

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**INGRID BROMERSCHENKEL**

**PROTEINOGRAMA SÉRICO, NÍVEL GLICÊMICO E MENSURAÇÃO DE PESO EM  
POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

**ALEGRE-ES**

**2014**

INGRID BROMERSCHENKEL

**PROTEINOGRAMA SÉRICO, NÍVEL GLICÊMICO E MENSURAÇÃO DE PESO EM  
POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Braga Martins

ALEGRE-ES

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Bromerschenkel, Ingrid, 1984-

B868p Proteinograma sérico, nível glicêmico e mensuração de peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador / Ingrid Bromerschenkel. – 2014.

104 f. : il.

Orientador: Carla Braga Martins.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Eletroferese. 2. Glicemia. 3. Estimativa de peso. I. Martins, Carla Braga. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 619

---

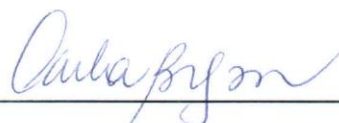
INGRID BROMERSCHENKEL

**PROTEINOGRAMA SÉRICO, NÍVEL GLICÊMICO E MENSURAÇÃO DE PESO EM  
POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

Dissertação apresentada do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovado em 25 de fevereiro de 2014

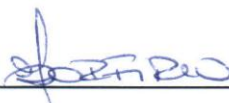
**COMISSÃO EXAMINADORA**



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Braga Martins**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Graziela Barioni**  
Universidade Federal do Espírito Santo



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lenir Cardoso Porfírio**  
Universidade Federal do Espírito Santo

Ao meu pai Ricardo e meu filho Gabriel.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo, me ajudando nos momentos mais difíceis.

A Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade de aprendizado.

A Professora Carla Braga Martins, pela orientação, ensinamentos e a amizade durante todo esse período.

Ao meu pai Ricardo Bromerschenkel, por ser a minha inspiração de sempre querer buscar mais conhecimento, e por sempre me apoiar.

Ao meu filho Gabriel, pela compreensão por todas as vezes que não pude te dar a atenção necessária.

Ao meu irmão Jackson, que apesar da distância sempre me incentivou.

Ao Guilherme, que foi o meu refúgio durante este período. Obrigado por tudo.

A todos os professores do DMVET, que estiveram diretamente ou indiretamente ligados ao experimento. Obrigado por fazerem que isso se tornasse possível.

Aos colegas Larissa, Márcio, Fernanda, Laura e Lohaine, que participaram das diversas etapas do experimento.

Ao criador, José Maurício Guerra, por ceder os seus animais, para que esse experimento fosse realizado.

A todos os amigos, colegas e professores que me apoiaram durante essa jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

Agradeço a todos.

“Se o homem carrega a sua própria lanterna, não precisa ter medo do escuro”.

**Maxima judaica**

“Todos querem o perfume das flores, mas poucos sujam suas mãos para cultivá-las”.

**Augusto Cury**

## RESUMO

BROMERSCHENKEL, INGRID. **Proteinograma sérico, nível glicêmico e mensuração de peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

Na clínica equina frequentemente se depara com a dificuldade de interpretar resultados de exames bioquímicos devido a escassas referências para a comparação. A glicose é o principal substrato utilizado pelo organismo para a realização de diferentes funções biológicas. A glicose sanguínea está em constante fluxo, sendo transportada a diversas partes do corpo e em cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e condições fisiológicas. A literatura cita inúmeros modelos matemáticos para estimativa de peso em cavalos, com base em medidas corporais e fitas métricas adaptadas. Entretanto, esses nem sempre são adaptados para todas as raças e idades, e algumas técnicas de estimativa de peso corporal reproduzem resultados mais precisos que outros dependendo desses fatores. Dessa forma, este estudo objetivou estabelecer as concentrações séricas proteicas de potros saudáveis da raça Mangalarga Marchador no período neonatal; avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia, considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial; determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil está de acordo com a Food and Drug Administration; determinar as concentrações plasmáticas de glicose durante o período neonatal utilizando-se o teste laboratorial; comparar quatro metodologias para a mensuração de peso e verificar a precisão de cada uma delas em relação ao peso real do animal mensurado em balança comercial. Não houve variação significativa das frações proteicas entre os momentos estudados. Os potros estudados não apresentaram alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal. O glicosímetro portátil demonstrou precisão similar ao teste laboratorial na determinação dos níveis glicêmicos em potros neonatos. A média da taxa de erro do glicosímetro permaneceu dentro do limite exigido pela Food and Drug Administration. Em potros com 12 horas até 30 dias de idade pode-se adotar a F2 e



FMAPE como método alternativo para mensuração de peso, já que os resultados de dessas metodologias não diferiram do obtido pela balança.

**Palavras-chave:** eletroforese; estimativa de peso; glicose sanguínea.

## ABSTRACT

BROMERSCHENKEL, INGRID. **Serum proteinogram, glycemic level measurement and weight in Mangalarga Marchador neonatal foals.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

In equine clinic often faced with the difficulty of interpreting results of biochemical tests due to scant references for comparison. Glucose is the main substrate used by the body to perform different biological functions. Blood glucose is in constant flux, being transported to various parts of the body and within each animal species variations of glycemia primarily a function of age, diet and physical conditions occur. The literature cites a number of mathematical models to estimate horses weight, based on body measurements and adapted tapes generated by these models. However, these models or weight tapes are not always suitable for all breeds and ages, and some techniques for estimating body weight reproduce more accurate results than others depending on these factors. Thus, this study aimed to establish the protein serum concentrations in healthy foals Mangalarga Marchador the neonatal period; evaluate the use of portable glucometer for blood glucose measurements, considering how control the results measured by laboratory test and determine if the variation of glycemia measured by portable glucose is in agreement with the Food and Drug Administration; determine plasma glucose concentrations during the neonatal period using laboratory testing and; compare four methods for measuring weight and verify the accuracy of each in relation to the actual weight of the animal measured in trade balance. There was no significant variation of protein fractions between the times. The foals were no significant changes in glucose concentrations during the neonatal period. The portable glucose showed similar accuracy for laboratory test to determine glucose levels in neonatal foals. The average rate of glucometer error remained within the limits required by the Food and Drug Administration. And in foals 12 hours to 30 days old can adopt the F2 and FMAPE as an alternative method for measuring weight, since the results of any of these methodologies differ measured by the scales.

**Key-words:** electrophoresis; weight estimates; blood glucose

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
Figura 1-	Valores séricos normais de proteína total, albumina, globulinas, alfa globulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas em potros neonatos em diferentes momentos.....	20
Figura 2-	Proteinograma eletroforético com a diferenciação das frações albumina, alfa globulina-1, alfa globulina-2, betaglobulinas e gamaglobulinas.....	23
Figura 3-	Fórmulas utilizadas para a mensuração do peso em equinos..	33
Figura 4-	Imagem ilustrativa das regiões de mensuração do comprimento corporal (A) e perímetro torácico (B) no equino..	34
Figura 5-	Nomograma para estimar o peso corporal em kg por meio do escore de condição corporal e medida da altura do corpo em palmos.....	35
Figura 6-	Percentuais e oscilações de albumina, alfa-1-globulinas, alfa-2-globulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas de acordo com o momento de colheita em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....	52
Figura 7-	Valores médios de proteína total, albumina e globulinas séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....	53
Figura 8-	Média das concentrações glicêmicas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos pelo teste laboratorial.	

	Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.....	67
Figura 9-	Valores médios da glicemia mensurada pelo teste laboratorial e glicosímetro portátil em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.....	70
Figura 10-	Variações percentuais de erro entre os resultados da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos dos testes laboratoriais. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.....	71
Figura 11-	Fórmulas utilizadas para a mensuração do peso em equinos.....	84
Figura 12-	Imagem fotográfica das regiões de mensuração do comprimento corporal (A) e perímetro torácico (B) no equino.....	85
Figura 13-	Variações entre as quatro metodologias utilizadas para a mensuração do peso em relação ao peso real obtido por balança, em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, em diferentes momentos.....	89

## LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

ES – Espírito Santo

F1 – Fórmula 1

F2 – Fórmula 2

F3 – Fórmula 3

FAMPE – Fita para Medida de Altura e Pesagem comercial padrão para Equinos

FCD – Food and Drug Administration

GP – Glicosímetro Portátil

Nº - Número

rpm – Rotações por minuto

SP – São Paulo

TL – Teste Laboratorial

## LISTA DE SIMBOLOS

% - Porcentagem

cm – Centímetros

dL – Decilitro

g – Grama

Kg – Quilograma

m – Metro

mg – Miligrama

mL – Mililitro

°C – Graus Celsius

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
Tabela 1-	Valores médios e desvios padrões de alfa-2-globulinas, beta-globulinas e proteína total séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....	50
Tabela 2-	Valores medianos e desvios interquartílicos de albumina, alfa-1-globulinas e gamaglobulinas séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....	50
Tabela 3-	Valores médios de albumina, globulinas e proteína total séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador e o índice albumina:globulina .....	52
Tabela 4-	Valores médios e desvios padrões da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil.....	69
Tabela 5-	Medianas e desvios interquartílicos da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil com 15 dias de vida (E).....	69
Tabela 6-	Medianas e desvios interquartílicos dos pesos (kg) de potros com até 12 horas após o nascimento mensurados por diferentes metodologias.....	86
Tabela 7	Médias e desvios padrão dos pesos (kg) de potros com 15 dias de idade mensurados por diferentes metodologias.....	87
Tabela 8	Médias e desvios padrão dos pesos (kg) de potros com 30 dias de idade mensurados por diferentes metodologias.....	87

# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
2.1 Período neonatal em equinos.....	18
2.2 Proteinograma sérico em neonatos equinos.....	18
2.2.1 Classificação das proteínas do plasma e soro sanguíneo.....	18
2.2.2 Variações das proteínas séricas no neonato equino.....	19
2.2.3 Métodos para determinação das proteínas plasmáticas e séricas.....	21
2.2.4 Alterações nas concentrações das proteínas séricas.....	24
2.3 Mensuração da glicemia em potros neonatos.....	25
2.3.1 Glicose.....	25
2.3.2 Controle da glicemia.....	25
2.3.3 Níveis glicêmicos em potros neonatos.....	26
2.3.4 Mensuração dos níveis glicêmicos.....	27
2.3.5 Variações dos níveis glicêmicos em potros neonatos.....	28
2.3.6 Aplicação da mensuração glicêmica na clínica neonatal equina.....	30
2.3.7 Considerações relevantes para a avaliação da glicemia.....	30
2.4 Metodologias para mensuração do peso em potros neonatos.....	32
2.4.1 Importância da mensuração do peso.....	32
2.4.2 Metodologias para a mensuração do peso.....	32
<b>3. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO 1: Proteinograma sérico de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador</b> .....	<b>41</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>42</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>44</b>
<b>4. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>48</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>



<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 2: Uso do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....</b>	<b>58</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>59</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>61</b>
<b>9. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>63</b>
<b>10. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>65</b>
<b>11. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>12. CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
<b>13. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 3: Comparação entre diferentes metodologias para a mensuração do peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.....</b>	<b>76</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>77</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>79</b>
<b>14. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>15. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>83</b>
<b>16. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>86</b>
<b>17. CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>19. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>92</b>
<b>APENDICE A- Trabalho a ser submetido para publicação na revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.....</b>	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A fase neonatal em equinos se inicia ao nascimento e se estende até que o animal complete o primeiro mês de vida (ROSSDALE; RICKETTS, 1979), onde são submetidos a desafios e sofrem diferentes adaptações fisiológicas (FREY JÚNIOR, 2006).

A concentração sérica de proteínas de animais neonatos pode sofrer variação por influência de alguns fatores como a ingestão de colostro, idade (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000), estado nutricional, estresse e perda de fluidos (BERNARD; REIMER, 1994; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997; MORI, et al., 2003). Na clínica equina frequentemente se depara com a dificuldade de interpretar resultados de exames bioquímicos devido a escassas referências para a comparação.

A glicose é o principal substrato utilizado pelo organismo para a realização de diferentes funções biológicas (GONZÁLES; SILVA, 2006). A glicose sanguínea está em constante fluxo, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo (CAPEN, 1998) e dentro de cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e das condições fisiológicas (GONZÁLES; SILVA, 2006).

A literatura cita inúmeros modelos matemáticos para estimativa de peso em cavalos, com base em medidas corporais e fitas métricas adaptadas, geradas por esses modelos (CARROLL; HUNTINGTON, 1988; HALL, 1971; MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990; TORRE; JARDIM, 1985; WAGNER; TYLER, 2011), entretanto, esses modelos ou fitas de peso nem sempre são adaptados para todas as raças e idades, e algumas técnicas de estimativa de peso corporal reproduzem resultados mais precisos que outros dependendo desses fatores (HOFFMANN et al., 2013).

Dessa forma, este estudo objetivou: estabelecer as concentrações séricas proteicas de potros sadios da raça Mangalarga Marchador no período neonatal; avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia; determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil está de acordo com a Food and Drug Administration; determinar as

concentrações plasmáticas de glicose durante o período neonatal utilizando-se o teste laboratorial e; comparar quatro metodologias para a mensuração de peso.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Período neonatal em equinos**

O período neonatal se inicia ao nascimento e se estende até que o potro complete um mês de vida (ROSSDAL; RICKETTS, 1979). Nessa fase são submetidos a desafios e sofrem diferentes adaptações fisiológicas (FREY JÚNIOR, 2006).

As primeiras 24 horas de vida são as que exigem maiores cuidados, e se for observada alguma anormalidade durante este período a intervenção deve ser o mais rápido possível, para minimizar e prevenir consequências mais graves (PRESTES; LADIM ALVARENGA, 2006).

### **2.2 Proteinograma sérico em neonatos equinos**

#### **2.2.1 Classificação das proteínas do plasma e soro sanguíneo**

Os dois tipos principais de proteínas plasmáticas ou séricas são albumina e globulinas (KERR, 2003). A albumina está em maior quantidade que as globulinas e, responde por cerca de 80% da pressão oncótica do sangue, impedindo que a água passe do sangue para os tecidos. Também é uma importante proteína transportadora, com significativa participação no transporte de ácidos graxos livres, ácidos biliares, bilirrubina, cálcio, hormônios e medicamentos. A albumina é sintetizada no fígado, atinge a corrente sanguínea e sua metabolização ocorre na maioria dos tecidos. A meia vida da molécula de albumina circulante é cerca de 20 dias em equinos (LASSEN, 2007).

Dentro do grupo das globulinas tem-se um grupo heterogêneo de proteínas grandes, mas de tamanho variável. Abrangem vários tipos de moléculas de anticorpos, outras proteínas que atuam no sistema imune, fatores de coagulação, enzimas e proteínas transportadoras de lipídios, vitaminas, hormônios, hemoglobina

extracelular e íons metálicos. Em função de sua mobilidade eletroforética geralmente são classificadas em alfa, beta e gamaglobulina (LASSEN, 2007).

A fração alfa globulina inclui uma globulina ligada a tiroxina, transcortina, lipoproteína, ceruloplasmina, haptoglobulina, antitrombina III e alfa<sub>2</sub>-macroglobulina. Essas proteínas são sintetizadas no fígado (ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006; LASSEN, 2007; SILVA et al., 2008).

A fração betaglobulina inclui outras lipoproteínas, transferrina e ferritina, proteína C-reativa, componentes do complemento, plasminogênio e fibrinogênio. Moléculas de imunoglobulinas dos tipos IgM e IgA também podem migrar para a fração betaglobulina durante o fracionamento eletroforético, sendo que estas são produzidas nos tecidos linfoides em resposta a estímulo antigênico (ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006; LASSEN, 2007; SILVA et al., 2008).

A fração gamaglobulina é composta de imunoglobulinas e pode conter todos os tipos de imunoglobulinas. Essas proteínas também são sintetizadas nos tecidos linfoides em resposta a estímulo antigênico (ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006; LASSEN, 2007; SILVA et al., 2008).

### **2.2.2 Variações das proteínas séricas no neonato equino**

A concentração sérica de proteínas de neonatos pode variar por influência de alguns fatores como a ingestão de colostro, idade (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000), estado nutricional, estresse e perda de fluidos (BERNARD; REIMER, 1994; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997; MORI, et al., 2003).

Antes da primeira mamada, vários parâmetros sanguíneos são diferentes no potro neonato em virtude de mudanças que ocorrem após a ingestão do colostro. A concentração de proteína é baixa nos recém-nascidos devido a baixa concentração de globulinas. A concentração de proteína total permanece abaixo do limiar de referência para equinos adultos até próximo aos seis meses de idade, semelhante ao perfil verificado durante o crescimento em outras espécies (FENGER, 2000).

Segundo Kuhl et al. (2011), a concentração de gamaglobulinas séricas em potros é baixa ao nascimento. O aumento das concentrações das gamaglobulinas, principalmente entre 12 horas e três dias de vida é resultado da ingestão do colostro, rico em globulinas, principalmente da fração gama (MEDEIROS et al., 1976). As

gamaglobulinas atingem valor máximo após a ingestão do colostro e decresce continuamente nas quatro primeiras semanas de vida (KUHL et al., 2011).

Devido ao aumento no total das proteínas séricas após a absorção intestinal de macromoléculas do colostro, incluindo as imunoglobulinas (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; LASSEN, 2007), a concentração de proteína sérica total do neonato equino também pode ser utilizada para avaliação da transferência passiva de imunidade, permitindo identificar ocorrência de falhas (LASSEN, 2007; VALENTE; UNANIAN; SELAIVE-VILLARROEL, 2003).

Hill et al. (2007), constataram que as taxas de proteína total e da fração da gamaglobulina no soro apresentaram alta taxa de correlação entre si em bezerros recém nascidos com 30 horas de vida, validando a taxa de proteína total como um parâmetro médico para diagnóstico de falha de transferência da imunidade passiva colostrar.

Os constituintes sanguíneos que se alteram com a idade geralmente se modificam como resultado de eventos específicos associados à maturidade, no entanto, as concentrações de alguns constituintes séricos não diferem entre potros e equinos adultos, como a albumina (FENGER, 2000).

Como os parâmetros bioquímicos de neonatos diferem dos adultos em muitas espécies, os valores normais do seu perfil bioquímico devem ser estabelecidos para cada estágio do desenvolvimento (figura 1) (FENGER, 2000).

	<b>Idade</b>			
	<b>Nascimento</b>	<b>1-2 dias</b>	<b>7 dias</b>	<b>1 mês</b>
Proteína total (g/dL)	3,6-7,2	4,4-7,6		4,6-6,6
Albumina (g/dL)	1,7-3,6	2,3-3,4		2,0-3,5
Globulinas (g/dL)	0,9-1,2		2,0-2,5	
Alfaglobulinas (g/dL)	0,4-0,5		0,65-0,75	
Betaglobulinas (g/dL)	0,5-0,6		0,5-0,6	
Gamaglobulinas (g/dL)	0	0,8-1,2	0,8-1,4	

Figura 1 – Valores séricos normais de proteína total, albumina, globulinas, alfaglobulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas em potros neonatos em diferentes momentos.

Fonte: adaptado de Fenger (2000) e Knottenbelt, Holdstock e Madigan (2004).

### **2.2.3 Métodos para determinação das proteínas plasmáticas e séricas**

As amostras mais utilizadas para avaliações bioquímicas são o plasma e o soro sanguíneo. O plasma é a fração líquida do sangue não coagulado e, para sua obtenção deve-se empregar algum tipo de anticoagulante, enquanto o soro é a fração líquida do sangue após a coagulação, mecanismo que ocorre após a conversão de fibrinogênio em fibrina. Quando se coleta a amostra de sangue sem anticoagulante, ocorre conversão total de fibrinogênio em fibrina. O soro, portanto, não contém fibrinogênio, mas sim albumina e globulinas remanescentes (LASSEN, 2007).

Rotineiramente as concentrações de proteínas e albumina são mensuradas por teste laboratorial (LASSEN, 2007), no entanto, geralmente a concentração de globulinas é calculada apenas pela subtração da concentração sérica de albumina da proteína total (KERR, 2003).

O refratômetro pode ser utilizado para calcular a concentração total de proteína no plasma ou soro (KERR, 2003). As moléculas de proteína no plasma ou soro provocam aumento do índice de refração da amostra, índice que é diretamente proporcional a sua concentração. No entanto, qualquer fator que determine o aumento desse índice de refração no fluido também causará elevação na concentração proteica da amostra (LASSEN, 2007).

Rotineiramente a concentração sérica total de proteínas é medida em laboratórios de referência por espectrofotometria. O método do biureto é o mais utilizado por ser considerado confiável (KERR, 2003; LASSEN, 2007). A concentração de albumina também pode ser obtida por espectrofotometria utilizando-se de métodos colorimétricos (LASSEN, 2007).

A determinação das concentrações séricas de albumina e globulinas também é possível por fracionamento das proteínas do soro sanguíneo (LASSEN, 2007), por meio da eletroforese, um método complementar valioso para esta avaliação (OLIVEIRA; VOGEL, 1984).

A mensuração de proteínas séricas e suas frações por eletroforese permite que todos os testes diagnósticos necessários, sejam realizados a partir de uma amostra de sangue, minimizando a quantidade a ser colhida do neonato, especialmente quando apresentam enfermidades (PALTRINIERI et al., 2008).

A eletroforese é uma técnica analítica com base no movimento de partículas carregadas pela solução sob influência de um campo elétrico (LASSEN, 2007), utilizada para obtenção de informações adicionais sobre as diferentes frações proteicas, permitindo a separação das diferentes frações (BOTTINI, 2007; ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Ao aplicar o campo elétrico sob o suporte, as proteínas, que na sua maioria são carregadas negativamente, migram para o polo positivo, em velocidades diferentes (BOTTINI, 2007; ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006). Essa movimentação de proteínas depende da carga, tamanho e configuração da molécula de proteína, potência do campo elétrico aplicado, tipo de matriz e temperatura. Em determinados aparelhos de eletroforese a potência do campo elétrico, o tipo de matriz e a temperatura são constantes (LASSEN, 2007), portanto, a velocidade depende das propriedades físicas de cada proteína (BOTTINI, 2007; ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006). Como resultado, diferentes proteínas séricas migram para diferentes locais e, possivelmente em diferentes direções da matriz de separação (LASSEN, 2007).

Os meios (matrizes de separação) que estão disponíveis para o fracionamento das proteínas em laboratório por meio da eletroforese são: acetato de celulose, gel de agarose, gel de amido e gel de poliácridamida (NAOUM et al., 1999), sendo mais utilizados o gel de agarose e acetato de celulose (LASSEN, 2007).

Após um tratamento do suporte com corantes específicos de proteínas como o negro de amida, azul de bromofenol, azul brilhante de Coomassie, nigrosina ou Ponceau (LASSEN, 2007), obtêm-se as frações proteicas em forma de bandas com a intensidade de cor variável, que podem ser quantificadas através de um densitômetro. O resultado pode ser interpretado por meio do proteinograma gerado, onde a altura e a largura de cada fração indica a quantidade relativa de cada fração proteica (Figura 2) (BOTTINI, 2007; ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006).



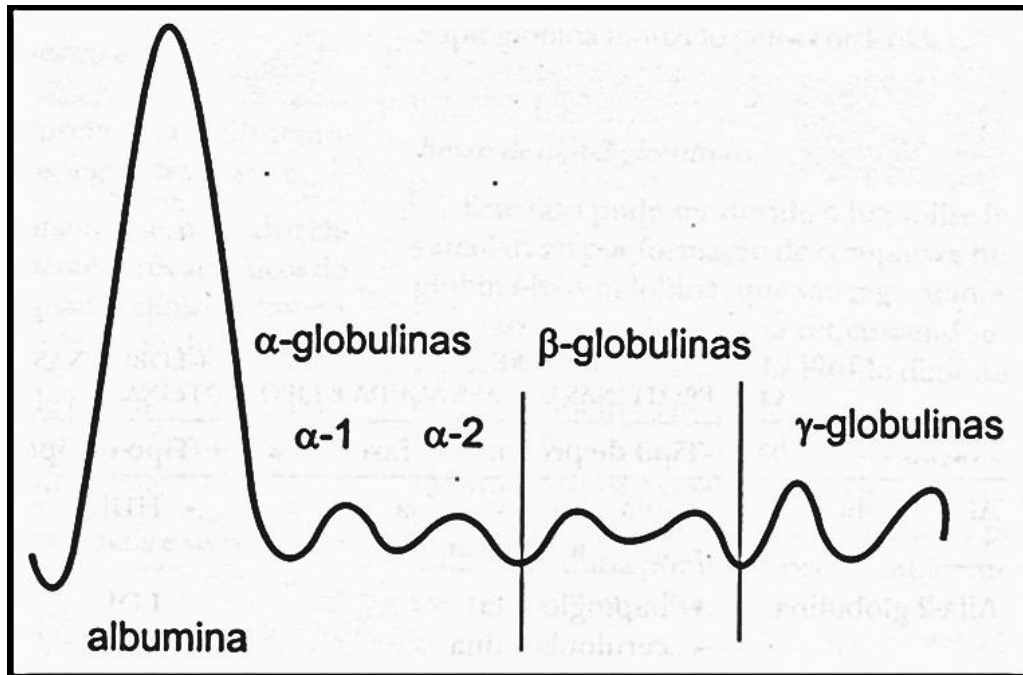


Figura 2 – Proteinograma eletroforético com a diferenciação das frações albumina, alfa globulina-1, alfa globulina-2, beta globulinas e gama globulinas.

Fonte: González e Silva (2006).

A quantidade de frações obtidas depende da técnica de eletroforese utilizada e da amostra analisada (LASSEN, 2007). Geralmente são diferenciadas no mínimo cinco frações proteicas na eletroforese: albumina, que aparece mais próxima ao polo negativo, sendo integrada apenas por uma proteína; alfa globulinas, que se dividem em duas frações, a alfa-1 e alfa-2, e são integradas por proteínas de fase aguda e as lipoproteínas; beta globulinas, integradas principalmente pelas globulinas IgM e IgA, além da transferrina, proteína C-reativa, fibrinogênio e hemoglobina; gama globulinas, que são compostas apenas por imunoglobulinas, (IgM, IgE, IgA e IgG) (ECKERSALL, 2008; SILVA, et al., 2008; GONZÁLEZ; SILVA, 2006;).

Para calcular os valores absolutos de cada fração combina-se a concentração de proteínas totais, determinada por colorimetria ou refratometria, com os resultados obtidos no proteinograma (BOTTINI, 2007; GONZÁLEZ; SILVA, 2006), sendo a concentração absoluta= (porcentagem de cada fração X proteína total sérica)/ 100 (LASSEN, 2007).

#### 2.2.4 Alterações nas concentrações das proteínas séricas

Os exames hematológicos e bioquímicos em animais incluem a avaliação laboratorial de proteínas plasmáticas e séricas. As principais anormalidades laboratoriais em algumas doenças são alterações na concentração plasmática ou sérica de proteínas. A mensuração da concentração sérica de proteínas pode fornecer informações importantes e úteis para identificar uma enfermidade específica (LASSEN, 2007).

A avaliação dos níveis séricos das proteínas totais e de suas frações (albumina, alfa globulinas, beta globulinas e gama globulinas) representa um importante auxílio ao diagnóstico clínico (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997), e a quantificação de suas taxas pode indicar alguma anormalidade no proteinograma (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

Na clínica equina devido a escassas referências para a comparação, frequentemente se depara com a dificuldade de interpretação dos resultados de exames bioquímicos. O maior conhecimento desses dados permite ao clínico confirmar diagnósticos mais precisos, e avaliar melhor a eficácia da terapia instituída (LEADON, 1992).

Aumento e diminuição da concentração de proteína total são anormalidades laboratoriais comumente detectáveis em animais. Tais alterações se devem a anormalidades no teor de albumina e/ou globulinas. A interpretação das alterações do teor de proteína depende da identificação da fração protéica do soro ou plasma que esta alterada. Aumento ou diminuição na concentração de albumina ou globulina nem sempre ocasiona alteração detectável no conteúdo de proteína total. Portanto, na interpretação dessas alterações deve-se considerar as concentrações de albumina e globulina, além da concentração de proteína total (LASSEN, 2007).

Ao dividir o valor da albumina pelo valor total das globulinas tem-se o índice albumina:globulina, que pode indicar hipoalbuminemia ou hiperglobulinemia, quando diminuído; e hipoglobulinemia, quando aumentado (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

A diminuição da proteína total pode decorrer de menor concentração de albumina, globulina ou ambas. São exemplos de hipoalbuminemia com hipoglobulinemia: hidratação excessiva, hemorragias, enteropatia com perda de

proteína, dermatite exsudativa grave, queimaduras graves, derrames (LASSEN, 2007).

São exemplos de hipoalbuminemia com concentração de globulinas normal ou aumentado: insuficiência hepática, inanição, parasitismo gastrointestinal, má absorção intestinal, insuficiência hepática exócrina (LASSEN, 2007).

## **2.3 Mensuração da glicemia em potros neonatos**

### **2.3.1 Glicose**

A glicose é um monossacarídeo proveniente do produto final dos carboidratos (NELSON; SALISBURG, 1998). É o principal substrato para a produção de energia na maioria dos tecidos, sendo a única fonte energética para as células do cérebro. A sua falta nas células por baixos níveis circulantes resulta em produção deficiente de Adenosina Trifosfato (CAPEN, 1998).

A glicose é o principal combustível utilizado pelo organismo para a realização de diferentes trabalhos biológicos (GONZÁLES; SILVA, 2006), sendo constantemente aproveitada pelas células do corpo como fonte de energia, por isso é necessário que sua concentração no sangue seja mantida em equilíbrio (BUSH, 2004). Dentro de cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e condições fisiológicas (GONZÁLES; SILVA, 2006).

O termo glicemia é utilizado para denominar o nível de glicose sanguínea, sendo seu valor expresso em miligramas por decilitro (mg/dL) ou mol/L (ARDUINO, 1962).

### **2.3.2 Controle da glicemia**

A glicose sanguínea apresenta fluxo constante, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo. Em condições normais existe equilíbrio entre a sua produção e utilização (ARDUINO, 1962). É controlada pela interação de vários fatores, como tempo após a última refeição, influência hormonal, nervosa e uso de glicose pelos tecidos periféricos, como músculo esquelético. O tempo após a última

refeição é importante apenas em animais monogástricos, nos quais a ingestão de alimento é seguida pelo aumento da glicemia (LASSEN, 2007).

O sistema nervoso autônomo intervém na regulação da glicemia em ambos os sentidos por meio dos sistemas simpático e parassimpático. A excitação do primeiro ocasiona aumento na glicemia mediante secreção de adrenalina, enquanto o estímulo vagal causa diminuição da glicemia por aumentar a secreção de insulina (ARDUINO, 1962). Substâncias endógenas como a epinefrina, glicocorticoides e somatotropinas podem alterar a glicemia (PARKES et al., 2000), contudo os agentes responsáveis são os hormônios insulina e glucagon (SANTOS, 1999).

A insulina diminui a glicemia acelerando a conversão de glicose em gordura, antecipando a oxidação de glicose e promovendo a síntese de proteína e de glicogênio no músculo, promovendo maior absorção e uso de glicose no fígado e tecidos periféricos e diminuição da síntese hepática de glicose (LASSEN, 2007).

O mesmo autor relata que o glucagon devido ao estímulo da gliconeogênese e da glicogenólise no fígado, e inibição da ação da insulina no metabolismo da glicose acarreta menor utilização da glicose nos tecidos periféricos e aumento da síntese hepática, levando ao aumento da glicemia.

Os glicocorticoides aumentam a concentração de glicose sanguínea devido ao estímulo a gliconeogênese hepática, inibição da afinidade dos receptores celulares de insulina e influência na função celular pós-receptor, inibindo o efeito da insulina no metabolismo da glicose, resultando em menor uso de glicose nos tecidos periféricos e aumento da síntese hepática de glicose, elevando assim a glicemia (LASSEN, 2007).

### **2.3.3 Níveis glicêmicos em potros neonatos**

Potros possuem baixas reservas de energia ao nascer. O glicogênio que é armazenado predominantemente no fígado e músculo é uma fonte de energia para o recém-nascido. Comparado com outras espécies, os estoques de glicogênio hepático em potros neonatos são mínimos, sendo suficientes apenas para mantê-lo até uma hora após o seu nascimento. Após este tempo a energia é derivada de gordura endógena, que também é limitada em potros (BUECHENER-MAXWELL, 2005).

Os níveis de glicose aumentam significativamente após a primeira mamada, refletindo a absorção intestinal do colostro, que é altamente calórico (FENGER, 2000).

Por possuírem reservas corpóreas mínimas para a manutenção da glicose sanguínea, os potros, como outros animais neonatos, necessitam de ingestão frequente de leite para a manutenção da glicose sanguínea. Quando se retira o alimento tornam-se rapidamente hipoglicêmicos. Neonatos devem se alimentados no mínimo a cada duas horas (FENGER, 2000).

### **2.3.4 Mensuração dos níveis glicêmicos**

O soro ou o plasma destinado à análise da glicemia deve ser separado das hemácias em até 30 minutos. A glicólise causa perda de 10% do conteúdo de glicose por hora caso o soro ou o plasma permaneça em contato com elas. Quando não for possível separar o plasma ou soro das células nesse tempo, o fluoreto de sódio deve ser utilizado para a inibição da glicólise (LASSEN, 2007).

As técnicas de monitoramento da glicemia podem ser classificadas em laboratorial e portátil. A primeira opção é mais confiável, mas, por gerar maiores custos o seu uso fica restrito aos laboratórios de análises clínicas e hospitais. Os sistemas laboratoriais são mais precisos, e por isto adotado como glicosímetros de referência (PICA et al., 2003).

A determinação da glicemia em espectrofotômetro é realizada pelo método colorimétrico enzimático, que tem como princípio básico a oxidação da glicose sob ação catalizadora da glicose-oxidase. A partir dessa reação, forma-se o peróxido de hidrogênio, que em presença da peroxidase como enzima catalizadora, sofre reação oxidativa de acoplamento com a 4-aminoantipirina e fenol, formando um cromógeno vermelho cereja. A concentração de glicose é proporcional à intensidade da cor (SANTOS, 1999).

Com o intuito de facilitar a realização do teste de glicose no sangue, nos anos 70 surgiram os primeiros monitores portáteis de glicemia, fabricados para que pacientes humanos diabéticos pudessem monitorar a glicose sanguínea ao longo do dia (MAELE et al., 2005).

Os aparelhos portáteis da primeira geração utilizavam a mensuração fotométrica, com base na mudança de cor da tira de teste provocada pela reação de sangue com uma enzima contida nela (BRIGGS; CORNELL, 2004), sendo a quantidade de glicose proporcional a intensidade da cor (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 1996). Atualmente os glicosímetros utilizados quantificam a glicose por meio de reações eletroquímicas, que geram um impulso elétrico a ser interpretado pelo aparelho, com a concentração de glicose na amostra (PICA et al., 2003).

O glicosímetro portátil é um dos métodos recomendados pelo *College of American Pathologists* (PASCALI, 2004). Segundo a *Food and Drug Administration* (FDA), os glicosímetros portáteis não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (BRIGGS; CORNELL, 2004).

A precisão de exames do monitor portátil tem aumentado devido a facilidade na utilização, pois erros provocados pelo usuário são a primeira causa de falta de acurácia nos resultados (BRIGGS. CORNELL, 2004), como a ultrapassagem do limite de tempo para realização do exame e aplicação inapropriada da amostra (BÖHME et al., 2003; COHN et al., 2000).

Atualmente, o uso dos sensores portáteis para mensuração da glicemia esta amplamente difundido na rotina da clínica médica veterinária, especialmente de pequenos animais, pois os monitores de glicose oferecem inúmeros benefícios em relação aos analisadores laboratoriais (COHN et al., 2000). São equipamentos pequenos, portáteis, fáceis de manusear e requerem uma pequena quantidade de sangue (COHN et al., 2000; FOSTER et al., 1999; WESS; REUSCH, 2000). Outras vantagens são a velocidade com que os resultados são obtidos e o custo do teste (PICA et al., 2003; WESS; REUSCH, 2000).

### **2.3.5 Variações dos níveis glicêmicos em potros neonatos**

A concentração de glicose em potros exibe variabilidade maior do que nos adultos, pois os sistemas de enzimas hepáticas não estão completamente desenvolvidos nos potros, o que resulta em regulação ineficiente da glicose plasmática. Os potros neonatos também possuem reservas corpóreas mínimas de

glicogênio, que é a fonte normal de carboidratos prontamente disponível nos adultos. Portanto, a sua glicemia depende intensamente do tempo entre as refeições lácteas (FENGER, 2000).

A hipoglicemia neonatal geralmente esta associada à diarreia, desidratação ou hipotermia. A agalactia também pode ocasionar esse tipo de hipoglicemia. Durante períodos de menor ingestão de alimentos pelos neonatos a hipoglicemia se deve ao armazenamento inadequado de glicogênio e proteína, substâncias que, se disponíveis, podem ser usadas como fonte de glicose nesses períodos (LASSEN, 2007).

As concentrações anormais de glicose sérica são comuns em potros sépticos. Inicialmente a hipoglicemia é comum, especialmente em potros com menos de 24 horas de vida. Embora a hipoglicemia esteja relacionada predominantemente à diminuição ingestão, a endotoxemia pode contribuir para hipoglicemia diminuindo a gliconeogênese hepática e aumentando a captação de glicose periférica (SANCHEZ, 2005).

A hiperglicemia é mais comum em animais na fase inicial da septicemia, enquanto a hipoglicemia é mais frequente em animais em fase avançada ou terminal da doença. As causas atribuídas a hipoglicemia associada à septicemia incluem maior demanda de glicose pelos tecidos e leucócitos e prejuízo a gliconeogênese e a glicogenólise (LASSEN, 2007).

Potros prematuros ou dismaturos podem ter atividade enzimática gliconeogênica inadequada e os estoques de glicogênio limitados no momento do nascimento. Conseqüentemente, a maioria tem dificuldade em manter a glicemia (LESTER, 2005). A incapacidade de manter a taxa de glicemia normal esta relacionado a taxa de mortalidade em potros prematuros (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

Os sinais clínicos de hipoglicemia iniciam-se de acordo com a velocidade de declínio da glicose plasmática, que incluem fraqueza, letargia, inclinação da cabeça, ataxia, convulsões e coma (NELSON; SALISBURG, 1998). O seu diagnóstico requer glicemia baixa no momento dos sintomas e aumento da glicemia mediante a ingestão de glicose (WALLACH, 1999).

A principal causa de hiperglicemia é aumento da concentração sanguínea de glicocorticoide devido a administração exógena ou maior produção de glicocorticoides endógenos secundária ao estresse ou ao hiperadrenocorticismos

(LASSEN, 2007). Quando há hiperglicemia ocorrem alterações macrovasculares, microvasculares e neurológicas (LEHNIGER; NELSON; COX, 1995).

### **2.3.6 Aplicação da mensuração glicêmica na clínica neonatal equina**

A mensuração da glicemia é uma importante ferramenta de diagnóstico e tratamento para todos os potros em terapia intensiva. A falta de manutenção da glicemia adequada resulta em depressão e letargia do neonato. Muitos procedimentos de cuidados intensivos são menos eficazes quando a glicemia não é mantida (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004).

A avaliação da glicemia em potros neonatos em estado crítico ajuda a controlar as concentrações de glicose no sangue desses animais, já que a hipoglicemia e hiperglicemia extrema estão associadas com o óbito desses animais, podendo, portanto, ser indicador do prognóstico (HOLLYS et al., 2008). A hipoglicemia é comum em potros que não mamaram por várias horas e contribui para a demência, inconsciência e convulsões (FENGER, 2000).

### **2.3.7 Considerações relevantes para a avaliação da glicemia**

Para o uso da técnica de determinação da glicemia deve-se considerar diferentes métodos que variam quanto a especificidade e sensibilidade (SERÔDIO; CARVALHO; MACHADO, 2008). É preciso ter cautela e agilidade para manipular uma amostra que será submetida à dosagem de glicose no laboratório (COLES, 1984; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997). O tempo entre a colheita de sangue e a determinação da glicemia é importante (SERÔDIO; CARVALHO; MACHADO, 2008), pois o consumo da glicose pelos eritrócitos no sangue ocorre na taxa de aproximadamente 10% por hora em temperatura ambiente. Esse consumo pode ser ainda mais acelerado se a amostra estiver contaminada com microrganismos ou em ambientes quentes (COLES, 1984; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

O plasma e o soro são mais estáveis que o sangue total. Quando o soro é separado das células antes de decorridas duas horas, os valores da glicose sérica permanecem estáveis por um período de 24h em temperatura ambiente. A



refrigeração ajuda na preservação dos níveis de glicose (SERÔDIO; CARVALHO; MACHADO, 2008). O fluoreto de sódio inibe a enzima enolase (SIMÕES et al., 1998), que participa da via glicolítica, impedindo a metabolização da glicose pelos eritrócitos durante o período de transporte até o laboratório (LASSEN, 2007), conservando o teor de glicose no sangue (SIMÕES et al., 1998).

Como a glicose plasmática e sérica é aproximadamente 11% maior que a glicose mensurada no sangue total (SACKS et al., 2002), os valores da glicose plasmática podem ser multiplicador por 0,89, para correção desse fator (BLUWOL et al., 2007).

Aumento fisiológico da glicemia ocorre em diversas circunstâncias, assim, quando o valor de glicemia é analisado, devem ser considerados o método de contenção utilizado, o esforço do animal da hora da colheita e o tempo de jejum (LOEB, 1986).

Outra consideração importante é que o estresse da contenção pode causar elevação da adrenalina, que promove aumento da glicemia (SILVA JÚNIOR et al., 2005) e reduz a insulinemia, diminuindo a captação da glicose pelas células (PRAXEDES et al., 2005).

As instruções para operação glicosímetro portátil sugerem que os níveis de hematócrito precisam estar entre 25 a 55% para fornecerem valores fidedignos de glicemia capilar. Apesar dessa consideração frequentemente os glicosímetros são utilizados sem considerar os níveis de hematócrito dos pacientes (LACARA et al., 2007).

Indivíduos com hematócritos menores que o normal podem apresentar glicemias superestimadas no glicosímetro quando comparada as do laboratório (LACARA et al., 2007). O hematócrito quando elevado acentua a redução de glicose devido a atividade metabólica dos eritrócitos (SERÔDIO; CARVALHO; MACHADO, 2008) e resultará em valores subestimados em relação aos valores do laboratório (LACARA et al., 2007).

Quando o hematócrito for maior que o normal resultará em valores subestimados em relação aos valores do laboratório (LACARA et al., 2007).

A mensuração glicêmica utilizando amostras de sangue capilar de pacientes criticamente doentes podem ser inexatas devido ao prejuízo da perfusão periférica ocasionado pelo uso de drogas vasoativas, a presença de edema e distúrbios na microcirculação (CRITCHELL et al., 2007; KANJI et al., 2005).

Os resultados dos glicosímetros portáteis, mais frequentemente subestimam do que superestimam os valores de glicemia (FAHY; COURSIN, 2008).

## **2.4 Metodologias para mensuração do peso em potros neonatos**

### **2.4.1 Importância da mensuração do peso**

É importante que os médicos veterinários e criadores conheçam o peso dos animais, uma vez que o peso pode ser utilizado para avaliar o desenvolvimento ou ganho de peso, e determinar formulações alimentares (STANIAR et al., 2004).

As dosagens de vermífugos e antibióticos são calculados usando o peso do animal, e a estimativa do peso incorreta pode resultar em sub-dosagem ou sobre-dosagem da medicação, podendo intoxicar o animal em sobre-dosagens, e outras complicações, inclusive a morte, e a sub-dosagem podendo levar a resistência a antibióticos (SENDEL, 2010).

O peso do cavalo é variável, dependendo da raça e mesmo dentro de uma determinada raça, repercutindo sobre sua morfologia (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990). As estimativas visuais do peso do animal não são muito precisas.

Segundo Fenger (2000), potros em estado grave o registro preciso do peso é essencial, pois é um meio de determinar se o potro esta recebendo uma nutrição adequada. Para isso, o peso corporal deve ser mensurado a cada duas semanas. Comparação do ganho de peso do potro com gráficos de ganho de peso específicos para a raça pode ajudar a identificar os potros que não têm acesso a alimentação adequada (BUECHNER-MAXWELL, 2005). Potros neonatos normais ganham de 0,5 a 1kg por dia (FENGER, 2000).

### **2.4.2 Metodologias para a mensuração do peso**

O método mais preciso para medir o peso corporal é a balança, no entanto, devido ao alto custo ou a impossibilidade de locomover o animal até um local que tenha balança, proprietários e veterinários que trabalham no campo geralmente

ficam impossibilitados de obter o peso real do animal (ELLIS; HOLLANDS, 1998; JONES et al., 1989).

Fitas de peso, fórmulas e monogramas para peso corporal foram desenvolvidas para estimar o peso de um cavalo sob essas circunstâncias (WAGNER; TYLER, 2011).

A literatura cita inúmeros modelos matemáticos para estimativa de peso em cavalos, com base em medidas corporais e fitas métricas adaptadas para estimar o peso dos animais (CARROLL e HUNTINGTON, 1988; HALL, 1971; MARCENAC, AUBLET E D'AUTHEVILLE, 1990; TORRE E JARDIM, 1985; WAGNER; TYLER, 2011).

A fita de peso é uma maneira simples e eficaz para estimar o peso de um cavalo, com custo inferior a balança e exigindo o mínimo de esforço. Fitas de peso estão disponíveis na maioria das lojas de produtos agropecuários. A precisão da fita depende do utilizador, tamanho do animal, raça e idade (SENDEL, 2010). Alguns trabalhos entram em discordância na precisão da fita de peso, principalmente quando usada em categorias de diferentes idades (HOFFMANN, et al., 2013; SENDEL, 2010).

Usando medidas de circunferência torácica e comprimento corporal pode utilizar-se de modelos matemáticos (figura 3) que produzem estimativas mais precisas do peso do que as fitas de peso (SENDEL, 2010).

<b>Fórmula 1</b>	$\text{Peso (Kg)} = \frac{\text{perímetro torácico}^2_{(\text{cm})} \times \text{comprimento}_{(\text{cm})}}{11900}$
<b>Fórmula 2</b>	$\text{Peso (Kg)} = \text{perímetro torácico}^3_{(\text{m})} \times 80$
<b>Fórmula 3</b>	$\text{Peso (Kg)} = \frac{(\text{perímetro torácico}_{(\text{cm})} / 2,5) - 25}{0,07} \times 0,45$

Figura 3. Fórmulas utilizadas para a mensuração do peso em equinos. Fonte: Fórmula 1: Carroll e Huntington (1988); Fórmula 2: Torre e Jardim (1985) e Marcenac, Aublet e D'Autheville (1990); Fórmula 3: adaptado de Sendel (2010).

O perímetro torácico é mensurado utilizando-se uma fita métrica circundando o tórax atrás das espáduas, em contato com as extremidades livres do processo espinhoso da décima primeira vértebra torácica e a região do nono espaço intercostal. A aferição do comprimento é realizada utilizando-se um hipômetro medindo a distância entre a protuberância óssea da espádua e a tuberosidade isquiática (figura 4) (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990).

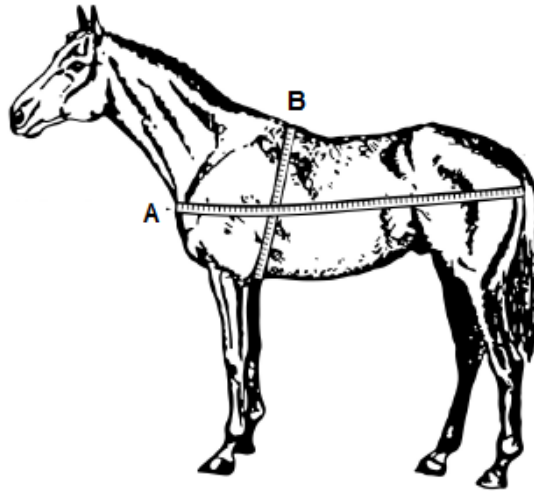


Figura 4- Imagem ilustrativa das regiões de mensuração do comprimento corporal (A) e perímetro torácico (B) no equino.

Fonte: Adaptado de Sendel (2010).

A fórmula 1, testada por Carroll e Huntington (1988) é indicada para mensuração do peso em cavalos adultos em várias raças, apesar de frequentemente subestimar o peso dos animais (CARROLL; HUNTINGTON, 1988; HOFFMANN, 2013).

A fórmula 2, preconizada por Torres e Jardim (1985), é recomendada para uso em potros com menos de seis meses de vida. Enquanto a fórmula 3, que é um modelo adaptado de Sendel (2010), é indicada para mensuração do peso de potros com até 60 dias de idade.

Os monogramas são indicados para estimar o peso do corpo de um cavalo com base na avaliação do escore de condição corporal e altura na cernelha (figura 5) (CARROLL e HUNTINGTON, 1988; MILNER; HEWITT, 1969;).

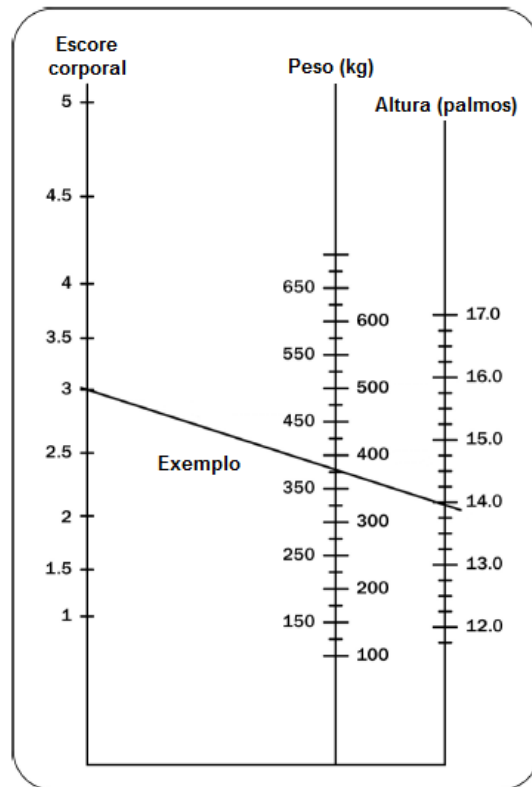


Figura 5 - Monograma para estimar o peso corporal em quilos (kg) por meio do escore de condição corporal e medida da altura do corpo em palmos.

Fonte: adaptado de Carroll e Huntington (1988).

Entretanto, esses modelos ou FMA nem sempre são adaptados para todas as raças e idades, e algumas técnicas de estimativa de peso corporal reproduzem resultados mais precisos do que outros (HOFFMANN et al., 2013).

### 3- REFERÊNCIAS

- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Self-monitoring of blood glucose (Consensus Statement) **Diabetes Care**, v.19, p. 62-66, 1996.
- ARDUINO, F. **Diabetes mellitus e suas complicações**. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1962, 524p.
- BERNARD, W. V., REIMER, J. M. Examination of the foal. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.10, n.1, p.37-67, 1994.
- BLUWOL, K. et al. Avaliação de dois sensores portáteis para a mensuração da glicemia em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.
- BÖHME, P. et al. Evolution of analytical performance in portable glucose meters in the last decade. **Diabetes Care**, v.26, n.4, p. 1170-1175, 2003.
- BOTTINI, P.V. Testes laboratoriais para avaliação do componente monoclonal. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. v. 29, n.1, p. 23-26. 2007.
- BRIGGS, A.L.; CORNELL, S. Self-monitoring blood glucose: now and future. **Journal of Pharmacy Practice**, v. 17, n.1, p. 29-38, 2004.
- BUECHNER-MAXWELL, V.A. Nutritional support for neonatal foals. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v. 21, n. 2, p. 487-510, 2005.
- BUECHNER-MAXWELL, V.A. Nutritional support for neonatal foals. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v. 21, n. 2, p. 487-510, 2005.
- BUSH, B.M. Nutrientes e Metabólitos. In: \_\_\_\_\_. **Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2004. p.167-223.
- CAPEN, C.C. Sistema Endócrino. In: \_\_\_\_\_. **Patologia Veterinária Especial de Thompson**. 2º ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998. 672p.
- CARROLL, C.L; HUNTINGTON, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Veterinary Journal**. v.20, n. 1, p. 41-45, 1988.
- COHN, L.A. et al. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, and color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v.216, n. 2, p. 198-202, 2000.
- COLES, E.H Metabolismo dos carboidratos e função pancreática. In:\_\_\_\_. **Patologia Clínica Veterinária**. 3ª ed. São Paulo: Manole, 1984., p.260-281.
- CRITCHELL, C.D. et al. Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients. **Intensive Care Medicine**. v. 33, n.12, p.2079-2084, 2007.

ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: \_\_\_\_\_. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6ª ed. Burlington: Academic Press, 2008. p.117-155.

ELLIS, J. M.; HOLLANDS, T. Accuracy of different methods of estimating the weight of horses. **Veterinary Record**, v.143, n. 12, p. 335-336, 1998.

FAHY, B.G.; COURSIN, D.B. Critical glucose control: the devil is in the details. **Mayo Clinin Proceedings**. v.83, n. 4, p. 394-397, 2008.

FELDMAN, B. F.; ZINKL, G.; JAIN, N. C. **Veterinary Hematology**. 5ª ed., Philadelphia: Williams & Wilkins, 2000. 1344p.

FENGER, C.K. Doenças de potros. In: \_\_\_\_\_. **Medicina interna equina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000, p.803-830

FOSTER, S.A. et al. Home blood glucose monitoring. **The Annals of Pharmacotherapy**. v.33, n.3, p. 355-363, 1999.

FREY JÚNIOR F. 2006. Índices epidemiológicos em potros Puro Sangue Inglês, do nascimento até os seis meses de vida, na região de Bagé/RS. 2006. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)- Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 357p.

Hall LW. **Wright's veterinary anaesthesia and analgesia**. London: Baillière Tindall. 1971. 176p.

HILL, J. A. G. et. al. Proteína total, proteinograma eletroforético e gamaglutamiltransferase de bezerras com 30 horas de vida no município de Campo Largo, Paraná. **Revista Acadêmica**, v.5, n.3, p.295-301, jul./set. 2007.

HOFFMANN, G. et al. Estimation of the Body Weight of Icelandic Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.33, n.11, p. 893-895, 2013.

HOLLIS, A.R. et al. Blood glucose concentrations in critically ill neonatal foals. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.22, n. 5, p. 1223-1227, 2008.

JONES, R. S., et al. Accuracy of prediction of the liveweight of horses from body measurements. **Veterinary Record**, v.125, n. 22, p. 549-553, 1989.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 5ª ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p

KANJI, S. et al. Reliability of point-of-care testing for glucose measurement in critically ill adults. **Crit Care Medicine**. v.33, n.12, p. 2778-2785, 2005.

KERR, M.G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Roca, 2003. p. 87-94.

KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. **Equine neonatology medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders 1ª ed. 2004, 508p.

KUHL, J. et al. Changes in faecal bacteria and metabolic parameters in foals during the first six weeks of life. **Veterinary Microbiology**, v.151, n.3-4, p.321-328, 2011.

LACARA, T. et al. Comparison of point-of-care and laboratory glucose analysis in critically ill patients. **American Journal of Critical Care**. v. 16, n. 4, p. 336-346, 2007.

LASSEN, E.D. Avaliação laboratorial das proteínas do plasma e do soro sanguíneo. In: \_\_\_\_\_. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2007, p.376-390.

LEADON, D. P. Clinical Pathology Data. In: \_\_\_\_\_. **Current Therapy in Equine Medicine**, 3º ed., p.822-828,1992.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da Bioquímica**. 2ª ed. São Paulo: Editora Sarver, 1995. 838p.

LESTER, G.D. Maturity of the neonatal foal. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v.21, n. 2, p.333-355. 2005.

LOEB, M. **Noise and Human efficiency**. New York: Wiley, 1986. 284p.

MAELE, I.V. et al. Retrospective study of owner's perception on home monitoring of blood glucose in diabetics dogs and cats. **Canadian Veterinary Journal**. v.46, n.8, p. 718-723, 2005.

MARCENAC, L.; AUBLET, H.; D'AUTHEVILLE, P. **Enciclopédia do cavalo**. 4ª ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1990. 1462p.

MEDEIROS, L. F. et al. The effect of age on levels of serum proteins in the growing foal. **Indian Veterinary Journal**, v.53, n.11, p.838-840, 1976.

MILNER, J.; HEWITT, D. Weight of horses: Improved estimates based on girth and length. **Canadian Veterinary Journal**, v. 10, n.12, p. 314-316, 1969.

MORI, E. et al. Reference values on biochemistry parameters of the Brazilian donkey (*Equus asinus*). **Journal of Equine Veterinary Science**, v.23, n.8, p. 358-364, 2003.

NAOUM, P. C. et. al. Conhecimentos básicos de eletroforese, In: NAOUM, P. C. **Eletroforese – técnicas e diagnósticos**. 2. ed. São Paulo: Santos Livraria e Editora, 1999. p. 1-38.

NELSON, S.J.; SALISBURG, S.K. Neoplasias de células beta pancreáticas. In: \_\_\_\_\_. **Clínica de Pequenos Animais**, São Paulo: Editora Roca, 1998, 1591p.

OLIVEIRA, A.R.; VOGEL, J. Proteinograma eletroforético de bovinos normais da raça Canchim. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.6, n.5, p.165-166, 1984.

PALTRINIERI, S. et al. Influence of age and foaling on plasma protein electrophoresis and serum amyloida A and their possible role as markers of equine neonatal septicaemia. **Veterinary Journal**. v.176, n.3, p.393-396, 2008.



PARKES, J.L. et al. A new consensus error grid to evaluate the clinical significance of inaccuracies in the measurement of blood glucose. **Diabetes care**, v.23, n.8, p. 1143-1149, 2000.

PASCALI, P.M. Monitoração da glicemia capilar. **BD Terapêutica em Diabetes**, ano 9, n. 31, p. 4-5, 2004.

PICA, C.Q. et al., Avaliação comparativa de glicosímetros portáteis através de curva glicêmica induzida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003. Recife, PE. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003. p. 1-7

PRAXEDES, A.; ROSA, A.; BONFIM, A. et al. Uso dos agonistas adrenérgicos no tratamento dos diversos tipos de choque. Universidade do estado do Rio de Janeiro – Disciplina de Farmacologia (Rio de Janeiro). Disponível em: <[http://www.medstudents.com.br/content/resumos/resumo\\_medstudents\\_20050922\\_01.doc](http://www.medstudents.com.br/content/resumos/resumo_medstudents_20050922_01.doc)>. Acesso em: 20 nov. 2013.

PRESTES, N. C.; LADIM-ALVARENGA, F. C. **Obstetrícia veterinária**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ROSSDALE, P.D.; RICKETTS, S.W. **Medicina practica en el haras**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1979. 464p.

SACKS, D.B. et al. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. **Clinical Chemistry**, v.48, n.3, p. 436-472, 2002.

SANCHEZ, L.C. Equine neonatal sepsis. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v.21, n.2, p. 273-293. 2005.

SANTOS, L.C. Bioquímica, In: \_\_\_\_\_. **Laboratório ambiental**. Cascavel: Edunioeste, 1999, p. 93-144.

SENDEL, T. Estimating body weight for horses. **Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs**. 2010. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/horses/facts/10-085.htm>>. Acesso em: 3 fev. 2013.

SERÔDIO, A.T.; CARVALHO, C.B.; MACHADO, J.A. Glicemia em cães (Canis familiaris) com glucômetro digital portátil e teste laboratorial convencional. **Jornal Brasileiro de Ciência Animal**, v.1, n.1, p.25-34, 2008.

SILVA JÚNIOR, J.W. et al. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p. 436-443, 2005.

SILVA, R. O. P. et. al. Eletroforese de proteínas séricas: interpretação e correlação clínica. **Revista Médica de Minas Gerais**. v.18, n. 2, p. 116-122, 2008.

SIMÕES, H.G. et al. Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, v.12, p. 17-30, 1998.

STANIAR, W. B. et al. Weight prediction from linear measures of growing thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v.36, n.2, p.149-154, 2004.

TORRES, A.P. ; JARDIM, W.R. **Criação do Cavalo e de outros Eqüinos**. 3ª ed. São Paulo: Nobel. 1985. 654p.

VALENTE, M.; UNANIAN, M.M; SELAIVE-VILLARROEL, A.B. Avaliação da transferência passiva da imunidade através da proteína total sanguínea, em potros da raça Árabe. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n. 2, p. 240-242, 2003.

WAGNER, E.L.; TYLER, P.J. A comparison of weight methods in adult horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, n. 12, p. 706-710, 2011.

WALLACH, J. **Interpretação de exames de laboratório**. 6º ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 1999. 1098 p.

WESS, G.; REUSCH, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, n.2, p. 203-209, 2000.

## **CAPÍTULO 1**

**Proteinograma sérico de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador**

## **Cap. 1 - PROTEINOGRAMA SÉRICO DE POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

### **RESUMO**

Na clínica equina frequentemente se depara com a dificuldade de interpretar resultados de exames bioquímicos devido a escassas referências para a comparação. Dessa forma, este estudo objetivou estabelecer as concentrações séricas proteicas de potros sadios da raça Mangalarga Marchador no período neonatal. Foram utilizados 12 potros neonatos pertencentes a uma propriedade particular situada em Alegre, Espírito Santo. Os animais apresentavam-se hígidos de acordo com exame clínico. As amostras de sangue foram colhidas por venopunção da jugular em tubos à vácuo sem aditivos nos momentos: A: de 0 à 12 horas de vida; B: 24 à 36 horas de vida; C: 48 à 60 horas de vida; D: 7 dias de vida e; E: 30 dias de vida. As amostras foram submetidas a dosagem de proteína total pelo método colorimétrico da reação de biureto (kit Bioclin ®), conforme recomendações do fabricante e também foram analisadas pelo método de eletroforese em fita de acetato de celulose para a obtenção das frações de albumina, alfa1-globulinas, alfa2-globulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas. Os resultados entre todos os momentos foram comparados utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância para as frações de alfa2-globulinas, betaglobulinas e proteína total e análise de variância Kruskal-Wallis a nível de 5% de significância para as frações albumina, alfa1-globulinas e gamaglobulinas. A partir dos resultados foi obtido o valor total das globulinas e calculado o índice albumina: globulina e as porcentagens de cada fração proteica em todos os momentos estudados. Não houve alterações significativas entre os diferentes momentos estudados para albumina, alfa1-globulinas, alfa2-globulinas, betaglobulinas, gamaglobulinas e proteína total. O índice albumina: globulina encontrou-se diminuído, indicando que os animais estudados apresentaram hiperglobulinemia, fato inferido ao aumento dos valores das globulinas após a ingestão do colostro. As concentrações de globulinas obtiveram variação semelhante às de proteína total permitindo afirmar que as globulinas determinaram o comportamento de variação da proteína total no período estudado. Observou-se aumento das globulinas até o momento B, em seguida observou-se diminuição não significativa na concentração até o momento D seguido

de aumento não significativo até o momento F. Não houve variação significativa das frações proteicas entre os momentos estudados.

**Palavras-chave:** eletroforese; período neonatal; proteínas séricas

## **CAP. 1 – SERUM PROTEINOGRAMME OF MANGALARGA MARCHADOR NEONATAL FOALS**

### **ABSTRACT**

In equine clinic often faced with the difficulty of interpreting results of biochemical tests due to scant references for comparison. This study aimed to establish the protein serum concentrations in healthy foals Mangalarga Marchador in the neonatal period. 12 neonatal foals were used pertaining to a particular property in Alegre, Espírito Santo. The animals were seen to be healthy according to clinical examination. Blood samples were obtained by jugular venipuncture into vacuum tubes without additives. Samples were taken at times: A: 0 to 12 hours of life; B: 24 to 36 hours of life; C: 48 to 60 hours of life; D 7 days and; E: 30 days of life. Samples were submitted the measurement of total protein by the colorimetric method of biuret reaction (Bioclin® kit), according to manufacturer instructions and were also analyzed by the method of electrophoresis on cellulose acetate tape to obtain the fractions of albumin, alpha- 1 globulins, alpha- 2 globulins, gamma globulins and betaglobulins. The results of all times were compared using ANOVA at the 5 % significance level for fractions of alpha- 2 globulin, and total protein betaglobulinas and Wallis Kruskal analysis of variance at the 5% level of significance for fractions albumin, alpha- 1 globulins and gamma globulins. From the results obtained was the total value of the index calculated globulin and albumin:globulin ratio and percentages of each protein fraction in all moments. There were no significant changes between the different times studied for albumin, alpha- 1 globulins, alpha- 2 globulins, betaglobulins, gamma globulin and total protein. The albumin: globulin index concentration was reduced, indicating that the animals had hypergammaglobulinemia, as suggested by increased values of globulins after ingestion of colostrum. The concentrations of globulins obtained similar variation to total protein corroborating that globulins determined the pattern of variation of the total protein in the studied period. Observed increase in globulins yet B, and after no significant decrease was observed in the concentration so far not followed by significant increase so far F. There was no significant variation of protein fractions between the times.

Key-words: electrophoresis; neonatal period, serum proteins

## 4. INTRODUÇÃO

A fase neonatal em potros se inicia ao nascimento e se estende até que o animal complete o primeiro mês de vida (ROSSDALE; RICKETTS, 1979), onde são submetidos a desafios e sofrem diferentes adaptações fisiológicas (FREY JÚNIOR, 2006).

A concentração sérica de proteínas de animais neonatos pode sofrer variação por influência de alguns fatores como a ingestão de colostro, idade (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000) estado nutricional, estresse e a perda de fluidos (BERNARD; REIMER, 1994; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997; MORI, et al., 2003).

Potros exibem baixos teores proteicos ao nascimento e, após a ingestão do colostro, apresentam aumento no total das proteínas séricas devido à absorção intestinal de macromoléculas, incluindo as imunoglobulinas (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; LASSEN, 2007). Portanto, a concentração de proteína sérica total do neonato equino pode ser utilizada para uma rápida e prática avaliação da transferência passiva de imunidade, permitindo determinar as falhas na transferência (LASSEN, 2007; VALENTE; UNANIAN; SELAIVE-VILLARROEL, 2003), sendo a eletroforese um método complementar importante para a avaliação dos níveis de gamaglobulinas presentes no soro (OLIVEIRA; VOGEL, 1984).

A mensuração de proteínas séricas e suas frações por eletroforese permite que todos os testes diagnósticos necessários, sejam realizados a partir de uma amostra de sangue, minimizando a quantidade a ser colhida do neonato, especialmente quando apresentam enfermidades (OLIVEIRA; VOGEL, 1984).

A avaliação das concentrações séricas das proteínas totais e suas frações (albumina, alfa globulinas, beta globulinas e gamaglobulinas) representa um importante auxílio ao diagnóstico clínico (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997), e a quantificação de suas taxas pode ser um dos primeiros indícios de que há alguma anormalidade no proteinograma (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

Ao dividir o valor da albumina pelo valor total das globulinas tem-se o índice albumina: globulina, que, pode indicar hipoalbuminemia ou hiperglobulinemia,



quando diminuído; e hipoglobulinemia, quando aumentado (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

Na clínica equina frequentemente se depara com a dificuldade de interpretar resultados de exames bioquímicos devido a escassas referências para a comparação. O maior conhecimento dessas variáveis permite ao clínico estabelecer diagnósticos mais precisos, e avaliar melhor a eficácia da terapia instituída (PARRY, 2003). Dessa forma, este estudo objetivou estabelecer as concentrações séricas proteicas de potros sadios da raça Mangalarga Marchador no período neonatal.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Espírito Santo (Protocolo nº 020/2013).

Foram utilizados 12 potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, pertencentes a uma propriedade particular situada no município de Alegre, região Sul do Estado do Espírito Santo.

Os animais apresentavam-se hígidos, de acordo com exame clínico previamente realizado antes da colheita de cada amostra. Foram avaliados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca, frequência respiratória e motilidade intestinal por auscultação; temperatura retal mensurada por termômetro digital; coloração das mucosas oral e conjuntival, presença de secreções ocular e nasal, aspecto das fezes, comportamento e presença de apetite determinadas por inspeção; tempo de preenchimento capilar da mucosa oral, determinado por compressão digital seguida de observação do tempo em segundos do reestabelecimento da vascularização.

As amostras de sangue foram obtidas por ou por meio de venopunção da jugular em tubos à vácuo sem aditivos, de forma a causar o mínimo de estresse no potro. As amostras foram colhidas nos seguintes momentos: A: de 0 à 12 horas de vida; B: 24 à 36 horas de vida; C: 48 à 60 horas de vida; D: 7 dias de vida e; E: 30 dias de vida.

Após a colheita as amostras foram transportadas em caixas até o Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo, situado no município de Alegre, ES. No laboratório as amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 10 minutos para a obtenção dos soros, os quais foram separados em alíquotas de 1mL, identificados e mantidos em freezer a -20°C até o momento das análises.

As amostras foram submetidas a dosagem de proteína total pelo método colorimétrico da reação de biureto (kit Bioclin ®), conforme recomendações do

fabricante. As amostras também foram analisadas pelo método de eletroforese em fita de acetato de celulose (Cellogel 2,5x 14 cm) preconizada por Pereira, Tozetti e Fonseca (2006) para a obtenção das frações de albumina, alfa-1-globulinas, alfa-2-globulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas.

Os resultados obtidos entre todos os momentos foram comparados utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância para as frações de alfa-2-globulinas, betaglobulinas e proteína total e análise de variância Kruskal-Wallis a nível de 5% de significância para as frações albumina, alfa-1-globulinas e gamaglobulinas.

A partir dos resultados foi obtido o valor total das globulinas e calculado o índice albumina: globulina dividindo-se o valor da albumina pelo valor das globulinas e as porcentagens de cada fração proteica em todos os momentos estudados.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve alterações significativas entre os diferentes momentos estudados para albumina, alfa-1-globulinas, alfa-2-globulinas, betaglobulinas, gamaglobulinas e proteína total. As médias e os desvios padrão obtidos para as frações alfa-2-globulinas, betaglobulinas e proteína total nos momentos A, B, C, D e E encontram-se na tabela 1. As medianas e os desvios interquartílicos para as frações albumina, alfa-1-globulinas e gamaglobulinas nos momentos A, B, C, D e E encontram-se na tabela 2.

Tabela 1- Valores médios e desvios padrões de alfa-2-globulinas, beta-globulinas e proteína total séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador em diferentes momentos.

	<b>Alfa-2-globulinas</b>	<b>Betaglobulinas</b>	<b>Proteína total</b>
<b>Momento A</b>	0,380 g/dL ± 0,242	0,491 g/dL ± 0,276	6,223 g/dL ± 1,487
<b>Momento B</b>	0,506 g/dL ± 0,195	0,652 g/dL ± 0,276	6,511 g/dL ± 0,593
<b>Momento C</b>	0,426 g/dL ± 0,237	0,727 g/dL ± 0,268	6,468 g/dL ± 0,934
<b>Momento D</b>	0,345 g/dL ± 0,166	0,591 g/dL ± 0,210	5,830 g/dL ± 1,112
<b>Momento E</b>	0,396 g/dL ± 0,294	0,500 g/dL ± 0,213	6,114 g/dL ± 0,975

Momento A: 0 à 12 horas; Momento B: 24 a 36 horas; Momento C: 48 a 60 horas; Momento D: 7 dias e Momento E: 30 dias de vida

Tabela 2- Valores medianos e desvios interquartílicos de albumina, alfa-1-globulinas e gamaglobulinas séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador em diferentes momentos.

	<b>Albumina</b>	<b>Alfa-1-globulinas</b>	<b>Gamaglobulinas</b>
<b>Momento A</b>	3,120 g/dL ± 0,8100	0,330 g/dL ± 0,2900	1,700 g/dL ± 2,0675
<b>Momento B</b>	2,680 g/dL ± 0,5300	0,305 g/dL ± 0,1850	2,295 g/dL ± 0,8775
<b>Momento C</b>	2,710 g/dL ± 0,5125	0,275 g/dL ± 0,1875	2,075 g/dL ± 0,9200
<b>Momento D</b>	2,590 g/dL ± 0,1650	0,260 g/dL ± 0,0925	1,930 g/dL ± 0,8450
<b>Momento E</b>	2,340 g/dL ± 0,7950	0,355 g/dL ± 0,2075	1,615 g/dL ± 0,8375

Legenda: Momento A: 0 à 12 horas; Momento B: 24 a 36 horas; Momento C: 48 a 60 horas; Momento D: 7 dias e Momento E: 30 dias de vida.

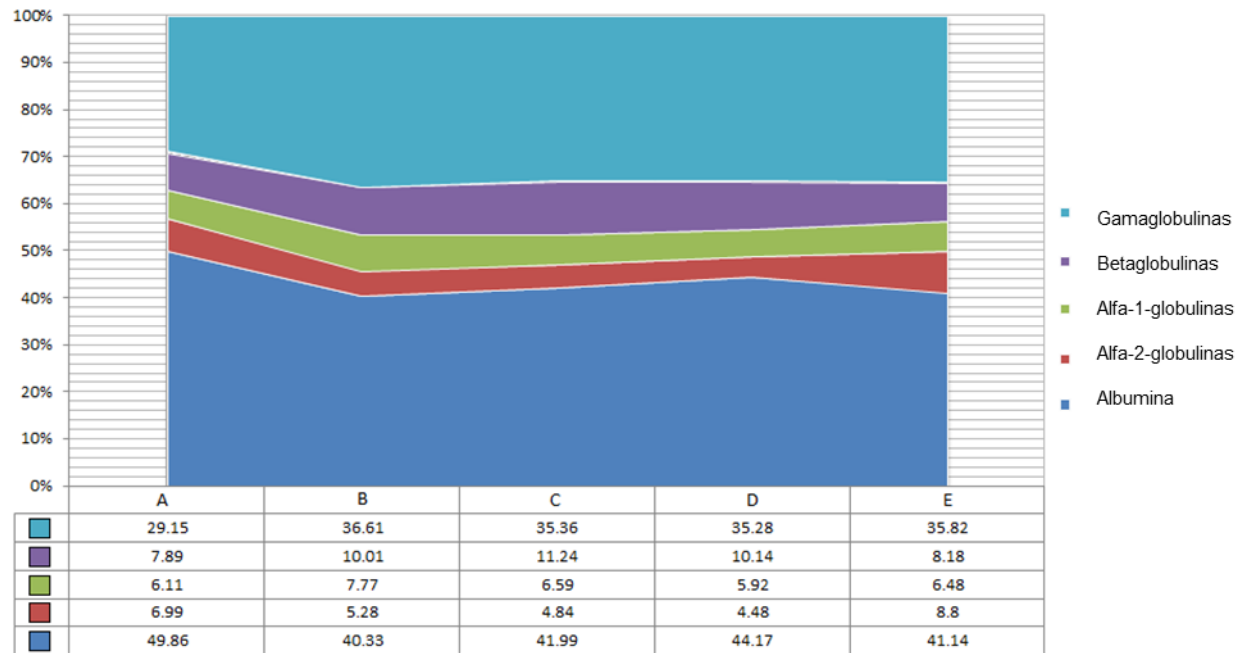
Os valores médios encontrados para proteína total em todos os momentos estão no intervalo proposto por Howard et al. (2008), em pesquisa utilizando potras da raça Brasileiro de Hipismo e Axon e Palmer (2008). Os valores médios de albumina nos momentos A, B, D e E se encontram dentro do proposto por Axon e Palmer (2008), e o momento C foi abaixo do proposto por Howard et al. (2008), que encontraram valor médio de 3,32 g/dl em potras da raça Brasileiro de Hipismo.

Os valores médios encontrados para betaglobulinas nos momentos, A, B, D e E, e os valores médios das gamaglobulinas encontrados nos momentos A, B, D e E estão dentro do proposto por Axon e Palmer (2008).

Os valores encontrados para Alfa-1 globulinas nos momentos A e B foram superiores ao intervalo sugerido por Axon e Palmer (2008), que é de 0,1 à 0,2 g/dl e de 0 a 0,2 g/dl, respectivamente. Os valor médio encontrado no momento D foi abaixo do intervalo proposto, que é entre 0,3 à 0,7 g/dl, e o valor médio obtido no momento E foi semelhante ao encontrado pelos referidos autores.

Os valores médios encontrados para as alfa-2-globulinas nos momentos A e B corroboram o encontrado na literatura, e os valores obtidos para os momentos D e E foram abaixo do esperado, que varia de 0,4 à 1,3 g/dl e 0,5 a 1,5 g/dl respectivamente (AXON; PALMER, 2008).

A fração gamaglobulina inclui as imunoglobulinas (KANEKO; HARVEY; BRUSS 1997; REED; ANDREWS, 1987) e segundo Kuhl et al. (2011), a concentração de gamaglobulinas séricas em potros é baixa ao nascimento, alcança seu máximo valor logo após a ingestão do colostro e decresce continuamente nas quatro primeiras semanas de vida. Nesse estudo foi possível constatar que no momento A, com 0 à 12 horas de vida, a fração de gamaglobulinas apresentou a sua menor concentração (tabela 2 e figura 6), obtendo o seu valor máximo no momento B, de 24 a 36 horas e se manteve estável até 30 dias.



Legenda: A: momento de 0 à 12 horas; B: momento de 24 a 36 horas; C: momento de 48 a 60 horas; D: momento de 7 dias e, E: momento de 30 dias de vida.

Figura 6- Percentuais e oscilações de albumina, alfa-1-globulinas, alfa-2-globulinas, betaglobulinas e gamaglobulinas de acordo com o momento de colheita em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador.

Na tabela 3 pode-se constatar que o índice albumina: globulina encontra-se diminuído, indicando que os animais estudados apresentam hiperglobulinemia (ECKERSALL, 2008; FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000), já que os valores de albumina encontrados estão dentro do padrão considerado normal (AXON; PALMER, 2008). Pode-se inferir que este fato tenha ocorrido devido ao aumento dos valores das globulinas, principalmente da fração gamaglobulina, após a ingestão do colostro (MEDEIROS et al.,1976).

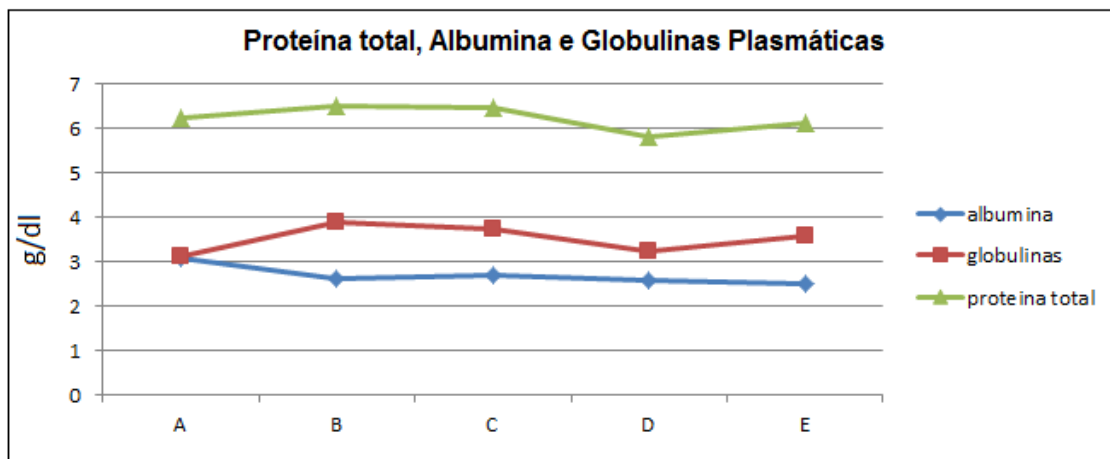
Tabela 3- Valores médios de albumina, globulinas e proteína total séricos de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador e o índice albumina: globulina em diferentes momentos.

	A	B	C	D	E
<b>Albumina</b>	3,103	2,626	2,716	2,575	2,515
<b>Globulinas</b>	3,12	3,885	3,752	3,255	3,599
<b>Proteína total</b>	6,223	6,511	6,468	5,83	6,114
<b>Índice Albumina: Globulina</b>	0,994551	0,675933	0,723881	0,791091	0,698805

Legenda: A: momento de 0 à 12 horas; B: momento de 24 a 36 horas; C: momento de 48 a 60 horas; D: momento de 7 dias e, E: momento de 30 dias de vida.

Segundo Kuhl et al. (2011), a concentração de globulinas séricas em potros é baixa ao nascimento. O aumento das concentrações de globulinas, principalmente entre 12 horas e três dias de vida é resultado da ingestão do colostro, rico em globulinas, principalmente da fração gama (MEDEIROS et al.,1976). As gamaglobulinas alcançam seu valor máximo logo após a ingestão do colostro e decresce continuamente nas quatro primeiras semanas de vida (KUHLE et al.,2011).

Deve-se destacar as concentrações obtidas para globulinas, que obtiveram variação semelhante ao constatado para as concentrações de proteína total, fato associado a estabilidade das concentrações de albumina do soro após o momento B, permitindo afirmar que as globulinas determinaram o comportamento de variação da proteína total neste estudo, corroborando o resultado de outros autores (HOWARD et al., 2008) ( Figura 7).



Legenda: A: momento de 0 à 12 horas; B: momento de 24 a 36 horas; C: momento de 48 a 60 horas; D: momento de 7 dias e, E: momento de 30 dias de vida.

Figura 7- Valores médios de proteína total, albumina e globulinas séricas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, em diferentes momentos.

A concentração de proteína sérica total do neonato equino também pode ser utilizada para uma rápida e prática avaliação da transferência passiva de imunidade, permitindo determinar as falhas na transferência (LASSEN, 2007; VALENTE, UNANIAN; SELAIVE-VILLARROEL, 2003), já que o aumento das proteínas séricas totais em neonatos está ligado ao aumento das globulinas séricas após a absorção intestinal de macromoléculas do colostro, que inclui as imunoglobulinas, classificadas como globulinas (FELDMAN; ZINKIL; JAIN, 2000; LASSEN, 2007).

Segundo Medeiros et al. (1976) o aumento das concentrações das globulinas, principalmente entre 12 horas e três dias de vida é resultado da ingestão do colostro, que é rico em gamaglobulinas, uma das frações das globulinas. No presente estudo, observou-se um aumento das globulinas até o momento B, que corresponde entre 12 e 36 horas de vida. Após 36 horas foi observado diminuição não significativa na concentração até os sete dias de idade, e após esse momento houve aumento até os 30 dias de vida.



## 7. CONCLUSÃO

Estabeleceram-se as concentrações séricas protéicas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador. Não houve variação significativa das frações proteicas entre os momentos estudados.

## 8. REFERÊNCIAS

- AXON, J.E; PALMER, J.E. Clinical pathology of the foal. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.24, n.2, p.357-385, 2008.
- BERNARD, W. V., REIMER, J. M. Examination of the foal. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.10, n.1, p.37-67, 1994.
- ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In:\_\_\_\_\_. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. Burlington: Academic Press, 2008. p.117-155.
- FELDMAN, B. F.; ZINKL, G.; JAIN, N. C. **Veterinary Hematology**. 5ª ed., Philadelphia: Williams & Wilkins, 2000. 1344p.
- FREY JÚNIOR F. 2006. Índices epidemiológicos em potros Puro Sangue Inglês, do nascimento ate os seis meses de vida, na região de Bagé/RS. 2006. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)- Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas,2006.
- HOWARD, D.L. et. al. Proteína total, albumina e globulinas no plasma de potras sadias da raça brasileiro de hipismo em crescimento. **ARS Veterinária**, v.24, n.2, p. 77-82, 2008.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 5ª ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.
- KUHL, J. et al. Changes in faecal bacteria and metabolic parameters in foals during the first six weeks of life. **Veterinary Microbiology**, v.151, n.3-4, p.321-328, 2011.
- LASSEN, E.D. Avaliação laboratorial das proteínas do plasma e do soro sanguíneo. In: \_\_\_\_\_. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2007, p.376-390.
- PARRY, B.W. Normal clinical pathology data. In: \_\_\_\_\_. **Current Therapy in Equine Medicine**. 5ª ed. Philadelphia: Elsevier, 2003, p.870-888.
- MEDEIROS, L. F. et al. The effect of age on levels of serum proteins in the growing foal. **Indian Veterinary Journal**, v.53, n.11, p.838-840, 1976
- MORI, E. et al. Reference values on biochemistry parameters of the Brazilian donkei (Equus asinus). **Journal of Equine Veterinary Science**, v.23, n.8, p. 358-364, 2003.
- OLIVEIRA, A.R.; VOGEL, J. Proteinograma eletroforético de bovinos normais da raça Canchim. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.6, n.5, p.165-166, 1984.

PALTRINIERI, S. et al. Influence of age and foaling on plasma protein electrophoresis and serum amyloida A and their possible role as markers of equine neonatal septicaemia. **Veterinary Journal**. v.176, n.3, p.393-396, 2008.

PEREIRA, A.C.; TOZETTI, I.A.; FONSECA, A.L.S. Imunologia. **Apostila de aulas práticas**. 2006. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/38603673/apostila-de-aulas-pr-ticas-immuno>>. Acesso em: 10 fevereiro 2011.

REED, S. M.; ANDREWS, F. M. The biochemical evaluation of liver function in the horses. **Proceeding of the American Association of Equine Practitioners**, v. 1, p.81-93, 1987.

ROSSDALE, P.D.; RICKETTS, S.W. **Medicina practica en el haras**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1979. 464p.

VALENTE, M.; UNANIAN, M.M; SELAIVE-VILLARROEL, A.B. Avaliação da transferência passiva da imunidade através da proteína total sanguínea, em potros da raça Árabe. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n. 2,p. 240-242, 2003.

## CAPÍTULO 2

**Uso do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador**

## **Cap. 2 - USO DO GLICOSÍMETRO PORTÁTIL PARA A MENSURAÇÃO DA GLICEMIA EM POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

### **RESUMO**

O presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial; determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil está de acordo com a Food and Drug Administration e; determinar as concentrações plasmáticas de glicose durante o período neonatal utilizando-se o teste laboratorial. Foram utilizados potros neonatos de ambos os sexos, recém-nascidos até 30 dias de idade, hípidos, da raça Mangalarga Marchador. Foram colhidas 56 amostras para a mensuração no Glicosímetro Portátil (GP) e 56 para mensuração no Teste Laboratorial (TL), totalizando 112 amostras sendo colhidas nos momentos: A = de 0 à 12 horas de vida (n=06); B = entre 24 à 36 horas de vida (n=05); C = 72 horas de vida (n=07); D = 7 dias de vida (n=10); E = 15 dias de vida (n=16) e; F= 30 dias de vida (n=12). As amostras de sangue para a mensuração da glicemia utilizando o GP foram obtidas por venopunção da jugular, utilizando-se agulhas e seringa. Para o TL da glicose as amostras de sangue foram obtidas por venopunção da jugular com agulha e tubo a vácuo com fluoreto de sódio. As amostras foram centrifugadas a obtenção do plasma, e mantidas a freezer à menos 20°C até a execução do TL utilizando-se o teste enzimático colorimétrico. As variações dos níveis glicêmicos entre cada momento obtidas por meio do TL foram comparadas utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância. Para a comparação dos resultados obtidos por GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F realizou-se a análise estatística com o teste t: amostras independentes a nível de 5% de significância, e para o momento E a análise estatística foi realizada com o teste de Mann-Whitney a nível de 5% de significância. A variação percentual entre os resultados com o uso TL e o GP foi obtida pela diferença entre a média de todas as amostras analisadas pelo TL e a média de todas as amostras analisadas pelo GP. Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) dos níveis glicêmicos obtidos através do TL entre os momentos estudados. Neste estudo a média glicêmica para o período neonatal foi 152, 11 mg/ dL. Em todos os

momentos analisados não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. Pode-se observar que os resultados do GP tenderam a subestimar os valores da glicemia. Todas as mensurações obtidas com o GP variaram entre 99 e 183 mg/dL e as taxas de erro variaram entre 2,68 a 11,55%. Os potros estudados não apresentaram alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal. O glicosímetro portátil demonstrou precisão similar ao teste laboratorial na determinação dos níveis glicêmicos em potros neonatos. A média da taxa de erro do glicosímetro permaneceu dentro do limite exigido pela Food and Drug Administration.

**Palavras-chave:** glicose sanguínea; níveis glicêmicos; período neonatal.

## **Cap. 2 - USE OF PORTABLE GLUCOMETER FOR GLUCOSE MEASUREMENT IN MANGALARGA MARCHADOR NEONATAL FOALS.**

### **ABSTRACT**

The present study aimed to evaluate the use of portable glucometer for glucose measurement in neonatal foals Mangalarga Marchador considering how control the results measured by laboratory test and determine if the variation of glycemia measured by portable glucose is in agreement with the Food and Drug Administration and; determine plasma glucose concentrations during the neonatal period using the laboratory test. Neonatal foals of both sexes were used, newborns up to 30 days old, healthy, Mangalarga Marchador .56 samples were collected to measure the Glucometer Portable (GP) and 56 to measure the Test Laboratory (TL), totaling 112 samples being collected at the times: A= 0 to 12 hours of life (n = 06 ), B = between 24 to 36 hours old (n= 05), C= 72 hours of life (n = 07), D= 7 days (n = 10) E= 15 days (n= 16) and; F = 30 days (n= 12). Blood samples for the measurement of blood glucose using the GP were obtained by jugular venipuncture, using a needle and syringe. For the TL glucose blood samples were obtained by jugular venipuncture needle and a vacuum tube with sodium fluoride. The samples were centrifuged to obtain plasma, and kept at  $-20^{\circ}\text{C}$  until the implementation of TL using enzymatic colorimetric assay variations of glucose levels between each point obtained by TL were compared using ANOVA to 5% level of significance. To compare the results obtained by GP and TL between times A, B, C, D and F was performed statistical analysis with t test: independent at the 5 % significance level samples, and for the moment and the analysis statistical analysis was performed using the Mann -Whitney test at the 5 % significance level. The percentage variation between the results with the TL and GP use was obtained by the difference between the average of all samples analyzed by the TL and the average of all samples analyzed by the GP. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) glucose levels obtained by TL between the times. In this study the average glycemia for the neonatal period was 152, 11 mg / dL. At all time points analyzed there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between the results obtained by the GP and TL. It can be seen that the results of GP tended to underestimate blood glucose values . All measurements obtained with the GP varied between 99 and 183 mg / dL and error

rates ranged from 2.68 to 11.55 %. Foals were no significant changes in glucose concentrations during the neonatal period. The portable glucose showed similar accuracy for laboratory test to determine glucose levels in neonatal foals. The average rate of glucometer error remained within the limits required by the Food and Drug Administration.

Key-words: blood glucose; glucose levels; neonatal period.



## 9. INTRODUÇÃO

A glicose é o principal substrato utilizado pelo organismo para a realização de diferentes funções biológicas (GONZÁLES; SILVA, 2006), sendo a única fonte energética para as células do cérebro. A glicose sanguínea está em constante fluxo, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo (CAPEN, 1998).

Dentro de cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e das condições fisiológicas (GONZÁLES; SILVA, 2006).

Logo após o nascimento, a concentração de glicose sanguínea do potro é baixa (FENGER, 2000), possuindo estoques de glicogênio para lhe dar energia por apenas até duas horas após o parto (KNOTTENBELT; HOLDSTOCK; MADIGAN, 2004). Após a primeira mamada, os níveis de glicose aumentam significativamente, refletindo a absorção intestinal do colostro, que é altamente calórico (FENGER, 2000).

Com o intuito de facilitar a realização do teste de glicose no sangue, nos anos 70 surgiram os primeiros monitores portáteis de glicemia. Eles inicialmente foram fabricados para que pacientes humanos diabéticos pudessem monitorar a sua glicose sanguínea ao longo do dia (MAELE et al., 2005).

Os primeiros aparelhos portáteis utilizavam a mensuração fotométrica, com base na mudança de cor na fita de teste provocada pela reação de sangue com uma enzima presente nela (BRIGGS; CORNELL, 2004), sendo a intensidade da cor proporcional à quantidade de glicose (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 1996). Os glicosímetros utilizados atualmente quantificam a glicose por meio de reações eletroquímicas, que geram um impulso elétrico a ser interpretado pelo aparelho, resultando na concentração de glicose na amostra (PICA et al., 2003).

Atualmente, o uso dos sensores portáteis para mensuração da glicemia está bastante difundido na rotina da clínica médica veterinária, especialmente de pequenos animais. A mensuração da glicemia tem importância no diagnóstico e na monitoração de várias enfermidades ou condições que podem causar hipoglicemia ou hiperglicemia (COHN et al., 2000).

Os monitores de glicose oferecem uma série de benefícios em relação aos analisadores laboratoriais (COHN et al., 2000). Eles são pequenos, portáteis, fáceis

de manusear e requerem uma pequena quantidade de sangue (COHN et al., 2000; FOSTER et al., 1999; WESS; REUSCH 2000). Outras vantagens são a velocidade com que os resultados são obtidos e o fato do teste ser menos oneroso (PICA et al., 2003; WESS; REUSCH, 2000).

Segundo a Food and Drug Administration (FDA) os glicosímetros portáteis não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400 mg/dL (BRIGGS; CORNELL, 2004).

A avaliação da precisão desses aparelhos é geralmente realizada comparando-se os valores da glicemia mensurada pelos aparelhos com aqueles obtidos por método laboratorial, considerados como referência (BRUNNER; ELLMERER; SENDLHOFER, 1998).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial; determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil está de acordo com a *Food and Drug Administration* e; determinar as concentrações plasmáticas de glicose durante o período neonatal utilizando-se o teste laboratorial.

## 10. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Espírito Santo (Protocolo nº 020/2013).

Foram utilizados potros neonatos de ambos os sexos, recém-nascidos até 30 dias de idade, da raça Mangalarga Marchador no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, pertencentes a uma propriedade particular situada no município de Alegre, região Sul do Estado do Espírito Santo.

Os animais apresentavam-se hígidos, de acordo com exame clínico previamente realizado antes da colheita de cada amostra. Foram avaliados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca, frequência respiratória e motilidade intestinal por auscultação; temperatura retal mensurada por termômetro digital; coloração das mucosas oral e conjuntival, presença de secreções ocular e nasal, aspecto das fezes, comportamento e presença de apetite determinadas por inspeção; tempo de preenchimento capilar da mucosa oral, determinado por compressão digital seguida de observação do tempo em segundos do reestabelecimento da vascularização.

Foram colhidas 56 amostras para a mensuração no Glicosímetro Portátil (GP) e 56 para mensuração no Teste Laboratorial (TL), totalizando 112 amostras. . As amostras foram colhidas nos seguintes momentos: A = de 0 à 12 horas de vida (n=06); B = entre 24 à 36 horas de vida (n=05); C = 72 horas de vida (n=07); D = 7 dias de vida (n=10); E = 15 dias de vida (n=16) e; F= 30 dias de vida (n=12).

As amostras de sangue para a mensuração da glicemia utilizando o GP foram obtidas por venopunção da jugular, utilizando-se agulhas e seringa. Imediatamente após a colheita, uma gota de sangue foi aplicada na fita teste, que já estava inserida no equipamento e em cinco segundos o monitor fornecia a quantidade de glicose sanguínea em mg/dL. O GP utilizado neste estudo foi o Accu-Chek® Active juntamente com as tiras de teste Accu-Chek® Active – Roche Diagnóstica Brasil Ltda – São Paulo/SP, Brasil.

Para a mensuração laboratorial da glicose as amostras de sangue foram obtidas por venopunção da jugular com agulha e tubo à vácuo com anticoagulante e fluoreto de sódio. Após a colheita as amostras foram transportadas em caixas refrigeradas até o Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo, situado no município de Alegre, ES. As amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 10 minutos para a obtenção do plasma, os quais foram separados em alíquotas de 1ml, identificados e mantidos a freezer a menos 20°C até a execução do TL utilizando-se o teste enzimático colorimétrico (Kit glicose monoreagente Bioclin®).

Todas as amostras de sangue foram obtidas de forma a causar o mínimo de estresse no potro, sendo que o tempo entre as colheitas do sangue para a mensuração no GP e TL no mesmo animal variou entre 30 a 60 segundos.

As variações dos níveis glicêmicos entre cada momento obtidas por meio do TL foram comparadas utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância.

Para a comparação dos resultados obtidos por GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F realizou-se a análise estatística com o teste t: amostras independentes a nível de 5% de significância, e para o momento E a análise estatística foi realizada com o teste de Mann-Whitney a nível de 5% de significância.

A variação percentual entre os resultados com o uso TL e o GP foi obtida pela diferença entre a média de todas as amostras analisadas pelo TL e a média de todas as amostras analisadas pelo GP.

## 11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) dos níveis glicêmicos obtidos por meio do TL entre os momentos estudados. As médias de cada momento podem ser observadas na figura 8.

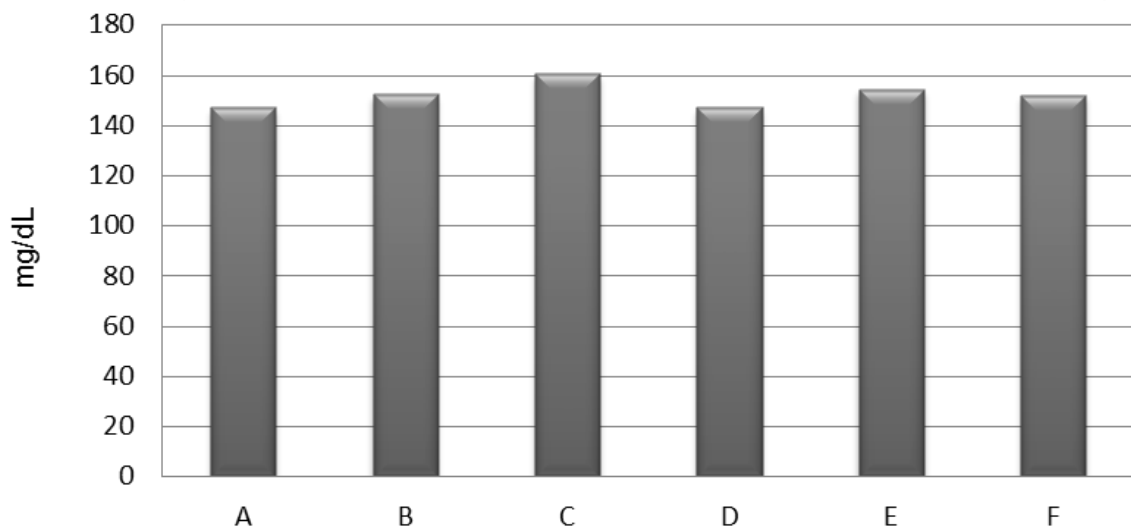


Figura 8 – Média das concentrações glicêmicas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos pelo teste laboratorial. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Os valores médios encontrados em cada momento estão dentro do intervalo proposto por Fenger (2000), e Knottenbelt, Holdstock e Madigan (2004), no entanto, foram mais elevados que os valores encontrados por Howard et al. (2007), que mensurou a glicose plasmática de potras da raça Brasileiro de Hipismo.

Um dos fatores que pode levar a um aumento da glicemia durante a aferição é o estresse da contenção do animal, que leva a um aumento da adrenalina circulante e conseqüentemente, aumento da glicemia (SILVA JÚNIOR et al., 2005). Para que o estresse fosse minimizado, todas as colheitas potros foram realizadas junto à égua em local tranquilo, onde os animais já estavam acostumados, sendo a contenção realizada por pessoas qualificadas, a fim de gerar menores alterações

possíveis. Entretanto, mesmo tomando esse cuidado, alguns animais podem ter apresentado alterações em resposta ao estresse.

O uso de tubos com o fluoreto de sódio para a coleta e armazenamento do sangue utilizado para as análises laboratoriais promove maior confiabilidade aos resultados encontrados, já que o fluoreto de sódio inibe a enzima enolase, conservando o teor de glicose (SERÔDIO, CARVALHO, MACHADO, 2008; SIMÕES et al., 1998). O consumo da glicose pelos eritrócitos no sangue ocorre na taxa de aproximadamente 10% em temperatura ambiente (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997) o que poderia subestimar o nível glicêmico dos animais avaliados.

Neste estudo a média glicêmica para o período neonatal foi 152, 11 mg/ dL, considerada significativamente maior que o intervalo estabelecido para equinos adultos (75- 115 mg/dL), mostrando que as variações da glicemia dentro de cada espécie animal podem ocorrer em função da idade (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). Segundo Fenger (2000), a concentração de glicose sanguínea nos potros depende do tempo entre as refeições lácteas, já que os sistemas de enzimas hepáticas não estão completamente desenvolvidos, podendo resultar em regulação ineficiente da glicose plasmática e, também por possuírem mínimas reservas corpóreas de glicogênio, que é a fonte de disponibilização imediata de carboidratos em equinos adultos.

Em todos os momentos analisados não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. As médias e os desvios padrões obtidos por meio do GP e TL nos momentos A, B, C, D e F encontram-se na tabela 4. As medianas e os desvios interquartílicos obtidos pelo GP e LP no momento E encontram-se na tabela 5.

Tabela 4- Valores médios e desvios padrões da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil.

	<b>Teste Laboratorial</b>	<b>Glicosímetro Portátil</b>
<b>A</b>	147,0 mg/dL ± 34,2	138,3 mg/dL ± 27,8
<b>B</b>	152,2 mg/dL ± 16,1	144,0 mg/dL ± 9,5
<b>C</b>	160,4 mg/dL ± 28,2	142,4 mg/dL ± 20,2
<b>D</b>	147,1 mg/dL ± 25,5	134,5 mg/dL ± 15,1
<b>F</b>	151,9 mg/dL ± 25,7	130,7 mg/dL ± 17,5

Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e, momento F: 30 dias de vida.

Tabela 5- Medianas e desvios interquartílicos da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil com 15 dias de vida (E).

	<b>Teste Laboratorial</b>	<b>Glicosímetro Portátil</b>
<b>E</b>	148,0 mg/dL ± 37,25	134,0 mg/dL ± 9,5

Aleixo et al. (2007), Bluwol et al. (2007) e Serôndio, Carvalho e Machado (2008) avaliaram o uso de glicosímetros portáteis para a mensuração da glicemia em cães e também não encontraram diferenças significativas entre os resultados laboratoriais e os obtidos pelo glicosímetro.

Em pacientes humanos com estabilidade clínica o glicosímetro também se configurou como um método rápido, seguro e de fácil manipulação para a obtenção dos valores glicêmicos (ARGOLLO et al., 2010).

As variações dos resultados da glicemia dos testes laboratoriais e o glicosímetro portátil nos diferentes momentos podem ser observadas na figura 9.

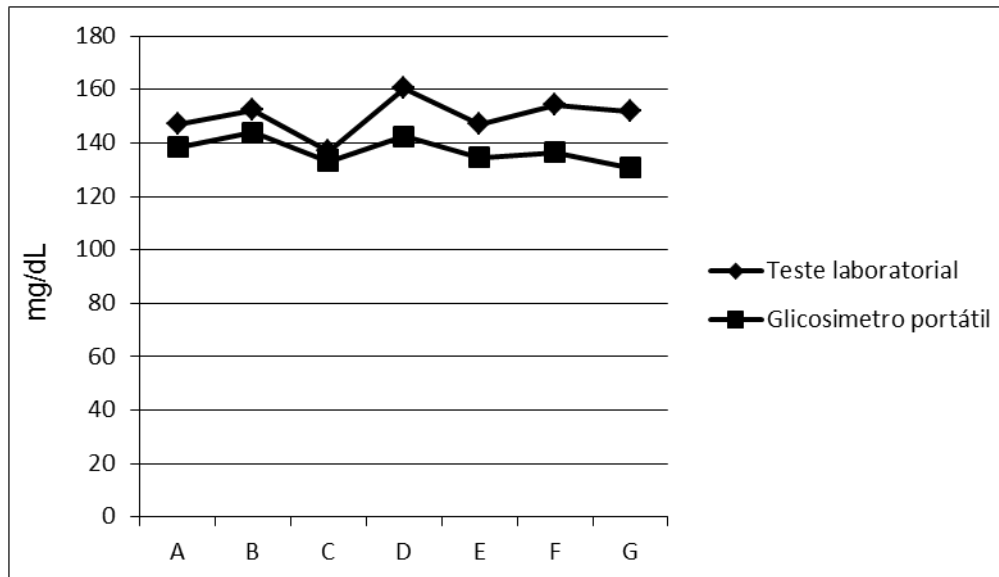


Figura 9- Valores médios da glicemia mensurada pelo teste laboratorial e glicosímetro portátil em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Na figura 9 observa-se que os resultados do glicosímetro tenderam a subestimar os valores da glicemia, quando comparados ao teste laboratorial. Esses resultados subestimados também foram observados por Bluwol et al. (2007) e Fahy e Coursin (2008), ao compararem resultados de glicemia laboratorial com glicosímetros portáteis.

No presente estudo os valores subestimados mensurados no glicosímetro podem ser devido ao uso do sangue total para a mensuração no glicosímetro e do uso do plasma para a mensuração da glicose no teste laboratorial, já que a concentração glicêmica no sangue total é menor em torno de 11 % (SACKS et al., 2002) a 15% quando comparada a do soro ou plasma (WALLACH, 1999).

Na tentativa de obter resultados mais fidedignos com o glicosímetro portátil em relação ao teste laboratorial, com base na diferença das concentrações glicêmicas do sangue total e do plasma, Bluwol et al. (2007) usaram um fator de correção de 0,89 para os resultados glicêmicos obtidos do plasma, diminuindo assim a diferença nos resultados mensurados.

As variações percentuais de erro entre os resultados de glicemia obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos testes laboratoriais em cada momento podem ser observadas na figura 10.



	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Variação</b>	5,9%	5,39%	2,68%	11,22%	8,57%	11,55%

Figura 10- Variações percentuais de erro entre os resultados da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos dos testes laboratoriais. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Segundo a FDA, os GP não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (BRIGGS; CORNELL, 2004). Todas as mensurações obtidas neste estudo com o GP variaram entre 99 e 183 mg/dL e as taxas de erro variaram entre 2,68 a 11,55%, consideradas inferiores aos limites estabelecido pela FDA.

Os potros estudados não apresentaram alterações clínicas no transcorrer do período experimental. É de suma importância associar os resultados dos níveis de glicemia, com o exame clínico prévio minucioso no animal, como realizado neste estudo, antes de cada colheita, pois animais desidratados ou anêmicos podem apresentar variações no hematócrito, que podem afetar o resultado da glicemia. Hematócritos acima de 55% levam a um valor glicêmico subestimado, e hematócritos abaixo de 25% levam a um valor glicêmico superestimado (LACARA et al., 2007).

Esses dados devem ser levados em consideração principalmente na realização da avaliação glicêmica de potros neonatos em estado crítico ou septicêmicos que podem apresentar as alterações citadas acima (SANCHEZ, 2005) e induzir ao erro de prognóstico, já que os valores indicativos de hipoglicemia ou hiperglicemia extrema nesses animais estão associadas a não sobrevivência dos mesmos (HOLLYS et al., 2008).

Os glicosímetros portáteis são de fácil manipulação são importantes para a realização de exames a campo, mas devem possuir grau de incerteza aceitável tornando-se fundamental a verificação da eficácia dos métodos para cada espécie (PICA et al., 2003), e dentro de cada espécie em função da idade e condição fisiológica (GONZÁLES; SILVA, 2006), como realizado neste estudo, validando o método do uso do glicosímetro portátil para a mensuração do nível glicêmico em potros neonatos saudáveis da raça Mangalarga Marchador.

## 12. CONCLUSÕES

Os potros estudados não apresentaram alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal.

O glicosímetro portátil demonstrou precisão similar ao teste laboratorial na determinação dos níveis glicêmicos em potros neonatos.

A média da taxa de erro do glicosímetro permaneceu dentro do limite exigido pela Food and Drug Administration.

### 13. REFERÊNCIAS

- ALEIXO, G.A.S. et al. Mensuração da glicemia em cães mediante a utilização do glicosímetro portátil: comparação entre amostras de sangue capilar e venoso. **Medicina Veterinária**, Recife, v.1, n.1, p.9-13, 2007.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Self-monitoring of blood glucose (Consensus Statement) **Diabetes Care**, v.19, p. 62-66, 1996.
- ARDUINO, F. **Diabetes mellitus e suas complicações**. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1962, 524p.
- ARGOLLO, A.P.B. et al. Valores glicêmicos oferecidos pelo glicosímetro portátil, utilizando sangue de diferentes vias de coleta: estudo de validade. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.22, n. 4, p. 351-357, 2010.
- BLUWOL, K.; et al. Avaliação de dois sensores portáteis para a mensuração da glicemia em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.
- BRIGGS, A.L.; CORNELL, S. Self-monitoring blood glucose: now and future. **Journal of Pharmacy Practice**, v. 17, n.1, p. 29-38, 2004.
- BRUNNER, G.A. et al. Validation of home blood glucose meters with respect to clinical and analytical approaches. **Diabetes care**, v.21, n. 4, p. 585-590, 1998.
- CAPEN, C.C. Sistema Endócrino. In: \_\_\_\_\_. **Patologia Veterinária Especial de Thompson**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998. 672p.
- COHN, L.A. et al. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, and color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v.216, n. 2, p. 198-202, 2000.
- FAHY, B.G.; COURSIN, D.B. Critical glucose control: the devil is in the details. **Mayo Clinin Proceedings**. v. 83, n. 4, p. 394-397, 2008.
- FENGER, C.K. Doenças de potros. In: \_\_\_\_\_. **Medicina interna equina**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000, p. 803-830.
- FOSTER, S.A. et al. Home blood glucose monitoring. **The Annals of Pharmacotherapy**. v.33, n.3, p. 355-363, 1999.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 357p.

- HOLLIS, A.R. et al. Blood glucose concentrations in critically ill neonatal foals. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.22, n. 5, p. 1223-1227, 2008.
- HOWARD, D.L. et al. Determinações plasmáticas de glicose, colesterol e triglicérides em potras sadias, da raça Brasileiro de Hipismo. **Brazilian Journal of Veterinary Researd and Animal Science**, v.44, n.6, p. 454-458, 2007.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 5ª ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.
- KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. **Equine neonatology medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders 1ª ed. 2004, 508p.
- LACARA, T. et al. Comparision of point-of –care and laboratory glucose analysis in critically ill patients. **American Journal of Critical Care**. v. 16, n. 4, p. 336-346, 2007.
- MAELE, I.V. et al. Retrospective study of owner’s perception on home monitoring of blood glucose in diabetics dogs and cats. **Canadian Veterinary Journal**. v.46, n.8, p. 718-723, 2005.
- PICA, C.Q. et al., Avaliação comparativa de glicosímetros portáteis através de curva glicêmica induzida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003. Recife, PE. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003. p. 1-7.
- SACKS, D.B. et al. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. **Clinical Chemistry**, v.48, n.3, p. 436-472, 2002.
- SANCHEZ, L.C. Equine neonatal sepsis. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practive**. v.21, n.2, p. 273-293. 2005.
- SERÔDIO, A.T.; CARVALHO,C.B.; MACHADO, J.A. Glicemia em cães (Canis familiaris) com glucômetro digital portátil e teste laboratorial convencional. **Jornal Brasileiro de Ciência Animal**, v.1, n.1, p.25-34, 2008.
- SILVA JÚNIOR, J.W. et al. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p. 436-443, 2005.
- SIMÕES, H.G. et al. Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, v.12, p. 17-30, 1998.
- WALLACH, J. **Interpretação de exames de laboratório**. 6º ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 1999. 1098p.

WESS, G.; REUSCH, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, n.2, p. 203-209, 2000.

## **CAPÍTULO 3**

**Comparação entre diferentes metodologias para a mensuração do peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador**

### **Cap. 3 - COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA A MENSURAÇÃO DO PESO EM POTROS NEONATOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**

#### **RESUMO**

A literatura cita inúmeros modelos matemáticos para estimativa de peso em cavalos, com base em medidas corporais e fitas métricas adaptadas, geradas por esses modelos. O objetivo desse estudo foi comparar quadro metodologias para a mensuração de peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador e verificar a precisão de cada uma delas em relação ao peso real do animal mensurado em balança comercial. Foram utilizados potros neonatos da raça Mangalarga Marchador divididos em três grupos: Grupo A: oito potros com até 12 horas após o nascimento; Grupo B: 11 potros com 15 dias de idade; e grupo C: 11 potros com 30 dias de idade. Realizou-se a pesagem dos animais dos três grupos na balança de marca Filizolla®, utilizou-se três fórmulas para a mensuração do peso e Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos (FMAPE). Na primeira fórmula (F1) o peso igual ao quadrado do perímetro torácico em centímetros multiplicado pelo comprimento do animal em centímetros, e o produto dividido pela constante 11900; na segunda fórmula (F2) o peso igual ao perímetro torácico em metros elevado ao cubo e o resultado multiplicado pela constante 80, na terceira fórmula (F3) o peso igual ao perímetro torácico dividido pela constante 2,54, subtrai-se 25 do quociente. O restante é dividido pela constante 0,07 e o quociente multiplicado por 0,45 . Para a mensuração do peso pela FMAPE foi utilizado o perímetro torácico em que a fita circunda o tórax atrás das espáduas, em contato com as extremidades livres do processo espinhoso da 11° vértebra torácica e a região do 9° espaço intercostal. Nos grupos A, B e C foram comparados os pesos obtidos entre: Balança X F1, Balança X F2, Balança X F3 e Balança X FMAPE. Para a comparação dos resultados obtidos no grupo A B e C utilizou-se o teste t de Student: amostras pareadas para dados amostrais a nível de 1% de significância. No grupo A não houve diferença significativa entre as diferentes metodologias utilizadas ( $p > 0,01$ ). No grupo B observou-se diferença significativa entre os pesos da Balança e os obtidos com a F1 ( $p < 0,01$ ). No Grupo C houve diferença significativa entre os pesos Balança e os obtidos na F3 ( $p < 0,01$ ). No presente estudo a FMAPE demonstrou

maior precisão para o cálculo do peso que a F2 nos grupos A e B, apresentando variação percentual de 0,99 e 0,42 respectivamente, enquanto a F2 apresentou variação percentual de 1,39 e 1,98 respectivamente. No entanto, a FMAPE mostrou-se menos precisa que a F2 no grupo C onde apresentou uma variação percentual de 5,29 do valor real contra uma variação percentual de 0,96. Conclui-se que em potros de 12 horas até 30 dias de idade pode-se adotar a F2 e FMAPE como método alternativo para mensuração de peso, já que os resultados de nenhuma destas metodologias diferiram do mensurado pela balança em nenhum dos grupos estudados.

**Palavras chaves:** estimativa de peso; fita de pesagem; neonato equino.



### **Cap. 3 - COMPARISON BETWEEN DIFFERENT METHODOLOGIES FOR MEASURING THE WEIGHT OF MANGALARGA MARCHADOR NEONATAL FOALS.**

#### **ABSTRACT**

The literature cites a number of mathematical models to estimate horses weight, based on body measurements and adapted tapes generated by these models. The aim of this study was to compare methodologies framework for the measurement of weight in neonatal foals Mangalarga Marchador and verify the accuracy of each of them in relation to the actual weight of the animal measured in trade balance. 11 foals at 15 days of age and group C: 11 foals with 30 days of age; Group A: Group B with eight foals up to 12 hours after birth neonatal foals Mangalarga Marchador divided into three groups were used. Held weighing the animals of the three groups in the balance of Filizolla ® brand, we used three formulas for measuring tape to measure weight and height and standard for equine (FMAPE) commercial weighing. In the first formula (F1) weight equal to the square of the thoracic perimeter in feet multiplied by the length in feet of the animal, and the product divided by the constant 11900, in the second formula (F2) the weight of the high thoracic perimeter in meters cubed and the result constant multiplied by 80 in the third formula (F3) equal weight to chest girth divided by the constant 2.54, subtract 25 from the quotient. The remainder is divided by the constant 0.07 and the quotient multiplied by 0.45. To measure the weight by FMAPE the thoracic perimeter where the tape surrounds the chest behind the shoulders in contact with the free ends of the spinous process of the 11th thoracic vertebra and 9th intercostal space region was used. F1 Scale X, Scale X F2, F3 Scale X and Scale X FMAPE: In groups A, B and C between the weights obtained were compared. To compare the results obtained in group A B and C used the Student t test: paired sample data for samples at the level of 1 % significance. In group A there was no significant difference between the different methodologies used ( $p > 0.01$ ). In group B there was a significant difference between the weights of the scale and those obtained with the F1 ( $p < 0.01$ ). In Group C there was a significant difference between the balance weights and those obtained in the F3 ( $p < 0.01$ ). In the present study demonstrated the greater precision FMAPE for calculating the weight F2 in groups A and B, showing percentage change of 0.99 and 0.42

respectively, while F2 showed percentage change of 1.39 and 1.98 respectively. However, FMAPE proved less precise than for Group C where F2 showed a variation of the actual value of 5.29 against a variation of 0.96. We conclude that in foals 12 hours to 30 days old can adopt the F2 and FMAPE as an alternative method for measuring weight, since the results of any of these methodologies differ measured by the scales in any group.

Key-words: estimated weight; tape weighing; equine neonate.

## 14. INTRODUÇÃO

É importante que os médicos veterinários e criadores conheçam o peso dos animais, uma vez que o peso pode ser utilizado para avaliar o desenvolvimento ou ganho de peso, e determinar formulações alimentares (STANIAR et al., 2004). As dosagens de vermífugos e de antibióticos são calculados usando o peso do animal, e a estimativa do peso incorreta pode resultar em sub-dosagem ou sobre-dosagem da medicação, podendo intoxicar o animal com sobre-doses e outras complicações, inclusive a morte, e a sub-dosagem podendo ocasionar a resistência a antibióticos (SENDEL, 2010).

O peso do cavalo é variável, dependendo da raça e mesmo dentro de uma determinada raça, repercutindo sobre sua morfologia (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990) e a estimativa visual do peso do animal não são fidedignas.

O método considerado mais preciso para mensurar o peso corporal é a balança, no entanto, devido ao alto custo deste equipamento ou a impossibilidade de locomover o animal até um local que tenha disponibilidade, proprietários e veterinários que trabalham no campo geralmente ficam impossibilitados de ter acesso a balança para a obtenção do peso real do animal (ELLIS; HOLLANDS, 1998; JONES et al., 1989). Dessa forma, fitas de peso e fórmulas e monogramas para peso corporal foram desenvolvidas para estimar o peso de cavalos sob essas circunstâncias (WAGNER; TYLER, 2011).

Os monogramas são disponíveis para estimar o peso do corpo de um cavalo, e baseiam-se na avaliação do escore de condição corporal e altura na cernelha (CARROLL; HUNTINGTON, 1988; MILNER; HEWITT, 1969).

A literatura cita inúmeros modelos matemáticos para estimativa de peso em cavalos, com base em medidas corporais e fitas métricas adaptadas, geradas por esses modelos (CARROLL; HUNTINGTON, 1988; HALL, 1971; MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990; TORRE; JARDIM, 1985; WAGNER; TYLER, 2011).

A fita de peso é considerada um método simples, barato, rápido e eficaz para estimar o peso de um cavalo. Fitas de peso estão disponíveis na maioria das lojas produtos agropecuários. A precisão da fita é depende do utilizador, tamanho do animal, raça e idade (SENDEL, 2010).

A partir das medidas de circunferência torácica e comprimento corporal pode-se utilizar modelos matemáticos que produzam estimativas ligeiramente mais precisas do peso que as fitas de peso (SENDEL, 2010).

Entretanto, esses modelos ou fitas de peso nem sempre são adaptados para todas as raças e idades, e algumas técnicas de estimativa de peso corporal reproduzem resultados mais precisos que outros dependendo desses fatores (HOFFMANN et al., 2013).

Portanto, o objetivo desse estudo foi comparar quadro metodologias para a mensuração de peso em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador e verificar a precisão de cada uma delas em relação ao peso real do animal mensurado em balança comercial.

## 15. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Espírito Santo (Protocolo nº 020/2013).

Foram utilizados potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, pertencentes a uma propriedade particular situada no município de Alegre, região Sul do Estado do Espírito Santo.

Os animais foram divididos em três grupos: Grupo A: oito potros com até 12 horas após o nascimento; Grupo B: 11 potros com 15 dias de idade; e grupo C: 11 potros com 30 dias de idade. Realizou-se a pesagem dos animais dos três grupos na balança de marca Filizolla®, utilizou-se três fórmulas para a mensuração do peso e Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos (FMAPE). Na primeira fórmula (F1) o peso igual ao quadrado do perímetro torácico em centímetros multiplicado pelo comprimento do animal em centímetros, e o produto dividido pela constante 11900 (CARROLL; HUNTINGTON, 1988); na segunda fórmula (F2) o peso igual ao perímetro torácico em metros elevado ao cubo e o resultado multiplicado pela constante 80 (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990; TORRE; JARDIM, 1985) na terceira fórmula (F3) o peso igual ao perímetro torácico dividido pela constante 2,54, subtrai-se 25 do quociente. O restante é dividido pela constante 0,07 e o quociente multiplicado por 0,45 (adaptado de SENDEL, 2010) (Figura 11).

<b>Fórmula 1</b>	$\text{Peso (Kg)} = \frac{\text{perímetro torácico}^2_{(\text{cm})} \times \text{comprimento}_{(\text{cm})}}{11900}$
<b>Fórmula 2</b>	$\text{Peso (Kg)} = \text{perímetro torácico}^3_{(\text{m})} \times 80$
<b>Fórmula 3</b>	$\text{Peso (Kg)} = \frac{(\text{perímetro torácico}_{(\text{cm})} / 2,5) - 25}{0,07} \times 0,45$

Figura 11. Fórmulas utilizadas para a mensuração do peso em equinos

Fonte: Fórmula 1: Carroll e Huntington (1988); Fórmula 2: Torre e Jardim (1985) e Marcenac, Aublet e D'Autheville (1990); Fórmula 3: adaptado de Sendel (2010).

Para a mensuração do peso pela FMAPE foi utilizado o perímetro torácico em que a fita circunda o tórax atrás das espáduas, em contato com as extremidades livres do processo espinhoso da 11<sup>o</sup> vértebra torácica e a região do 9<sup>o</sup> espaço intercostal. A medida do perímetro torácico para o uso nas fórmulas seguiu a metodologia adotada para FMAPE, apenas substituindo a FMAPE por fita métrica padrão. Para a aferição do comprimento foi utilizado um hipômetro e a medida foi realizada entre a protuberância óssea da espádua e a tuberosidade isquiática (figura 12) (MARCENAC; AUBLET; D'AUTHEVILLE, 1990). Teve-se o cuidado para que o mesmo avaliador realiza-se todas as mensurações.

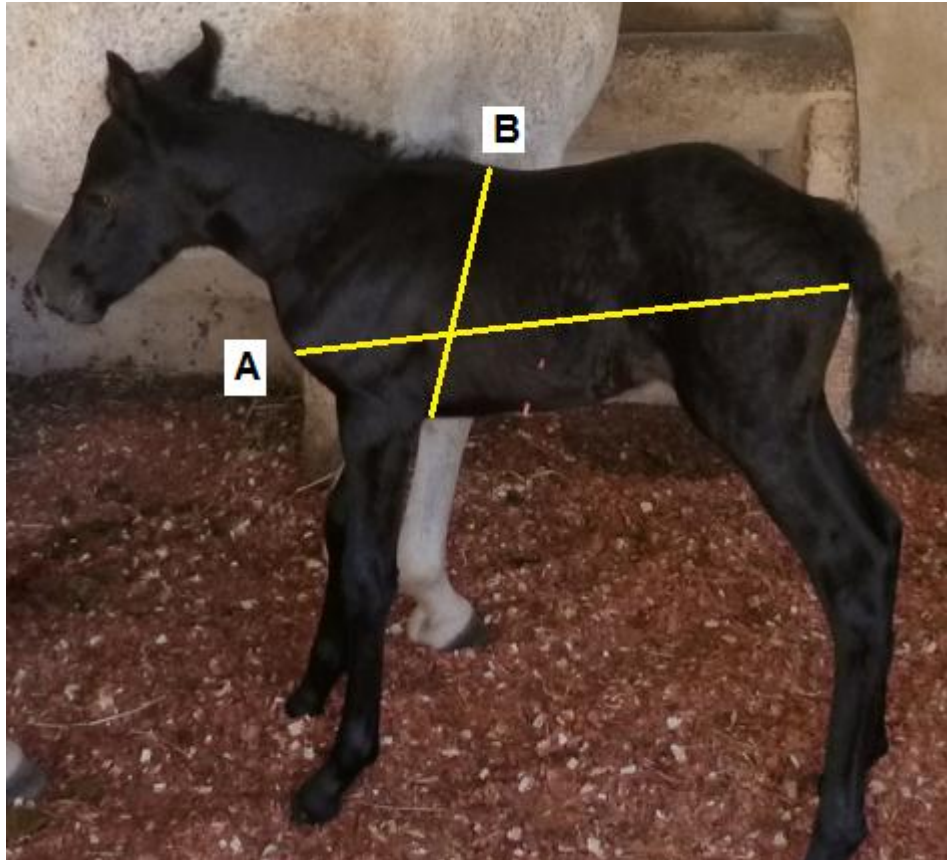


Figura 12- Imagem fotográfica das regiões de mensuração do comprimento corporal (A) e perímetro torácico (B) no equino. Fonte: Bromeschenkel (2011).

Nos grupos A, B e C foram comparados os pesos obtidos entre: Balança X F1, Balança X F2, Balança X F3 e Balança X FMAPE. Para a comparação dos resultados obtidos no grupo A, B e C utilizou-se o teste t de Student: amostras pareadas para dados amostrais a nível de 1% de significância.

## 16. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No grupo A não houve diferença significativa entre as diferentes metodologias utilizadas ( $p > 0,01$ ), e os valores das médias e dos desvios padrões estão representados na tabela 6.

Tabela 6. Médias e desvios padrões dos pesos (kg) de potros com até 12 horas após o nascimento mensurados por diferentes metodologias.

MÉTODOS	MEDIA	DESVIO PADRÃO
Balança	37,87	3,98
F1	33,23	6,18
F2	37,35	6,28
F3	35,50	10,92
FMAPE	37,25	5,67

**F1:** peso (kg) = ((perímetro torácico<sub>(cm)</sub>)<sup>2</sup> x comprimento do animal<sub>(cm)</sub> ) / 11900. **F2:** peso (kg) = (perímetro torácico<sub>(m)</sub>)<sup>3</sup> X 80. **F3** peso (kg) = (((perímetro torácico<sub>(cm)</sub> ÷ 2,5) – 25) / 0,07 ) X 0,45. **FMAPE:** Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos.

No grupo B observou-se diferença significativa entre os pesos da Balança e os obtidos com a F1 ( $p < 0,01$ ). Os valores das médias e desvios padrão do grupo B estão representados na tabela 7.



Tabela 7. Médias e desvios padrão dos pesos (kg) de potros com 15 dias de idade mensurados por diferentes metodologias.

MÉTODOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
<b>Balança</b>	54,14	± 5,79
<b>F1</b>	47,83	± 7,77
<b>F2</b>	53,06	± 6,42
<b>F3</b>	60,39	± 8,83
<b>FMAPE</b>	54,36	± 6,87

**F1:** peso  $_{(kg)} = ((\text{perímetro torácico}_{(cm)})^2 \times \text{comprimento do animal}_{(cm)}) / 11900$ . **F2:** peso  $_{(kg)} = (\text{perímetro torácico}_{(m)})^3 \times 80$ . **F3** peso  $_{(kg)} = (((\text{perímetro torácico}_{(cm)} \div 2,5) - 25)) / 0,07 \times 0,45$ . **FMAPE:** Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos.

No Grupo C houve diferença significativa entre os pesos Balança e os obtidos na F3 ( $p < 0,01$ ). Os valores das médias e desvios padrão do grupo C se encontram na tabela 8.

Tabela 8. Médias e desvios padrão dos pesos (kg) de potros com 30 dias de idade mensurados por diferentes metodologias.

MÉTODOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
<b>Balança</b>	63,25	± 6,29
<b>F1</b>	57,65	± 7,25
<b>F2</b>	62,64	± 8,61
<b>F3</b>	72,92	± 10,86
<b>FMAPE</b>	66,60	± 8,40

**F1:** peso  $_{(kg)} = ((\text{perímetro torácico}_{(cm)})^2 \times \text{comprimento do animal}_{(cm)}) / 11900$ . **F2:** peso  $_{(kg)} = (\text{perímetro torácico}_{(m)})^3 \times 80$ . **F3** peso  $_{(kg)} = (((\text{perímetro torácico}_{(cm)} \div 2,5) - 25)) / 0,07 \times 0,45$ . **FMAPE:** Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos.

Em ambos os grupos estudados a F1 proposta por Carroll e Huntington (1988), subestimou os pesos reais dos potros, mesmo nos grupos A e C onde não

foi encontrada diferença significativa entre o peso obtido com a balança, o que corrobora o resultado encontrado por Hoffmann et al. (2013), que utilizaram da fórmula para estimar o peso de cavalos Islandeses adultos. Neste estudo não houve diferença significativa entre o peso real e o obtido pela aplicação da fórmula, mas por causa dos pesos subestimados os autores ajustaram a fórmula alterando o divisor para 11400, resultando em menores diferenças dos pesos reais.

A F2, preconizada por Marcenac, Aublet e D'Autherville (1990) e Torre e Jardim (1985), foi a fórmula que mais se adequou para a mensuração do peso dos neonatos equinos neste estudo, visto que em nenhum dos grupos houve diferença significativa entre o peso real e o obtido através da sua aplicação. Essa fórmula é recomendada para uso com potros de menos de seis meses (STANIAR et al., 2004), O mesmo resultado foi encontrado por Rodríguez et al., (2007), quando utilizaram da fórmula para a mensuração do peso em potros da raça Puro Sangue Inglês com idade entre dois e 180 dias.

A F3 adaptada de Sendel (2010) apesar de ser indicada para potros de até 60 dias de idade, demonstraram diferença significativa quando utilizada para mensurar o peso de potros com 30 dias de idade.

A FMAPE se mostrou eficiente para a mensuração do peso em potros da raça Mangalarga Marchador em todo o período neonatal, não apresentando diferença significativa com o peso real obtido pela balança em nenhum dos grupos estudados, discordando de Sendel (2010), que relata que a mesma foi ineficaz em potros. Wagner e Tyler (2011) avaliaram a FMAPE e a F1 para mensuração do peso em equinos adultos, e os pesos em ambos os métodos diferiram significativamente do peso real dos animais, sendo que a FMAPE foi o método menos eficaz. Hoffmann et al. (2013) também avaliaram a FMAPE e a F1 para estimar o peso em cavalos Islandeses adultos e não encontraram diferença significativa entre os métodos utilizados e o peso real obtido pela balança. No mesmo estudo relataram ainda que a mensuração do peso com a FMAPE foi mais preciso para o cálculo do peso que a F1.

No presente estudo a FMAPE demonstrou maior precisão para o cálculo do peso que a F2 nos grupos A e B, apresentando variação percentual de 0,99 e 0,42 respectivamente, enquanto a F2 apresentou variação percentual de 1,39 e 1,98 respectivamente. No entanto, a FMAPE mostrou-se menos precisa que a F2 no

grupo C onde apresentou uma variação percentual de 5,29 do valor real contra uma variação percentual de 0,96.

Na figura 3 podem ser observadas as variações das metodologias utilizadas para mensuração do peso, em relação ao peso real obtido por balança em cada momento.

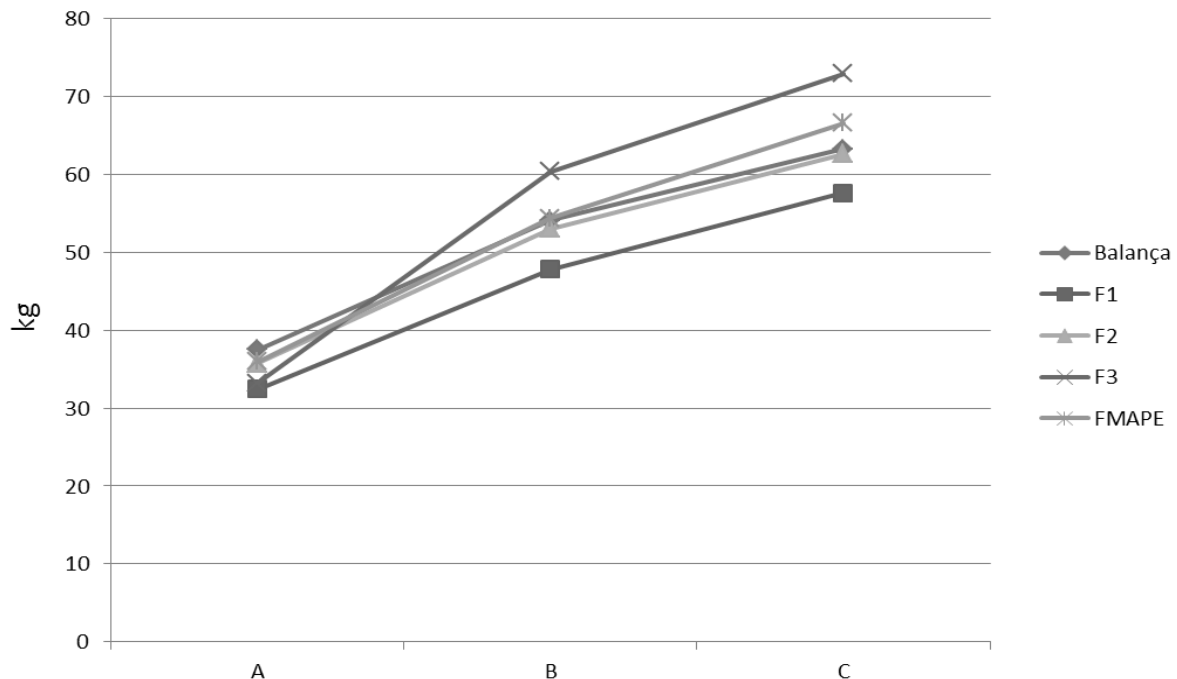


Figura 13 – Variações entre as 4 metodologias utilizadas para a mensuração do peso em relação ao peso real obtido por balança, em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, em diferentes momentos.

**F1:** peso  $(kg) = ((\text{perímetro torácico}_{(cm)})^2 \times \text{comprimento do animal}_{(cm)}) / 11900$ . **F2:** peso  $(kg) = (\text{perímetro torácico}_{(m)})^2 \times 80$ . **F3** peso  $(kg) = (((\text{perímetro torácico}_{(cm)} \div 2,5) - 25)) / 0,07) \times 0,45$ . **FMAPE:** Fita para medida de altura e pesagem comercial padrão para equinos.

Os dados obtidos neste estudo comparados com os de literatura demonstram que os pesos mensurados pelos métodos estudados variam com suas precisões de acordo com a raça e categoria animal, fato que pode ser atribuído a diferenças de conformação entre as raças, e mesmo durante a fase de crescimento do animal, alterando as proporções de perímetro torácico e comprimento, que são as bases para a maioria dessas metodologias.

Mais estudos devem ser realizados em diferentes raças e categorias em equinos para que se possa ver qual metodologia alternativa se adequa melhor em cada caso.

## 17. CONCLUSÃO

Conclui-se que em potros de 12 horas até 30 dias de idade pode-se adotar a F2 e FMAPE como método alternativo para mensuração de peso, já que os resultados destas metodologias não diferiram dos obtidos pela balança nos grupos estudados.

## 18. REFERÊNCIAS

CARROLL, C.L.; HUNTINGTON, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Veterinary Journal**. v.20, n. 1, p. 41-45, 1988.

MARCENAC, L.; AUBLET, H.; D'AUTHEVILLE, P. **Enciclopédia do cavalo**. 4ª ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1990. 1462.

SENDEL, T. Estimating body weight for horses. **Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs**. 2010. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/horses/facts/10-085.htm>>. Acesso em: 3 fev. 2013.

WAGNER, E.L.; TYLER, P.J. A comparison of weight methods in adult horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, n. 12, p. 706-710, 2011.

STANIAR, W. B. et al. Weight prediction from linear measures of growing thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v.36, n.2, p.149-154, 2004.

ELLIS, J. M.; HOLLANDS, T. Accuracy of different methods of estimating the weight of horses. **Veterinary Record**, v.143, n. 12, p. 335-336, 1998.

HALL, L.W. **Wright's veterinary anaesthesia and analgesia**. London: Baillière Tindall. 1971. 176p

HOFFMANN, G. et al. Estimation of the Body Weight of Icelandic Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.33, n.11, p. 893-895, 2013.

RODRÍGUEZ, CL. et al. New formula for bodyweight estimation of thoroughbred foals **Veterinary Record**, v.161, n.5, p.165-166, 2007.

JONES, R. S., et al. Accuracy of prediction of the liveweight of horses from body measurements. **Veterinary Record**, v.125, n. 22, p. 549-553, 1989.

MILNER, J.; HEWITT, D. Weight of horses: Improved estimates based on girth and length. **Canadian Veterinary Journal**, v. 10, n.12, p. 314-316, 1969.

TORRES, A.P. ; JARDIM, W.R. **Criação do Cavalo e de outros Eqüinos**. 3ª ed. São Paulo: Nobel. 1985. 654p.

## APENDICE

**APÊNDICE A – Trabalho a ser submetido para publicação na revista  
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**

**Uso do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça  
Mangalarga Marchador**

Use of portable glucometer for glucose measurement in Mangalarga Marchador neonatal foals

\*I. Bromerschenkel<sup>1</sup>, L. Ferreira<sup>1</sup>, F. A. Ribeiro<sup>1</sup>, C.B. Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.  
\*guingafl@hotmail.com

**RESUMO**

O presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial (TL); determinar se os valores de glicemia obtidos pelo glicosímetro portátil (GP) estão de acordo com a Food and Drug Administration. Utilizou-se potros neonatos de ambos os sexos, hípidos, com até 30 dias de idade. Foram colhidas amostras sanguíneas para a mensuração no GP e TL, nos momentos: A: 0 à 12 horas; B: 24 à 36 horas; C: 72 horas; D: 7 dias; E: 15 dias e F: 30 dias de vida. As variações dos níveis glicêmicos obtidas no TL foram comparadas pela análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância. Para comparação dos resultados do GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F utilizou-se o teste t a nível de 5% de significância, e para o momento E, o teste de Mann-Whitney a nível de 5% de significância. A variação percentual entre os resultados com TL e GP foi obtida pela diferença entre a média obtida pelo TL e a média obtida pelo GP. Não houve diferença significativa dos níveis glicêmicos obtidos pelo TL entre os momentos. A média glicêmica para o período neonatal foi 152,11 mg/dL. Não houve diferença significativa entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. As mensurações obtidas com o GP variaram entre 99 e 183 mg/dL e as taxas de erro entre 2,68 a 11,55%. Não houve alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal. O GP demonstrou precisão similar ao TL na determinação dos níveis glicêmicos. A taxa de erro do GP permaneceu dentro do limite exigido pela FDA.

**Palavras-chave:** glicose sanguínea; níveis glicêmicos; período neonatal.

## **ABSTRACT**

The present study aimed to evaluate the use of portable glucometer for glucose measurement in neonatal foals considering how control the results measured by laboratory test (TL); determine whether blood glucose levels obtained by portable glucometer (GP) are in agreement with the Food and Drug Administration. We used neonatal foals of both sexes, healthy, up to 30 days of age. Blood samples were collected to measure the GP and TL, in moments: A: 0 to 12 hours; B: 24 to 36 hours C: 72 hours D: 7 days , and 15 days and F: 30 days of life. Changes of blood glucose levels obtained at TL were compared by ANOVA at the 5 % significance level. To compare the results of GP and TL between times A, B, C, D and F used the 5% level of significance, and time for the test and the Mann- Whitney test at the 5 % significance. The percentage variation between the results with and TL GP was obtained by the difference between the average obtained by TL and the average obtained by the GP. There was no significant difference in glycemic levels obtained by TL between moments. The average glycemia for the neonatal period was 152.11 mg/dL. There was no significant difference between the results obtained by the GP and TL. The measurements obtained with the GP varied between 99 and 183 mg /dL and error rates between 2.68 to 11.55 %. There were no significant changes in glucose concentrations during the neonatal period. The GP showed similar accuracy in determining the TL glucose levels. The rate of GP error remained within the limits required by the FDA.

Key-words: blood glucose; glucose levels; neonatal period.

## **INTRODUÇÃO**

A glicose é o principal substrato utilizado pelo organismo para a realização de diferentes funções biológicas (González e Silva, 2006), sendo a única fonte energética para as células do cérebro. A glicose sanguínea esta em constante fluxo, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo (Capen, 1998).

Dentro de cada espécie animal ocorrem variações da glicemia principalmente em função da idade, dieta e das condições fisiológicas (González e Silva, 2006).

Logo após o nascimento, a concentração de glicose sanguínea do potro é baixa (Fenger, 2000), possuindo estoques de glicogênio para lhe dar energia por apenas até duas horas após o parto (Knottenbelt et al., 2004). Após a primeira mamada, os níveis de glicose aumentam significativamente, refletindo a absorção intestinal do colostro, que é altamente calórico (Fenger, 2000).

Com o intuito de facilitar a realização do teste de glicose no sangue, nos anos 70 surgiram os primeiros monitores portáteis de glicemia. Eles inicialmente foram fabricados para que pacientes humanos diabéticos pudessem monitorar a sua glicose sanguínea ao longo do dia (Maele et al., 2005).



Os primeiros aparelhos portáteis utilizavam a mensuração fotométrica, com base na mudança de cor na fita de teste provocada pela reação de sangue com uma enzima presente nela (Briggs e Cornell, 2004), sendo a intensidade da cor proporcional à quantidade de glicose (American Diabetes Association, 1996). Os glicosímetros utilizados atualmente quantificam a glicose por meio de reações eletroquímicas, que geram um impulso elétrico a ser interpretado pelo aparelho, resultando na concentração de glicose na amostra (Pica et al., 2003).

Atualmente, o uso dos sensores portáteis para mensuração da glicemia é amplamente difundido na rotina da clínica médica veterinária, especialmente de pequenos animais. A mensuração da glicemia tem importância no diagnóstico e na monitoração de várias enfermidades ou condições que podem causar hipoglicemia ou hiperglicemia (Cohn et al., 2000).

Os monitores de glicose oferecem uma série de benefícios em relação aos analisadores laboratoriais (Cohn et al., 2000), por serem pequenos, portáteis, fáceis de manusear e requerem uma pequena quantidade de sangue (Foster et al., 1999; Cohn et al., 2000; Wess e Reusch 2000). Outras vantagens são a velocidade com que os resultados são obtidos e o fato do teste ser menos oneroso (Wess e Reusch, 2000; Pica et al., 2003).

Segundo a Food and Drug Administration (FDA) os glicosímetros portáteis não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (Briggs e Cornell, 2004).

A avaliação da precisão desses aparelhos é geralmente realizada comparando-se os valores da glicemia mensurada pelos aparelhos com aqueles obtidos por método laboratorial, considerados como referência (Brunner et al., 1998).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a utilização do glicosímetro portátil para a mensuração da glicemia em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador, considerando como controle os resultados mensurados por meio de teste laboratorial; determinar se a variação dos valores de glicemia mensurados pelo glicosímetro portátil esta de acordo com a Food and Drug Administration e determinar as concentrações plasmáticas de glicose durante o período neonatal utilizando-se o teste laboratorial.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal do Espírito Santo (Protocolo nº 020/2013).

Foram utilizados potros neonatos de ambos os sexos, recém-nascidos até 30 dias de idade, da raça Mangalarga Marchador no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, pertencentes a uma propriedade particular situada no município de Alegre, região Sul do estado do Espírito Santo.

Os animais apresentavam-se hígidos, de acordo com exame clínico previamente realizado antes da colheita de cada amostra. Foram avaliados os seguintes parâmetros: frequência cardíaca, frequência respiratória e motilidade intestinal por auscultação; temperatura retal mensurada por termômetro digital; coloração das mucosas oral e conjuntival, presença de secreções ocular e nasal, aspecto das fezes, comportamento e presença de apetite determinadas por inspeção; tempo de preenchimento capilar da mucosa oral, determinado por compressão digital seguida de observação do tempo em segundos do reestabelecimento da vascularização.

Foram colhidas 56 amostras para a mensuração no Glicosímetro Portátil (GP) e 56 para mensuração no Teste Laboratorial (TL), totalizando 112 amostras. . As amostras foram colhidas nos seguintes momentos: A = de 0 à 12 horas de vida (n=06); B = entre 24 à 36 horas de vida (n=05); C = 72 horas de vida (n=07); D = 7 dias de vida (n=10); E = 15 dias de vida (n=16) e; F= 30 dias de vida (n=12).

As amostras de sangue para a mensuração da glicemia utilizando o GP foram obtidas por venopunção da jugular, utilizando-se agulhas e seringa. Imediatamente após a colheita, uma gota de sangue foi aplicada na fita teste, que já estava inserida no equipamento e em cinco segundos o monitor fornecia a quantidade de glicose sanguínea em mg/dL. O GP utilizado neste estudo foi o Accu-Chek® Active juntamente com as tiras de teste Accu-Chek® Active – Roche Diagnóstica Brasil Ltda – São Paulo/SP, Brasil.

Para a mensuração laboratorial da glicose as amostras de sangue foram obtidas por venopunção da jugular com agulha e tubo à vácuo com anticoagulante e fluoreto de sódio. Após a colheita as amostras foram transportadas em caixas de isopor com gelo para refrigeração das amostras até o Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Espírito Santo, situado no município de Alegre, ES. As amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 10 minutos para a obtenção do plasma, os quais foram separados em alíquotas de 1ml, identificados e mantidos a freezer a -20°C até a execução do TL utilizando-se o teste enzimático colorimétrico (Kit glicose monoreagente Bioclin ®).

Todas as amostras de sangue foram obtidas de forma a causar o mínimo de estresse no potro, sendo que o tempo entre as colheitas do sangue para a mensuração no GP e TL no mesmo animal variou entre 30 a 60 segundos.

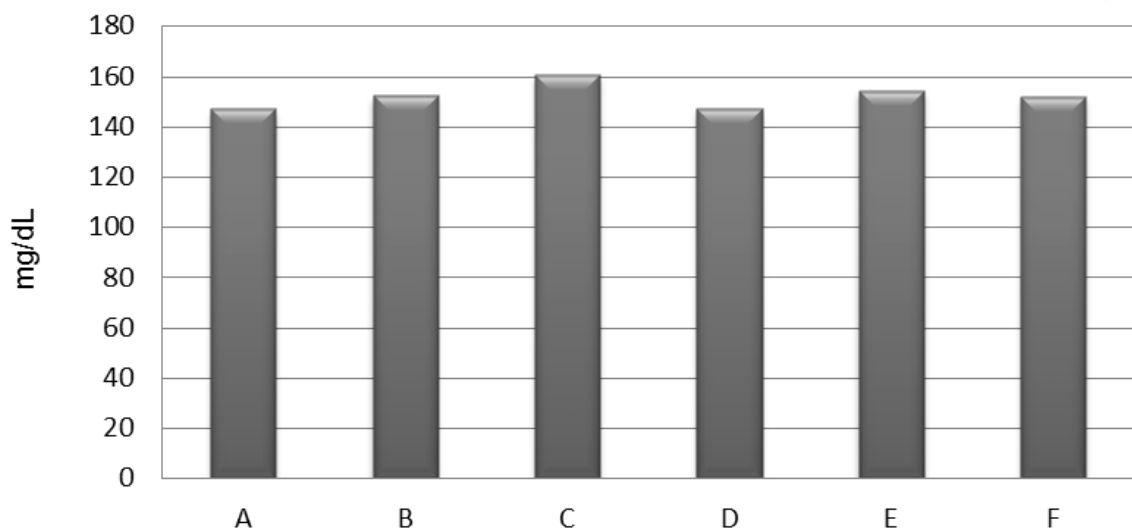
As variações dos níveis glicêmicos entre cada momento obtidas através do TL foram comparadas utilizando-se análise de variância ANOVA a nível de 5% de significância.

Para a comparação dos resultados obtidos por GP e TL entre os momentos A, B, C, D e F realizou-se a análise estatística com o teste t: amostras independentes a nível de 5% de significância, e para o momento E a análise estatística foi realizada com o teste de Mann-Whitney a nível de 5% de significância.

A variação percentual entre os resultados com o uso TL e o GP foi obtida pela diferença entre a média de todas as amostras analisadas pelo TL e a média de todas as amostras analisadas pelo GP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) dos níveis glicêmicos obtidos através do TL entre os momentos estudados. As médias de cada momento podem ser observadas na fig



1.

Figura 1 – Média das concentrações glicêmicas de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos pelo teste laboratorial. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Os valores médios encontrados em cada momento estão dentro do intervalo proposto por Fenger (2000), e Knottenbelt et al. (2004), no entanto, foram mais elevados que os valores encontrados por Howard et al. (2007), que mensurou a glicose plasmática de potras da raça Brasileiro de Hipismo.

Um dos fatores que pode levar a um aumento da glicemia durante a aferição é o stress da contenção do animal, que leva a um aumento da adrenalina circulante e conseqüentemente, aumento da glicemia (Silva Júnior et al., 2005). Para que o estresse fosse minimizado, todas as colheitas potros foram realizadas junto a égua em local tranquilo, onde os animais já estavam acostumados, sendo a contenção realizada por pessoas qualificadas, a fim de gerar menores alterações possíveis. Entretanto, mesmo tomando esse cuidado, alguns animais podem ter apresentado alterações em resposta ao estresse.

O uso de tubos com o fluoreto de sódio para a coleta e armazenamento do sangue utilizado para as análises laboratoriais promove maior confiabilidade aos resultados encontrados, já que o fluoreto de sódio inibe a enzima enolase, conservando o teor de glicose (Simões et al., 1998; Serôdio et al., 2008). O consumo da glicose pelos eritrócitos no sangue ocorre na taxa de aproximadamente 10% em temperatura ambiente (Kaneko et al., 1997), o que poderia subestimar o nível glicêmico dos animais avaliados.

Neste estudo a média glicêmica para o período neonatal foi 152, 11 mg/dL, considerada significativamente maior que o intervalo estabelecido para equinos adultos (75-115 mg/dL), mostrando que as variações da glicemia dentro de cada espécie animal podem ocorrer em função da idade (González e Silva, 2006). Segundo Fenger (2000), a concentração de glicose sanguínea nos potros depende do tempo entre as refeições lácteas, já que os sistemas de enzimas hepáticas não estão completamente desenvolvidos, podendo resultar em regulação ineficiente da glicose plasmática e, também por possuírem mínimas reservas corpóreas de glicogênio, que é a fonte de disponibilização imediata de carboidratos em equinos adultos.

Em todos os momentos analisados não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os resultados obtidos por meio do GP e TL. As médias e os desvios padrões obtidos através do GP e TL nos momentos A, B, C, D e F encontram-se na tab. 1. As medianas e os desvios interquartílicos obtidos pelo GP e LP no momento E encontram-se na tab. 2.

Tabela 1- Valores médios e desvios padrões da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil.

	<b>Teste Laboratorial</b>	<b>Glicosímetro Portátil</b>
<b>A</b>	147,0 mg/dL ± 34,2	138,3 mg/dL ± 27,8
<b>B</b>	152,2 mg/dL ± 16,1	144,0 mg/dL ± 9,5
<b>C</b>	160,4 mg/dL ± 28,2	142,4 mg/dL ± 20,2
<b>D</b>	147,1 mg/dL ± 25,5	134,5 mg/dL ± 15,1
<b>F</b>	151,9 mg/dL ± 25,7	130,7 mg/dL ± 17,5

Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e, momento F: 30 dias de vida.

Tabela 2- Medianas e desvios interquartílicos da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos por meio de teste laboratorial e glicosímetro portátil com 15 dias de vida (E).

	<b>Teste Laboratorial</b>	<b>Glicosímetro Portátil</b>
<b>E</b>	148,0 mg/dL ± 37,25	134,0 mg/dL ± 9,5

Aleixo et al. (2007), Bluwol et al. (2007) e Serôndio et al. (2008) avaliaram o uso de glicosímetros portáteis para a mensuração da glicemia em cães e também não encontraram diferenças significativas entre os resultados laboratoriais e os obtidos pelo glicosímetro.

Em pacientes humanos com estabilidade clínica o glicosímetro também se configurou como um método rápido, seguro e de fácil manipulação para a obtenção dos valores glicêmicos (Argollo et al., 2010).

As variações dos resultados da glicemia dos testes laboratoriais e o glicosímetro portátil nos diferentes momentos podem ser observadas na fig.2.

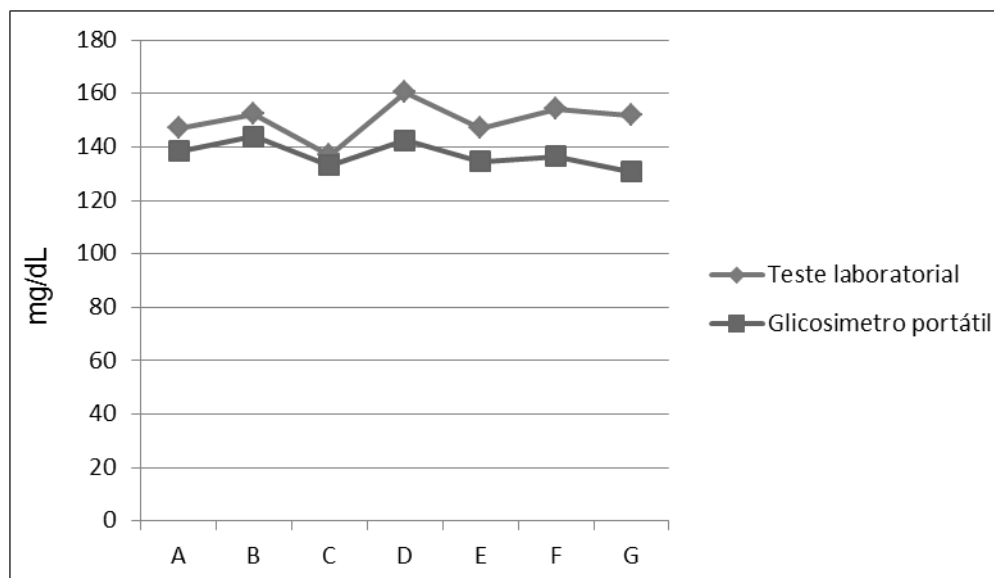


Figura 2- Valores médios da glicemia mensurada pelo teste laboratorial e glicosímetro portátil em potros neonatos da raça Mangalarga Marchador. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Na fig.2 pode-se observar que os resultados do glicosímetro tenderam a subestimar os valores da glicemia, comparados ao teste laboratorial. Esses resultados subestimados também foram observados por Bluwol et al. (2007) e Fahy e Coursin (2008), ao compararem resultados de glicemia laboratorial com os dos glicosímetros portáteis.

No presente estudo os valores subestimados mensurados no glicosímetro podem ser devido ao uso do sangue total para a mensuração no glicosímetro e do uso do plasma para a mensuração da glicose no teste laboratorial, já que a concentração glicêmica no sangue total é menor em torno de 11 % (Sacks et al., 2002) a 15% quando comparada a do soro ou plasma (Wallach, 1999).

Na tentativa de obter resultados mais fidedignos com o glicosímetro portátil em relação ao teste laboratorial, baseados na diferença das concentrações glicêmicas do sangue total e do plasma, Bluwol et al. (2007) usaram um fator de correção de 0,89 para os resultados glicêmicos obtidos do plasma, diminuindo assim a diferença nos resultados mensurados.

As variações percentuais de erro entre os resultados de glicemia obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos testes laboratoriais em cada momento podem ser observadas na fig.3.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Variação</b>	5,9%	5,39%	2,68%	11,22%	8,57%	11,55%

Figura 3- Variações percentuais de erro entre os resultados da glicemia de potros neonatos da raça Mangalarga Marchador obtidos com o uso do glicosímetro portátil comparados aos dos testes laboratoriais. Momento A: 0 à 12 horas; momento B: 24 a 36 horas; momento C: 72 horas; momento D: 7 dias e momento E: 15 dias e momento F: 30 dias de vida.

Segundo a FDA, os GP não podem apresentar taxa de erro maior que 20% na concentração de glicose sanguínea para valores entre 30 e 400mg/dL (Briggs e Cornell, 2004). Todas as mensurações obtidas neste estudo com o GP variaram entre 99 e 183 mg/dL e as taxas de erro variaram entre 2,68 a 11,55%, consideradas inferiores aos limites estabelecido pela FDA.

Os potros estudados não apresentaram alterações clínicas no transcorrer do período experimental.

É de suma importância associar os resultados dos níveis de glicemia, com o exame clínico prévio minucioso no animal, como realizado neste estudo, antes de cada colheita, pois animais desidratados ou anêmicos podem apresentar variações no hematócrito, que podem afetar o resultado da glicemia. Hematócritos acima de 55% levam a um valor glicêmico subestimado, e hematócritos abaixo de 25% levam a um valor glicêmico superestimado (Lacara et al., 2007).

Esses dados devem ser levados em consideração principalmente na realização da avaliação glicêmica de potros neonatos em estado crítico ou septicêmicos que podem apresentar as alterações citadas acima (Sanchez, 2005) e induzir ao erro de prognóstico, já que os valores indicativos de hipoglicemia ou hiperglicemia extrema nesses animais estão associadas a não sobrevivência dos mesmos (Hollys et al., 2008).

Os glicosímetros portáteis e de fácil manipulação são importantes para a realização de exames a campo, mas devem possuir grau de incerteza aceitável tornando-se fundamental a verificação da eficácia dos métodos para cada espécie (Pica et al., 2003), e dentro de cada espécie em função da idade e condição fisiológica (Gonzáles e Silva, 2006), como realizado neste estudo, validando o método do uso do glicosímetro portátil para a mensuração do nível glicêmico em potros neonatos saudáveis da raça Mangalarga Marchador.

## CONCLUSÕES

Os potros estudados não apresentaram alterações significativas nas concentrações glicêmicas durante o período neonatal.

O glicosímetro portátil demonstrou precisão similar ao teste laboratorial na determinação dos níveis glicêmicos em potros neonatos.

A média da taxa de erro do glicosímetro permaneceu dentro do limite exigido pela Food and Drug Administration.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, G.A.S. et al. Mensuração da glicemia em cães mediante a utilização do glicosímetro portátil: comparação entre amostras de sangue capilar e venoso. *Medicina Veterinária*, Recife, v.1, n.1, p.9-13, 2007.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Self-monitoring of blood glucose (Consensus Statement) *Diabetes Care*, v.19, p. 62-66, 1996.

ARDUINO, F. Diabetes mellitus e suas complicações. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1962, 524p.

ARGOLLO, A.P.B. et al. Valores glicêmicos oferecidos pelo glicosímetro portátil, utilizando sangue de diferentes vias de coleta: estudo de validade. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v.22, n. 4, p. 351-357, 2010.

BLUWOL, K.; et al. Avaliação de dois sensores portáteis para a mensuração da glicemia em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.

BRIGGS, A.L.; CORNELL, S. Self-monitoring blood glucose: now and future. *Journal of Pharmacy Practice*, v. 17, n.1, p. 29-38, 2004.

BRUNNER, G.A. et al. Validation of home blood glucose meters with respect to clinical and analytical approaches. *Diabetes care*, v.21, n. 4, p. 585-590, 1998.

CAPEN, C.C. Sistema Endócrino. In: \_\_\_\_\_. Patologia Veterinária Especial de Thompson. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998. 672p.

COHN, L.A. et al. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, and color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. v.216, n. 2, p. 198-202, 2000.

FAHY, B.G.; COURSIN, D.B. Critical glucose control: the devil is in the details. *Mayo Clinin Proceedings*. v.83, n. 4, p. 394-397, 2008.

FENGER, C.K. Doenças de potros. In: \_\_\_\_\_. Medicina interna equina. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000, p.803-830.

FOSTER, S.A. et al. Home blood glucose monitoring. *The Annals of Pharmacotherapy*. v.33, n.3, p. 355-363, 1999.



GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 357p.

HOLLIS, A.R. et al. Blood glucose concentrations in critically ill neonatal foals. *Journal Veterinary Internal Medicine*, v.22, n. 5, p. 1223-1227, 2008.

HOWARD, D.L. et al. Determinações plasmáticas de glicose, colesterol e triglicérides em potras sadias, da raça Brasileiro de Hipismo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.44, n.6, p. 454-458, 2007.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animal. 5ª ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KNOTTENBELT, D.C.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J.E. Equine neonatology medicine and surgery. Philadelphia: Saunders 1ª ed. 2004, 508p.

LACARA, T. et al. Comparison of point-of-care and laboratory glucose analysis in critically ill patients. *American Journal of Critical Care*. v. 16, n. 4, p. 336-346, 2007.

MAELE, I.V. et al. Retrospective study of owner's perception on home monitoring of blood glucose in diabetics dogs and cats. *Canadian Veterinary Journal*. v.46, n.8, p. 718-723, 2005.

PICA, C.Q. et al., Avaliação comparativa de glicosímetros portáteis através de curva glicêmica induzida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003. Recife, PE. *Anais*. Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003. p. 1-7.

SACKS, D.B. et al. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clinical Chemistry*, v.48, n.3, p. 436-472, 2002.

SANCHEZ, L.C. Equine neonatal sepsis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. v.21, n.2, p. 273-293. 2005.

SERÓDIO, A.T.; CARVALHO, C.B.; MACHADO, J.A. Glicemia em cães (*Canis familiaris*) com glucômetro digital portátil e teste laboratorial convencional. *Jornal Brasileiro de Ciência Animal*, v.1, n.1, p.25-34, 2008.

SILVA JÚNIOR, J.W. et al. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.2, p. 436-443, 2005.

SIMÕES, H.G. et al. Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Revista Paulista de Educação Física*, v.12, p. 17-30, 1998.

WALLACH, J. Interpretação de exames de laboratório. 6º ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 1999. 1098p.

WESS, G.; REUSCH, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 216, n.2, p. 203-209, 2000.