

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

MARIA GISELE MARINHO DE OLIVEIRA

**TESTE DE VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE BIOQUÍMICA SECA NA ANÁLISE
DE PERFIL HEPÁTICO DE AMOSTRAS DE *Mus musculus***

UBERLÂNDIA
2025

**TESTE DE VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE BIOQUÍMICA SECA NA ANÁLISE
DE PERFIL HEPÁTICO DE AMOSTRAS DE *Mus musculus***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Medicina Veterinária.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Anna Monteiro
Correia Lima

UBERLÂNDIA
2025

TESTE DE VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE BIOQUÍMICA SECA NA ANÁLISE DE PERFIL HEPÁTICO DE AMOSTRAS DE *Mus musculus*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
a Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Anna Monteiro
Correia Lima

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Anna Monteiro Correia Lima

Prof. Dr. Marcio Machado Costa

Ma. Ana Carolina Guimarães Fenelon

UBERLÂNDIA
2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a mim, pela minha teimosia, curiosidade e lealdade comigo mesma, o que me faz continuar mesmo diante das adversidades e incertezas da vida.

Aos meus pais Paulo e Márcia, agradeço pela vida e por terem renunciado a tanto para que eu tenha um caminho melhor do que eles tiveram. Obrigada pela sabedoria, pelo estímulo e pela confiança que sempre depositaram em mim.

À minha irmã Paula, sem a qual eu não seria a pessoa que sou hoje. Obrigada pelo companheirismo, pelas lições e por acreditar em mim. Juntamente de toda a minha família, amo vocês.

Ao meu noivo Nicollas, pelo orgulho que sempre demonstra por mim, suas palavras de carinho, incentivo e por segurar a minha mão todos os dias sem me deixar desistir. Obrigada pelo seu amor e cumplicidade.

À Professora Anna Lima, que hoje com muito orgulho chamo de AMIGA por me acolher em um dos momentos mais significantes que vivi, pela paciência, carinho e por enxergar em mim um potencial do qual erroneamente duvidei.

Às minhas amigas de vida Milena, Vanessa, Karoline, Ana Júlia, Mariana, por serem a minha alegria e suporte todos esses anos. Me orgulho todos os dias das mulheres que vocês se tornaram e por poder ser testemunha de suas conquistas.

Aos amigos que conheci na minha trajetória UFU, Gabriela, Yasmim, Vitória, Petra, Izabelle (*in memorian*) Ana Paula, Thaynara, Gabriel. Em especial meus amigos do Patão, agradeço a todos vocês por tornarem a graduação mais leve, mais completa, e por uma amizade que levarei para toda a vida.

Aos professores mais incríveis que alguém poderia ter na sua formação, Bia, Geison, Daise, Marcus, Kênia. Em especial aos meus queridos Liliane, Susana (*in memorian*), Inês, Mário, Fabiana, Heliomar, Juvenal agradeço pelo nosso tempo juntos no IFTM.

Ao REBIR, pelas portas que me foram abertas e onde conheci a minha paixão por bioterismo. Murilo, Mariane, Loyane, Renan, Fernando, Rafael, Carla, João, Natalia e Teresa. Agradeço do fundo do coração a todos

Às pessoas mais importantes que me ajudaram a concluir este trabalho, Alessandra, Sandra, Ray, Pedro e a todos os meus colegas do LABME pelo acolhimento e apoio nessa nova empreitada.

Por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente influenciaram meu trabalho e a conclusão da graduação.

“Brincar é a mais alta forma de pesquisa”
(Albert Einstein)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar a viabilidade da técnica de bioquímica seca para análise do perfil hepático em amostras de *Mus musculus* (linhagem Balb/c) mantidos na Rede de Biotérios de Roedores da UFU, através da utilização o analisador Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®. Foram analisados parâmetros como AST, ALT, albumina e colesterol total, comparando-os com a técnica convencional de bioquímica úmida (BIO-2000IL). Os resultados demonstraram inconsistências significativas, com erros sistemáticos e imprecisão, especialmente para ALT e colesterol, inviabilizando a validação do método sem recalibração prévia. Apesar das vantagens operacionais da bioquímica seca (baixo volume de amostra e rapidez), a perda de calibração do equipamento comprometeu a confiabilidade dos dados, destacando a necessidade de ajustes técnicos para futuras aplicações em pesquisas com camundongos.

Palavras-chave: bioquímica úmida, ensaio bioquímico, camundongos, erro analítico, BALB/c

ABSTRACT

This study evaluated the feasibility of the dry biochemistry technique for analyzing the liver profile in samples of *Mus musculus* (Balb/c strain) kept at the UFU Rodent Vivarium Network, using the Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®. Parameters such as AST, ALT, albumin and total cholesterol were analyzed and compared with the conventional wet biochemistry technique (BIO-2000IL). The results showed significant inconsistencies, with systematic errors and imprecision, especially for ALT and cholesterol, making it impossible to validate the method without prior recalibration. Despite the operational advantages of dry biochemistry (low sample volume and speed), calibration failed of the equipment compromised the reliability of the data, highlighting the need for technical adjustments for future applications in research with mice.

Keywords: Wet biochemistry, methodological validation, mice, analytical error.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Perfil hepático	14
2.1.1	Aspartato Aminotransferase	14
2.1.2	Alanina Aminotransferase	14
2.1.3	Albumina	15
2.1.4	Colesterol Total	16
2.2	Fotômetro Automatizado BIO-2000IL.....	17
2.3	Analisador de bioquímica seca Wondfo Biotech®.	18
3	METODOLOGIA	20
2.5	Aquisição de amostra biológica	21
3.1	Controles bioquímicos.....	23
3.2	Análise dos resultados	26
4	RESULTADOS.....	27
5	DISCUSSÃO	30
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fotômetro Automatizado BIO-2000IL utilizado para análise de bioquímica úmida de amostras oriundas de diferentes espécies	17
Figura 2 - Analisador de bioquímica seca Wondfo Biotech® utilizado para análise de amostras oriundas de diferentes espécies.....	19
Figura 3: Esquema da metodologia colorimétrica fotoelétrica de química seca	19
Figura 4 - ID Chip e fita reagente de AST Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®.....	20
Figura 6 - Coleta de sangue por via retro-orbital em camundongos submetidos a anestesia inalatória com isoflurano	22
Figura 7 - Representação gráfica de preparo e armazenagem de amostras de soro plasmático de Balb/c machos e fêmeas anterior a análise de bioquímica seca	22
Figura 5: Representação do preparo do controle canino Controllab VCB – 144 e leitura pelo equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®.....	25
Figura 8 - Representação do procedimento de pipetagem para leitura de amostras de soro de pelo equipamento Analisador Bioquímica Seca VET Celer	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais causas de erro na leitura espectrofotométrica de absorbância de ALT e como ajustar.....	15
Tabela 2 - Relação de amostras selecionadas conforme volume de soro pós-centrifugação em camundongos Balb/C após coleta por via retro-orbital sob anestesia por isoflurano.....	23
Tabela 3 - Representação da ordem de execução de cada leitura de analito e amostra no Analisador de Bioquímica Seca VET Celer.....	25
Tabela 4 - Análise de desvio padrão (DP), Viés, e total de erro observado (TEobs) do controle canino Controllab Lote VCB – 144 para acurácia do equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo	27
Tabela 5 - Resultados bioquímica seca das amostras de soro plasmático de fêmeas Balb/C.....	28
Tabela 6 - Resultados bioquímica seca das amostras de soro plasmático de machos Balb/c.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. **4-AAP** – 4-aminoantipirina
2. **AD** – Conversor Analógico-Digital (*Analog-Digital*)
3. **ALT** – Alanina Aminotransferase
4. **AST** – Aspartato Aminotransferase
5. **ATP** – Adenosina Trifosfato
6. **BCG** – Verde de Bromocresol (*Bromocresol Green*)
7. **BPB** – Azul de Bromofenol (*Bromophenol Blue*)
8. **BS** – Bioquímica Seca
9. **CIN** – Método Cinético
10. **CV** – Coeficiente de Variação
11. **DHBS** – 3,5-dicloro-2-hidroxibenzenossulfonato
12. **EC** – Número de classificação enzimática (*Enzyme Commission*)
13. **EDTA** – Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
14. **ELISA** – *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*
15. **G3P** – Glicerol-3-Fosfato
16. **GGT** – Gama-Glutamiltransferase
17. **GK** – Glicerol Quinase
18. **GPO** – Glicerol-3-Fosfato Oxidase
19. **GPT** – Glutamato-Piruvato Transferase (sinônimo de ALT)
20. **H2O2** – Peróxido de Hidrogênio
21. **ID** – Identificação (*Identification*)
22. **IFCC** – *International Federation of Clinical Chemistry*
23. **IUBMB** – *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*
24. **LABME** – Laboratório de Biotecnologias de Modelos Experimentais
25. **LDH** – Lactato Desidrogenase
26. **LIS** – *Laboratory Information System*
27. **MDH** – Malato Desidrogenase
28. **NAD⁺** – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo (forma oxidada)
29. **NADH** – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo (forma reduzida)
30. **NIH** – *National Institutes of Health* (EUA)
31. **PF** – Ponto Final (método de análise)
32. **PO** – Peroxidase
33. **REBIR** – Rede de Biotérios de Roedores
34. **RS232** – Padrão de comunicação serial
35. **T.F** – Tempo Fixo (método de análise)
36. **TCP/IP** – *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*
37. **TEa** – Erro Total Permitido (*Total Allowable Error*)
38. **TEobs** – Erro Total Observado (*Total Observed Error*)
39. **TG** – Triglicerídeos
40. **TGO** – Transaminase Glutâmico-Oxalacética (sinônimo de AST)
41. **UDP** – *User Datagram Protocol*
42. **UFU** – Universidade Federal de Uberlândia
43. **UTI** – Unidade de Terapia Intensiva
44. **UV** – Ultravioleta
45. **VBC** – Verde de Bromocresol (*Bromocresol Green*)
46. **VET** – Veterinário (*Veterinary*)

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Laboratório de Biotecnologias de Modelos Experimentais da Universidade Federal de Uberlândia (LABME – UFU) realiza a leitura de absorbância de analitos na técnica de bioquímica úmida em sua rotina com o equipamento semiautomático BIO-2000IL (Bioplus). O principal obstáculo na utilização do BIO-2000IL se deve o ajuste manual para volumes muito baixos de amostra. Embora o equipamento permita aspiração de 150 μL para cada análise, volumes inferiores a 200 μL exigem calibração extra e verificação de reprodutibilidade (Bioplus2014). Em modelos animais com amostras limitadas (ex.: soro de camundongos), isso pode ser um desafio.

O volume mínimo do equipamento pode impossibilitar a análise, ou requerer uma etapa de diluição pré-leitura. Segundo a recomendação do *National Research Council* (NRC, 1985), o volume máximo total de coleta de sangue para um camundongo pesando 20g é de 0,011ml a cada 24 horas, o que equivale a 110 μL . Mesmo sendo um intervalo de tempo considerado seguro, o nível normal de eritrócitos somente se recompõem após duas semanas (Pena, 2005), o que pode afetar a interpretação de alguns resultados a depender do objetivo.

Por requerer baixo volume e apresentar resultados em tempo rápido, a técnica de bioquímica seca dispensa o uso de água e o volume mínimo de amostra é de 15 μL . O tempo de análise varia de um a três minutos. É indicada para uso em Unidades de Tratamento Intensivo (UTI), ambulâncias, clínicas, laboratórios, salas de emergência e inclusive em atividades a campo com animais silvestres (Celer, 2021).

O Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo® é um analisador de bioquímica seca que utiliza a tecnologia de leitura de reflectância para determinar a atividade do analito. O reagente é fixado em uma fita plástica, e utiliza a própria umidade da amostra para a diluição dos componentes. Um feixe de luz incide sobre a fita e o equipamento é capaz de aferir a luz refletida.

Considerando a demanda de análises em pesquisas com amostras de animais de laboratório do LABME, este trabalho teve como objetivo testar a viabilidade do uso do equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo® para análise de bioquímica seca, em avaliação de padrão hepático nas amostras de *camundongos*, mantidos na Rede de Biotérios de Roedores da Universidade Federal de Uberlândia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Perfil hepático

A avaliação do perfil hepático em camundongos é essencial para monitorar a função e integridade hepática em estudos experimentais, permitindo a identificação de possíveis lesões celulares, distúrbios metabólicos ou toxicidade induzidos por intervenções farmacológicas, dietéticas ou genéticas. Além disso, auxilia na validação de modelos animais de doenças hepáticas, assegurando a relevância translacional dos resultados obtidos (Santos, 2017).

2.1.1 Aspartato Aminotransferase

Também pode ser chamada de Transaminase Glutâmico-Oxalacética (TGO) e é responsável por catalisar a transferência de um grupo amino do aspartato para α -acetoglutarato, formando oxalacetato e glutamato (reação reversível). Está localizado em sua maioria nas mitocôndrias e em parte no citosol de hepatócitos, miócitos cardíacos, músculos esqueléticos e rins (IUBMB, 2025 e Schneider *et al.* 1996).

Para avaliação de AST, o método UV Cinético é considerado o padrão ouro. Ocorre a reação acoplada onde o aspartato + α -cetoglutarato se transforma em oxalacetato + glutamato, pela via AST. Na via Malato Desidrogenase (MDH), o oxalacetato + NADH + H^+ reagem formando Malato + NAD⁺. A diminuição da absorbância do NADH é proporcional à atividade da AST (IUBMB, 2025 e IFCC, 1986).

A interpretação de valores de AST são importantes na avaliação de hepatopatias, cardiopatias e miopatias. Níveis altos de AST podem indicar hepatite aguda, infarto agudo do miocárdio, distrofias musculares ou rabdomiólise. Valores altos podem ser falsos se ocorrer interferências decorrentes de hemólise, como em falha de coleta. Valores baixos também podem ser falsos caso haja deficiência do cofator da AST (Deficiência de piridoxal=5'-fosfato (IUBMB, 2025; Schneider *et al.* 1996 e IFCC, 1986).

2.1.2 Alanina Aminotransferase

Alanina Aminotransferase (ALT), ou enzima glutamato-piruvato transferase (GPT) é essencial no metabolismo de aminoácidos. É responsável por catalisar a transferência de um grupo amino de alanina para α -cetoglutamato, formando piruvato e glutamato. A ALT é um indicador de lesão hepática, principalmente em hepatopatias

agudas e crônica (Schneider *et al.* 1996).

O método cinético UV é considerado o padrão ouro na dosagem de ALT (Burtis, 2018). Preconiza-se que no preparo da reação, a amostra seja adicionada a solução tampão, os substrato (alanina e α -cetaglutamato), NADH e LDH. É feita a leitura espectrofotométrica de absorbância continuamente por 1 a 3 minutos a 340 nm. A análise é feita baseada na diminuição da absorbância da solução, já que é diretamente proporcional à atividade da ALT. Sendo o cálculo da atividade enzimática:

$$\text{Atividade de ALT (U/L)} = \left(\frac{\Delta A/min}{\epsilon} \right) \times \text{Fator de Calibração} \times \text{Volume final}$$

*O fator de calibração considera a diluição da amostra

Essa análise possui alta especificidade por causa da reação acoplada com LDH que evita interferências. A detecção de baixas atividades enzimáticas são precisas, porém podem ocorrer interferências. Amostras hemolisadas podem liberar ALT eritrocitária e aumentar os valores. A bilirrubina pode alcançar absorbâncias próximas de 340 nm e interferir na leitura da ALT. Ocorrência de lipemia também pode afetar a leitura, pois interfere na dispersão de luz. (Schneider *et al.* 1996 e IFCC, 1986).

A IFCC (1986) em seus *guidelines* recomenda que o controle de qualidade devem ser realizados diariamente dentro dos limites aceitáveis, sendo um desvio padrão de ± 2 . As principais causas de erro na leitura estão representadas na tabela 1.

Tabela 1- Principais causas de erro na leitura espectrofotométrica de absorbância de ALT e como ajustar

Efeito	Causa	Ajuste
Absorbância incorreta	Desvio no comprimento de onda (340 nm)	Calibrar espectrofômetro com filtros de verificação
Subsetimação da atividade da ALT	Degradação do NADH	Preparar reagente fresco e protegê-lo da luz
Alteração na cinética enzimática	Temperatura $\neq 37^\circ\text{C}$	Usar banho termostatizado ou analisador com controle térmico
Interferência na absorbância	Contaminação da amostra (hemólise, lipemia)	Centrifugar adequadamente ou usar amostras límpidas

Fonte: Elaborado pela autora.

2.1.3 Albumina

De acordo com González *et al.* (2017), a albumina é a proteína mais encontrada no tecido sanguíneo (proteínas plasmáticas podem representar 70% do total do soluto), sendo capaz de transportar hormônios, fármacos e até dez moléculas de ácidos

graxos. A albumina também é responsável pela manutenção da pressão coloidosmótica, reserva de aminoácidos e equilíbrio ácido-base. Alterações nos níveis de albumina estão relacionadas ao estado nutricional, inflamações, hipervolemia, acidose-metabólica e por perdas como hemorragia.

O padrão-ouro na análise de albumina é o método Verde de Bromocresol (VBC). É baseado no conceito de “erro proteico dos indicadores”, que consiste no fato de que alguns indicadores mudam de cor de acordo com a presença ou ausência de proteínas, mesmo que o pH do meio permaneça constante (Gáspar, 1984). A albumina sérica reage com o VBC em pH ácido (4,0), formando um complexo colorido azul-esverdeado. A reação apresenta comprimento de onda de 630 nm.

Para o preparo, utiliza-se 5 μ L de soro e 1,25 mL de reagente VBC BioClin \circledR K040 (VBC + tampão citrato pH 4,0 na proporção 1:250). Após homogeneizada, a mistura é incubada por 5 minutos a 37°C. O equipamento BIO-2000IL mede a absorbância e calcula automaticamente (Bioplus, 2014 e Quibasa, 2019).

Assim como os analitos anteriores, hemólise e lipemia podem gerar fatores interferentes na amostra. O método VBC foi otimizado para a faixa humana, amostras não diluídas de camundongos podem saturar o sistema ou cair fora da linearidade do ensaio, por isso é recomendado utilizar a diluição em 1:2 devido à menor concentração fisiológica (2,5-3,5 g/dL vs humanos 3,5-5,0 g/dL) (Gáspar, 1984 e Gornall et al. 1949).

2.1.4 Colesterol Total

A dosagem de colesterol total (CT) no soro sanguíneo é um parâmetro essencial na avaliação do metabolismo lipídico e está associado a infarto do miocárdio devido a obstrução de vasos, acidente vascular cerebral e doença arterial periférica. A análise de CT também é essencial no monitoramento de diabetes mellitus, hipotireoidismo e síndromes metabólicas como obesidade, hipertensão e dislipidemia (González e Silva, 2017). O método enzimático colorimétrico é amplamente utilizado em laboratórios clínicos devido à sua alta especificidade, sensibilidade e reproduzibilidade, sendo considerado o padrão-ouro. Este método baseia-se em reações enzimáticas sequenciais que convertem os TG em um produto cromogênico mensurável por espectrofotometria.

A análise de colesterol total baseia-se em uma reação enzimática sequencial que converte o colesterol e seus ésteres em um produto colorido, cuja absorbância é medida fotometria a 500 nm. O método monoreagente emprega a enzima colesterol esterase para hidrolisar os ésteres de colesterol em colesterol livre, que é

subsequentemente oxidado pela colesterol oxidase, produzindo peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Este peróxido, em presença da peroxidase, reage com um cromógeno (geralmente 4-aminoantipirina e fenol ou derivados) para formar uma quinona imina, um composto vermelho com absorbância máxima em torno de 500 nm. A intensidade da cor formada é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra, permitindo sua quantificação por comparação com um padrão de calibração (González, 2017).

A reação ocorre em meio tamponado (pH ~7,0) e é otimizada para ocorrer em temperatura controlada (37°C), para eficiência

Dentro os pontos críticos de controle, é importante destacar que caso a amostra não for ser analisada imediatamente, deve ser armazenada a 4° para evitar degradação enzimática. Para controle analítico é essencial verificar se a absorbância está dentro da faixa de linearidade do método de até 1.000mg/dL. Amostras acima desse valor necessitam de diluição. Lipólise extrema, icterícia e hemólise podem interferir na leitura de absorbância (Zanetti, 2022).

2.2 Fotômetro Automatizado BIO-2000IL

Desenvolvido pela BIOPLUS, o equipamento representado na Figura 1, foi projetado para realizar análises bioquímicas, e permite a execução de testes diversos. Dentre eles: Ponto Final (PF) – ideal para ensaios de leitura única de absorbância (ex.: glicose, ureia), o equipamento calcula a concentração do analito com base em um padrão calibrador; Cinético (CIN) – utilizado na monitoração de reações enzimáticas (e.: ALT, AST) em intervalos programáveis através da variação de absorbância ($\Delta A/min$) para determinar as concentrações na amostra; Tempo Fixo (T.F) – é adequado para reações com tempo de incubação controlado, como ensaios imunoenzimáticos (ELISA) (Bioplus, 2014).

Figura 1 Fotômetro Automatizado BIO-2000IL utilizado para análise de bioquímica úmida de amostras oriundas de diferentes espécies



Fonte: Elaborado pela autora.

O equipamento apresenta flexibilidade nas programações dos testes, permitindo a personalização de parâmetros, além de apresentar filtros em leituras bicromáticas para corrigir interferências em amostras. Também é possível imprimir resultados e curvas ou exportar dados diretamente para softwares através da saída serial. Em relação aos aspectos positivos do equipamento, possui a opção de auto ajuste de zero, checagem automática da lâmpada e do detector e ganho eletrônico, diminuindo a verificação manual frequente de auto ajuste (Bioplus, 2014).

Existe a possibilidade de ajustar o volume de aspiração da amostra dentro de um intervalo de 150 a 2000 μL , memoriza os valores de calibração e oferece rotina de calibração semi-automatizada, onde o usuário pipeta um volume conhecido e o equipamento realiza o ajuste dos parâmetros. No quesito controle de temperatura, é possível verificar a temperatura em tempo real no monitor, garantindo a estabilidade térmica mesmo em análises prolongadas. A cubeta de fluxo contínuo possui um termostato de Peltier, com ajuste a 25°C, 30 °C, 37 °C e $\pm 0,1$ °C. O BIO-2000 apresenta opções de programação de limites aceitáveis de absorbância, emitindo um alerta caso os valores obtidos se apresentem fora do desejado (Bioplus, 2014).

Quanto aos aspectos negativos, é importante salientar a dependência da manutenção preventiva, e a sensibilidade a bolhas de ar e contaminação. A cubeta de fluxo requer limpeza diária com Bioclean Plus; caso contrário, resíduos de proteínas podem causar leituras inconsistentes. O tubo peristáltico desgasta-se com o tempo, exigindo substituição periódica (a cada 6 meses em uso intensivo). Se houver bolhas de ar na cubeta durante a calibração, o sistema emite erro, e seria necessário reiniciar o protocolo. Amostras viscosas ou com precipitados podem obstruir o sistema de fluxo, levando a subestimação de volumes. Ao contrário de sistemas mais avançados, o BIO-2000IL não realiza autocalibração de filtros – o usuário deve verificar manualmente se o comprimento de onda selecionado está correto (Bioplus, 2014).

Por ser um equipamento que apresenta mais opções de uso e personalizações, demanda mais manutenções preventivas, calibrações e pontos críticos susceptíveis a interferências.

2.3 Analisador de bioquímica seca Wondfo Biotech®.

Conforme descrito do manual do usuário (Celer, 2021), o equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo® trabalha com volumes de amostras em um intervalo de 7 a 20 μL . O tempo de análise varia de 1 a 5 minutos e aceita como amostra

sangue total, soro, soro e urina (figura 2).

Figura 2 - Analisador de bioquímica seca Wondfo Biotech® utilizado para análise de amostras oriundas de diferentes espécies



Fonte: Elaborado pela autora.

É baseado na metodologia colorimétrica fotoelétrica de química seca, onde possui uma lâmpada LED que incide luz sob a área de revelação de uma fita de teste, e capta a intensidade do sinal refletido por meio de um diodo fotossensível (Figura 3). Os reagentes se apresentam já fixados na fita, e utilizam a própria umidade da amostra para a diluição. A concentração de cada analito é calculada por meio de um conversor analógico-digital (AD), que transforma o sinal óptico em dados quantitativos (Celer, 2021).

Figura 3: Esquema da metodologia colorimétrica fotoelétrica de química seca



Fonte: Elaborada pela autora.

Apresenta interface intuitiva (tela *touchscreen*) e conectividade (USB, Ethernet, RS232), o que permite a integração com sistemas LIS (*Laboratory Information System*) via protocolos TCP/IP ou UDP, possibilitando o fluxo de dados em ambientes clínicos (Celer, 2021).

As tiras reagentes são produzidas em lotes de acordo com o respectivo analito e identificadas através de um código de barras. Cada caixa de tiras reagentes possui um ID Chip (Figura 4) que contém dados sobre as curvas de calibração pré-definidas para

cada parâmetro, valores de referência padronizados para cães e gatos, e sobre fatores de correção óptica para compensar variações na produção das tiras. O sistema é programado para aceitar somente o ID Chip e a tira reagente de mesmo lote. Em casos de incompatibilidade, o equipamento emite um alerta e interrompe o teste até que o chip ou tira corretos sejam inseridos (Celer, 2021).

Figura 4 - ID Chip e fita reagente de AST Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto aos aspectos negativos, equipamento não permite ajustes pelo usuário, sendo necessário assistência técnica para qualquer falha. É suscetível a interferências eletromagnéticas, sendo ideal manter o analisador afastado de fontes de radiofrequência (roteadores *wi-fi*, micro-ondas). Apesar do tempo reduzido de cada análise, o equipamento realiza a leitura de somente uma fita por vez (Celer, 2021).

Importante salientar que este analisador não é preconizado para análise de outras espécies além de caninos e felinos. Sua utilização na rotina de amostras de animais de laboratório é pouco publicado. Entretanto, há estudos com equipamentos semelhantes com outras utilizações, como o de Zanetti *et al* (2022), Sindhu *et al* (2025) e Thapa *et al* (2023) analisando a performance do analisador bioquímico VITROS da empresa OrthoClinical Diagnostics®. Outro equipamento para análise de bioquímica seca é o FUJI DRI-CHEM da empresa Fujifilm®, citado por autores como Jung *et al* (2011), An *et al* (2022) e Theologou *et al* (2023). Há ainda outras máquinas, como a Heska Dri-Chem 4000, citada por Flatland *et al* (2025).

3 METODOLOGIA

Na primeira etapa, realizou-se análise do controle bioquímico em triplicata como

procedimento padrão antes do processamento das amostras de camundongos, conforme o manual e as diretrizes sobre a viabilidade de métodos analíticos (ASVCP, 2025).

A escolha dos analitos a serem analisados foi de acordo com as fitas reagentes disponíveis no LABME, que ainda estavam válidas. Sendo elas albumina (79 fitas), colesterol total (71 fitas), AST (40 fitas), e ALT (33 fitas).

2.5 Aquisição de amostra biológica

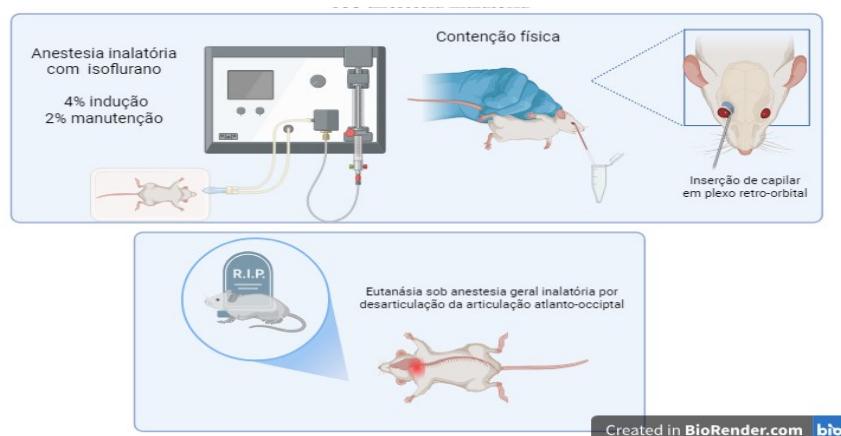
Foram utilizadas amostra de soro de animais jovens, com idade de 3 semanas, de ambos os sexos, pertencentes à espécie *Mus musculus*, linhagem Balb/c. A quantidade total de amostras empregadas no estudo foi de 28, sendo 14 de machos e 14 de fêmeas.

Os animais foram alojados em mini isoladores adequados à espécie e receberam maravalha de *Pinus elliotti*, previamente autoclavada, como substrato para cama, sendo os isoladores dispostos em racks ventilados. A água e a ração fornecidas, também autoclavadas na unidade de manutenção dos animais (REBIR/UFU), foram disponibilizadas de forma irrestrita (*ad libitum*). Os animais foram mantidos em um ciclo de luz/escuro de 12 horas cada, em ambiente com controle de temperatura e umidade, com parâmetros de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\% \pm 5\%$, respectivamente.

As amostras de soro plasmático são coletadas na rotina do biotério para controle de dados zootécnico do REBIR-UFU, foram cedidas para este estudo e seguiu protocolo CEUA A001/22.

A coleta de sangue foi realizada através punção do plexo venoso retro-orbital. Com o animal contido pela pele da região dorsal, uma leve tração foi realizada na região e promoveu a protrusão do globo ocular. Um tubo capilar foi então inserido no canto medial da órbita, em um ângulo de 45 graus em relação ao plano horizontal, sendo rotacionado delicadamente até a obtenção do volume desejado, conforme descrito por Bogdanske (2010) e na figura 6. As amostras foram acondicionadas em microtubos de 1,5 mL, devidamente identificados, com um volume aproximado de 0,5 mL por animal.

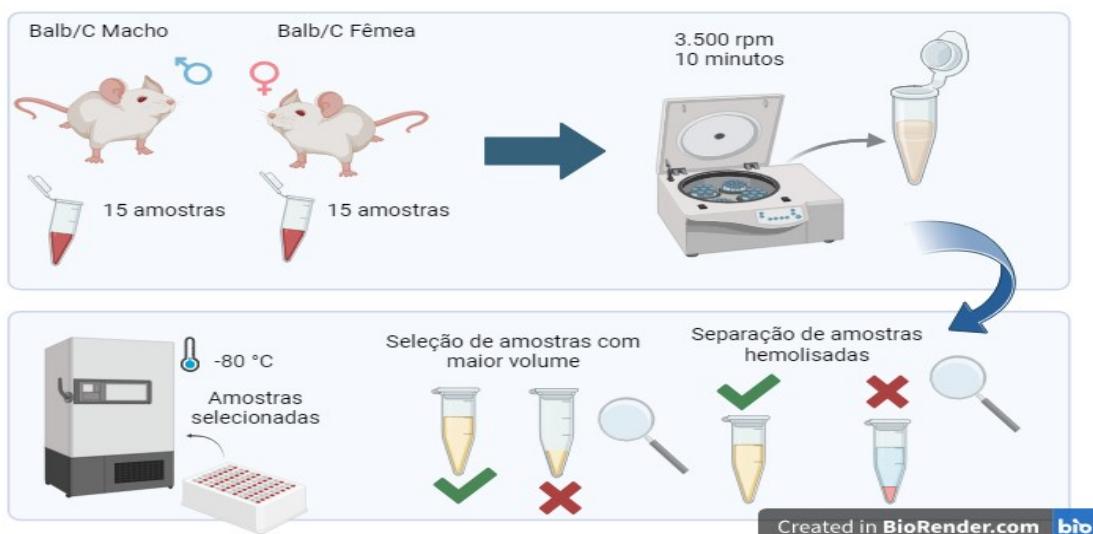
Figura 5 - Coleta de sangue por via retro-orbital em camundongos submetidos a anestesia inalatória com isoflurano



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a quantificação dos analitos bioquímicos plasmáticos, utilizou-se um volume aproximado de 0,4 mL de sangue total, obtido por punção do plexo venoso retro-orbital. As amostras foram acondicionadas em microtubos de 1,5 mL devidamente identificados com o número da amostra, sexo e submetidas a centrifugação a 3.500 rpm por 10 minutos. Após a centrifugação, o soro foi imediatamente criopreservado a -20°C e, posteriormente, transferido para ultrafreezer à temperatura de -80°C para armazenamento a longo prazo, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 6 - Representação gráfica de preparo e armazenagem de amostras de soro plasmático de Balb/c machos e fêmeas anterior a análise de bioquímica seca



Fonte: Fonte: Elaborado pela autora.

Amostras que apresentaram sinais visíveis de hemólise foram sistematicamente descartadas, garantindo a integridade dos dados analíticos. Para a

realização das análises, foram escolhidas as 5 amostras com maior volume e menor grau de hemólise e atribuindo o código F para fêmeas e M para machos, conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 - Relação de amostras selecionadas conforme volume de soro pós-centrifugação em camundongos Balb/C após coleta por via retro-orbital sob anestesia por isoflurano

Fêmea	Volume μl	Macho	Volume μl
F3	200	M1	< 200
F4	< 200	M12	< 200
F5	<200	M13	< 300
F10	< 200	M14	< 200
F11	< 200	M15	< 300
Não selecionadas			
F1	100	M2	< 200
F2	100	M3	200
F6	< 200	M4	< 100
F7	< 200	M5	< 100
F8	100	M6	< 200
F9	100	M7	< 200
F12*	200	M8*	300
F13	200	M9	200
F14	< 200	M10	< 200
F15	100	M11*	> 200

Nota: * refere a amostras com turbidez ou hemólise.

3.1 Controles bioquímicos

Na primeira etapa de avaliação da calibração do equipamento, foi utilizado o controle Qualitrol e Quantinorm, que foram cedidos pelo Laboratório de Clínico Veterinário (LCVET) do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, devido ausência de controle específico do equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®. Posteriormente, em contato com a assistência técnica, houve a orientação de compra de outro controle, o Controle Interno de Bioquímica Veterinária

lote VCB-144, da empresa Controllab®. Consiste em soro liofilizado canino, destinado a monitorar a precisão de análises laboratoriais. Armazenado a temperatura de -20°C, foi reconstituído com água reagente (CLSI/NCCLS) e utilizado imediatamente após ressuspensão, conforme informações da bula.

O produto deve ser mantido entre 2°C e 8°C por até 3 dias, sendo sensível à luz (bilirrubina, CPV) e ao tempo (fosfatases, frutosamina, lactato). Disponível em dois níveis (VCB-144 e VCB-145, 3,0 mL cada), abrange parâmetros como ácido úrico, albumina, glicose, TGO/AST e ureia, com intervalos definidos estatisticamente. Validade até 31/07/2026 (lote VCB-144)

O Controle Interno de Bioquímica Veterinária lote VCB-144 é utilizado para calibrar para os seguintes equipamentos de análise de bioquímica seca: Smart 200™, Mindray BS (120, 200E, 240Pro, Séries), Cobas c111, Labmax Plenno, Audmax Evolution, Vitros (250/350, 5.1 FS, 4600, 5600, XT 7600), Bio 200/2000, URIT-8021A, Humastar 100_200, ChemWell/ChemWell T, PKL 125, Catalyst One, Easylyte/Easylyte Plus, AVL Série 900/9000, Erba EC 90, Humalyte Plus Series, IonPro, Max Ion e 91.80 Electrolyte Analyzer, além de kits de fabricantes como Biotécnica, Bioclin Quibasa, Labtest, Gold Analisa, Kovalent, Ebram, In Vitro Human, Idexx Vet Test e Vida Biotecnologia.

As análises laboratoriais foram realizadas no Analisador de bioquímica seca, sob número de série DC1012012200340 da marca Wondfo Biotech®. Todas as fitas reagentes utilizadas nos ensaios foram conservadas entre 2 e 8°C, conforme instruções do fabricante.

Seguindo as recomendações do fabricante (Controllab, 2024), o frasco de controle foi mantido a temperatura ambiente por 20 minutos para descongelamento. Na reconstituição, utilizou-se 3 ml de água reagente (que atenda aos requisitos do CLSI/NCCLS) e homogeneização com a pipeta automática com filtro sem agitação vigorosa para evitar formação excessiva de espuma. Antes da leitura, inseriu-se o ID Chip respectivo ao lote da fita para calibração de cada reagente. Em seguida, foi pipetado 15 µL do soro controle na fita reagente e inserida no equipamento. Na tela interativa, foi selecionada a opção “teste”, inserido o código da amostra como C1 (Controle 1) para identificação, e iniciou-se a análise automática, como demonstrado da figura 5.

Figura 7: Representação do preparo do controle canino Controllab VCB – 144 e leitura pelo equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo®



Fonte: Elaborada pela autora.

Devido ao baixo volume utilizado ($15 \mu\text{L}$) a amostra pode evaporar rapidamente, por isso as fitas reagentes foram preparadas em separado (uma a uma), imediatamente antes de cada leitura. Vale salientar que esta técnica utiliza a umidade da amostra para a reação química. Sendo assim, é essencial que a pipetagem ocorra imediatamente antes da inserção da fita no equipamento, para evitar que a amostra evapore enquanto aguarda a análise.

Quatro analitos de padrão hepáticos foram selecionados para este estudo, sendo as leituras realizadas nessa ordem de escolha aleatória: 1^a aspartato aminotransferase (AST); albumina; 2^a colesterol total; 3^a aspartato aminotransferase (AST) e 4^a alanina aminotransferase (ALT).

Como o ID Chip do equipamento identifica as fitas por analito devido ao código do lote, a distribuição das baterias de leitura foram organizadas como demonstra a tabela 3, sendo analisado controle, fêmeas e machos respectivamente nessa sequência em cada analito, um por vez.

Tabela 3 - Representação da ordem de execução de cada leitura de analito e amostra no Analisador de Bioquímica Seca VET Celer

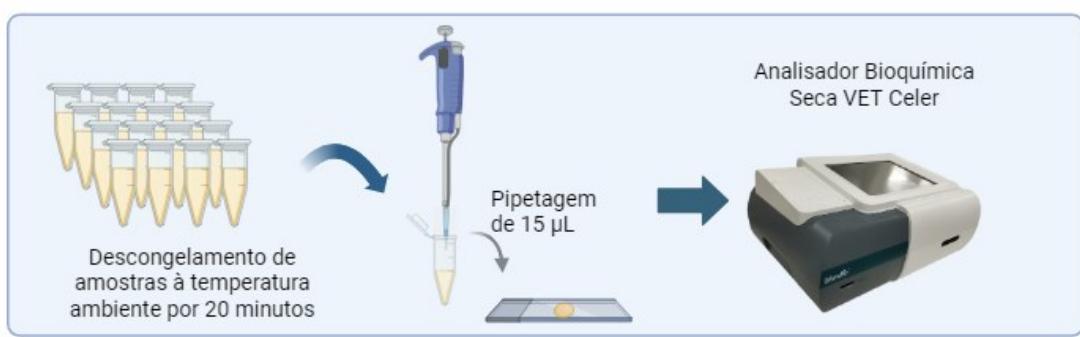
Ordem de leitura dos analito e fitas		
1º analito	AST	120 segundos cada
2º analito	Albumina	60 segundos cada
3º analito	Colesterol total	145 segundos cada

4º analito	ALT			120 segundos cada	
	C1	4 ^a	F3	9 ^a	M1
1 ^a					
2 ^a	C2	5 ^a	F4	10 ^a	M2
3 ^a	C3	6 ^a	F5	11 ^a	M3
		7 ^a	F10	12 ^a	M14
		8 ^a	F12	13 ^a	M15

*Nota. C= controle; F= fêmea; M= macho

Na avaliação do soro das amostras de camundongos linhagem Balb/c repetiu-se a mesma metodologia da leitura dos controles, conforme figura 8.

Figura 8 - Representação do procedimento de pipetagem para leitura de amostras de soro de pelo equipamento Analisador Bioquímica Seca VET Celer



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Análise dos resultados

Para avaliar a técnica de bioquímica seca no equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo® foram estimados e registrados os erros analíticos através do cálculo de Erro Total obtido (TEobs) e sua comparação com o Erro Total permitido (Etp) para cada analito conforme as diretrizes do ASVCP. O Etp define o erro aleatório e inexatidão (viés), e determina se a interpretação clínica pode ser afetada através da determinação da variação aceitável da medição. O desempenho do equipamento é satisfatório quando o TEobs for menor que o Etp. Caso contrário, é necessário identificar e corrigir os erros metododológicos ou calibração do equipamento (Silvano, 2022).

Inicialmente, foram calculados os valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação percentual (CV%) a partir dos dados obtidos no controle interno de qualidade. Em seguida, determinou-se o viés percentual (%) por meio da seguinte equação:

Viés(%) = $\frac{Mb-Mo}{Mb} \times 100$, onde Mb corresponde à média da bula fornecida nos kits comerciais e Mo a média observada dos valores obtidos ao aplicar o soro controle no equipamento.

Na etapa seguinte, foi calculado o Erro Total Observado (TEobs) do sistema analítico, utilizando-se os valores de CV% e viés (%) previamente obtidos, conforme a fórmula:

$$\text{TEobs} = 2\text{CV}\% + |\text{Viés } (\%)|$$

4 RESULTADOS

Os resultados das leituras em triplicata do controle canino estão sumarizados na tabela 4.

Tabela 4 - Análise- de desvio padrão (DP), Viés, e total de erro observado (TEobs) do controle canino Controllab Lote VCB – 144 para acurácia do equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo

Controllab Lote VCB-144					
Data: 30/05/2025 Bioquímica Seca					
ALT	Valor em U/L	DP	CV	Viés %	TEobs
Fita 1	69,10				
Fita 2	53,30				
Fita 3	51,00	9,85	17,05%	36,64	64,04%
Média	57,80				
AST	Valor em U/L	DP	CV	Viés %	TEobs
Fita 1	≤50				
Fita 2	55				
Fita 3	59	2,83	4,96%	-8,21	88,16%
Média	57,00				
Albumina	Valor em g/L	DP	CV	Viés %	TEobs
Fita 1	20,7				
Fita 2	21,6	0,80	3,72%	11,51	18,13%
Fita 3	22,3				

Média	21,53
<hr/>	
Colesterol Total	Valor em mmol/L
	DP
	CV
	Viés %
	TEobs
Fita 1	2,3
Fita 2	2,3
Fita 3	2,2
Média	2,27

Tabela 5 - Resultados bioquímica seca das amostras de soro plasmático de fêmeas Balb/C

Fêmeas Balb/C							
ALT	Valor em U/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
F 3	62,20						
F 4	62,90						
F 10	78,9	15,85	21,16%	7,93	13,04	73,28	76,57
F12	95,70						
Média	74,93						
AST	Valor em U/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
F 3	84						
F 4	86						
F 5	80						
F10	92	9,74	12%	4,35	7,16	79,96	83,25
F12	66						
Média	81,60						
Albumina	Valor em g/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
F 3	31,5						
F 4	34,8						
F 5	33,3						
F10	35,5	1,60	5%	0,72	1,18	32,34	35,63
F12	34,8						
Média	33,98						
Colesterol Total	Valor em mmol/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
F 3	2,1						
F 4	2,6	0,19	8%	0,09	0,14	0,74	4,03
F 5	2,3						

F10	2,5
F12	2,4
Média	2,38

*Nota:DP: Desvio Padrão; EP: Erro Padrão; ME: Margem de Erro; IC: Intervalo de Confiança.

Tabela 6 - Resultados bioquímica seca das amostras de soro plasmático de machos Balb/c

Macho Balb/c							
ALT	Valor em U/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
M 2	102,30						
M 3	81,60						
M 14	62,90	18,23	21,06%	9,12	14,99	97,76	101,05
M 15	99,40						
Média	86,55						
AST	Valor em U/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
M 1	86						
M 2	94						
M 3	80						
M 14	95	6,36	7%	2,85	4,68	83,36	86,65
M 15	85						
Média	88,00						
Albumina	Valor em g/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
M 1	29,9						
M 2	34,0						
M 3	36,6						
M 14	34,7						
M 15	34,7						
Média	33,98						
Colesterol Total	Valor em mmol/L	DP	CV	EP	ME	Limite Inf. IC 90%	Limite Sup. IC 90%
M 1	2,7						
M 2	2,7						
M 3	3						
M 14	2,5	0,19	7%	0,08	0,14	0,96	4,25
M 15	2,6						
Média	2,70						

*Nota:DP: Desvio Padrão; EP: Erro Padrão; ME: Margem de Erro; IC: Intervalo de Confiança.

5 DISCUSSÃO

Em estudos anteriores como os Sindhu *et al.* (2025) compararam, o desempenho de dois analisadores de bioquímica seca: Vitros 5600 e Vitros 250 utilizando controles internos de qualidade. Os pesquisadores concluíram que o analisador de Vitros 5600 demonstrou superioridade analítica, com coeficientes de variação significativamente menores em múltiplos analitos, exceto para fósforo, que apresentou correlação negativa ($r = -0,758$; $p < 0,0001$), sugerindo viés sistemático. A análise de Bland-Altman da pesquisa revelou diferenças mínimas entre os sistemas. Os autores concluíram que o Vitros 5600 oferece maior precisão, reforçando a necessidade de avaliações estatísticas periódicas além dos controles de rotina para garantir confiabilidade analítica em laboratórios clínicos.

Thapa *et al.* (2023) realizaram a comparação de resultados de bioquímica úmida com a bioquímica seca, também no analisador bioquímico VITROS da OrthoClinical Diagnostics com controles internos. O estudo aponta alto nível de correlação e concordância entre as duas metodologias, porém destaca que a escolha do método deve se ater a demanda e limitações do laboratório.

No trabalho de An *et al* (2022), os autores utilizaram o equipamento Fuji Dri-Chem 7000i (Fujifilm) na mensuração de proteína C- reativa canina. Os resultados do estudo demonstraram que é necessário um curto tempo de análise e boa precisão, já que apresentou CV de 3,6%, valor abaixo do recomendado para análise do estudo (12,2%). Também apresentou TEobs (13.1%) e viés baixo (-5,9%), quando comparado as taxas recomendadas de 29,3% e 9,5%, respectivamente. Contudo, o viés direcionado (calculado via regressão de Deming) excedeu o viés médio (-8,6%), indicando possíveis discrepâncias em faixas específicas de concentração.

Mesmo no emprego da técnica de bioquímica seca em equipamentos de empresas diferentes, todas os trabalhos citados ressaltam a rapidez das análises e a importância da calibração na rotina do laboratório.

Há fortes indícios de perda de calibração perda ou erro sistemático no equipamento utilizado nesta pesquisa, pois três parâmetros críticos apresentaram desvios significativos em relação aos valores de referência do controle VCB-144 para cães: A análise dos dados de controle de qualidade revelou inconsistências significativas no desempenho do analisador de bioquímica seca, particularmente no que diz respeito à

exatidão e precisão. Para a ALT, o coeficiente de variação (CV) de 17,05% e o viés de +36,64% ultrapassaram amplamente os limites aceitáveis (ideal <12%), indicando imprecisão e erro sistemático pronunciado. O erro total observado (TEobs) de 64,04% corrobora a inadequação do método, sugerindo falhas na calibração ou interferências analíticas. Padrões semelhantes foram observados no colesterol total, onde, apesar de um CV aceitável (2,55%), o viés de -66,67% e o TEobs de 71,19% denotam um desvio metodológico grave, possivelmente associada a necessidade de calibração ou inadequação do controle.

Em contraste, a albumina apresentou desempenho satisfatório, com CV de 3,72% e TEobs de 18,13%, ainda que o viés de +11,51% aponte para uma tendência sistemática moderada. Entretanto, a AST, apesar da precisão adequada (CV de 4,96%), exibiu um TEobs de 88,16%, incompatível com padrões de qualidade, o que pode indicar erro não captado pelo CV isoladamente.

Na comparação, os dados indicam diferenças entre machos e fêmeas. Para a ALT, os machos apresentaram média superior (86,55 U/L vs. 74,93 U/L), porém o elevado CV (>21%), em ambos os grupos, sugere imprecisão. O AST também foi demonstrado com média ligeiramente maior em machos (88,00 U/L vs. 81,60 U/L), mas o CV aceitável (<12%) nas fêmeas contrastou com a perda da calibração prévia observada (TEobs elevado), indicando que a diferença pode não ser real. A albumina apresentou médias idênticas (33,98 g/L), mas o CV foi maior para amostras de machos (7% vs. 5%). O colesterol total foi superior em machos (2,70 vs. 2,38 mmol/L), mas o viés prévio de -66,67% no controle sugere que os valores absolutos podem estar subestimados, invalidando comparações diretas.

No trabalho de Barbosa *et al.* (2017), também foi constatado que machos apresentaram valores de AST e ALT superiores aos das fêmeas, achado que corrobora os resultados apresentados na pesquisa de Araújo (2012).

Esses achados reforçam a necessidade de revisão da calibração, avaliação dos materiais de controle e verificação de interferências, conforme preconizado por diretrizes de validação analítica QALS-ASVCP (2013). A persistência de tais discrepâncias comprometeu a confiabilidade dos resultados, exigindo intervenções técnicas imediatas para garantir conformidade com requisitos analíticos e clínicos.

Em contato realizado com a importadora Celer, responsável pela calibração do equipamento, foi confirmado que o único controle validado para o referido dispositivo seria o soro canino da empresa Controllab. No entanto, na bula do produto fornecido, não

há menção ao equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo. A fabricante esclarece que, caso o sistema analítico não esteja descrito no documento (como ocorre nesta), é possível estabelecer uma parceria para que o sistema seja submetido a testes e posteriormente incluído na bula. Adicionalmente, não há referência a padrões específicos para a leitura de AST e ALT.

Os resultados da análise bioquímica seca de perfil hepático de amostras de *Mus musculus*, linhagem Balb/c mantidos da Rede de Biotérios de Roedores da UFU de ambos os gêneros, utilizando o equipamento Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo® demonstraram haver tendência para diferencia entre machos e fêmeas, porém diante de tantas inconsistências não foi possível determinar com precisão.

A técnica de bioquímica seca é citada como eficaz por vários autores, porém este equipamento não pode ser utilizado no Labme UFU, pois necessita de controles adequados, melhor calibração e maior comprometimento das empresas que importam e revendem esse tipo de equipamento.

A análise comparativa dos manuais Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo e BIO-2000IL revelou diferenças significativas em termos de complexidade, manutenção, e processos operacionais. Essas discrepâncias se revelaram inclusive na leitura dos manuais de usuário. Enquanto o Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo tem linguagem mais clara e concisa – porém sem se aprofundar muito na descrição das técnicas, o BIO-200IL tem uma abordagem técnica profunda.

O Chemcare Dry Chemistry Analyzer Wondfo apresentou-se como um sistema simplificado, com operação intuitiva via interface *touchscreen*, sujeito a menos falhas operacionais e calibração automática através de ID Chip, o que reduz a necessidade de intervenção manual, acelera o processamento e requer um treinamento menos complexo do usuário. No entanto, é limitado somente a técnica de colorimetria fotoelétrica de química seca e depende de assistência técnica para manutenções, gerando uma menor autonomia e flexibilidade operacional.

Por outro lado, o BIO-2000IL destaca-se pela versatilidade, suportando múltiplas metodologias além de permitir programações personalizadas. Obviamente essa flexibilidade implica em uma maior complexidade operacional, apresentando mais pontos críticos de controle, e requerendo treinamento especializado do usuário, manutenção preventiva frequente, como calibração semanal da bomba peristáltica e monitoramento rigoroso da cubeta de fluxo.

6 CONCLUSÃO

Apesar do potencial promissor da técnica após recalibração, os testes realizados apresentaram desconformidades significativas em relação às diretrizes da QALS-ASVCP (2013), com erro total observado (TEobs%) inaceitável em todos os parâmetros. Foram identificados desvios sistemáticos graves e imprecisão nas análises de ALT e colesterol, comprometendo a confiabilidade dos dados, especialmente na comparação entre sexos. A perda de calibração do equipamento pode ter mascarado ou exagerado diferenças biológicas, tornando inválida a definição de intervalos de referência bioquímica para os camundongos do REBIR-UFU.

Após a calibração correta do equipamento, será possível realizar novas pesquisas incluindo todos os analitos da máquina, além do padrão hepático e realizar a determinação de um intervalo de referência dos parâmetros bioquímicos de camundongos mantidos no REBIR – UFU. Em um futuro estudo poderá ser possível analisar amostras de linhagem Balb/c e C57Bl.

REFERÊNCIAS

- AN, S. A.; OH, Y. I.; CHOI, U. S.; LEE, J. B.; SEO, K. W. **Evaluation of the Randox and Fuji Dri-Chem vs CRP-P assays of canine C-reactive protein.** Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, v. 34, n. 5, p. 842–847, 2022. <https://doi.org/10.1177/10406387221108450>.
- AMERICAN SOCIETY FOR VETERINARY CLINICAL PATHOLOGY (ASVCP). **Quality Control Guidelines.** Disponível em: <http://asvcp.org.pubs/pdf/ASVCPQualityControlGuidelines.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2025.
- AMERICAN SOCIETY FOR VETERINARY CLINICAL PATHOLOGY (ASVCP). **Guidelines for Allowable Total Error (Biochemistry).** Disponível em: <http://www.asvcp.org>. Acesso em: 4 abr. 2025.
- ARAÚJO, Fernanda Trindade Madeira. **Estabelecimento de valores de referência para parâmetros hematológicos e bioquímicos e avaliação do perfil imunológico de linhagens de camundongos produzidas nos biotérios do Centro de Pesquisas René Rachou / FIOCRUZ – Minas e do Centro de Criação de Animais de Laboratório / FIOCRUZ.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2012.
- BARBOSA, Brenna de Sousa et al. **Perfil Hematológico E Bioquímico De Camundongos Da Linhagem Balb-C.** Acta Scientiae Veterinariae, Porto Alegre, v. 45, p. 1477, 2017.
- BIOPLUS. **Manual do Usuário BIO-2000IL.** Barueri, SP: Bioplus, 2014.
- BOGDANSKE, John J. et al. **Laboratory Mouse Procedural Techniques:** manual. 2010. DOI: 10.1201/9780429187940.
- BURTIS, C. A.; ASHWOOD, E. R.; BRUNS, D. E. **Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics.** 6. ed. St. Louis: Elsevier, 2018. Cap. 20, p. 604-607. DOI: 10.1016/B978-1-4160-6164-9.00020-8.
- BURTIS, C. A.; ASHWOOD, E. R.; BRUNS, D. E. **Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics.** 6. ed. St. Louis: Elsevier, 2018. Cap. 3: "Interferences in Clinical Chemistry Tests", p. 45-72. DOI: 10.1016/B978-1-4160-6164-9.00003-8.
- CELLER. **Manual do Usuário Celer Analisador de Bioquímica Seca VET.** Belo Horizonte: Celer Biotecnologia S/A, 2021.

CONTROLLAB. **Manual Controle Interno Bioquímica Veterinária Canina.** Versão 1, dez. 2024. 20 p.

FRIEDRICH, Kristen R. et al. **ASVCP Reference Interval Guidelines: Determination Of De Novo Reference Intervals In Veterinary Species And Other Related Topics.** Veterinary Clinical Pathology, Madison, v. 41, n. 4, p. 441-453, 2012. DOI: 10.1111/vcp.12006.

Disponível

em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vcp.12006>. Acesso em: 6 abr. 2025.

GÁSPAR, L. **General Laboratory Methods.** In: ISTVÁN, K. Methods of Protein Analysis. Tradução de CHALMERS, R. A. John Wiley & Sons, 1984. Cap. 2.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, Sérgio Ceroni da. **Introdução À Bioquímica Clínica Veterinária.** 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2017.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. M. **Determination Of Serum Proteins By Means Of The Biuret Reaction.** Journal of Biological Chemistry, v. 177, p. 751-766, 1949.

GUIMARÃES, A. C. et al. **O Laboratório Clínico E Os Erros Pré-Analíticos.** Revista HCPA, v. 31, n. 1, p. 66-72, 2011.

IFCC. **Recommendations for Reference Method for the Measurement of Catalytic Concentration of Enzymes.** Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, v. 40, n. 6, p. 631-634, 2002.

INTERNATIONAL FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY (IFCC). **Recommendations for measurement of catalytic concentration of enzymes.** Clinica Chimica Acta, v. 158, n. 1, p. 1-120, 1986. DOI: 10.1016/0009-8981(86)90042-4.

INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY (IUBMB). **Enzyme Nomenclature:** EC 2.6.1.1 — Aspartate aminotransferase. 2023. Disponível em: <https://www.qmul.ac.uk/sbcs/iubmb/enzyme/EC2/6/1/1.html>. Acesso em: 2 abr. 2025.

JUNG, S.-H. et al. **Application Of Automatic Dry Chemistry Analyzer (Fuji Dri-Chem 3000) Used To Hematological Analysis Of Cultured Freshwater Fish In Low Temperature Season.** Journal of Fish Pathology, v. 24, n. 3, p. 247-254, 2011. DOI: 10.7847/jfp.2011.24.3.247.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Guia Para El Cuidado Y Uso De Animales De Laboratorio.** Bethesda: NIH, 1985. (NIH Publication, n. 90-23S).

PENA, J. D. O. Prefácio. In: **Pesquisa Na Área Biomédica: Do Planejamento À Publicação.** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 15.

PRATT, D. S.; KAPLAN, M. M. **Evaluation of Abnormal Liver Enzymes**. New England Journal of Medicine, v. 342, n. 17, p. 1266-1271, 2000.

QUIBASA QUÍMICA BÁSICA LTDA. **Albumina Monoreagente (REI K040)**: Instruções de Uso. Belo Horizonte: Bioclin, 2019. Disponível em: https://quibasa.bioclin.com.br/anexos/INSTRUCOES_ALBUMINA.pdf. Acesso em: 16 abr. 2025.

SANTOS, C. F. B.; ASSIS, S. P. O. **Determinação do perfil hepático e renal de camundongos tratados com 1,2,3-triazóis ligados à ftalimida**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE, 2., 2017. Anais... 2017. p. 1-6.

SCHNEIDER, A. J. et al. **Vitamin B6 Deficiency And Its Impact On Transaminase Assays**. Clinical Chemistry, v. 42, n. 8, p. 1295-1300, 1996. DOI: 10.1093/clinchem/42.8.1295.

SILVANO, Daniele. **Erro Total Permitido (ETP) Para Os Principais Parâmetros Hematológicos E Bioquímicos No Laboratório Veterinário**. 2022. Disponível em: <https://www.danisilvano.com.br>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SINDHU, E. et al. **Comparison of Analytical Performance of Dry Chemistry Analysers Vitros 5600 and Vitros 250: A Cross-sectional Study**. National Journal of Laboratory Medicine, 2025. <https://doi.org/10.7860/NJLM/2025/67956.2890>

THAPA, S. et al. **Agreement Of Results Between Dry And Wet Chemistry System For Common Clinical Chemistry Parameters**. Journal of Pathology of Nepal, v. 13, p. 2059–2065, 2023. <https://doi.org/10.3126/jpn.v11i1.31244>

THEOLOGOU, P. et al. **B-026 Evaluation of Colorimetric and Electrolyte Test Assays on the Fuji Dri-Chem NX700I Clinical Chemistry Analyzer**. Clinical Chemistry, v. 69, Supplement_1, p. hvad097.369, 2023. DOI: 10.1093/clinchem/hvad097.369.

ZANETTI, N. J. et al. **Comparação Dos Interferentes Nas Metodologias De Química Líquida E Química Seca Na Fase Pré-Analítica Dos Exames Laboratoriais**. Revista Brasileira de Análises Clínicas, v. 54, n. 2, p. 139–147, 2022. <https://doi.org/10.21877/2448-3877.202200020>