terapêutico.
- **Monitorar a resposta às terapias** e ajustar as intervenções de forma individualizada ao longo do tempo.
- **Comunicar-se de forma mais eficaz com os tutores**, utilizando uma ferramenta diagnóstica moderna e um plano de tratamento mais direcionado e compreensível.
- **Diferenciar sua prática veterinária**, oferecendo um serviço inovador e de alto valor agregado aos seus clientes.

Este guia prático foi elaborado para **desmistificar a análise do microbioma e fornecer um roteiro claro e objetivo para a sua aplicação clínica**. Desde a interpretação dos Informativos até as recomendações terapêuticas e dicas de comunicação com os tutores, buscamos oferecer **ferramentas práticas e acionáveis** para que você possa **integrar os Exames de Microbioma da Petbiomas à sua rotina com confiança e segurança**.

Lembre-se que a jornada no universo do microbioma veterinário está apenas começando. A ciência do microbioma é um campo em constante evolução, com novas descobertas e aplicações surgindo a cada dia. Ao se familiarizar com os exames de microbioma e integrar esta ferramenta à sua prática, você não apenas **aprimora seus serviços e resultados clínicos**, mas também se **posiciona na vanguarda da medicina veterinária**, acompanhando as mais recentes inovações e contribuindo para um futuro mais saudável para os animais de companhia.

A **Petbiomas se orgulha de ser sua parceira** nesta jornada. Conte com nosso **suporte científico e técnico contínuo**, com nossos **exames de alta qualidade e resultados informativos**, e com nossa **linha de suplementos nutricionais** desenvolvidos com base na

ciência do microbioma veterinário. **Juntos, podemos desvendar os segredos do microbioma e construir um futuro mais promissor para a saúde animal.**

O futuro da medicina veterinária é fascinante e, sem dúvida, passa pelo microbioma. Com este guia e o apoio da Petbiomas, você está **preparado para trilhar este caminho com excelência e inovação!**

VAMOS TRABALHAR JUNTOS

A medicina do microbioma é uma revolução na saúde animal, e sua aplicação exige colaboração multidisciplinar. Nossa equipe está comprometida em apoiar veterinários com ferramentas práticas, baseadas em evidências científicas, para integrar esse conhecimento em diagnósticos e tratamentos. Juntos, podemos transformar a saúde intestinal, a imunidade e o bem-estar dos animais, unindo ciência e prática clínica.

Telefone/WhatsApp:

☎ +55 (11) 99834-2773

Website:

🌐 petbiomas.vet.br

Endereço:

📍 Rua Visconde de Taunay, 735 - Vila Cruzeiro - São Paulo, SP - CEP 04726-010

