

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA RODRIGUES DA SILVA

PLICATURA DO LIGAMENTO LARGO DO ÚTERO DE ÉGUAS POR
VIDEOCIRURGIA COM USO DE *TOGGLES* DE ÁCIDO POLILÁCTICO
CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D

CURITIBA

2022

JÉSSICA RODRIGUES DA SILVA

PLICATURA DO LIGAMENTO LARGO DO ÚTERO DE ÉGUAS POR
VIDEOCIRURGIA COM USO DE *TOGGLES* DE ÁCIDO POLILÁTICO
CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Peterson Triches Dornbusch

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Silva, Jéssica Rodrigues da
Plicatura do ligamento largo do útero de éguas por
videocirurgia com uso de *toggles* de ácido polilático
confeccionados em impressora 3D/ Jéssica Rodrigues da Silva . –
Curitiba, 2022.
1 recurso online: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Peterson Triches Dornbusch

1. Égua - Reprodução. 2. Equino - Cirurgia. 3. Laparoscopia.
4. Infertilidade. I. Dornbusch, Peterson Triches. II. Universidade
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JESSICA RODRIGUES DA SILVA** intitulada: **PLICATURA DO LIGAMENTO LARGO DO ÚTERO DE ÉGUAS POR VIDEOCIRURGIA COM USO DE TOGGLES DE ÁCIDO POLILÁCTICO CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D**, sob orientação do Prof. Dr. PETERSON TRICHES DORNBUSCH, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Junho de 2022.

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 06:58:27.0

PETERSON TRICHES DORNBUSCH

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

08/08/2022 14:44:45.0

MAX GIMENEZ RIBEIRO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ)

Assinatura Eletrônica

25/07/2022 21:22:59.0

FERNANDO ANDRADE SOUZA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 09:26:59.0

JUAN CARLOS DUQUE MORENO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/08/2022 14:17:39.0

CARLOS EDUARDO CAMARGO

Avaliador Externo (PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)

RUA DOS FUNCIONÁRIOS, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80035050 - Tel: (41) 3350-5621 - E-mail: cpgcv@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 209268

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 209268

Dedico esse trabalho aos meus avós maternos Francisca e José, que não tiveram oportunidade de estudar e que são pessoas incríveis e que me surpreendem a cada dia, todo amor e gratidão do mundo a eles!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me dar saúde, entusiasmo, forças, sabedoria e parceiros para realizar esse trabalho até o final, em um período tão difícil que passamos nos últimos anos.

Agradeço à Maria que esteve ao meu lado sempre e me auxiliou muito em todo o desenvolvimento do projeto, desde a parte prática até a parte escrita, sem a ajuda dela não teria conseguido. Agradeço por todo apoio, serenidade e paz que me transmitiu para que eu conseguisse desenvolver esse trabalho, mesmo com todas as tribulações que tive. Agradeço a fé que sempre depositou em mim, mesmo nos momentos em que nem eu mesma tinha.

Aos meus pais, Leila e Valdinei, e irmãos, Celso e Matheus, que sempre foram meus incentivadores, sempre estiveram na torcida pelo meu sucesso e mesmo não podendo participar de forma ativa e presente, sempre me deram todo apoio. Meus pais foram os primeiros que acreditaram em mim e não mediram esforços para que eu pudesse correr atrás dos meus sonhos.

Agradeço ao professor Peterson pela orientação, paciência e dedicação no desenvolvimento deste trabalho e pelo apoio e compreensão nos momentos difíceis que passei nesses cinco anos.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR e ao professor Kadu e toda sua equipe pelo apoio com as éguas, com o fornecimento dos dados retroativos e com o acompanhamento reprodutivo no pós-operatório de todos os animais. Agradeço por toda paciência e dedicação, sem essa parceria o trabalho não seria possível.

À empresa Pineal 3D, principalmente à Nathalia pela confecção e impressão dos *toggles* e por todo empenho no desenvolvimento destes. Foi um trabalho longo até conseguirmos o modelo necessário.

Aos meus amigos Sandra e Adilson, por terem realizado o transporte de todas as éguas da fazenda Gralha Azul até o hospital veterinário da UFPR, não medindo esforços para que tudo desse certo.

Ao professor Juan e sua equipe de anestesistas por terem realizado as anestésias das éguas nos procedimentos cirúrgicos.

À toda minha família e amigos, pelo apoio nesse momento e pelo incentivo dado nos momentos mais difíceis.

Agradeço ao professor Max, que foi meu primeiro orientador na medicina veterinária, o primeiro a acreditar no meu potencial e que me auxiliou nos primeiros passos na medicina equina. Agradeço por todas as oportunidades dadas, todos os conselhos e por todo ensinamento.

Agradeço ao professor Fernando por ter aceito participar como membro da banca avaliadora para minha defesa e também às professoras Monique e Pamela, por terem aceito o convite como professoras suplentes.

Agradeço aos médicos veterinários residentes da UFPR que auxiliaram na realização deste projeto, auxiliando no pré, trans e pós-operatório, principalmente à Isa e à Jéssica, que participaram de forma ativa em praticamente todos os procedimentos.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias pelo apoio e por possibilitar que eu pudesse realizar esse trabalho.

“Extraordinários são os pequenos passos em direção aos sonhos”.

“Leve amor por onde for... não há nada mais leve para carregar”.

O Rebanho

RESUMO

A equideocultura é uma atividade de grande importância econômica no país, movimentando anualmente US\$3 bilhões, porém problemas reprodutivos relacionados à subfertilidade e infertilidade em éguas podem ocasionar prejuízos na produção. Dentre as principais causas de problemas reprodutivos nesta espécie destacam-se endometrite, placentite e doenças infecciosas. Algumas éguas, após a cópula ou inseminação artificial não possuem capacidade fisiológica para eliminar o líquido intrauterino, pois apresentam útero projetado para o interior da cavidade abdominal, com uma angulação maior e nível mais baixo em relação ao assoalho da pelve, denominando-se útero penduloso. Para melhorar o posicionamento uterino nestes casos pode-se realizar a uteropexia por videolaparoscopia, técnica cirúrgica que se mostra promissora em éguas. O objetivo deste estudo foi desenvolver e validar a técnica de elevação uterina por laparoscopia em éguas que apresentam o útero penduloso, utilizando *toggles* de ácido polilático, confeccionados em impressora 3D. Foram operadas seis éguas que possuíam entre 10 e 17 anos de idade, apresentando útero penduloso com histórico de acúmulo de líquido e baixa taxa de recuperação embrionária. A elevação obtida com a técnica foi parcial, pois durante a aplicação no mesométrio alguns *toggles* se quebraram ao meio e alguns se soltaram. A poliglactina 910 apresentou coeficiente de atrito alto e dificultou o deslizamento pelo *toggle* sendo substituída pelo fio de poliamida de forma a facilitar o deslizamento. O tempo cirúrgico médio para desenvolvimento da uteropexia foi de 37 minutos (37 ± 12) para cada lado. Nenhuma das éguas operadas apresentou complicações no pós-operatório. Na avaliação uterina pós-operatória realizada após seis meses e até dois anos após o procedimento, notou-se melhora na conformação anatômica uterina. Houve melhora na taxa de recuperação embrionária de todas as éguas, com diferença estatisticamente significativa nas coletas realizadas até dois anos após a cirurgia. A técnica de elevação uterina por laparoscopia em éguas com útero penduloso com plicatura do ligamento largo do útero, utilizando *toggles* de PLA, confeccionados em impressora 3D é possível, porém há necessidade de aprimoramento destes. A uteropexia foi efetiva na melhora da taxa de recuperação embrionária.

Palavras-chave: Embriões. Mesométrio. Polímeros. Uteropexia. Videolaparoscopia.

ABSTRACT

Equideoculture constitute a great economic importance in Brazil, moving about US\$3 billion annually, therefore, reproductive issues related to subfertility and infertility in mares may cause damages in the production. Among the causes of reproductive issues in mares, the most recurring are endometritis, placentitis and infectious diseases. There are some mares that are not able to eliminate the intrauterine fluid after copulation or artificial insemination, as result of the uterus being designed for the abdominal cavity interior, with a higher angulation and a lower level compared to the pelvic floor, known as pendulous uterus. To improve uterine positioning in these cases, uteropexia can be performed by laparoscopy, a surgical technique that is shown to be promising in mares. The aim of this study was to develop and validate the uterine elevation technique by laparocopy, in mares that present the pendulous uterus, using polylactic acid toggles, made in a 3D printer. Six mares that were between 10 and 17 years old underwent the surgical procedure, presenting pendulous uterus precedent by fluid accumulation and low embryonic recovery rate. The elevation was partially obtained with the technique, due to some toggles broke in half and some loosened. Polyglactin 910 presented high friction coefficient and made the slipness through the toggle more difficult, being replaced by the polyamide wire in order to make it easier to sliding. The mean surgical time to develop uteropexia was 37 minutes (37 ± 12) for each side. None of the operated mares presented postoperative complications. An anatomical conformation improvement was observed in the postoperative uterine evaluation. There was an improvement in the embryonic recovery rate of all mares, with a statistically significant difference in the collections performed up to two years after surgery. The technique of uterine elevation in mares that presenting pending uterus, by laparoscopy, performing the plication of the broad ligament of the uterus by PLA toggles, made in 3D printer is possible, although, there is a need to improve the toggles used in the procedure.

Keywords: Embryos. Mesometrium. Polymers. Uteropexy. Videolaparoscopy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - *Toggles* confeccionados em PLA, com orifício central de 1,5mm, comprimento de aproximadamente 35mm, com 3,5mm de diâmetro e um friso central para encaixe do fio vicryl® nº 6 (Fonte: Arquivo pessoal).29
- Figura 2** - Na figura 2A evidencia-se a angulação do períneo que está maior que 80°, valor desejável segundo Caslick (1937). Na figura 2B nota-se a região perineal, a cicatriz de vulvoplastia e manutenção da abertura na rima vulvar, possibilitando entrada de ar (Fonte: Arquivo pessoal).30
- Figura 3** - Na figura 3A nota-se líquido amarelado, de característica purulenta drenado do útero previamente ao procedimento cirúrgico. Na figura 3B pode-se verificar a quantidade de líquido drenado, aproximadamente três litros (Fonte: Arquivo pessoal).31
- Figura 4** - Visualização da área de tricotomia ampla realizada do lado esquerdo. O mesmo procedimento foi realizado do lado direito (Fonte: Arquivo pessoal).32
- Figura 5** - Visualização do animal sedado, posicionado no tronco, com a cauda enfaixada e a antissepsia sendo realizada no flanco esquerdo com gazes estéreis embebidas em iodo degermante, seguida de iodo tópico e então álcool 70% (Fonte: Arquivo pessoal).33
- Figura 6** - Demonstração da realização dos bloqueios locais para inserção dos três portais, realizados após antissepsia (Fonte: Arquivo pessoal).34
- Figura 7** - Demonstração da montagem da mesa cirúrgica, com presença de materiais básicos de cirurgia e instrumentais de procedimentos minimamente invasivos. Nota-se em 7A: microcâmera; 7B: fórceps Babcock de 50cm; 7C Direita: trocarte liso (*endotip* liso) com 11mm de diâmetro e 7C Central e Esquerda: trocarte com rosca (*endotip*) de 11mm de diâmetro; 7D: óptica de 0° com 33cm de comprimento e 10mm de espessura; 7E: Aplicador de clipes; 7F: caixa de materiais básicos (Fonte: Arquivo pessoal).35
- Figura 8** - Demonstração dos pontos de acesso cirúrgico realizados no flanco esquerdo. A linha representada na letra A marca o último arco costal. A linha representada na letra B marca a tuberosidade coxal e os

números 1, 2 e 3 representam os locais de acesso cirúrgico: Número 1 demonstra o local onde o primeiro acesso era realizado com endotip de 11mm; Número 2 demonstra o local onde o segundo trocarte era inserido, aproximadamente 10cm caudal ao primeiro portal, com endotip de 11mm; Número 3 demonstra o local onde o terceiro trocarte foi inserido com endotip de 11mm (Fonte: Arquivo pessoal).36

Figura 9 - Aplicador de *toggle* produzido em inox. Tubo vazado com recorte na ponta para encaixe do fio, com 0,5mm de espessura de parede, 50cm de comprimento e 5mm de diâmetro. Por dentro encontra-se outro cilindro em inox com 3,5mm para empurrar o *toggle* (Fonte: Arquivo pessoal).37

Figura 10 - Ponta do aplicador de *toggle* onde pode-se visualizar a ponta em bisel para facilitar a introdução dos *toggles* no ligamento largo do útero (Fonte: Arquivo pessoal).38

Figura 11 - Demonstração da colocação dos campos no flanco direito, dos acessos realizados, do posicionamento dos cirurgiões e do local onde ficavam os monitores para transmissão das imagens (Fonte: Arquivo pessoal).39

Figura 12 - Visualização da cavidade abdominal, com acesso realizado pelo flanco esquerdo. Nota-se útero projetado sobre as alças intestinais, ovário esquerdo em evidência e borda caudal do baço na localização de 07 horas na imagem (Fonte: Arquivo pessoal).41

Figura 13 - Visualização da cavidade abdominal com acesso pelo lado esquerdo do flanco. Aplicação de anestésico local no mesométrio por meio de agulha laparoscópica (Fonte: Arquivo pessoal).42

Figura 14 - Visualização do fio sendo tracionado manualmente após implantação do *toggle* no mesométrio do lado esquerdo do útero (Fonte: Arquivo pessoal).43

Figura 15 - Visualização do útero sendo elevado com auxílio da Babcock para facilitar a tração manual do fio e a elevação do útero do lado esquerdo (Fonte: Arquivo pessoal).43

Figura 16 - Égua no pós-operatório com os pontos em evidência após limpeza diária e aplicação de rifamicina spray (Fonte: Arquivo pessoal).44

- Figura 17** - Visualização da cicatriz cirúrgica, após retirada dos pontos depois de 15 dias do procedimento (Fonte: Arquivo pessoal).45
- Figura 18** - Visualiza-se nas figuras 18A e 18C o fio tracionado após implantação do toggle no mesométrio, estando o ponto de implantação indicado pela seta azul. Nas figuras 18B e 18D nota-se a exposição do toggle que se soltou do mesométrio, ficando exposto (Fonte: Arquivo pessoal).46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Demonstração das coletas de embriões realizadas previamente e posteriormente ao procedimento cirúrgico de uteropexia nas cinco éguas operadas neste estudo.....48
- Tabela 2** - Comparação entre o número de coletas de embriões positivas realizadas previamente e posteriormente ao procedimento cirúrgico de uteropexia nas cinco éguas operadas neste estudo, com a utilização do Teste de Fisher, valor de $p=0,0465$48
- Tabela 3** – Pontos de destaque observados durante a realização do estudo: dificuldades, facilidades e resultados.....49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAO - Organização das nações unidas para a agricultura e a alimentação

DUC - Delayed Uterine Clearance

PLA - Ácido polilático

3D - tridimensional

mm - milímetros

nº - número

mL - mililitros

cm - centímetros

mg - miligramas

kg - quilo

mg/kg - miligramas por quilo

UI - unidades internacionais

UI/kg - unidades internacionais por quilo

SID - uma vez ao dia

SRD - sem raça definida

POE - poli(óxido etileno)

PBAT - poli(butileno adipato-co-tereftalato)

PHB - poli(hidroxibutirato)

PCL - poli(ϵ -caprolactona)

mmHg- milímetros de mercúrio

TPC - Tempo de preenchimento capilar

LISTA DE SÍMBOLOS

- ° - numeral ordinal
- US\$ - dólar americano
- % - porcentagem
- ® - marca registrada
- ε - épsilon

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL	21
2.1.1 Objetivos específicos.....	21
3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TEMA	22
4 UTEROPEXIA COM APLICAÇÃO DE <i>TOGGLES</i> DE ÁCIDO POLILÁTICO CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D PARA ELEVAÇÃO UTERINA EM ÉGUAS	27
4.1 INTRODUÇÃO	27
4.2 METODOLOGIA.....	28
4.2.1 1ª Etapa: Desenvolvimento dos “toggles”	28
4.2.2 2ª Etapa: Realização do Procedimento Piloto	29
4.2.3 3ª Etapa: Realização do procedimento cirúrgico com a utilização dos <i>toggles</i> em cinco éguas com útero penduloso e avaliação reprodutiva destas.	40
4.2.3.1Técnica Cirúrgica	41
4.2.4 Pós-operatório.....	43
4.3 RESULTADOS	45
4.4 DISCUSSÃO	49
4.5 CONCLUSÃO.....	52
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	52
6 REFERÊNCIAS	54
ANEXO 1 – HISTEROPEXIA COM APLICAÇÃO DE <i>TOGGLES</i> PARA TRATAMENTO DE PIOMETRA EM MINI HORSE	58
ANEXO 2 – BROAD UTERINE LIGAMENT PPLICATION BY TOGGLE USE DURING LAPAROSCOPIC SURGERY	62

1 INTRODUÇÃO

A equideocultura no Brasil é uma atividade que desempenha grande importância na economia do país. Segundo a FAO, o Brasil ocupa o 1º lugar da América Latina em número de cavalos e o 4º lugar no mundo, o que torna o país bastante relevante na produção de equídeos a nível mundial (1) São aproximadamente seis milhões de equinos, gerando cerca de três milhões de postos de trabalho, diretos e indiretos, movimentando anualmente US\$3 bilhões (2). Para que o retorno econômico ocorra, a equideocultura depende diretamente do desempenho reprodutivo desses animais, então problemas relacionados à subfertilidade e infertilidade podem ocasionar prejuízos na produção (3).

Dentre os fatores relacionados à subfertilidade na espécie equina, as perdas embrionárias e de prenhez têm destaque, ocasionando inúmeros prejuízos aos produtores (4), alcançando maiores índices de ocorrência nas éguas mais velhas, acima de 12 anos (5) Além disso outros problemas reprodutivos também podem ocorrer em éguas ocasionando grande impacto econômico aos criadores, como os casos de endometrite (6) placentite (3) e doenças infecciosas (7).

O útero das éguas está suspenso pelo ligamento largo na parte caudal do abdome e pelve. Esse ligamento, denominado mesométrio, contém vasos sanguíneos, vasos linfáticos, tecido adiposo, tecido conjuntivo e tecido muscular, assumindo posição horizontal em relação à cavidade abdominal. Do corpo do útero, cranialmente, originam-se os cornos uterinos que vão até os ovários, e caudalmente, o colo uterino, caracterizado por ser musculoso, com paredes espessas e projetando-se na vagina (8).

Durante a cópula ou inseminação artificial, a deposição do sêmen no útero da égua causa reação inflamatória aguda, de forma fisiológica. Algumas éguas são sensíveis à essa inflamação e apresentam incapacidade em eliminar o processo inflamatório, que ocorreria em até 48 horas em condições normais. Alguns fatores podem interferir nessa capacidade de resposta à atividade inflamatória intrauterina, como idade avançada, histórico de falha reprodutiva em

várias temporadas, endometrite e perdas gestacionais (9). Outra característica que pode influenciar é o posicionamento uterino, que em éguas mais velhas, geralmente é projetado para o interior da cavidade abdominal, apresentando uma angulação maior e nível mais baixo em relação ao assoalho da pelve, denominando-se útero penduloso. Esta posição dificulta a drenagem do conteúdo uterino, sendo relevante causa de atraso na limpeza uterina, contribuindo para a infertilidade na égua (10) Ademais, éguas de idade mais avançada podem apresentar vasos linfáticos uterinos dilatados, o que combinados com baixo tônus do órgão, podem ocasionar dificuldade na drenagem linfática deste, criando um ambiente uterino não saudável, visto que não possui sistema linfático competente (11).

O tratamento clínico nestes casos se constitui em lavagens intrauterinas e na remoção da secreção acumulada, entretanto, nos casos em que o útero se encontra penduloso na cavidade abdominal, a remoção do conteúdo intrauterino é dificultada pelo seu posicionamento intracavitário (12)Nesses casos a ovariectomia ou a histerectomia podem ser indicadas (13), porém, por ser um procedimento cirúrgico dificultoso em éguas, podem apresentar complicações como hemorragia uterina, peritonite, cólica, íleo paralítico, entre outros (14). Além disso, o procedimento é pouco realizado nesses animais, pois a eficiência econômica da equideocultura depende do desempenho reprodutivo das éguas, e a remoção cirúrgica do útero impossibilitará a reprodução (3). Recentemente uma opção de tratamento cirúrgico que não envolve a remoção do útero foi desenvolvida. Trata-se da uteropexia, que é a elevação uterina por videocirurgia, a qual tem se mostrado promissora em éguas (12,15,16).

Em 2010 o primeiro estudo desenvolvido realizou a uteropexia por videolaparoscopia, por meio da sutura do mesométrio à parede seromuscular do útero (12,15)A sutura intracavitária utilizada em cirurgias minimamente invasivas é de difícil realização e exige treinamento prévio, aumentando o tempo cirúrgico nos procedimentos (17). No ano de 2016 houve um novo estudo realizado com a utilização de um fio barbado, reduzindo o tempo cirúrgico, mas ainda assim, o procedimento era longo (15). Por esse motivo, a evolução das técnicas cirúrgicas, que envolvem desde o desenvolvimento de instrumentais melhores e

mais seguros até novos métodos de sutura e fixação de tecidos, é fator determinante para o futuro das cirurgias minimamente invasivas que vêm, progressivamente, sendo mais utilizadas (18). Como exemplo de uma evolução da técnica cita-se a realização da uteropexia com utilização de *toggles* de poliamida, sendo esta, a primeira descrita na literatura, apresentando como vantagem a redução do tempo cirúrgico (16) quando comparada às outras duas técnicas previamente descritas.

Os recentes avanços tecnológicos na impressão 3D resultaram no aumento do uso dessa tecnologia na medicina humana, e a diminuição do custo está tornando-a mais acessível ao uso veterinário. A prototipagem rápida está em seu estágio inicial na medicina veterinária, mas existem inúmeras possibilidades clínicas, educacionais e experimentais (19). A impressão 3D pode ser realizada inclusive, com a utilização de filamentos de polímeros bioabsorvíveis (29).

As pesquisas a respeito de materiais biodegradáveis com aplicações médicas aumentam anualmente, devido aos inúmeros benefícios quando comparados aos materiais não biodegradáveis, como a poliamida por exemplo. Dentre as vantagens, destacam-se a eliminação da exigência de retirada dos implantes, visto que estes desaparecem após a degradação (21) e menor reação de tecidos moles (22) Por possuir excelente biocompatibilidade o ácido polilático, ou PLA é um dos polímeros mais utilizados na área da saúde atualmente (21). O PLA pode ser empregado como fio de sutura, material de fixação óssea, implantes cirúrgicos, material para preenchimento temporário em cirurgias reconstrutivas de face, entre outros (20,22–24) Trata-se de um polímero desenvolvido como alternativa para os materiais biocompatíveis não biodegradáveis e de alto custo, pois é barato e possui baixo impacto ambiental, sendo completamente biodegradável. Estudos recentes demonstraram que o ácido polilático pode ser uma alternativa viável em diversas áreas da medicina equina (20).

Visando o desenvolvimento da técnica de uteropexia por laparoscopia em éguas, dois trabalhos já foram realizados com utilização de *toggles*. Entretanto a técnica continua sendo aperfeiçoada a fim de reduzir o tempo

operatório, melhorar a implantação dos *toggles* e utilizar materiais biodegradáveis e bioabsorvíveis. Os trabalhos realizados estão publicados e denominam-se: “Broad uterine ligament plication by toggle use during laparoscopic surgery” e “Histeropexia com aplicação de *toggles* para tratamento de piometra em Mini Horse” (Anexo 1 e 2).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolvimento e validação da técnica de elevação uterina por laparoscopia em éguas que apresentam o útero penduloso, por meio da plicatura do ligamento largo do útero, utilizando *toggles* de ácido polilático (PLA), confeccionados em impressora 3D.

2.1.1 Objetivos específicos

1. Desenvolver os *toggles* de PLA para utilização na uteropexia em éguas;
2. Desenvolver e avaliar a técnica cirúrgica de elevação uterina com a utilização dos *toggles* confeccionados em impressora 3D por videocirurgia;
3. Avaliar a incidência de problemas pós-cirúrgicos após utilização dos *toggles*;
4. Relatar e comparar a taxa de recuperação embrionária das éguas nos períodos pré e pós-operatórios.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TEMA

O rebanho equídeo cresce anualmente no Brasil, com cada vez mais utilização de cavalos em práticas esportivas, no transporte, trabalho a campo, na reprodução e produção animal, o que contribui para a geração de empregos e melhora na economia brasileira (25). Para que a rentabilidade no mercado equestre ocorra, o desempenho reprodutivo das éguas deve ser eficiente, principalmente porque estas são poliéstricas estacionais e apresentam atividade reprodutiva apenas nas estações com maior luminosidade, que no Brasil, correspondem à primavera e verão. No entanto, o crescimento no mercado equestre ocasionou o aumento no número de éguas mais velhas, com vida atlética mais longa e na maioria das vezes, com baixas taxas de prenhez (26).

A baixa taxa de prenhez nas éguas pode estar relacionada ao manejo reprodutivo, idade avançada, anormalidades perineais, patologias uterinas, danos ao trato reprodutivo e fertilidade do garanhão. Conseguir diagnosticar a causa dessa falha é um grande desafio, porém exames diagnósticos tradicionais e tratamentos clínicos conseguem corrigir a origem do problema na maioria dos casos (11). Na tentativa de prevenir essas dificuldades, sugere-se que seja realizado manejo reprodutivo correto das éguas, com domínio prévio da fisiologia, controle dos índices reprodutivos, escolha das fêmeas que serão manejadas na estação e acompanhamento gestacional das éguas prenhes (3). Uma das maiores causas de baixa taxa de prenhez em éguas é a perda embrionária, que atinge mais de 30% das éguas com mais de 12 a 15 anos de idade, as quais, possuem maior prevalência de útero penduloso, dificultando a drenagem linfática (3,27).

O útero das éguas possui três camadas: endométrio, miométrio e perimétrio, sendo o endométrio responsável por revestir o lúmen do órgão (28). Está suspenso na parte caudal do abdome e pelve pelo ligamento largo, também denominado mesométrio, assumindo posição horizontal em relação à cavidade. O mesométrio contém vasos sanguíneos e linfáticos, nervos, tecido adiposo, conjuntivo e muscular e desempenha função ativa na sustentação do órgão, sendo bastante importante nos animais de grande porte (13,28). Do corpo do

útero, cranialmente, originam-se os cornos uterinos que vão até os ovários e caudalmente, o colo do útero, caracterizado por ser musculoso, com paredes espessas, projetando-se na vagina (13).

A posição anatomicamente correta do útero na cavidade abdominal, facilita o fluxo do conteúdo uterino para a vagina (10), o que permite que as éguas realizem fisiologicamente a limpeza uterina após a cópula, seja por monta natural ou inseminação artificial. Algumas éguas podem apresentar o útero em uma posição ventral, chamado de útero penduloso ou útero caído, o que dificulta e até impossibilita que aconteça a limpeza adequada deste órgão (29), pois as contrações uterinas não são fortes o suficiente para empurrar o fluido dorsal e caudalmente (10). Esta condição é comum em éguas pluríparas e mais velhas, pois há alongamento repetido do mesométrio, ocasionado pelo peso dos potros nas gestações, acarretando na orientação ventral do útero no abdome (9). Além disso, éguas mais velhas podem apresentar diminuição da vascularização uterina, o que compromete a contratilidade do órgão e a resposta inflamatória (27). Éguas que são capazes de realizar a limpeza uterina pós cópula de forma rápida, são denominadas resistentes e as incapazes, suscetíveis (30). As éguas suscetíveis têm dificuldade de remoção de bactérias, espermatozoides e detritos do lúmen uterino após o acasalamento, sendo essa dificuldade denominada como DUC (Delayed uterine clearance), ou seja, atraso na depuração uterina (10).

Com o intuito de restaurar a anatomia uterina em uma posição horizontal, bem como possibilitar que éguas com útero penduloso e portadoras de endometrite persistente possam voltar a gestar, desenvolveu-se a uteropexia por videolaparoscopia (12,15,16). Esta técnica foi relatada pela primeira vez em éguas no ano de 2010 (31), sendo o procedimento realizado em cinco éguas que apresentavam o útero penduloso, com idade variando entre 13 e 19 anos. Após o procedimento, três dessas cinco éguas tornaram-se prenhes. Nesse trabalho a elevação uterina foi realizada por meio de laparoscopia com sutura intracorpórea. Em 2016 houve o desenvolvimento de uma nova técnica (15), na qual a uteropexia foi realizada por laparoscopia em três éguas, com utilização de fio barbado, o qual reduziu o tempo de operação, a fragilidade dos nós e

melhorou a força de distribuição da tensão do fio. Nas três éguas operadas houve melhora na taxa reprodutiva. Em 2022 um trabalho inovador relatou a técnica de elevação uterina em cinco éguas, com utilização de *toggles* a qual reduziu significativamente o tempo cirúrgico (16).

A cirurgia por laparoscopia foi realizada pela primeira vez por Jacobeus em 1909 (32). Trata-se de uma técnica cirúrgica minimamente invasiva, a qual utiliza um endoscópio, inserido via trans abdominal, para observação dos órgãos da cavidade abdominal e pélvica (33). Com objetivo de proporcionar adequada visualização ao cirurgião, a distensão da cavidade pode ser instituída por meio de insuflação com dióxido de carbono (CO₂) (34). Por ser pouco invasiva, necessitando de um acesso pequeno, a laparoscopia proporciona ao paciente melhor recuperação pós-operatória, pois há menor trauma tecidual e diminuição da dor, tanto aguda quanto crônica, baixa mortalidade e rápida recuperação (35), acarretando menor tempo de internação pós-operatória, diminuindo significativamente os custos de internação hospitalar (33).

Apesar de descrita desde 1909, o avanço na técnica ocorreu principalmente entre os anos de 1960 e 1980, com o desenvolvimento de insufladores automáticos, fontes de luz de melhor qualidade, câmeras digitais e aperfeiçoamento dos instrumentais específicos. Desde então, a laparoscopia evoluiu tanto na área humana quanto na veterinária, sendo empregada inicialmente na espécie equina como forma de diagnóstico em 1986. A partir dessa aplicação, progrediu constantemente, sendo empregada não somente como uma ferramenta de diagnóstico, mas também em procedimentos cirúrgicos de alta complexidade, como toracoscopias (36). Esta evolução permitiu que diversos cirurgiões de equinos passassem a realizar o procedimento, o que facilitou o aperfeiçoamento de diversas técnicas, ampliando a gama de procedimentos realizados (35).

Em cavalos, a laparoscopia é amplamente empregada para diagnóstico em animais com perda de peso crônica sem motivo aparente, aderências intestinais, massas, tumores e biópsias abdominais, identificação de hemorragias no pós-operatório de cirurgias abdominais, avaliação de enteroanastomoses, entre outros. Além disso, pode ser utilizada para

visualização de estruturas que não são observadas na laparotomia exploratória pela linha média, sendo vastamente empregada para avaliação e manipulação do trato reprodutivo de éguas e cavalos (37).

O procedimento pode ser realizado com o animal em decúbito dorsal ou lateral, sob efeito de anestesia geral ou com o animal em posição quadrupedal, sob efeito de sedação e bloqueio local. Quando realizada com o animal em posição quadrupedal apresenta vantagens como a ausência de riscos inerentes à anestesia geral e a possibilidade de visualização e inspeção da porção dorsal da cavidade abdominal (37).

Pesquisas médicas com biomateriais versáteis e biodegradáveis, abrem leques de oportunidades para elaboração de novos dispositivos biológicos que proporcionam aos pacientes melhor condição de vida e facilidade nos tratamentos (38). O Ácido polilático (PLA) tem sido utilizado na área da saúde humana como fio de sutura, material de fixação óssea, implantes cirúrgicos, entre outros (20,23,24). Trata-se de um polímero biodegradável, de baixo custo, com características de biocompatibilidade e bioreabsoribilidade, podendo ser uma alternativa viável em diversas áreas da medicina equina (20).

Na medicina veterinária a impressão 3D com filamento de PLA está sendo realizada principalmente para criação de modelos anatômicos, utilizados no pré e pós-operatórios (19) e para criação de implantes cirúrgicos (22). Os modelos anatômicos pré-operatórios são desenvolvidos para facilitar o planejamento cirúrgico, reduzindo o tempo de procedimento e orientando o cirurgião na realização deste, enquanto os modelos impressos no pós-operatório permitem a comparação e avaliação dos resultados da primeira cirurgia, podendo auxiliar na determinação da necessidade de um segundo procedimento. Os modelos são criados a partir de imagens reais obtidas por ressonância magnética, tomografias e ultrassonografia 4D (19). Além disso, diversas outras aplicações estão sendo realizadas com o PLA. Quando avaliada a utilização desses implantes na fixação interna de fraturas induzidas no osso sesamóide proximal de equinos, notou-se melhora na eficácia da consolidação das fraturas e quando comparado ao método de redução de fraturas com

implantes metálicos, os animais com o uso do PLA apresentaram grau de claudicação menor e remodelamento ósseo de melhor qualidade (22).

Em relação à degradação, o PLA leva em média seis meses para ser degradado pelo organismo, ocorrendo esse processo de forma gradativa, característica que possibilita sua utilização em implantes cirúrgicos (20,22,39). A composição química, o peso molecular, a cristalinidade e o local de aplicação do implante alteram o tempo de degradação deste, sendo mais rapidamente degradados os implantes que possuem superfície porosa e fina do que os densos. A cristalinidade de um biopolímero influencia as propriedades mecânicas e viscoelásticas destes, sendo assim, quanto maior a cristalinidade, mais elevadas são as propriedades de densidade, rigidez e resistência química e menor serão a resistência ao impacto e alongação na ruptura (39). Dessa forma o PLA é um considerado um biopolímero promissor para utilização nas cirurgias veterinárias.

4 UTEROPEXIA COM APLICAÇÃO DE *TOGGLES* DE ÁCIDO POLILÁTICO CONFECCIONADOS EM IMPRESSORA 3D PARA ELEVAÇÃO UTERINA EM ÉGUAS

4.1 INTRODUÇÃO

A presença de um útero saudável é determinante para o sucesso reprodutivo de éguas com utilização de inseminação artificial e transferência de embrião (40), visto que fatores como idade da égua, fertilidade da doadora, dia da coleta, multiplicidade de ovulações, qualidade do sêmen e época da estação de monta podem interferir na taxa de prenhez (6).

Sabe-se que éguas mais velhas apresentam taxas menores de prenhez quando comparadas a éguas mais jovens, isto porque a involução uterina pós-parto ocorre de forma mais lenta, a drenagem linfática do órgão após inseminação ou cópula é mais demorada e o peso do útero nas gestações tornam o mesométrio mais frouxo, deixando o útero em um posicionamento penduloso (3,27,40). Visando melhora nesse processo fisiológico nas éguas mais velhas, realiza-se a uteropexia, a qual auxilia na diminuição do tamanho uterino e melhora na motilidade do órgão, facilitando a drenagem de líquido intraluminal, permitindo a coleta de embriões e até mesmo a gestação dessas éguas (12,15,16).

A uteropexia pode ser realizada com aplicação de *toggles* e apresentar uma rápida recuperação pós-operatória (16), entretanto, não há na literatura descrição da técnica com utilização de *toggles* com materiais bioabsorvíveis. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar a utilização de “Toggles” de ácido polilático para a elevação uterina em éguas diagnosticadas com útero penduloso.

4.2 METODOLOGIA

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, do Setor de Ciências agrárias, da Universidade Federal do Paraná, sob protocolo número 046/2019, na data de 07/08/2019.

O estudo foi realizado em três etapas, sendo elas:

- 1ª Etapa: Desenvolvimento dos *toggles* confeccionados em impressora 3D, com filamentos de ácido polilático - PLA;
- 2ª Etapa: realização do Procedimento Piloto de uteropexia em uma égua com útero penduloso, com utilização dos *toggles* confeccionados para verificar a funcionalidade destes e realizar possíveis ajustes;
- 3ª Etapa: Realização do procedimento cirúrgico com a utilização dos *toggles* em cinco éguas com útero penduloso e avaliação reprodutiva destas.

4.2.1 1ª Etapa: Desenvolvimento dos “toggles”

Os *toggles* foram desenvolvidos, juntamente com uma empresa privada (Pineal 3D) que realiza confecção de próteses e órteses para cães e gatos em impressoras 3D. Realiza também impressão de implantes e modelos anatômicos para utilização na medicina veterinária, como moldes pré e pós-operatórios e como modelos anatômicos para aulas práticas demonstrativas.

Para o trabalho foram confeccionados *toggles* com filamentos de ácido polilático ou PLA, os quais possuíam comprimento de aproximadamente 35mm, com 3,5mm de diâmetro, um orifício no ponto médio e um friso central para encaixe do fio poliglactina 910 (vicryl®, Ethicon, São Paulo, Brasil) nº 6. Após confecção destes e previamente ao procedimento cirúrgico, todos foram testados no aplicador para evitar que apresentassem alteração ou problema no transoperatório e depois, foram esterilizados com formalina (Figura 1).

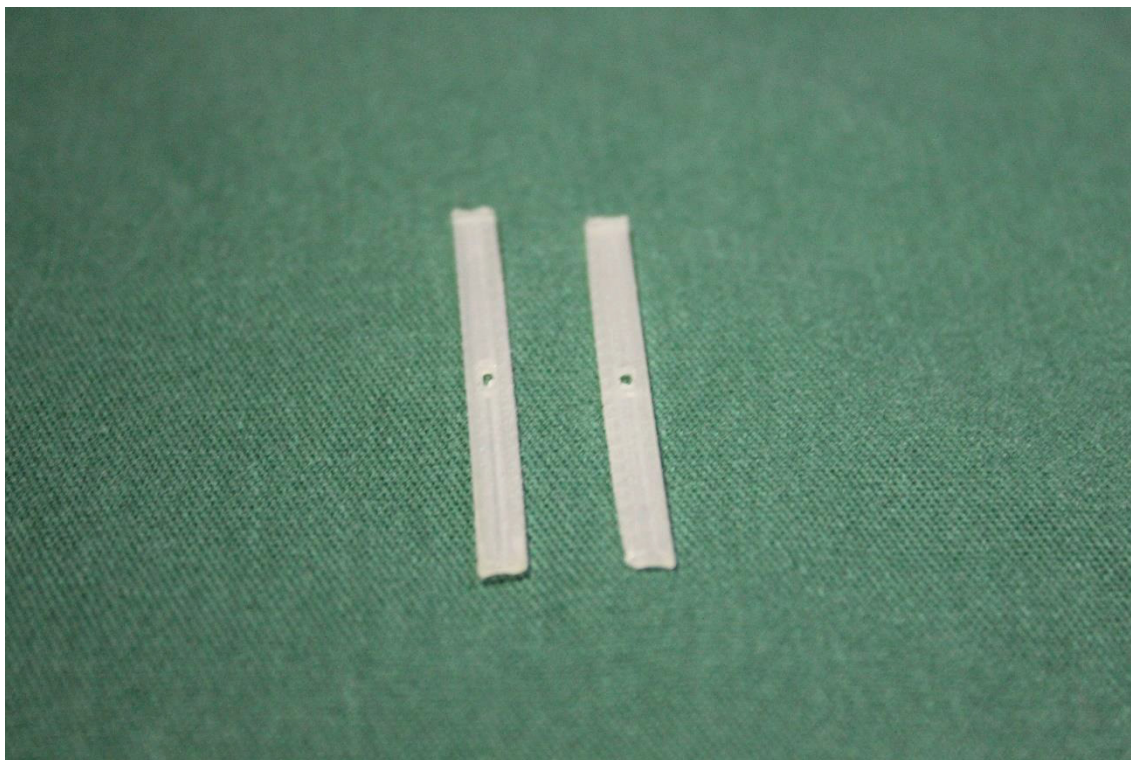


Figura 1 - *Toggles* confeccionados em PLA, com orifício central de 1,5mm, comprimento de aproximadamente 35mm, com 3,5mm de diâmetro e um friso central para encaixe do fio vicryl® nº 6 (Fonte: Arquivo pessoal).

4.2.2 2ª Etapa: Realização do Procedimento Piloto

Para realização do Procedimento Piloto, foi selecionada uma égua, da raça Puro Sangue Inglês, de 17 anos, pesando 436 kg, com histórico de insucesso em gestar, apesar de apresentar atividade folicular normal, acúmulo de grande quantidade de líquido intrauterino, endometrite persistente com isolamento bacteriano, sem sucesso aos tratamentos clínicos convencionais realizados, que incluíram drenagem e lavagem uterina, administração de antibióticos por via intrauterina e sistêmica, ambos baseados nos resultados de antibiogramas. No hospital foi realizada avaliação física geral, além de inspeção visual da conformação vulvar, onde verificou-se conformação da vulva ruim, presença de pneumovagina e urovagina com evidências de vulvoplastia (Figura 2 – A e B).



Figura 2 - Na figura 2A evidencia-se a angulação do períneo ruim. Na figura 2B nota-se a região perineal, a cicatriz de vulvoplastia e manutenção da abertura na rima vulvar, possibilitando entrada de ar (Fonte: Arquivo pessoal).

Foi realizada palpação retal e ultrassonografia uterina da égua três dias antes do procedimento, onde detectou-se que o útero estava posicionado ventralmente na cavidade abdominal, tornando-se penduloso e apresentava quantidade considerável de líquido intraluminal, achados já relatados em seu histórico. Desta forma, realizou-se a drenagem do líquido intrauterino, sendo retirados aproximadamente três litros de secreção purulenta (Figura 3), da qual uma amostra foi coletada e enviada para realização de exames de cultura e antibiograma. Os resultados demonstraram crescimento profuso de *Streptococcus beta hemolítico*, sensível a Penicilina e Gentamicina. Além desses exames, realizou-se também coleta de sangue para processamento do hemograma completo e avaliação bioquímica e coleta de urina para urinálise. Os resultados desses três exames estavam dentro dos parâmetros normais para a espécie e raça.

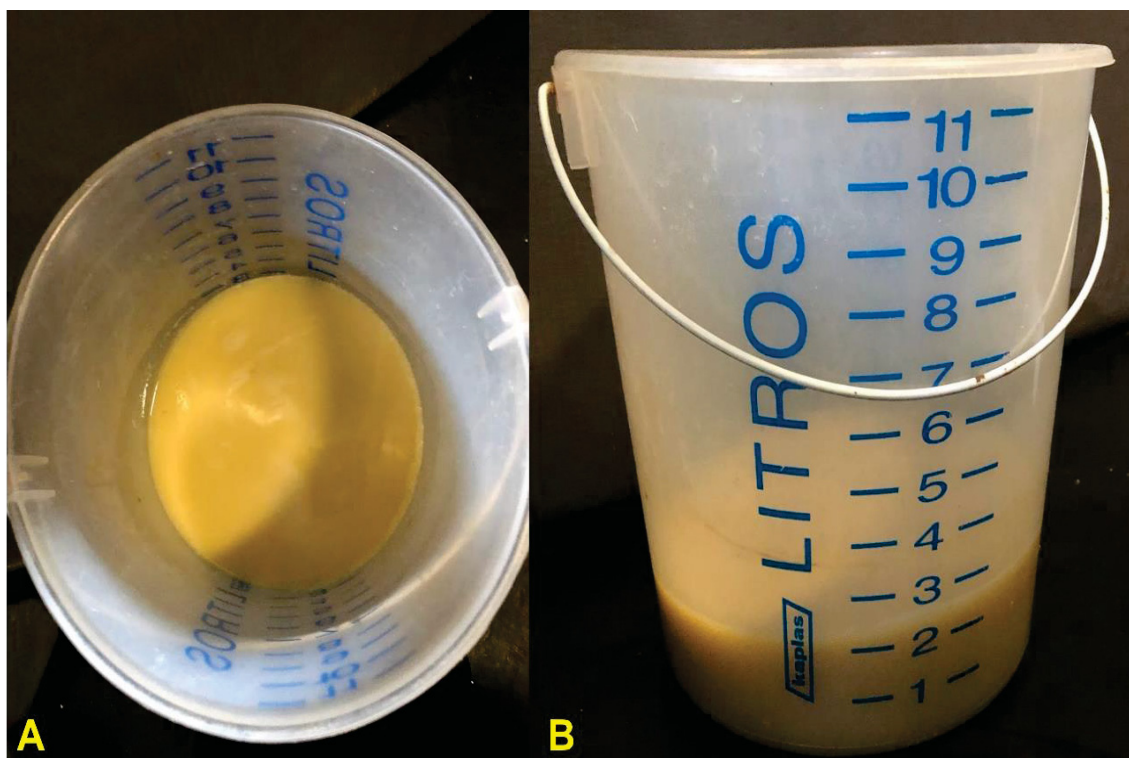


Figura 3 - Na figura 3A nota-se líquido amarelado, de característica purulenta drenado do útero previamente ao procedimento cirúrgico. Na figura 3B pode-se verificar a quantidade de líquido drenado, aproximadamente três litros (Fonte: Arquivo pessoal).

A égua permaneceu no hospital nos dias subsequentes e foi submetida à jejum alimentar por 36 horas com manutenção de água *ad libitum*. No dia do procedimento foi posicionada no tronco de contenção que estava na sala de indução, teve as fezes removidas da ampola retal, a vesícula urinária esvaziada por sondagem uretral e a cola enfaixada com atadura. Ato contínuo, realizou-se tricotomia ampla na região dos últimos espaços intercostais e do flanco de ambos os lados (Figura 4).



Figura 4 - Visualização da área de tricotomia ampla realizada do lado esquerdo. O mesmo procedimento foi realizado do lado direito (Fonte: Arquivo pessoal).

Após preparo, o animal foi sedado com 0,015mg/kg de acepromazina (Acrepran® 1%, Vetnil, São Paulo, Brasil) por via intramuscular, 10mcg/kg de detomidina (Detomidin®, Syntec, São Paulo, Brasil) e 0,05mg/kg de metadona (Mytedom®, Cristália, São Paulo, Brasil) por via intravenosa. A manutenção anestésica foi realizada com infusão contínua de detomidina, por via intravenosa, numa dose que variou entre 5mcg/kg/h e 20mcg/kg/h. Após sedação foi realizada antissepsia na área onde havia sido feita a tricotomia, com utilização de gazes estéreis embebidas em iodo degermante, seguida de iodo tópico e então álcool 70% (Figura 5).



Figura 5 - Visualização do animal sedado, posicionado no tronco, com a cauda enfaixada e a antisepsia sendo realizada no flanco esquerdo com gazes estéreis embebidas em iodo degermante, seguida de iodo tópico e então álcool 70% (Fonte: Arquivo pessoal).

Após sedação e antisepsia, o bloqueio local nos pontos de acesso cirúrgico foram realizados (Figura 6) com administração de 5mL por ponto de lidocaína 2% (Xylestesin®, Cristália, São Paulo, Brasil) sem vasoconstritor, os quais foram realizados com agulha 30x0,80mm e seringa de 20mL. Em seguida, os campos cirúrgicos foram posicionados e as pinças Backaus foram colocadas em pontos distintos, nas extremidades laterais dos campos cirúrgicos, para a fixação destes. O local em que as Backaus foram colocadas receberam bloqueio local da mesma forma que os pontos cirúrgicos.



Figura 6 - Demonstração da realização dos bloqueios locais para inserção dos três portais, realizados após antissepsia (Fonte: Arquivo pessoal).

Para os procedimentos cirúrgicos foram utilizados: aplicador de *toggle*, fio Poliglactina 910 nº6 estéril, com comprimento de 1,5m, agulha laparoscópica para realização dos bloqueios no ligamento largo do útero, tesoura laparoscópica, aplicador de cliques (Figura 7-E) com 10mm de diâmetro e 33cm de comprimento, cliques de tamanho *medium large* (médio grande), fórceps Babcock de 50cm (Figura 7-B) para laparoscopia, trocarte com rosca (*endotip*) de 11mm de diâmetro (Figura 7-C central e Esquerda), trocarte liso (*endotip* liso) com 11mm de diâmetro (Figura 7-C Direita), óptica de 0° com 33cm de comprimento e 10mm de espessura (Figura 7-D), a qual era acoplada a microcâmera (Figura 7-A). As cânulas para inserção dos trocartes e óptica possuíam válvulas de borracha para manutenção da pressão positiva na cavidade abdominal (Figura 7-C). Além dos materiais específicos utilizados para videocirurgia também havia uma caixa de materiais básicos, com tesouras, pinças hemostáticas, pinças anatômica e dente de rato, porta agulhas, cabo de bisturi, entre outros (Figura 7-F).

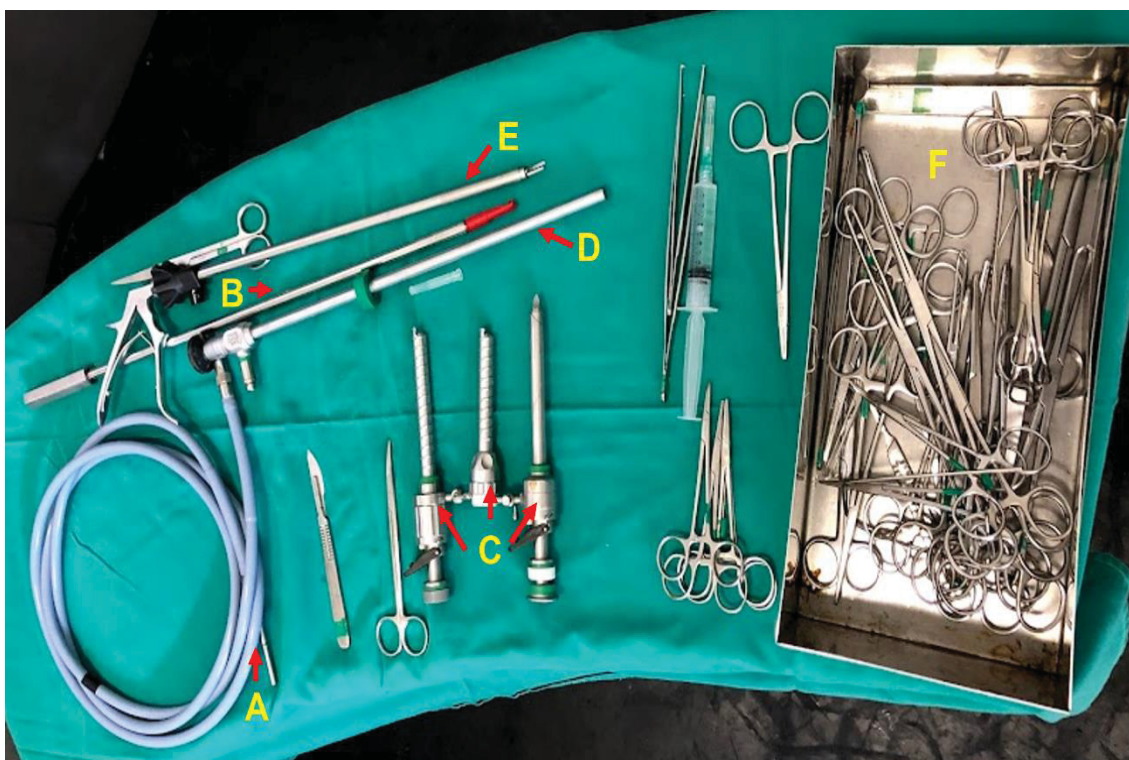


Figura 7 - Demonstração da montagem da mesa cirúrgica, com presença de materiais básicos de cirurgia e instrumentais de procedimentos minimamente invasivos. Nota-se em 7A: microcâmera; 7B: fórceps Babcock de 50cm; 7C Direita: trocarte liso (*endotip* liso) com 11mm de diâmetro e 7C Central e Esquerda: trocarte com rosca (*endotip*) de 11mm de diâmetro; 7D: óptica de 0° com 33cm de comprimento e 10mm de espessura; 7E: Aplicador de clipes; 7F: caixa de materiais básicos (Fonte: Arquivo pessoal).

Após bloqueio e posicionamento dos campos, três portais foram inseridos no flanco esquerdo sendo o primeiro com endotip de 11mm, caudal à última costela na altura da tuberosidade coxal. Previamente à introdução do portal foi realizada incisão de pele de aproximadamente 1cm com lâmina de bisturi nº 24. Por meio do primeiro portal, a cavidade foi insuflada com pressão máxima de 12mmHg de dióxido de carbono. Após distensão da cavidade, o segundo trocarte foi inserido com visualização direta, aproximadamente 10cm caudal ao primeiro portal, com endotip de 11mm e o terceiro foi introduzido com trocarte e cânula de 11mm entre os outros dois portais (Figura 8). Previamente à introdução dos dois últimos trocartes foi realizada incisão de pele de aproximadamente 1cm com lâmina de bisturi nº24.

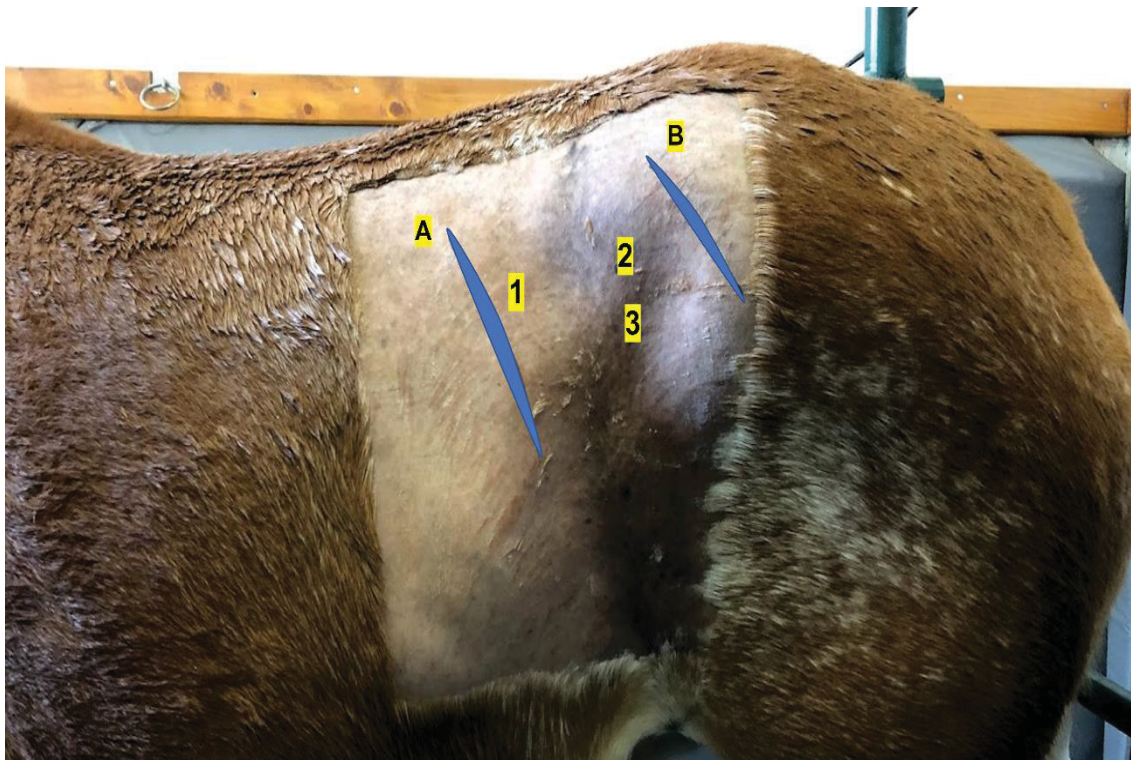


Figura 8 - Demonstração dos pontos de acesso cirúrgico realizados no flanco esquerdo. A linha representada na letra A marca o último arco costal. A linha representada na letra B marca a tuberosidade coxal e os números 1, 2 e 3 representam os locais de acesso cirúrgico: Número 1 demonstra o local onde o primeiro acesso era realizado com endotip de 11mm; Número 2 demonstra o local onde o segundo trocarte era inserido, aproximadamente 10cm caudal ao primeiro portal, com endotip de 11mm; Número 3 demonstra o local onde o terceiro trocarte foi inserido com endotip de 11mm (Fonte: Arquivo pessoal).

Após introdução dos portais no flanco esquerdo, visualizou-se as alças intestinais, o baço, o útero, mesométrio, ovário esquerdo e oviduto, com câmera laparoscópica de 0°. O útero apresentava-se aumentado, parecendo estar repleto de conteúdo, penduloso e projetado sobre as alças intestinais.

Para que a cavidade pudesse ser explorada sem risco de lesão ou ruptura uterina, uma pinça Babcock foi introduzida pelo terceiro portal, sendo utilizada para elevar o útero e para verificar o ponto de aplicação do primeiro *toggle*. Previamente à plicatura do ligamento largo, foi administrado 20mL de lidocaína 2%, sem vasoconstritor, em toda sua extensão.

O fio poliglactina 910 (vicryl®) 0,6mm foi passado pelo orifício localizado no centro do *toggle* e após introdução, um nó foi realizado para que o fio não escapasse, sendo então o *toggle* inserido no aplicador. O aplicador trata-se de

um tubo vazado, com a ponta em bisel, contendo um recorte para encaixe do fio, com espessura de parede de 0,5mm, 50cm de comprimento e 5mm de diâmetro (Figura 9). Por dentro dele encontra-se um outro cilindro, o qual é composto por uma haste de inox, com aproximadamente 3,5mm que serve para empurrar o *toggle* (Figura 10). A ponta em bisel do aplicador facilita a introdução dos *toggles* no mesométrio.



Figura 9 - Aplicador de *toggle* produzido em inox. Tubo vazado com recorte na ponta para encaixe do fio, com 0,5mm de espessura de parede, 50cm de comprimento e 5mm de diâmetro. Por dentro encontra-se outro cilindro em inox com 3,5mm para empurrar o *toggle* (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 10 - Ponta do aplicador de toggle onde pode-se visualizar a ponta em bisel para facilitar a introdução dos *toggles* no ligamento largo do útero (Fonte: Arquivo pessoal).

Após preparo do fio e do *toggle* no aplicador, este foi introduzido pelo segundo portal, sendo o primeiro *toggle* fixado no ponto mais dorsal e caudal possível do ligamento. O segundo foi preparado e aplicado em um ponto inferior e 1cm cranial ao primeiro. Após a fixação do segundo *toggle*, o fio foi tracionado manualmente pelo lado de fora do portal e ao mesmo tempo, o útero foi elevado com a utilização da pinça Babcock. Nesta manobra observou-se que o fio não deslizava de forma adequada pelo *toggle* o que comprometia a qualidade da cirurgia. Dessa forma, alterou-se o vicryl® pelo fio de poliamida (nylon) 0,80mm e o procedimento seguiu. Entretanto, o útero apresentava-se pesado, dificultando ainda a tração do fio e promovendo a laceração do ligamento em alguns pontos.

A fim de otimizar o procedimento cirúrgico, o útero foi esvaziado com uma sonda introduzida via vaginal, a qual drenou grande quantidade de líquido purulento. Após esta manobra, a elevação do útero com a pinça Babcock melhorou, porém ainda era dificultosa visto que este estava bastante penduloso na cavidade abdominal. Os *toggles* utilizados na sequência apresentaram problemas, como quebras e alguns se soltaram, o que dificultou o procedimento.

Apesar das dificuldades, o útero foi parcialmente elevado do lado esquerdo e para finalização do procedimento deste lado, um último *toogle* foi colocado solto no fio, dentro da cavidade abdominal, sendo fixado com um clip de titânio no mesométrio. Nesse momento o fio foi cortado e os instrumentais foram retirados, sendo a musculatura, tecido subcutâneo e pele suturados em padrão de sutura simples isolado, com fio polipropileno nº 2. O lado direito foi preparado e os acessos foram realizados da mesma maneira que no lado esquerdo (Figura 11).

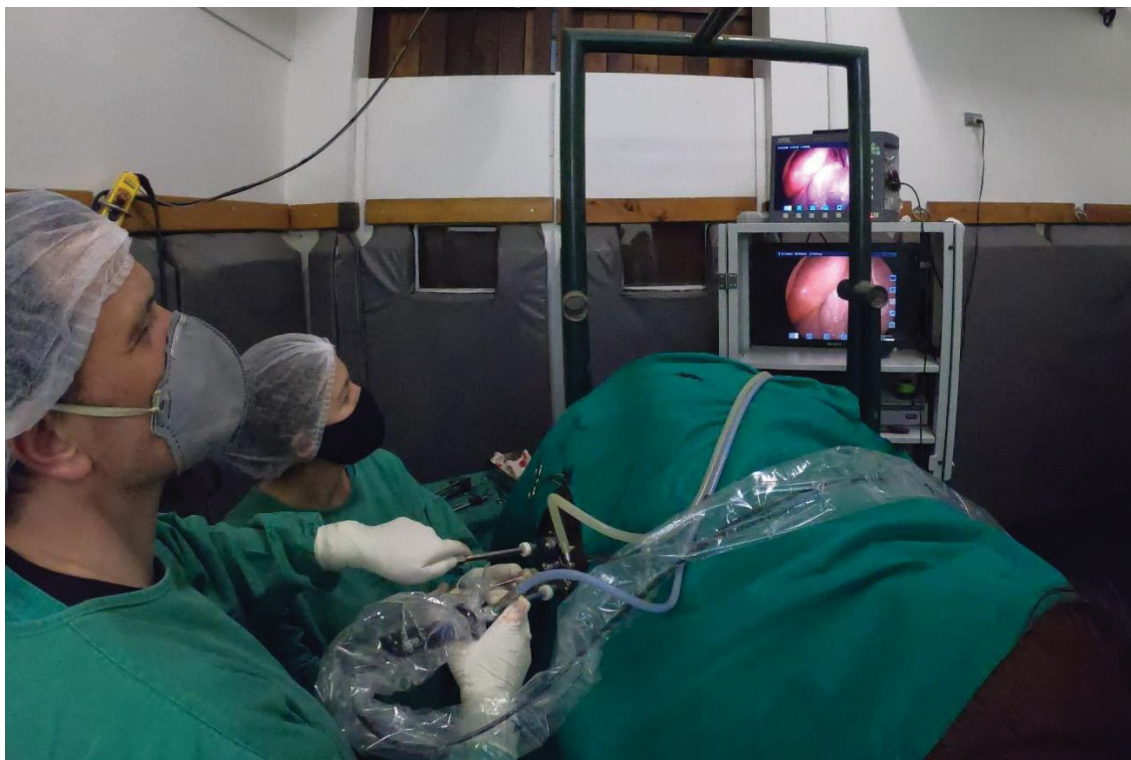


Figura 11 - Demonstração da colocação dos campos no flanco direito, dos acessos realizados, do posicionamento dos cirurgiões e do local onde ficavam os monitores para transmissão das imagens (Fonte: Arquivo pessoal).

Com o acesso realizado do lado direito observou-se ceco, duodeno, reto, útero e ovário direito, com óptica de 0°. Para evitar as dificuldades encontradas do lado esquerdo, devido à quebra de alguns *toogles*, optou-se pela utilização dos lacres fabricados em poliamida. Os quatro primeiros pontos foram fixados da mesma forma que no lado esquerdo, no entanto, a partir do quinto ponto, os lacres começaram a se soltar, não apresentando boa fixação. Um clipe de titânio

foi utilizado para encerrar o procedimento do lado direito. Apesar dos contratempos, o útero foi parcialmente elevado, sendo então os instrumentais retirados, a cavidade desinflada de forma passiva e a pele, tecido subcutâneo e musculatura suturados com fio polipropileno nº 2, em padrão de sutura simples isolado. Ao final do procedimento em ambos os lados, encerrou-se a infusão contínua de detomidina.

Como tratamento pós-operatório o animal recebeu 1,1 mg/kg de flunixin meglumine (Flumax®, JA Saúde Animal, São Paulo, Brasil) SID, por via intravenosa, durante cinco dias; 20.000 UI/kg de benzilpenicilina benzatina (Megacilin Super Plus®, Agener União, São Paulo, Brasil) por via intramuscular, a cada 48 horas, totalizando três aplicações e 4,4 mg/kg de gentamicina (Gentamax®, Marcolab, Mato Grosso do Sul, Brasil), SID, via intravenosa por cinco dias. A limpeza diária dos pontos foi realizada com digliconato de clorexidine (Riohex®, Rioquímica, Rio de Janeiro, Brasil) 2%, seguida de rifamicina spray (Rifotrat spray®, Natulab, Bahia, Brasil). Após cinco dias a égua retornou ao seu local de origem, sendo o curativo realizado diariamente no local e após 15 dias do procedimento os pontos foram retirados, não havendo nenhuma intercorrência nos locais de acesso.

4.2.3 3ª Etapa: Realização do procedimento cirúrgico com a utilização dos *toggles* em cinco éguas com útero penduloso e avaliação reprodutiva destas.

Foram selecionadas cinco éguas da Fazenda Experimental Galha Azul, localizada na Avenida Venezuela, nº 1956 - Zona Rural, na cidade de Fazenda Rio Grande, Paraná. As éguas possuíam entre 10 e 16 anos de idade, eram de variadas raças e SRD e pesavam entre 300kg e 555kg. Os critérios de inclusão das éguas na pesquisa foram: alteração anatômica do útero (útero posicionado ventralmente na cavidade abdominal - útero penduloso) detectado por meio de palpação retal, com histórico de acúmulo de líquido intrauterino e baixa taxa de recuperação embrionária, associados ou não à histórico de abortos consecutivos, com conformação e angulação perineal alteradas, presença de pneumovagina e/ou urovagina, endometrite persistente no período pós estro,

endometrite crônica sem sucesso aos tratamentos convencionais e que estivessem aptas a passar por uma uteropexia por laparoscopia.

4.2.3.1 Técnica Cirúrgica

A realização do jejum, do preparo do animal no tronco, anestesia, antissepsia, bloqueios locais e colocação dos portais deu-se como na realização do Procedimento Piloto, sendo sempre iniciado pelo lado esquerdo e em seguida realizado no lado direito. Os instrumentais utilizados nesses procedimentos foram os mesmos previamente descritos. Em todos os procedimentos, quando a microcâmera foi introduzida, foi possível visualizar o útero penduloso, projetado sobre as alças intestinais (Figura 12).

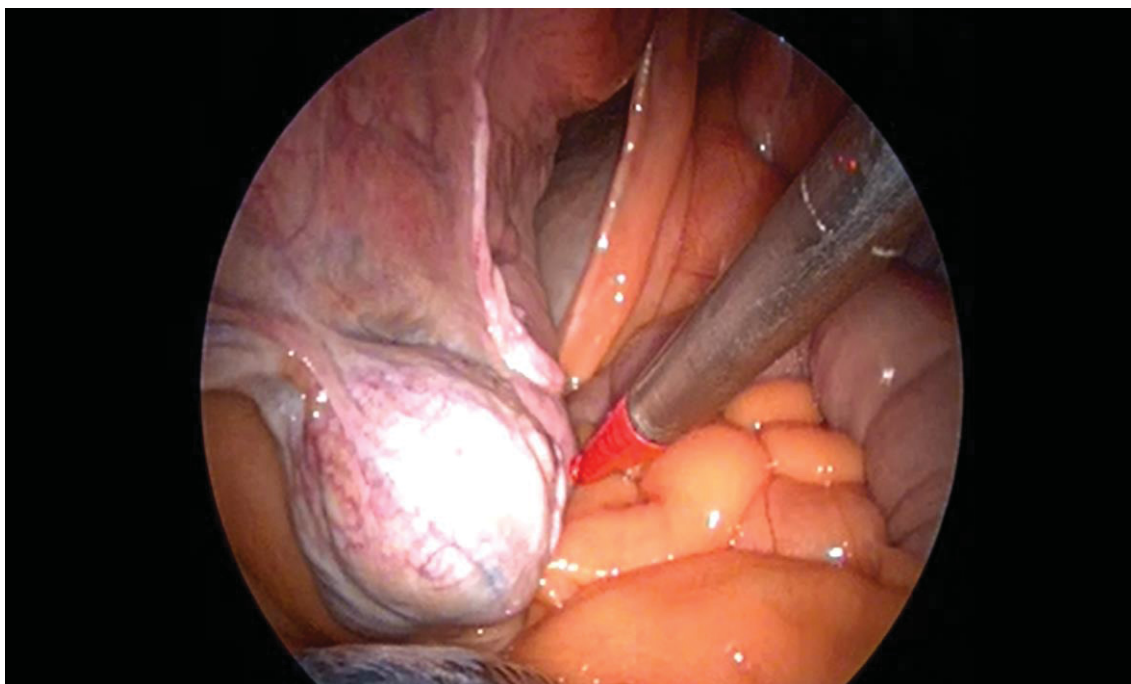


Figura 12 - Visualização da cavidade abdominal, com acesso realizado pelo flanco esquerdo. Nota-se útero projetado sobre as alças intestinais, ovário esquerdo em evidência e borda caudal do baço na localização de 07 horas na imagem (Fonte: Arquivo pessoal).

Em todos os procedimentos cirúrgicos foi realizada inspeção com auxílio da pinça Baccock e bloqueio do mesométrio previamente à aplicação dos *toggles* (Figura 13).

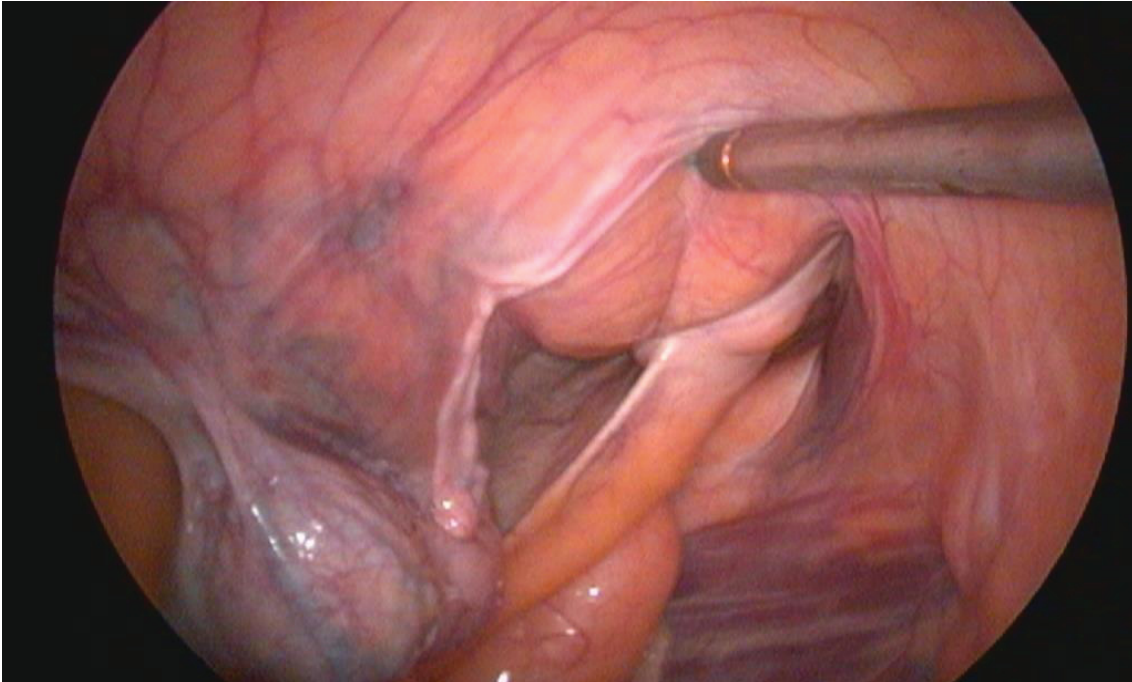


Figura 13 - Visualização da cavidade abdominal com acesso pelo lado esquerdo do flanco. Aplicação de anestésico local no mesométrio por meio de agulha laparoscópica (Fonte: Arquivo pessoal).

Após o bloqueio do mesométrio era realizada a aplicação dos *toggles*, iniciando pela porção mais caudal e dorsal possível e após fixação o fio de sutura era tracionado manualmente (Figura 13) e o útero elevado com a pinça Babcock (Figura 14).

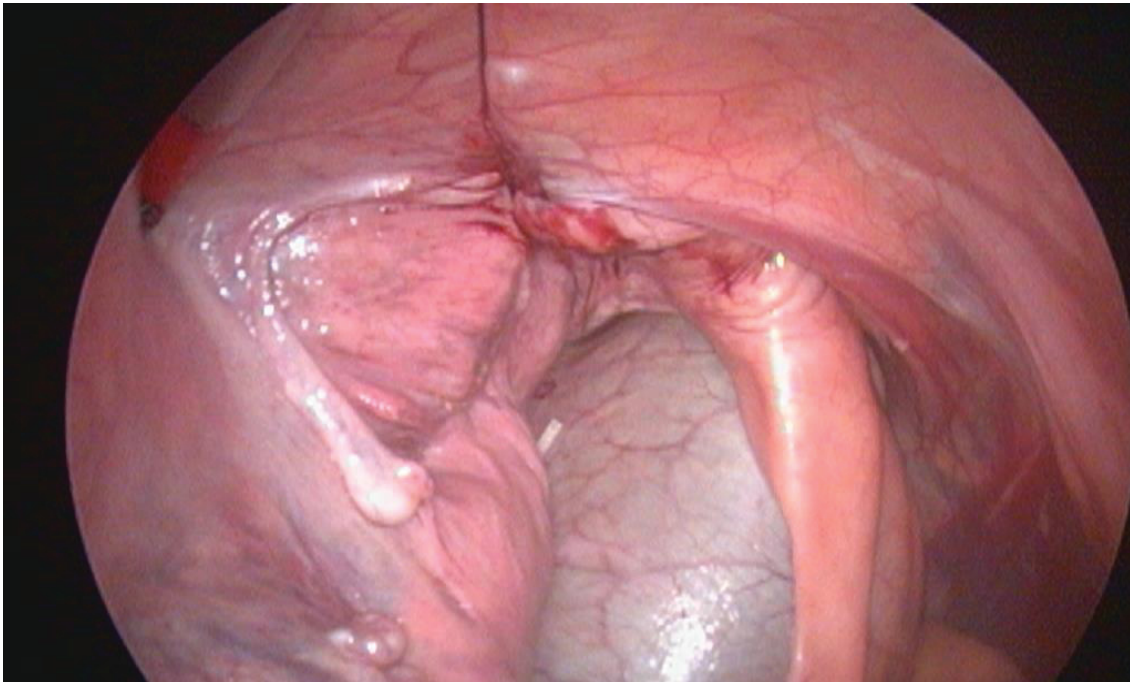


Figura 14 - Visualização do fio sendo tracionado manualmente após implantação do toggle no mesométrio do lado esquerdo do útero (Fonte: Arquivo pessoal).

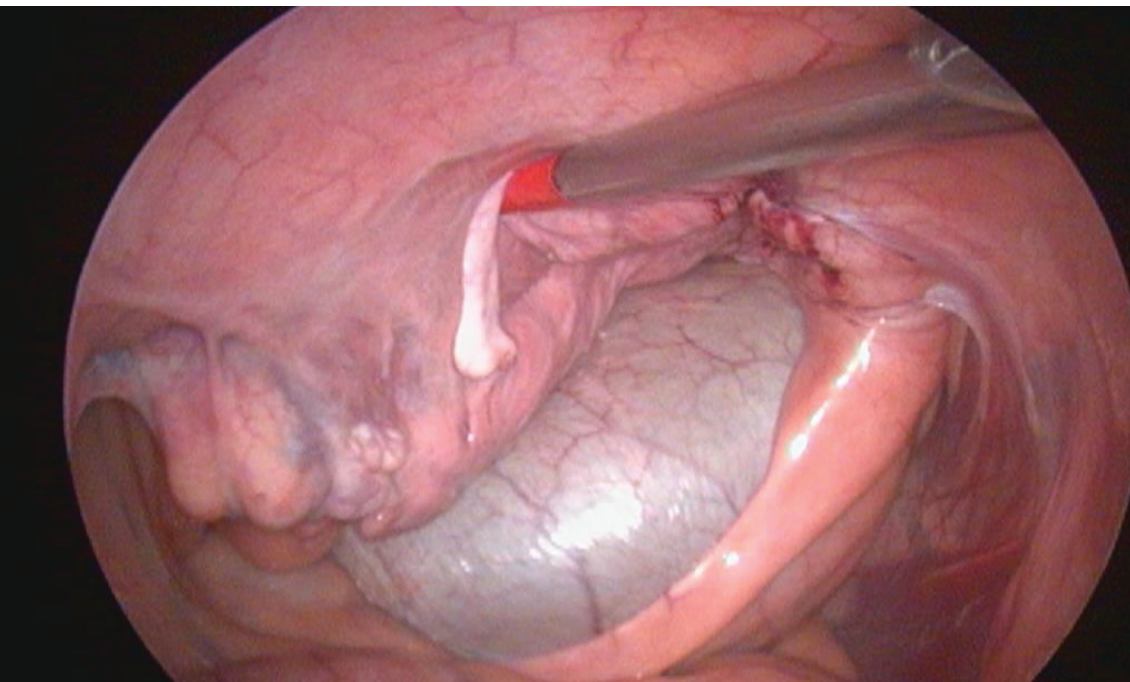


Figura 15 - Visualização do útero sendo elevado com auxílio da Babcock para facilitar a tração manual do fio e a elevação do útero do lado esquerdo (Fonte: Arquivo pessoal).

4.2.4 Pós-operatório

Após finalizar os procedimentos, a infusão de detomidina foi interrompida e os animais receberam 1,1 mg/kg de flunixin meglumine, por via intravenosa, SID, durante cinco dias; 20.000 UI/kg de benzilpenicilina benzatina, por via intramuscular, a cada 48 horas, totalizando três aplicações e 4,4 mg/kg de gentamicina, via intravenosa, SID, por cinco dias. A limpeza diária dos pontos foi realizada com digliconato de clorexidine 2%, seguida de aplicação de rifamicina spray (Figura 16). Após cinco dias de pós-operatório as éguas retornaram à Fazenda Gralha Azul, os pontos foram retirados após 15 dias do procedimento (Figura 17) e as avaliações reprodutivas foram realizadas após seis meses da uteropexia.



Figura 16 - Égua no pós-operatório com os pontos em evidência após limpeza diária e aplicação de rifamicina spray (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 17 - Visualização da cicatriz cirúrgica, após retirada dos pontos depois de 15 dias do procedimento (Fonte: Arquivo pessoal).

4.3 RESULTADOS

A elevação uterina com a utilização de *toggles* impressos em ácido polilático foi possível de forma completa (lado direito e esquerdo do ligamento uterino) em três das seis éguas operadas e de forma parcial (elevação parcial do lado direito) nas outras três éguas, incluindo a do Procedimento Piloto. A elevação parcial ocorreu, pois durante a aplicação dos *toggles* nos procedimentos cirúrgicos, alguns se quebraram ao meio, na parte onde havia o orifício para passagem do fio cirúrgico e alguns se soltaram após implantação no mesométrio (Figura 18), provocando prejuízo no resultado da elevação uterina.

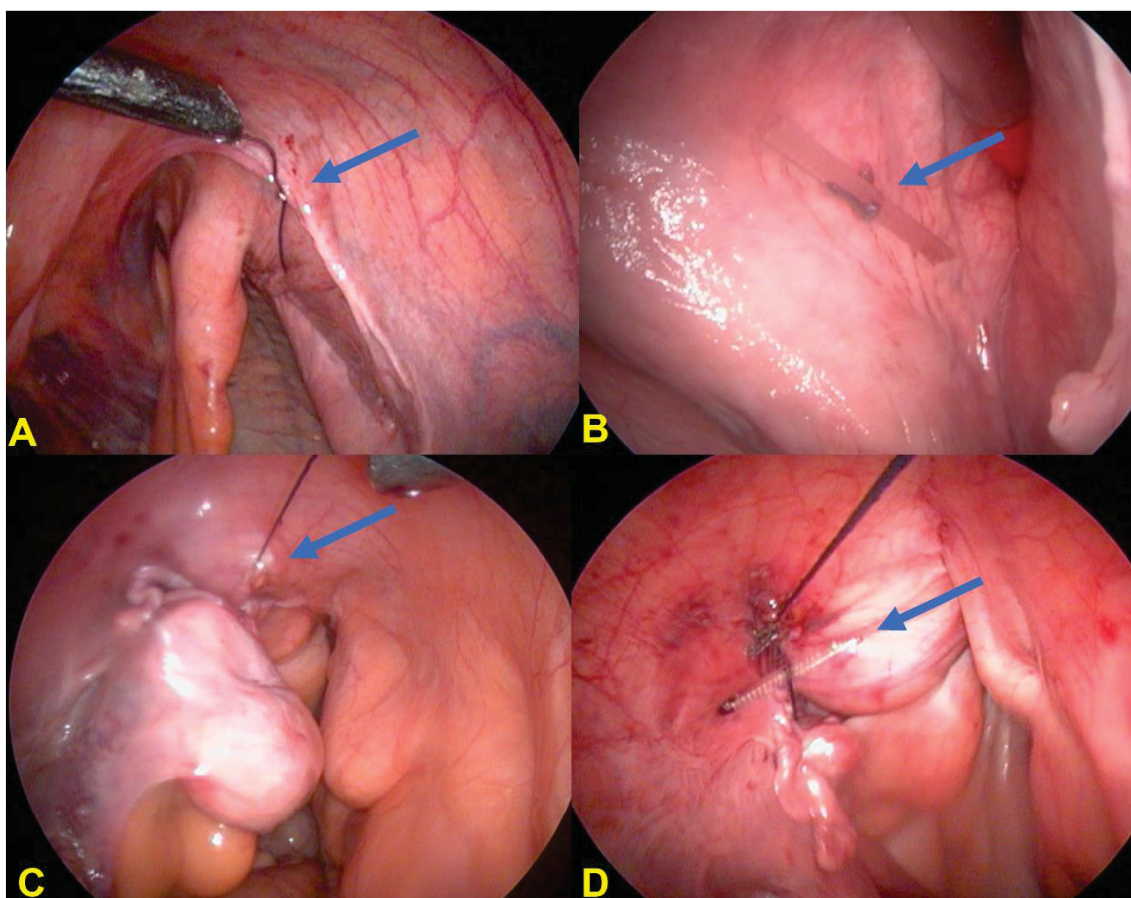


Figura 18 - Visualiza-se nas figuras 18A e 18C o fio tracionado após implantação do toggle no mesométrio, estando o ponto de implantação indicado pela seta azul. Nas figuras 18B e 18D nota-se a exposição do toggle que se soltou do mesométrio, ficando exposto (Fonte: Arquivo pessoal).

O vicryl® foi o fio de sutura de predileção para realização dos procedimentos cirúrgicos, porém, devido à dificuldade de deslizamento pelo interior do *toggle*, em alguns procedimentos este foi substituído pelo fio de poliamida 0,80mm.

O tempo cirúrgico médio para desenvolvimento da uteropexia nas éguas deste trabalho foi de 37 (37 ± 12) minutos para cada lado, totalizando 74 minutos em média para realização do procedimento em ambos os lados. O tempo foi contabilizado a partir do momento em que o primeiro trocarte foi introduzido até a remoção deste após o final do procedimento.

Nenhuma das éguas operadas apresentou complicações como sangramento pós-operatório, dor, edema ou enfisema na cicatriz cirúrgica. A avaliação clínica realizada diariamente também não demonstrou alterações

como aumento de temperatura corporal ou no local da cirurgia, alterações de coloração de mucosa e tempo de preenchimento capilar (TPC), elevação de frequência cardíaca e respiratória e não houve alteração da motilidade intestinal. Além disso, todas as éguas continuaram se alimentando normalmente sem manifestações clínicas de desconforto.

Na avaliação uterina pós-operatória iniciada seis meses após os procedimentos, realizada por palpação retal e ultrassonografia, pode-se notar melhora na conformação anatômica uterina, estando o útero posicionado de maneira horizontal na cavidade, permanecendo mais paralelo em relação à coluna vertebral e não se projetando sobre as alças intestinais como estavam previamente ao procedimento cirúrgico. No entanto, em algumas éguas ainda havia presença de líquido intrauterino, porém houve melhora na taxa de recuperação embrionária de todas as éguas deste estudo, sendo que as coletas podem ser visualizadas, tanto pré quanto pós-cirúrgicas, na Tabela 1, demonstrada abaixo.

O número de coletas de embriões positivas e negativas realizadas previamente e posteriormente ao procedimento cirúrgico foi comparado por meio do teste de Fisher, para que pudéssemos avaliar se houve um aumento significativo nas coletas positivas no pós-operatório. Os dados estão representados na Tabela 2 e confirmam que houve aumento significativo do número de coletas positivas após a realização da uteropexia.

Tabela 1 - Demonstração das coletas de embriões realizadas previamente e posteriormente ao procedimento cirúrgico de uteropexia nas cinco éguas operadas neste estudo.

Égua	Coleta de Embrião pré-cirúrgico	Coleta de Embrião Pós-cirúrgico	Nº total de coletas	Nº de coletas positivas pré-cirúrgico	Nº de coletas positivas pós-cirúrgico
1	Positiva	Positiva	5	5	5
	Positiva	Positiva			
	Positiva	Positiva			
	Positiva	Positiva			
	Positiva	Positiva			
2	Negativa	Negativa	5	0	1
	Negativa	Negativa			
	Negativa	Positiva			
	Negativa	Negativa			
	Negativa	Negativa			
3	Negativa	Positiva	5	2	4
	Negativa	Positiva			
	Negativa	Positiva			
	Positiva	Negativa			
	Positiva	Positiva			
4	Negativa	Positiva	5	1	4
	Negativa	Positiva			
	Negativa	Positiva			
	Positiva	Negativa			
	Negativa	Positiva			
5	Negativa	Negativa	5	1	3
	Negativa	Negativa			
	Positiva	Positiva			
	Negativa	Positiva			
	Negativa	Positiva			

Tabela 2 - Comparação entre o número de coletas de embriões positivas realizadas previamente e posteriormente ao procedimento cirúrgico de uteropexia nas cinco éguas operadas neste estudo, com a utilização do Teste de Fisher, valor de $p=0,0465$.

Dados analisados	Pré-cirúrgico	Pós-cirúrgico	Total
Coletas positivas	9	17	26
Coletas negativas	16	8	24
Total Coletas	25	25	50

A avaliação reprodutiva dos animais foi realizada pelo período de dois anos após o procedimento cirúrgico demonstrando que com o decorrer do tempo, todas as éguas voltaram a apresentar o útero penduloso, mesmo com o fato de que nenhuma das éguas gestou durante o período de avaliação. O único procedimento reprodutivo realizado durante esse período foram as coletas de embriões. Na Tabela estão destacadas as facilidades, dificuldades e resultados deste estudo de forma resumida.

Tabela 3 – Pontos de destaque observados durante a realização do estudo: dificuldades, facilidades e resultados.

Dificuldades	Facilidades	Resultados
Deslizamento do vicryl pelo orifício do <i>toggle</i>	Deslizamento do fio de poliamida pelo interior do <i>toggle</i>	Elevação uterina satisfatória em 50% dos animais
Quebra dos <i>toggles</i> durante implantação	Tempo cirúrgico reduzido quando comparado à outras técnicas já descritas	Redução do volume de líquido intrauterino após a cirurgia
Soltura dos <i>toggles</i> após implantação no mesométrio	Pós-operatório sem complicações	Aumento do número de coleta de embriões após a uteropexia

4.4 DISCUSSÃO

Os dispositivos utilizados nesse experimento mostraram-se frágeis e com uma alta taxa de quebra durante a aplicação no mesométrio, indicando que o ácido polilático não é o polímero ideal para esta finalidade e que precisa ser substituído no futuro ou associado a outro polímero para que possa ter redução nas quebras. Os polímeros possuem potencial utilização como implantes terapêuticos, pois mimetizam tecidos, promovem crescimento celular local, têm capacidade de reconstituição tecidual e formação de cápsula conjuntiva (20). Dentre os polímeros mais utilizados nos dias de hoje, o PLA merece destaque, entretanto, embora suas características sejam boa performance mecânica, processabilidade e estabilidade térmica, este é considerado um polímero frágil por alguns autores, apresentando baixa tenacidade e ductilidade, o que o torna limitado para o emprego em procedimentos que necessitem de deformação e

resistência (20,41). Possivelmente, foram essas características que faltaram para utilização nos procedimentos desenvolvidos nesse estudo, visto que quando forçávamos o fio pelo orifício do implante, alguns quebravam, não demonstrando nenhum grau de deformação, o que corrobora com a literatura supracitada.

Nos casos em que os polímeros de forma isolada não atingem as características necessárias, pode-se realizar a produção das blendas poliméricas, ou seja, a associação de dois ou mais polímeros (20,23). A associação do PLA com poli(óxido etileno) (POE), poli(butileno adipato-co-tereftalato) (PBAT), poli(hidroxi-butilato) (PHB) e poli(ϵ -caprolactona) (PCL) tem sido bastante estudada na medicina, sendo a associação com o PCL muito promissora, visto que há aumento da ductilidade e diminuição da fragilidade do PLA. Além de atribuir essas características bastante interessantes, o PCL também é biocompatível e bioreabsorvível, sendo uma atraente associação nos procedimentos que necessitam de suporte mecânico por tempo determinado, com certa elasticidade e maleabilidade (41). Carvalho (2019) avaliou a utilização da associação PLA/PCL em implantes subcutâneos em cavalos e afirmou ser uma blanda biocompatível e biodegradável com potencial para utilização nesta espécie. Dessa forma, acredita-se ser uma opção relevante para o desenvolvimento futuro dos *toggles*, visando um menor índice de quebras durante o procedimento.

O fio escolhido inicialmente foi a poliglactina 910, que demonstrou um alto coeficiente de atrito, dificultando o deslizamento pelo *toggle*, no entanto a substituição pelo fio de poliamida (Nylon) resolveu o problema (16). O alto coeficiente de atrito possivelmente está relacionado à constituição multifilamentar do vicryl®, que difere do fio de poliamida, que é monofilamentar. Sugere-se que os futuros procedimentos sejam realizados com a utilização de fios monofilamentares absorvíveis, de forma a reduzir o coeficiente de atrito, facilitando o deslizamento pelo *toggle* e possibilitando a absorção pelo organismo. No mercado nacional não existem fios absorvíveis monofilamentares no comprimento adequado de 1,5 metros disponíveis e na espessura ideal para

o procedimento de uteropexia com implantação de *toggles*, o que limitou as alternativas de fios para serem utilizados no experimento.

O tempo de procedimento das éguas deste trabalho foi menor do que os relatados na literatura estrangeira (15,31), porém muito próximo ao tempo relatado por Souto *et al.* (2022), utilizando *toggles* de poliamida, aplicados com o mesmo dispositivo de implantação, com utilização do fio de poliamida 0,80mm.

A elevação uterina nos casos relatados neste trabalho reduziu o volume intrauterino de líquido e possibilitou a coleta de embriões em cinco das seis éguas operadas, não havendo coleta produtiva apenas na égua operada no Procedimento Piloto. Segundo SCHUMACHER & SCHUMACHER (2010), a uteropexia em éguas com má conformação uterina, com endometrite ou DUC, pode otimizar a limpeza do útero, podendo aumentar a probabilidade de coleta de embriões, como observado neste estudo e até mesmo possibilitar a manutenção de gestações.

Quando comparada à sutura manual do mesométrio, a aplicação dos *toggles* reduz o tempo cirúrgico de forma considerável quando comparado às literaturas citadas neste estudo. No entanto, verificou-se que há necessidade de aprimoramento desses implantes em relação ao seu tamanho, formato e composição, para que possam ser empregados no procedimento de maneira eficaz (16). A sutura manual utilizada em outros estudos foi um fator limitante devido a anatomia do ligamento largo do útero e seu posicionamento na cavidade abdominal, e como o procedimento pode possibilitar que éguas cronicamente estéreis possam voltar a gestar, como relatado por CORSALINI *et al.* (2016), é extremamente interessante o desenvolvimento de *toggles* funcionais, que otimizem o tempo operatório.

A uteropexia pode ser realizada por videocirurgia e corresponde à fixação do ligamento largo do útero à parede abdominal, a fim de reposicioná-lo horizontalmente (12,15). Neste estudo, o procedimento foi realizado de forma parcial em três éguas, visto que houve soltura de alguns *toggles* do mesométrio, entretanto, a elevação realizada foi suficiente para que clinicamente fosse percebida melhora na posição anatômica do órgão.

A técnica cirúrgica de uteropexia não pode ser considerada uma técnica deletéria ou prejudicial para a reprodução dos animais visto que na Égua 1, demonstrada na Tabela 2, não houve redução do número de coletas de embrião. Da mesma forma observa-se um aumento no número de coleta de embriões em todas as éguas operadas. Vale ressaltar que a técnica pode ser empregada nas raças de cavalos onde não se permite a utilização de tecnologias para reprodução, como inseminação artificial, transferência de embrião, entre outras sendo a monta natural e gestação a única opção para as éguas gerarem proles. Nesses casos, a uteropexia torna-se uma opção excelente e viável.

4.5 CONCLUSÃO

A técnica de elevação uterina em éguas que apresentam o útero penduloso, por laparoscopia, com plicatura do mesométrio, utilizando *toggles* de PLA, confeccionados em impressora 3D é possível, porém há necessidade de aprimoramento dos *toggles* utilizados no procedimento. A técnica foi efetiva na melhora da taxa de recuperação embrionária, porém, após dois anos do procedimento, notou-se que o útero voltou a apresentar-se penduloso mesmo as éguas não tendo gestado nesse período.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Reunir-se com os responsáveis pela criação dos *toggles* para elaborar um novo projeto, que seja capaz de produzir o protótipo em um tamanho menor e em formato diferente, com maior resistência e flexibilidade, podendo ser utilizado a blenda PLA/PCL.

Testar diversas vezes os *toggles* antes de realizar o procedimento, focando na comparação entre o deslizamento do fio absorvível (vicryl® n°6) e do fio não absorvível (nylon ,80mm);

Revisar todo o instrumental cirúrgico utilizado, principalmente os portais e o aplicador de *toggles* e aprimorá-los para que haja um perfeito deslizamento no momento da inserção;

Desenvolver um manipulador uterino de forma a auxiliar a manobra de elevação deste, evitando que o fio exerça efeito lacerante no ligamento largo durante o ajuste da plicatura.

6 REFERÊNCIAS

1. FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. 2016.
2. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016.
3. Maia HGO, Oliveira NJF de, Crocomo LF. Fisiologia e fatores interferentes na reprodução de éguas. *Ciência Animal*. 2019;29(4):112–23.
4. Sharma S, Thapak S. Chronic pyometra in a throughbred mare. *Veterinary Practitioner*. 2010;11(2):116–7.
5. Brinsko SP, Blanchard TL, Varner DD, Love SC. *Manual of equine reproduction*. 3rd ed. Elsevier - Health Sciences Division; 2003. 336 p.
6. Reghini MFS, Ramires Neto C, Segabinazzi LG, Castro Chaves MMB, Dell’Aqua C de PF, Bussiere MCC, et al. Inflammatory response in chronic degenerative endometritis mares treated with platelet-rich plasma. *Theriogenology*. 2016;86(2):516–22.
7. Silva PE, Riet-Correa F, Coelho ACB, Echenique JVZ, Pereira CM, de Lima M, et al. Identification of equine herpesvirus type 1 as cause of abortion in mares in Southern Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2019;71(4):1421–4.
8. Auer JA, Stick JA. *Equine Surgery*. In: Embertson RM, editor. *Equine Surgery*. Fourth. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2012. p. 1536.
9. Troedsson MHT. Therapeutic considerations for mating-induced endometritis. *Pferdeheilkunde*. 1997;13(5):516–20.
10. LeBlanc MM, Neuwirth L, Jones L, Cage C, Mauragis D. Differences in uterine position of reproductively normal mares and those with delayed uterine clearance detected by scintigraphy. *Theriogenology*. 1998;50(1):49–54.
11. Macpherson ML. What to do with the problem mare: New approaches for diagnosis and management. In Aruba: AAEP Resort Symposium ; 2013.
12. Brin P, Schumacher J, Schumacher J. Elevating the uterus (uteropexy) of five mares by laparoscopically imbricating the mesometrium. *Equine Veterinary Journal*. 2010;42(8):675–9.

13. Auer JA, Stick JA. Reproductive system. In: Equine Surgery. 3rd ed. St. Louis, Missouri: Saunders; 2006. p. 775–810.
14. Freeman DE, Rötting AK, Köllmann M, Doyle AJ, Troedsson MHT, Pozor M, et al. Ovariohysterectomy in mares: 17 cases. In: Proceedings of the 53rd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners. 2007.
15. Corsalini J, Gialletti R, Lotto E, Nannarone S. Laparoscopic uteropexy (Mesometrium imbrication) in three mares using a barbed suture. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2016;40:102–5.
16. Souto APF, Silva JR, Moreno JCD, Freitag FA v, Dornbusch LPTC, Dornbusch PT. Broad uterine ligament plication by toggle use during laparoscopic surgery. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2022;74(2):245–52.
17. Caron JP, Brakenhoff J. Intracorporeal suture closure of the internal inguinal and vaginal rings in foals and horses. *Veterinary Surgery*. 2008;37(2):126–31.
18. Melo MAC de. Aprendizado do Cirurgião e Desenvolvimento Tecnológico fazem a Evolução da Videocirurgia. *Revista Brasileira de Videocirurgia*. 2007;4(4):176–80.
19. Hespel AM, Wilhite R, Hudson J. Invited review-applications for 3D printers in veterinary medicine. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2014;55(4):347–58.
20. Carvalho JRG de. Biocompatibilidade de Poli (Ácido Lático) (PLA) e Blenda PLA/Poli(ε-Caprolactona) (PCL) implantados em equinos. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal; 2019.
21. Lasprilla AJR, Martinez GAR, Lunelli BH, Jardim AL, Filho RM. Poly-lactic acid synthesis for application in biomedical devices - A review. Vol. 30, *Biotechnology Advances*. 2012. p. 321–8.
22. Pyles MD, Alves ALG, Hussni CA, Thomassian A, Nicoletti JL de M, Watanabe MJ. Parafusos bioabsorvíveis na reparação de fraturas experimentais de sesamóides proximais em equinos. *Ciência Rural*. 2007;37(5):1367–73.

23. Biocompatibility, biodegradation and excretion of polylactic acid (PLA) in medical implants and theranostic systems. *Chemical Engineering Journal*. 2018;340:9–14.
24. Madhavan Nampoothiri K, Nair NR, John RP. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresource Technology*. 2010;101(22):8493–501.
25. Revisão do Estudo do complexo do agronegócio do cavalo. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2016;1–56.
26. Youngquist RS, Threlfall WR. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Missouri: Saunders Elsevier; 2006.
27. Grizendi BM, Fernandes CB. Éguas em idade avançada: perda embrionária relacionada à deficiência de progesterona e à doença endometrial. *Revista Acadêmica Ciência Animal*. 2015;15;13:23–9.
28. König H, Plendl J, Liebich HG. Órgãos genitais femininos. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*. 6ª. São Paulo: Artmed Editora Ltda; 2017. p. 429–50.
29. Veronesi MC, Carluccio A, Kindahl H, Faustini M, Battocchio M, Cairoli F. Oxytocin-induced PGF2 α release in mares with and without post-breeding delayed uterine clearance. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*. 2006;53(5):259–62.
30. Troedsson MHT. Uterine defense mechanisms in the mare. *Archives of STD/HIV Research*. 1997;11(2–4):123.
31. Price N, Slack A, Jackson SR. Laparoscopic hysteropexy: The initial results of a uterine suspension procedure for uterovaginal prolapse. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 2010;117(1):62–8.
32. Hatzinger M, Kwon ST, Langbein S, Kamp S, Häcker A, Alken P. Hans Christian Jacobeus: Inventor of Human Laparoscopy and Thoracoscopy. *J Endourol*. 2006;20(11):848–50.
33. Ginsberg RJ. Thoracoscopy: A Cautionary Note. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1993;56(3):801–3.
34. Barash PG, Cullen BF, Stoelting R k., Cahalan MK, Stock MC, Ortega R. *Clinical Anesthesia*. Seventh. LWW; 2013. 1152 p.

35. Wilson DA. Advances in Equine Laparoscopy. *Equine Veterinary Education*. 2013;25:578–80.
36. Zoppa AL do V, Alvarenga J, Silva LCLC, Ferreira MA, Migliati ER. Toracosopia em equinos: técnica e emprego como método de avaliação da cavidade pleural. *Ciência Rural*. 2001;31(5):825–30.
37. Smith CL, Dowling BA, Dart AJ. Recent advances in equine abdominal surgery. *Veterinary Journal*. 2005;170(1):41–51.
38. Conde G. Biocompatibilidade do biopolímero PLA e Blenda PLA/PCL em Ratos Wistar. Universidade Estadual Paulista - UNESP; 2016.
39. Böstman O, Vilijanen J, Salminen S, Pihlajamäki H. Response of articular cartilage and subchondral bone to internal fixation devices made of poly-L-lactide: a histomorphometric and microradiographic study on rabbits. *Biomaterials*. 2000;21:2553–60.
40. Rua MAS, Quirino CR, Ribeiro RB, Carvalho ECQ, Bernadino M de LA, Bartholazzi Junior A, et al. Diagnostic methods to detect uterus illnesses in mares. *Theriogenology*. 2018 Jul 1;114:285–92.
41. Finotti PFM, Costa LC, Capote TSO, Scarel-Caminaga RM, Chinelatto MA. Immiscible poly(lactic acid)/poly(ϵ -caprolactone) for temporary implants: Compatibility and cytotoxicity. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2017;1;68:155–62.

ANEXO 1 – HISTEROPEXIA COM APLICAÇÃO DE *TOGGLES* PARA TRATAMENTO DE PIOMETRA EM MINI HORSE



Acta Scientiarum Veterinariae, 2021. 49(Suppl 1): 668.

CASE REPORT
Pub. 668

ISSN 1679-9216

Histeropexia com aplicação de “toggles” para tratamento de piometra em mini horse

Pyometra Treatment by Histeropexy with Toggles Application in Mini Horse

Jéssica Rodrigues da Silva, Ana Paula Fadel Souto, Lucimara Strugava, Eduarda Maciel Busato, Romildo Romualdo Weiss, Juan Carlos Duque Moreno & Peterson Triches Dornbusch

ABSTRACT

Background: Brazil is an important horse breeder that creates about three million jobs and movements about R\$16,15 billions per year. Although, it is important to the horse breeding industry success that the animals reproductive performance be kept. The mare pregnancy loss causes abundant forfeitures to horse breeders, furthermore, the chronic pyometra is one of that causes. The chronic pyometra is an uncommon mare condition, clinical treatments are often ineffective, under those circumstances the hysterectomy, ovariectomy and uteropexy are recommended. This report proposes to describe the chronic pyometra surgical treatments with the uteropexy technique in mini horses that do not respond to the clinical treatment.

Case: A 14-year-old mini breed horse mare weighing 117 kg was sent to Veterinarian Hospital (HV) of the Paraná Federal University (UFPR), presenting dystocia background and intrauterine purulent secretion. The clinical treatment had been conducted, but not well succeeded. An hysteroscopy was conducted with a cervix rupture monitoring, uterine mucosa edematized and crispy, presenting liquid and a high amount of purulent secretion in the uterus horn and body. The biopsy identified uteropexy. The post-surgical complications were minimums and 30 days after the procedure the laparoscopy was repeated with uterine healing monitoring, without adhesions and the uterus were at horizontal position. The hysteroscopy was conducted where a small amount of purulent secretion was perceived. Ten days after the second laparoscopy the patient was discharged. Two years after the procedure, the animal responsible informed that there was not a relapse.

Discussion: the mare pyometra occurrence is uncommon and emerges by nature protection false mechanisms. Any change or flaw in one of these protection mechanics barriers, may result in a reproductive change due to uterine infection, resulting in reduction of mare reproductive capacity. Probably this reports patients developed pyometra due to the cervix lesion it's presented made easier the uterus external microorganisms entrance, that predisposes an chronic uterine infection. As many authors report, the chronic pyometra clinical treatment is not always successful, also observed in the case reported, indicating then surgical treatment. There are many pyometra surgical treatments indications as: Wedge resection technique in case of cervix adherence, uteropexy technique, ovary-hysterectomy technique or hysterectomy. The ovary-hysterectomy and the hysterectomy was not conducted for being considered highly invasive. This case choice procedure was the uteropexy, which corresponds to fixing the broad ligament of the uterus to the abdominal wall, repositioning it horizontally, to obtain a better drainage and motility, since this is your anatomic position. In the report, the surgical technique was conducted satisfactorily, certifying the uterine elevation by laparoscopy in the postoperative and also by the responsible report, that the animal does not relapse in two years. The postoperative complications were not alarming, considering that it ceased 24h after the procedure. The conclusions present in this treatment show that the histeropexy conducted by videosurgery with toggles application developed the necessary uterine elevation to the liquid drainage, that allows the mare to execute the uterine cleaning by the physiological form.

Keywords: uterus, endometritis, uteropexy, uterine elevation.

Descritores: útero, edometrite, uteropexia, elevação uterina.

DOI: 10.22456/1679-9216.112268

Received: 18 March 2021

Accepted: 15 June 2021

Published: 4 August 2021

Departamento de Medicina Veterinária, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil. CORRESPONDENCE: J.R. Silva [jrodrigues_vet@yahoo.com.br]. Departamento de Medicina Veterinária, Setor de Ciências Agrárias - UFPR. Rua dos Funcionários n. 1540. CEP 80035-050 Curitiba, PR, Brazil.

INTRODUÇÃO

Segundo a FAO, o Brasil ocupa o 1º lugar da América Latina em número de cavalos e o 4º lugar no mundo [5]. Possui aproximadamente seis milhões de equinos, gerando cerca de 3 milhões de postos de trabalho, diretos e indiretos, o que movimenta anualmente R\$16,15 bilhões [9]. Entretanto, o retorno econômico da equidocultura depende diretamente do desempenho reprodutivo desses animais e problemas relacionados à subfertilidade e infertilidade podem ocasionar prejuízos na produção [8].

A perda de prenhez destaca-se entre os fatores relacionados à subfertilidade na espécie, ocasionando inúmeros prejuízos aos produtores, e uma das causas de perda da prenhez é a piometra [12], acúmulo de pus intrauterino com distensão do órgão, podendo ser aberta ou fechada, aguda ou crônica [11]. A piometra crônica é uma condição incomum em éguas e origina-se pela drenagem uterina incompleta, devido a contrações miométrias reduzidas, drenagem linfática deficiente e anormalidade ou trauma cervical severo [1].

O tratamento clínico constitui na remoção da secreção acumulada e lavagens intrauterinas, porém, nos casos onde o útero encontra-se pendulado na cavidade abdominal, a remoção do conteúdo intrauterino é dificultada [2]. Nesses casos a ovariosterectomia ou a histerectomia podem ser indicadas [1], porém, podem apresentar complicações como hemorragia uterina, peritonite, cólica, fleo paralítico, etc [7]. Outra opção de tratamento é a elevação uterina por videocirurgia denominada uteropexia. A técnica é procedida com sutura do mesométrio no corpo e cornos uterinos [3].

O objetivo deste relato é descrever o tratamento cirúrgico de piometra crônica com a técnica de uteropexia em uma égua da raça Mini Horse.

CASO

Foi encaminhada ao Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná (HV-UFPR), uma égua da raça Mini Horse, de 14 anos, pesando 117 kg, apresentando histórico de distocia e retenção de placenta com secreção purulenta intrauterina. Segundo o responsável, o tratamento clínico medicamentoso havia sido realizado em associação a lavagens uterinas por mais de 30 dias, porém sem bons resultados.

Para avaliação da condição uterina, assim que a paciente chegou ao hospital, realizou-se histeroscopia pela qual pode-se observar ruptura total de cérvix,

mucosa uterina edemaciada e friável, com presença de líquido e secreção purulenta em grande quantidade nos cornos e corpo do útero (Figura 1). Com visualização direta durante a histeroscopia, realizou-se biópsia uterina, a qual demonstrou infiltração difusa por neutrófilos, com presença de glândulas dilatadas, fibrose periglandular leve e fibrose difusa aparente, sendo realizado o diagnóstico de endometrite.

Após histeroscopia a égua foi submetida à jejum alimentar pré-operatório de 36 h com manutenção da água *ad libitum*. As fezes foram removidas da ampola retal e a vesícula urinária foi esvaziada por sondagem. Realizou-se tricotomia na região do flanco e dos últimos espaços intercostais, de ambos os lados. Devido à baixa estatura, a égua foi posicionada em decúbito ventral na mesa cirúrgica, para manutenção do útero em posição anatômica e a antisepsia foi realizada na região dos flancos, com posicionamento dos campos cirúrgicos. A anestesia foi realizada com administração de detomidina¹ [Detomidin[®] 10mcg/kg, i.v] e metadona² [Mytedom[®] 0,05 mcg, i.v] por via intravenosa e a manutenção anestésica foi feita com anestesia inalatória.

Após colocação dos campos estéreis e realização de bloqueio local prévio, 3 portais foram inseridos no flanco esquerdo, sendo o primeiro com "endotip" de 11 mm, caudal à última costela, na altura da tuberosidade coxal. Por meio deste portal a cavidade foi insuflada com dióxido de carbono, numa pressão máxima de 12 mmHg. O segundo acesso foi realizado sob visualização direta, com introdução de um trocar de 5 mm, posicionado aproximadamente 5 cm cranial



Figura 1. Imagem da uteroscopia realizada no momento anterior a elevação uterina. Observa-se presença de pus e líquido purulento na bifurcação dos cornos uterinos.

e 2 cm ventral ao primeiro portal. O terceiro acesso foi realizado com introdução de um trocar de 5 mm, entre os outros 2 portais.

Após introdução de todos os portais e insuflação da cavidade abdominal, foi possível visualizar com uma câmera laparoscópica de 0°, alças intestinais, baço, útero, mesométrio, ovário esquerdo e oviduto. O útero apresentava-se pendulado e projetado sobre as alças intestinais (Figura 2A). Foi realizado bloqueio anestésico do ligamento largo do útero com lidocaína 2%³, [Lidovet® 4 mg/kg, i.m] e aplicador de "toggle" foi introduzido pelo segundo portal e um fio de poliamida⁴ de 0,6 mm de diâmetro foi passado pelo interior do "toggle", para realização da plicatura entre a parte superior e inferior do ligamento. Após aplicação dos "toggles", elevou-se o útero com fórceps babcock, facilitando a tração manual do fio e reduzindo as chances de laceração do ligamento. Os "toggles" foram inseridos pelo ligamento até obter-se elevação uterina satisfatória, e ao final da plicatura, um último "toggle" foi fixado com clip de titânio. O procedimento cirúrgico completo demorou 75 min, contando a partir do tempo da colocação do primeiro portal até a sutura de pele e tecido subcutâneo. As complicações pós-operatórias foram hemorragia e enfisema subcutâneo, entretanto elas desapareceram espontaneamente antes de 24 h.

Após 30 dias do procedimento repetiu-se a laparoscopia com a inserção de apenas um portal na cavidade abdominal, pelo qual pode-se observar cicatrização uterina, sem aderências e o útero apresentava-se em posição horizontal (Figura 2B). Realizou-se também

histeroscopia, pela qual pode-se observar pequena quantidade de líquido intrauterino, porém sem secreção purulenta. Dez dias após a segunda laparoscopia, a paciente obteve alta. Após 2 anos do procedimento, o responsável pelo animal informou que não houve recidivas.

DISCUSSÃO

Algumas alternativas podem aumentar a eficiência reprodutiva nos cavalos, como seleção dos animais que serão utilizados na reprodução, acompanhamento gestacional, conhecimento da fisiologia da espécie, avaliação do trato reprodutivo (presença de urovagina, pneumovagina, piometra ou traumas), entre outros. Esses fatores são capazes de reduzir as intercorrências na reprodução equina, reduzindo custos e consequentemente, aumentando o ganho financeiro [6].

A ocorrência da piometra em éguas é incomum e multifatorial, originada geralmente por falha em um dos três mecanismos naturais de proteção: vulva, prega vestibulo-vaginal e cérvix. Qualquer alteração ou defeito em uma dessas barreiras mecânicas de proteção, pode ocasionar em alteração reprodutiva decorrente de infecção uterina [10], comprometendo a capacidade reprodutiva da égua, o que pode trazer prejuízos financeiros ao produtor [11]. Além disso, pode ser ocasionada por endometrite pós monta natural, onde os próprios espermatozoides são responsáveis por iniciar uma resposta inflamatória em uma égua suscetível, que em alguns casos, não manifesta sinais clínicos e evolui cronicamente [11]. Possivelmente a paciente deste relato

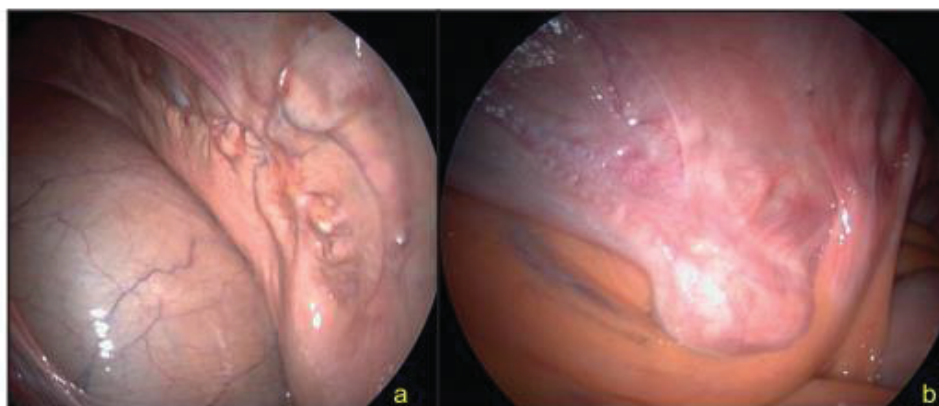


Figura 2. A- Visualização da cavidade abdominal por laparoscopia, onde nota-se útero projetado sobre as alças intestinais, previamente ao procedimento cirúrgico. B- Visualização da cavidade abdominal por laparoscopia, onde nota-se o útero elevado 30 dias após o procedimento cirúrgico.

J.R. Silva, A.P.F. Souto, L. Strugava, et al. 2021. Histeropexia com aplicação de "toggles" para tratamento de piometra em mini horse. *Acta Scientiae Veterinariae*. 49(Suppl 1): 668.

desenvolveu piometra devido à lesão na cérvix que apresentava, o que facilitou a entrada de microrganismos externos ao útero, predispondo uma infecção uterina.

Como vários autores relatam, o tratamento clínico para piometra crônica nem sempre obtém sucesso [4,10-12], o que também foi observado no caso relatado, sendo então indicado o tratamento cirúrgico. Existem várias indicações cirúrgicas para tratamento da piometra como: Técnica de ressecção em cunha quando há aderências na cérvix, técnica de uteropexia, técnica de ovário-histerectomia ou histerectomia [11]. A ovário-histerectomia e a histerectomia não foram realizadas por serem consideradas bastante invasivas, devido à dificuldade do acesso ao útero da égua, visto que este localiza-se na região pélvica e também por apresentarem inúmeras possíveis complicações [11]. O procedimento de escolha nesse caso foi a uteropexia [2], que corresponde à fixação do ligamento largo do útero à parede abdominal, a fim de reposicioná-lo horizontalmente, melhorando sua drenagem e motilidade, beneficiando a saúde do endométrio [2,11]. No caso relatado, a técnica cirúrgica foi realizada de forma satisfatória,

sendo confirmada a elevação uterina por laparoscopia no pós-operatório e também pelo relato do responsável, de que o animal não demonstrou recidiva em 2 anos. As complicações pós-operatórias não foram alarmantes, visto que cessaram antes de 24 h após o procedimento.

Conclui-se que a histeropexia realizada por videocirurgia com aplicação de "toggles" promoveu a elevação uterina necessária para drenagem do líquido, possibilitando que a égua realize a limpeza uterina de forma fisiológica.

MANUFACTURERS

¹Syntec do Brasil Ltda. Barueri, SP, Brazil

²Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda. Butantã, SP, Brazil

³Laboratório Bravet Ltda. São Paulo, SP, Brazil

⁴Jorgensen Laboratories Inc. Center Valley, PA, USA.

Ethical approval. This experiment was approved by the Ethics Committee of Federal University of Paraná, under protocol number 009/2017.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Auer J.A. & Stick J.A. 2006. Reproductive system. In: *Equine Surgery*. 3rd edn. St. Louis: Saunders, pp.775-810.
- 2 Brin P., Schumacher J. & Schumacher J. 2010. Elevating the uterus (uteropexy) of five mares by laparoscopically imbricating the mesometrium. *Equine Veterinary Journal*. 42(8): 675-679.
- 3 Corsalini J., Gialletti R., Lotto E. & Nannarone S. 2016. Laparoscopic Uteropexy (Mesometrium Imbrication) in Three Mares Using a Barbed Suture. *Journal of Equine Veterinary Science*. 40: 102-105.
- 4 Cozens E.R.W. 2009. Pyometra and complete vaginal adhesion in a miniature horse. *Canadian Veterinary Journal*. 50(9): 9971-972.
- 5 Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Live Animals. *FAO Global Statistical Yearbook*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>.
- 6 Ferreira J.C. & Meira C. 2011. Aplicação da ultrassonografia colorida doppler em programas de transferência de embriões equinos. *Ciência Rural*. 41(6): 1063-1069.
- 7 Freeman D.E., Rötting A.K., Köllmann M., Doyle A.J., Troedsson M.H.T., Pozor M., Lock T. & Stewart A. 2007. Ovariohysterectomy in mares: 17 cases In: *Proceedings of the 53rd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* (Orlando, U.S.A.). pp.370-373.
- 8 Maia H.G.O., Oliveira N.J.F. & Crococo L.F. 2019. Fisiologia e fatores interferentes na reprodução de éguas. 29(4): 112-123.
- 9 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. Defesa Animal. In: *Revisão do Estudo do Complexo Agronegócio do Cavalo*. Brasília: MAPA, pp.35-54.
- 10 Naguib M., Rais B., Adzahan N.M., Mohamad M.A. & Adamu L. 2013. Equine Pyometra: A Case Report. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2(3): 61-63.
- 11 Prestes N.C., Erison F. & Rocha M. 2019. Piometra em éguas: causas e desafios do tratamento clínico-cirúrgico. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 43(2): 117-121.
- 12 Sharma S. & Thapak S. 2010. Chronic pyometra in a throughbred mare. *Veterinary Practitioner*. 11(2): 116-117.

<http://seer.ufmg.br/ActaScientiaeVeterinariae>



ANEXO 2 – BROAD UTERINE LIGAMENT PPLICATION BY TOGGLE USE DURING LAPAROSCOPIC SURGERY

Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.74, n.2, p.245-252, 2022

Broad uterine ligament plication by toggle use during laparoscopic surgery

[*Plicatura do ligamento largo do útero com utilização de toggle por videocirurgia*]

A.P.F. Souto¹ , J.R. Silva^{1*} , J.C.D. Moreno² , F.A.V. Freitag¹ ,
L.P.T.C. Dornbusch¹ , P.T. Dornbusch² 

¹Graduate, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, PR, Brasil

²Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, PR, Brasil

ABSTRACT

The aim of the present study is to describe the surgical technique and complications of uterine elevation by laparoscopic surgery, using the broad uterine ligament plication with toogles. Five mares of different breeds, weight and age were selected, presenting poor perineal conformation and pendulous uterus. The surgical technique was performed with a toggle applicator, 0.6mm sterile nylon thread and toogles, using three portals on each side of the flank. After one month, a new laparoscopy was performed, with only one portal on each side, to observe uterine positioning and healing. The average surgical time reached in this study was 82 minutes per procedure, and the uterus of all mares was successfully raised, remaining in a more horizontal orientation and presenting satisfactory healing. There are only two articles published with uteropexy in mares, where the proposed techniques take longer, which consequently increases the surgical risk.

Keywords: Horse; infertility; reproduction; videolaparoscopy; uteropexy

RESUMO

O objetivo do presente estudo é descrever a técnica cirúrgica e as complicações da elevação uterina por cirurgia laparoscópica, utilizando-se a plicatura do ligamento uterino com aplicação de toogles. Foram selecionadas cinco éguas de diferentes raças, peso e idade, as quais apresentavam baixa conformação perineal e útero pendular. A técnica cirúrgica foi realizada com aplicador de toogles, fio de nylon estéril de 0,6mm e toogles, sendo utilizados três portais de cada lado do flanco. Após um mês, uma nova laparoscopia foi realizada, com apenas um portal de cada lado, para observar o posicionamento uterino e a cicatrização. O tempo cirúrgico médio alcançado neste estudo foi de 82 minutos por procedimento, e o útero de todas as éguas foi elevado com sucesso, permanecendo em uma orientação mais horizontal e apresentando cicatrização satisfatória. Existem apenas dois artigos publicados com a utilização da uteropexia em éguas, porém nestes as técnicas propostas demoram mais, o que, conseqüentemente, aumenta o risco cirúrgico.

Palavras-chave: cavalo, infertilidade, reprodução, uteropexia, videolaparoscopia

INTRODUCTION

Mares can physically perform uterine cleaning, whether by natural breeding or artificial insemination (Veronesi *et al.*, 2006; Rebordão *et al.*, 2014). In order for the proper occurrence, the uterus must be anatomically positioned in the abdominal cavity. Mares with ventral uterus are not able to properly perform, the physiological

cleaning, as consequence of that, intrauterine fluid may accumulate. (Veronesi *et al.*, 2006; Brink *et al.*, 2010). The Delay Uterine Clearance (DUC) is defined by the inability of the uterine cleaning.

Other factors may stimulate the occurrence of cleanse inability, in addition to the changes in anatomical position, including uterine lymphatic system modification and motility. In such cases,

*Corresponding author: jerodrigues_vet@yahoo.com.br
Submitted: March 11, 2021. Accepted: February 18, 2022.

Souto *et al.*

the remaining fluid effectiveness cleaning is affected and an endometritis state can be installed, resulting in a pregnancy impossibility (Brink *et al.*, 2010), it is also a severe, fibrotic and irreversible uterus condition, responsible for reproductive problems and economic losses, since the economic return of equideoculture depends directly on the reproductive performance of these animals (Rebordão *et al.*, 2014; Christoffersen *et al.*, 2015; Maia *et al.*, 2019).

A surgical correction of uterine positioning in the abdominal cavity, called uteropexy, is among the endometritis treatments. This procedure can be performed by videosurgery and corresponds to fix the broad ligament of the uterus to the abdominal wall, repositioning it horizontally, in order to correct its position (Brink *et al.*, 2010; Corsalini *et al.*, 2016).

This study was conducted with a mare exhibiting inability to perform uterine cleaning, following mating and the main aim was to perform and describe the surgical technique and complications of uterine elevation by laparoscopic surgery, using the broad uterine ligament plication with toogles.

MATERIAL AND METHODS

The Federal University of Paraná approved this study, under protocol number 009/2017, 07/03/2017 by the Animal Use Ethics Committee of the Agrarian Sciences Sector. The project execution for this work to be possible was supported by the ICETI. Five mares from different horse breeds, aged and weighing between 14 to 25 years and 91kg to 555kg were suitable for this study, qualified as being under the aforementioned condition. The inclusion criteria was defined by mares whose uterus were ventrally positioned in the abdominal cavity, also known as abnormal uterine conformation or pendulous uterus. The evaluation method included the inspection of the vulvar conformation by visual and rectal palpation. The procedure allowed to detect the uterus weight and position, by the possibility of being filled and ventrally inclined. The animals included in this study were from three different horse breeds, two were mixed-breed, two thoroughbred and one mini horse. Perineal conformation and vaginoscopy were performed, as reproductive

evaluation and uterine biopsy, on five selected mares prior to the surgical procedure. The biopsy was executed in a horse stock.

A sterile forceps for endometrial biopsy was introduced into the uterus through the vagina, passing through the cervix with the aid of one of the evaluator's hands. At the same time the operator assisted the maneuver by rectal palpation using the contralateral hand. Once the sample was obtained, it was immersed in Bouin's liquid in previously identified containers, where they remained for 24 hours and then transferred to containers containing 10% formaldehyde solution. All were sent for histopathological examination. The animals were not submitted to any type of sedation before or during the procedure.

The five mares underwent a 36-hour food fasting in preparation for laparoscopy, but the water remained *ad libitum*. About 30 minutes before the surgical procedure, the stool was removed manually from the rectal ampoule, bilateral abdominal flank plus the region of the last three intercostal spaces clipping were performed.

Animals were sedated with 10µg/kg of detomidine (Dormium V, detomidine, Agener União, Brazil) and methadone (Mytedom, methadone, Cristália, Brazil) 0.05mg/kg administered intravenously. Anesthetic maintenance was performed with continuous infusion of detomidine (Dormium V, detomidine, Agener União, Brazil), starting at a dose of 10µg/kg/h and titrating every five minutes, for the degree of the animal sedation, remaining throughout the procedure at a rate between 1 and 10µg/kg/h.

In the horse stock, the animals were kept in a quadrupedal position. The mares had their urethra catheterized with urethral catheter number 18 and their tail bandaged with 15 cm crepe bandage after sedation. Antisepsis was performed in the hairless area, followed by fixing and positioning the surgical drapes at four distinct points at its margins. Where the backaus clamps were placed, 5mL of 2% lidocaine (2% Xylestesin, 2% lidocaine, Cristália, Brazil) without vasoconstrictor was previously infiltrated.

Broad uterine ligament...

For the first portal placement through the endotip (11 mm), infiltrative local blockade was performed by the same manner as for the placement of backaus. After blockage, a 2 cm vertical skin incision was made, 2cm after the last rib, in the line of the coxal bone, between the cranial and caudal aspect of the coxal tuberosity.

Following the placement of the endotip, the cavity was inflated with a maximum pressure of 12 mmHG CO² and then the uterus, ovaries, oviduct and bladder were inspected with the 0°

laparoscopic camera. A second 11 mm cannula was inserted into the abdominal cavity also with previous local block through a second vertical incision of 1 cm, created 3 cm caudally and 1 cm dorsally to the central portal. This portal has been introduced in order to obtain a direct view. Thereafter, the third and last portal was introduced, also guided by direct viewing and with previous local block, by a trocar and cannula of 5mm, about 3cm ventral and 1 cm caudal to the second portal. The final configuration of the portals is shown Fig. 1.



Figure 1. Positioning of the portals during laparoscopy. (A) Central portal (11mm), inserted 2 cm after the last rib, in the line of the coxal bone, between the cranial and caudal face of the coxal tuberosity, (B) Second portal (11mm), inserted about 5cm of flow to the central portal,(C) Second portal (11mm), inserted about 5cm of flow to the central portal.

After the portals fixation, 20mL of 2% lidocaine (Xylestesin 2%, 2% lidocaine, Cristália, Brazil) was applied to the broad ligament of the uterus through the second portal before initiating the application of the alternator.

The toggles were made of polyamide, cut and drilled by hand, and the holes were made with a 40x12mm needle, about 2cm long, 3.2mm wide and 1.5mm thick (Fig. 2).

Five minutes after the blockage of the broad ligament of the uterus block, the toggle applicator (Fig. 3 and 4) was introduced through the second portal and also applied to the broad ligament of the uterus by transfixing it. Before abdominal cavity insertion, a nylon wire (0.6mm in diameter) was passed through the

middle of the toggle by its hole. At the end of the wire, a knot was made, which fixed it to the toggle, since the knot did not pass through the hole of this. Once the tools were applied, the wire was pulled manually outside the portal.

Throughout the application of the toggles, the babcock forceps were introduced through the second or third portal to assist in the elevation of the uterus in its ventral portion, in order to contribute to suture traction and support and reducing the risk of rupturing the thread. To finish the plication, a last toggle was loosed placed on the wire, inside the abdominal cavity. After the last toggle, a metal clip was applied to the 0.6mm nylon wire, with no need for a knot at the end of the procedure.



Figure 2. Toggle - Polyamide lever 2cm long, 3.2mm wide and 1.5mm thick.



Figure 3. Toggle applicator produced in stainless steel. Leaked tube with cutout at the tip for wire fitting, 0.5mm wall thickness, 50cm long and 5mm in diameter. Inside is another stainless steel cylinder with 3.5mm to push the "toggle".



Figure 4. Toggle applicator tip. Leaked tube with cut-out at the tip for wire fitting, 0.5mm wall thickness, 50cm long and 5mm diameter. Inside is another stainless steel cylinder with 3.5mm to push the "toggle".

To avoid oviduct obstruction, the toggles were placed about 5cm away from them. The same procedure was repeated on the contralateral side. All instruments were removed and the abdominal cavity deflated. The skin and subcutaneous tissue were sutured with nylon 0 thread, simple interrupted pattern. The animals received: flunixin meglumine (Flunixin, Flunixin meglumine, UCBVET, Brazil) 1.1mg/kg intravenously every 24 hours for five days; penicillin G benzathine, penicillin G procaine and dihydrostreptomycin sulfate (Penfort PPU, Penicillin G benzathine, penicillin G procaine and dihydrostreptomycin sulfate, Ouro fino, Brazil) 30,000 IU/kg intramuscularly every 48 hours, totaling three applications; and omeprazole (Omeprazol, Drogavet, Brazil) 20g per animal orally every 24 hours for five days. The surgical wound was daily cleaned with 2% chlorhexidine (Riohex 2%, Chlorexidine, Rioquímica, Brazil) and Penicillin G benzathine, penicillin G procaine and dihydrostreptomycin sulfate ointment (Ganadol, Penicillin G benzathine, penicillin G procaine and dihydrostreptomycin sulfate ointment, Zoetis, Brazil).

The sutures were removed ten days after the surgical procedure. After 30 days, laparoscopy and the biopsy was repeated. For the laparoscopy the same sedation protocol used in the first procedure was used. The second procedure was performed only to observe the healing and positioning of the uterus in the abdominal cavity, and the average execution time was approximately 15 minutes for each side of the flank. Simple statistical analysis was performed by calculating mean, median and standard deviation of age, weight and time of bilateral surgery of each procedure. To analyze the data found in the classification of uterine biopsies performed before and after surgery, the Mann Whitney Test was applied.

RESULTS

Before the surgery, five mares were diagnosed by rectal palpation presenting flaccid uterus, ventrally directed and supported by the urinary bladder. The time of each procedure, summing left and right, counting from the time from the placement of the first portal to the skin and subcutaneous sutures were 98, 88, 82, 67 and 75 minutes respectively, as Table 1. The procedure average time was 82 minutes.

Broad uterine ligament...

Table 1. Animals identification for laparoscopy time, when performed with toggle plication on both mares sides.

Animal	Surgical Time – Left Side	Surgical Time – Right Side
Mare 1	47min	51min
Mare 2	42min	46min
Mare 3	40min	42min
Mare 4	35min	32min
Mare 5	35min	40min

*min - minutes

The tables below represent the findings on uterine biopsy before (Table 2) and after the surgical procedure (Table 3).

The results of the biopsy classification performed in this project, according to Kenney (1978). Statistical evaluation of uterine biopsy classification data was analyzed by the Mann Whitney test with none statistical change ($p > 0.05$). According to Kenney (1978) the histopathological classification of the endometrium is subdivided into: I (Normal, mild, sparingly spread inflammation or fibrosis), IIA (Mild stray inflammation, mild fibrosis,

reproductive endometrial atrophy), IIB (Moderate scattered inflammation, moderate fibrosis) and III (Severe irreversible changes including fibrosis and inflammation). Of the five animals present in the study, two (Mare 2: classification I; Mare 3: classification IIB) remained with the same classification before and after the procedure. Mare 5 presented an inconclusive result due to the size of the fragment removed in the post-procedure biopsy and could not be evaluated. Mare 1 improved after the procedure from III to IIB) and Mare 4 went from IIB to III.

Table 2. Description of uterine endometrial biopsy found in research animals prior to surgery

Animal	Evidence of luminal content	Luminal epithelium	Inflammatory Changes	Degenerative Changes	Other cells present
Mare 1	Purulent exudate, abundant neutrophils and macrophages	Cuboid with occasional areas of pleomorphism	Mild diffuse lymphocyte and neutrophil infiltration	Absence of endometrial glands	Absent
Mare 2	Absent	Mostly cuboid, columnar aspect areas and pseudostratification	Absent (small foci of lymphocytes in all sample)	Presence of rare foci of mild fibrosis involving branches of endometrial glands	Occasional hemosiderocytes
Mare 3	Absent	Cuboid	Mild inflammation surrounding some glandular nests	Multiple foci of glandular nests. Some endometrial glands in glandular nests exhibit ectasia. Presence of lymphatic gaps	Absent
Mare 4	Absent	Cuboid	Mild diffuse monomorphonuclear infiltration	Incipient fibrosis surrounding branches of uterine glands. Rare glandular nests surrounded by very mild fibrosis. Presence of lymphatic gaps	Absent
Mare 5	Absent	Absent	Diffuse neutrophil infiltration	Dilated glands, many exhibit mild periglandular fibrosis. Apparent diffuse fibrosis	Absent

Table 3. Description of uterine endometrial biopsy found in post-surgical research animals

Animal	Evidence of luminal content	Luminal epithelium	Inflammatory Changes	Degenerative Changes	Other cells present
Mare 1	Absent	Basal columnar to cuboid	Presence of small and rare foci of lymphocytes, some neutrophil capillaries, observe some neutrophils through the luminal epithelium.	Decreased endometrial glands (mild to moderate atrophy), lymphatic gaps across endometrial and myometrium thickness	Absent
Mare 2	Absent	Columnar with pseudostratification	Absent	Some sets of endometrial glands exhibit incipient fibrosis without dilation	Rare hemosiderocytes and eosinophils
Mare 3	Absent	Low columnar, discrete multifocal pseudostratification	Absent	Multifocal periglandular fibrosis, moderate to severe intensity. Mild atrophy of the endometrium. Very mild and occasional dilation of endometrial glands with slight content retention	Absent
Mare 4	Absent	Cuboid	Mild diffuse lymphocyte infiltration	Mild periglandular multifocal fibrosis. Endometrium exhibits moderate atrophy. Presence of many lymphatic gaps reaching myometrium	Absent
Mare 5	-	-	-	-	-

One animal showed clinical signs compatible with intra-abdominal hemorrhagy (pale mucosa, elevated heart rate - 100 beats per minute) in the immediate postoperative period. The animal was continuously monitored and received an appropriate clinical management, becoming stable after 24 hours, without any advancing bleeding signs.

After 24 hours of surgery, three other mares exhibited pain, remained supine, and showed occasionally dug, apathy and with decreased appetite. The presence of an emphysema was observed in all animals used in the research, at the surgical access site, being naturally resolved. 30 days after surgery, a laparoscopy performed, observed that the uterus of all mares was higher compared to the preoperative evaluation, without touching the urinary bladder and the ovarian ligaments exhibited optimal healing. The complications of the second procedure, was possible to observe only in one animal, local pain, and in two, the presence of subcutaneous

emphysema in the places of access to the abdominal cavity.

DISCUSSION

Endometritis is mainly caused by DUC and together with endometriosis, become the major responsible for reproductive disorders in the mares, generating economic losses. When its presence is detected, endometrial fibrosis may irreversibly occur, at the same time, getting worse by aging (Walter *et al.*, 2012; Rebordão *et al.*, 2014; Christoffersen *et al.*, 2015; Reghini *et al.*, 2016).

The procedures perform time decreased during its process and the average surgical reached 82 minutes. Brink *et al.* (2010) and Corsalini *et al.* (2016) obtained mean surgical times of 162 and 169 minutes, both above what the number observed in this study. It should be emphasized that the decreased surgical time is a major factor when considering a new technique and especially in videosurgery, one should take into account the

Broad uterine ligament...

time spent on the learning curve, which means that, the more the procedure is repeated, the shorter the surgical time (Cezário de Melo, 2004).

The study describes a surgical uteropyxy technique that improves uterine cleansing through drainage and uterine motility, benefiting endometrial health. Brink *et al.* (2010) believe mares that became infertile due to endometritis caused by uterine malformation, may recover fertility after corrective surgery. Although the uterine elevation technique has already been reported by Brink *et al.*, 2010 and Corsalini *et al.*, 2016, the subject still scarce. Some issues occurred during the procedure, such as the presence of bowel loops near the uterus and difficulty to penetrate certain uterus areas with the applicator. Brink *et al.* (2010) also reported major difficulties in penetrating the uterine wall with the suture needle.

This manuscript is the first using the plication of the broad uterine ligament with "toogles" in it surgical technique. According to Brink *et al.* (2010), uterine elevation may restore mares fertility, even with persistent endometritis, improving uterine cleansing. The candidates for this surgery are mares with endometritis or delayed uterine cleaning caused by poor perineal conformation and pendulous uterus. The toggle applicator used in this study was an instrument developed to improve the uterine lifting technique, easy to obtain and to access, being practical, fast and effective. This is possible to observe when the toggle applicator is a leaked tube, with cut-out at the tip for wire fitting and bixel tip. Therefore, the wire was manually pulled outside the portal, as the toggle applied. The babcock forceps were positioned in the ventral portion of the uterus to lift it, as traction assistance. The procedure made easier to the traction and support of the suture, not allowing the thread rupture.

The mare 5 uterine biopsy examination performed after the procedure was inconclusive, because it was not possible to remove a fragment of adequate size for the exam. Despite the fact that the result of the biopsy is unknown, postoperative uteroscopy revealed a significant improvement in the clinical position, and there was no presence of pus in the womb, as before the procedure, leaving just a small amount. And

the animal had these characteristics before surgery.

The main advantages observed was reduced surgical time, when compared to the literature reviewed, resulting in reduced sedation time and lower risk of infection. The technique allows to easily handle the instrument within the abdominal cavity, with the absence need of needle and suture, resulting in a satisfactory healing without site adhesions. In one of the operated mares, clinical signs compatible with possible intra-abdominal haemorrhage were observed, possibly caused by some vessel of the muscle wall after removal of the accesses. After proper treatment, the animal was stable.

After 24 hours of surgery, three other mares exhibited pain, remained supine, and showed occasionally dug, apathy and with decreased appetite. The presence of an emphysema was observed in all animals used in the research, at the surgical access site, being naturally resolved. The complications observed in the study did not compromise the success of the procedure or the prognosis of the patients.

Thirty days after surgery, a laparoscopy performed, observed that the uterus of all mares was higher compared to the preoperative evaluation, without touching the urinary bladder and the ovarian ligaments exhibited optimal healing. The complications of the second procedure it was observed only in one animal local pain and in two presence of subcutaneous emphysema in the places of access to the abdominal cavity.

The limitations of this study include the low number of animals, the performance of a single post operative evaluation, the animals lost of contact with its owners. The animals used in the research were donated after the second procedure, there was no follow-up regarding fertility of mares before or after surgery. This study focuses only on improving the surgical technique.

CONCLUSION

The use of a toggle applicator for laparoscopic broad ligament plication of the uterus is a new method, not described in the literature, with great clinical potential, This technique also has the

Souto et al.

potential to reduce surgical time compared to other techniques. The perceived complications were resolved quickly or spontaneously, not compromising the success of the procedure or the prognosis of the patient. Studies with larger numbers of animals, longer period evaluations, fertility evaluations, and comparison of techniques are recommended for a complete understanding of this alternative.

REFERENCES

- BRINK, P.; SCHUMACHER, J.; SCHUMACHER, J. Elevating the uterus (uteropexy) of five mares by laparoscopically imbricating the mesometrium. *Equine Vet. J.*, v.42, p.675-679, 2010.
- CEZÁRIO DE MELO, M.A. Curva de aprendizado na videocirurgia. *Rev. Bras. Videocir.*, v.2, p.111-113, 2004.
- CHRISTOFFERSEN, M.; SÖDERLIND, M.; RUDEFALK, S.R. et al. Risk factors associated with uterine fluid after breeding caused by *Streptococcus zooepidemicus*. *Theriogenology*, v.84, p.1283-1290, 2015.
- CORSALINI, J.; GIALLETTI, R.; LOTTO, E.; NANNARONE, S. Laparoscopic uteropexy (mesometrium imbrication) in three mares using a barbed suture. *J. Equine Vet. Sci.*, v.40, p.102-105, 2016.
- KENNEY, R.M. Cyclic and pathological changes of the mare endometrium as detected by biopsy, with a note on early embryonic death. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.172, n.3, p.241-262, 1978a.
- MAIA, H.G.O.; OLIVEIRA, N.J.F.; CROCOMO, L.F. Fisiologia e fatores interferentes na reprodução de éguas. *Ciê. Anim.*, v.29, p.112-123, 2019.
- REBORDÃO, M.R.; GALVÃO, A.; SZÓSTEK, A. et al. Physiopathologic mechanisms involved in mare endometrosis. *Reprod. Domest. Anim.*, v.49, p.82-87, 2014.
- REGHINI, M.F.S.; RAMIRES NETO, C.; SEGABINAZZI, L.G. et al. Inflammatory response in chronic degenerative endometritis mares treated with platelet-rich plasma. *Theriogenology*, v.86, p.516-522, 2016.
- VERONESI, M.C.; CARLUCCIO, A.; KINDAHL, H. et al. Oxytocin-induced PGF2 α release in mares with and without post-breeding delayed uterine clearance. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.*, v.53, p.259-262, 2006.
- WALTER, J.; NEUBERG, K.P.; FAILING, K.; WEHREND, A. Cytological diagnosis of endometritis in the mare: investigations of sampling techniques and relation to bacteriological results. *Anim. Reprod. Sci.*, v.132, p.178-186, 2012.