

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Curso de Design

INSTRUMENTO PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL DESTINADO A CAPRINOS E OVINOS

Autora: Jádira Soares de Farias
Orientador: Dr. Luiz Felipe de Almeida Lucena

Campina Grande, março de 2018.

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Curso de Design

INSTRUMENTO PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL DESTINADO A CAPRINOS E OVINOS

Relatório técnico-científico apresentado ao Curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção de título de Bacharela em Design.

Autora: Jádira Soares de Farias
Orientador: Dr. Luiz Felipe de Almeida Lucena

Campina Grande, março de 2018.

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Curso de Design

INSTRUMENTO PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL DESTINADO À CAPRINOS E OVINOS

Relatório técnico-científico defendido e aprovado em 06 de
Março de 2018, pela banca examinadora constituída pelos
seguintes professores:

Dr. Luiz Felipe de Almeida Lucena (Orientador)

Dr. Abdon da Silva Meira Filho

Phd. Pablo Marcel de Arruda Torres

Campina Grande, março de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Amélia D'arc e a meu pai João Batista, com todo o meu amor, admiração e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo à Deus que sempre esteve presente em minha vida e que sempre me ajudou, inclusive nos momentos de pouca fé.

Ao meu irmão Johann Soares, por me apresentar um mundo tão diferente e me mostrar um problema que poderia ser solucionado com design. Sou grata por acreditar em mim e por caminhar comigo me auxiliando de todas as formas possíveis durante toda essa jornada.

Ao meu estimado orientador Luiz Felipe, por todos os ensinamentos, não apenas durante este período, mas pelo apoio e energia desde o primeiro dia de aula. Grande parte do meu amor ao curso é devido a tudo que aprendi em suas aulas.

Aos meus companheiros de jornada Flávia Albert e Caio Coutinho, a quem devo os felizes raios de sol durante minhas tardes de tempestade.

A minha querida amiga e também companheira de jornada Raysa Andrade, a quem sou muito grata por todo apoio não apenas acadêmico, mas por todo o carinho e suporte durante as curvas de emoções de todos estes anos. Meu caminho seria mais árduo sem seu apoio.

Sou grata a minha família, também a Renato Américo, Yuri Alexandre e suas respectivas famílias, as quais me considero parte e que não mediram esforços para me auxiliar no momento de maior desespero.

A todos os professores do curso de Design e a todos os meus colegas de curso, pelos ensinamentos, oportunidades e companheirismo durante esses seis anos de aventura.

EPÍGRAFE

“Faça as coisas o mais simples que puder, porém não as mais simples.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho é resultado do projeto de produto realizado como Trabalho de Conclusão de Curso de Design da UFCG, que teve como foco a área de estudos da medicina veterinária. Foi verificada a existência de uma grande dificuldade ao inseminar artificialmente caprinos e ovinos devido à anatomia peculiar deste tipo de animal. Sendo assim, juntamente com profissionais da medicina veterinária, um estudo foi realizado com o objetivo de conceber um aplicador com uso de sêmen congelado para caprinos e ovinos que fosse capaz de ultrapassar esta barreira. Para desenvolver este produto foram analisados aplicadores e outros métodos utilizados atualmente na inseminação de caprinos e animais de pequeno porte, tais como cães e coelhos, com o intuito de aferir a sua capacidade de ultrapassar a cérvix ovina. Durante o processo, foram realizados testes em partes de animais abatidos utilizando os mockups produzidos durante a fase de concepção de conceitos. Um conceito final foi gerado com base nos testes realizados, e posteriormente refinado até a forma final. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi atingido, uma vez que o produto concebido conseguiu ultrapassar a cervix ovina, trazendo então a possibilidade de benefícios para a ovinocultura e caprinocultura.

Palavras-chave: Ovinos; Caprinos; Inseminação Artificial; Aplicador; Sêmen Congelado.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.2	OBJETIVO GERAL.....	12
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.3	DELIMITAÇÃO DE ESTUDO.....	12
1.4	JUSTIFICATIVA.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	TÉCNICAS DE INSEMINAÇÃO.....	14
2.1	ANATOMIA DO ANIMAL.....	15
2.3	CONCLUSÕES DA REVISÃO DE LITERATURA	16
3	ANALISE DE DADOS.....	18
3.1	ANÁLISE DA OPORTUNIDADE.....	18
3.2	ANÁLISE DE SIMILARES.....	20
3.3	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	23
3.4	ANÁLISE DA TAREFA.....	24
3.5	ANÁLISE ANATÔMICA.....	25
3.6	CONCLUSÕES DAS ANÁLISES DE DADOS.....	27
3.6.1	ANÁLISE DA OPORTUNIDADE.....	27
3.6.2	ANÁLISE DE SIMILARES.....	27
3.6.3	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	28
3.6.4	ANÁLISE DA TAREFA.....	28

3.6.5 ANÁLISE ANATÔMICA.....	28
4 REQUISITOS E PARÂMETROS.....	29
5 ANTEPROJETO.....	31
5.1 REFERÊNCIAS.....	31
5.2 GERAÇÃO DE CONCEITOS.....	31
5.3 DEFINIÇÃO DE CONCEITO.....	49
5.4 REFINAMENTO DA FORMA.....	50
6 O PRODUTO.....	54
6.1 PEÇAS E VISTAS ORTOGONAIS.....	55
6.2 PREPARO E USABILIDADE.....	56
6.3 MATERIAIS E FABRICAÇÃO.....	58
6.4 DIMENSÕES GERAIS.....	60
DESENHO TÉCNICO.....	61
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O campo de atuação de um designer vem se tornando cada vez mais amplo com o passar do tempo. O trabalho associado ao design tem trazido melhorias à qualidade de serviços e produtos nos mais diversos setores, como por exemplo o setor médico.

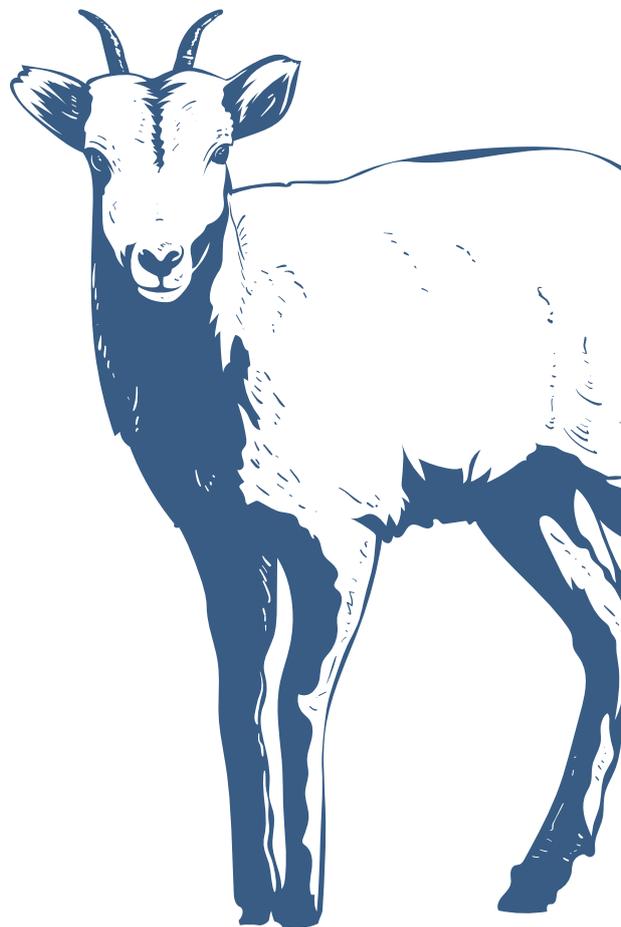
Existe hoje no mercado, uma grande variedade de utensílios projetados para profissionais de saúde, sejam estes voltados aos cuidados com humanos ou animais. Assim como na medicina humana, um médico veterinário também utiliza diversos instrumentos em sua rotina. Instrumentos estes, que nem sempre foram desenvolvidos por profissionais especializados, causando a ineficiência ou até carência de utensílios.

Muitas vezes, o conhecimento médico acerca de um ser, não é suficiente para o desenvolvimento de um instrumento. O projetista precisa ser instruído em outros quesitos, tais quais métodos de produção, escolha de materiais e estudo da forma. Desta maneira, mostra-se necessária a parceria entre conhecedores da área médica e projetual para o desenvolvimento de novos equipamentos médicos.

Os resultados obtidos destes estudos em conjunto, podem acarretar no grande aumento da eficiência do trabalho médico, o que pode melhorar a qualidade de vida dos pacientes ou até ser lucrativo para alguns segmentos.

O mercado de caprinos e ovinos é um segmento em ascensão e o investimento na melhoria de sua reprodução é algo que necessita de atenção. A inseminação artificial é um tipo de procedimento que tem sido cada vez mais utilizado nas grandes criações. São muitas as vantagens em utilizar esse método, dentre elas o aumento do número de animais geneticamente superiores, a redução dos custos com a manutenção dos reprodutores machos nas propriedades e a prevenção da transmissão de doenças venéreas (TSUMA et al., 2015).

Infelizmente, devido à anatomia peculiar destes animais, a inseminação de caprinos e ovinos ainda não atingiu resultados satisfatórios. As ferramentas e métodos utilizados não são adequados aos animais, causando um baixo percentual de eficiência do procedimento. Sendo assim, verifica-se



a necessidade do desenvolvimento de um instrumento que possa melhorar o processo de inseminação destes pequenos ruminantes de modo a minimizar os custos e potencializar a eficiência do método.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Como principais desvantagens na inseminação artificial de caprinos e ovinos pode-se citar o custo inicial dos equipamentos, a necessidade de infraestrutura e de formação de inseminadores, e os riscos de contaminação ao animal (TSUMA et al., 2015). Além disso, observando alguns procedimentos de inseminação artificial realizados em animais de médio e grande porte, verifica-se que o procedimento em caprinos e ovinos é especialmente difícil e doloroso. Isso acontece devido ao incomum cérvix do animal (canal após a vagina que deve ser ultrapassado para maior eficiência do procedimento).

Anel et al. (2004) já relatava e Oliveira (2009) reitera que a cérvix desses animais possui uma estrutura de alta complexidade que dificulta a entrada de instrumentos para a inserção do sêmen. Além disso a grande variedade na anatomia de cada animal é a grande causa das dificuldades encontradas em projetar um padrão para a espécie. Assim, os métodos de inseminação mais comuns são por laparoscopia (procedimento cirúrgico que requer sedar o animal, assim como maior especialização do profissional cirurgião) e por exposição externa (o qual exige o estiramento da parede interna da cérvix, ação que provoca muita dor ao animal).

Apesar da laparoscopia apresentar um maior percentual de sucesso, a capacitação dos profissionais para uma cirurgia deste tipo requer tempo e investimento. Além disso, existem diversos obstáculos, tais como: anestesia, preparação do local para o procedimento e o período pós-cirúrgico. Assim, realizar este procedimento em uma grande criação é um processo de alto custo e muitas vezes inviável.

Alguns especialistas optam ainda pela utilização de instrumentos desenhados para outros animais na inseminação destes pequenos ruminantes. Entretanto, devido à forma peculiar da cervix destes animais, o percentual de sucesso não é

satisfatório. Robinson et al. (2011) discorrem sobre estudos acerca dos diferentes métodos de inseminação, nos quais foram registrados métodos de inseminação trans-cervical cujo percentual de sucesso foi de apenas 25%.

Tendo em vista que os procedimentos utilizados atualmente não atendem completamente às necessidades apresentadas, pode-se constatar que o desenvolvimento de um instrumento que permita a inseminação artificial em caprinos e ovinos de forma mais eficiente traria benefícios para todas as partes envolvidas (animal, veterinário e proprietário).

1.2 OBJETIVO GERAL

Projetar um instrumento de uso veterinário para inseminação artificial em caprinos e ovinos.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolvimento de um sistema voltado para minimização da dor animal;
- Desenvolver sistemas que permitam a inclusão do sêmen após o canal cervical.

1.3 DELIMITAÇÃO DE ESTUDO

O processo de inseminação consiste em três etapas básicas:

1. Preparação do sêmen.
2. Preparação do animal (inserção do espéculo e localização da cervix).
3. Penetração da cervix.

O presente estudo terá como foco a etapa número 3, as demais etapas serão contempladas em outros estudos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Quando um proprietário opta por reproduzir a sua criação utilizando o método de inseminação artificial, espera-se vantagens que a reprodução natural não traria. Dentre estas vantagens está o melhoramento genético e a certeza da fecundação.

Apesar dos muitos estudos acerca do processo hormonal e de métodos de inseminação realizados em caprinos e ovinos, ainda não foi concebido um instrumento adequado para este procedimento. E a causa disso é a anatomia peculiar da cérvix destes animais, que dificilmente consegue ser ultrapassada por qualquer instrumento.

András (2013) relata que o método mais simples de inseminação é o vaginal, mas possui um baixo percentual de concepção. Os métodos cervical e trans-cervical possuem um percentual muito maior, mas é a laparoscopia (método cirúrgico) o método mais efetivo, mesmo sendo o procedimento mais caro e complicado. Pode-se observar então, que os métodos com maior percentual de sucesso são os aqueles cujo o sêmen consegue ultrapassar todo o caminho da cérvix, seja através de cirurgia ou estiramento da parede interna do animal. Desta forma, o desenvolvimento de um instrumento que atinja o final do canal cervical sem a necessidade cirúrgica ou estiramento (que pode acarretar na não sustentação do feto), poderia trazer grandes benefícios para a reprodução artificial de caprinos e ovinos, tais como o aumento do percentual do sucesso de inseminação e a redução de custos do procedimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TÉCNICAS DE INSEMINAÇÃO

Existem alguns procedimentos utilizados para a inseminação de caprinos e ovinos, e nas grandes criações, os mais utilizados são a Laparoscopia e a inseminação trans-cervical. Para que o desenvolvimento do novo produto seja eficaz, é necessário o conhecimento de tais procedimentos e dos materiais utilizados nos mesmos. Desta forma, pode-se entender como a concepção acontece e qual a melhor direção a ser seguida.

A laparoscopia é um dos procedimentos mais utilizados para a inseminação artificial em caprinos e ovinos, e o tipo de método com maior percentual de sucesso. É uma técnica que necessita de uma estrutura mais elaborada e de um profissional treinado. Varago et al. (2009) diz que a laparoscopia “requer equipamentos caros e mão-de-obra especializada. Conseqüentemente, sua implementação em um rebanho dependerá do sistema de produção adotado e da relação custo-benefício proporcionada.”.

Vrisma (2014) relata que neste procedimento, o animal é submetido à anestesia geral e posicionado com a barriga para cima em um ângulo de 45° (Figura 2). O laparoscópio e o aplicador de sêmen são introduzidos através de cortes feitos no abdômen (Figura 1) e o líquido é depositado no corpo uterino.

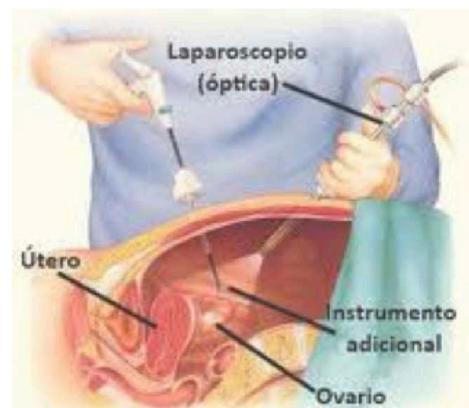


Figura 1: Procedimentos de inseminação. Fonte: google



Figura 2: Inseminação Laparoscópica. Fonte: Google

Álvarez et al. (2012) diz que muitos autores observaram que a baixa taxa de fertilidade obtida quando o sêmen é aplicado via cérvix está associada à curta penetração. Assim, uma inseminação mais profunda via cérvix ou no útero, aumenta consideravelmente a taxa de fertilidade. A inseminação transcervical tem como objetivo inserir o sêmen profundamente no canal cervical. Quanto maior a distância atingida, maior a probabilidade de sucesso do procedimento.

Varago et al. (2009) explica que para esse procedimento é necessário o uso de um espéculo (Figura 3a), e de um aplicador (Figura 3b) para que os anéis cervicais possam ser ultrapassados de modo que o sêmen possa ser depositado diretamente no corpo do útero. Em alguns animais, que possuem formações cervicais mais complexas, faz-se necessário o uso de pinças cirúrgicas (Figura 3c) para facilitar a entrada do aplicador.

2.1 ANATOMIA DO ANIMAL

Segundo Granado, Dia e Sales (2006) o aparelho reprodutivo feminino de cabras e ovelhas é constituído por:

- Ovários
- Tubas uterinas
- Útero
- Cérvix: um conduto quase sempre fechado constituído por 4 a 6 anéis.
- Vagina: Situada entre a cérvix e a vulva, é ampla e tubular, com 8 a 9cm de comprimento.
- Vulva: parte mais externa do aparelho genital da fêmea.

Na inseminação artificial a maior barreira a ser ultrapassada é a cérvix. Segundo Tsuma et al. (2015), comparado ao resto da genitália, a cérvix é uma estrutura firme que forma a junção entre a vagina e o útero. Mede entre 2,5 e 4 centímetros e contém uma média de cinco anéis cervicais.

Oliveira (2009) diz que a inseminação cervical profunda é diferente entre espécies, sendo mais complexa em ovelhas devido à anatomia da cervix. Os anéis cervicais representam a maior dificuldade neste procedimento, pois o segundo e terceiro anél são frequentemente desalinhados com o primeiro, dificultando o direcionamento da pipeta de insemina-

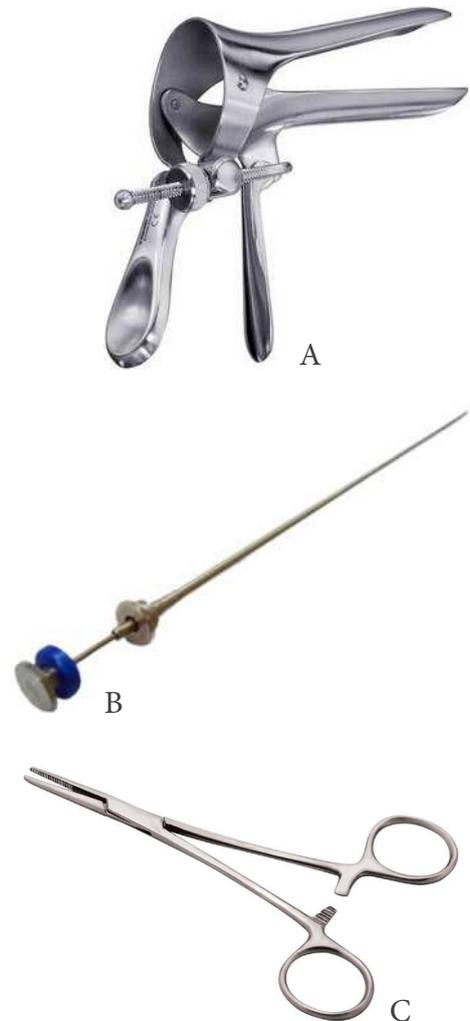


Figura 3: Instrumentos médicos. Fonte: Google

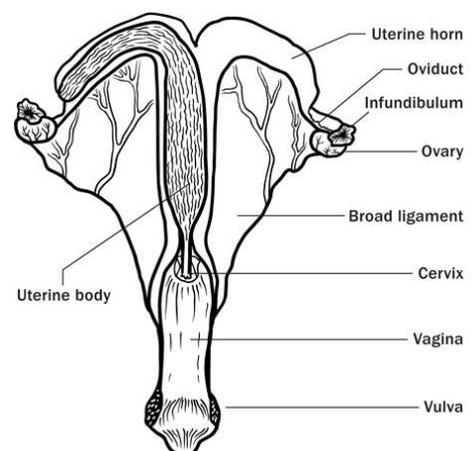


Figura 4: Vista frontal do aparelho reprodutivo da fêmea. Fonte: Factsheet

ção. Fatores como raça, número de partos e idade influenciam a forma da cérvix ovina.

Sendo assim, a forma da cérvix varia não apenas entre espécies, mas entre animais, o que dificulta ainda mais a identificação de um padrão para o design de um instrumento. Pode-se verificar na figura 5 a variação estrutural dos anéis cervicais e a dificuldade de transpassá-los onde, considerando uma pipeta rígida, em “A” o canal é facilmente ultrapassado, em “B”, existe uma maior dificuldade e em “C” os anéis são completamente desalinhados, tornando a entrada inviável.

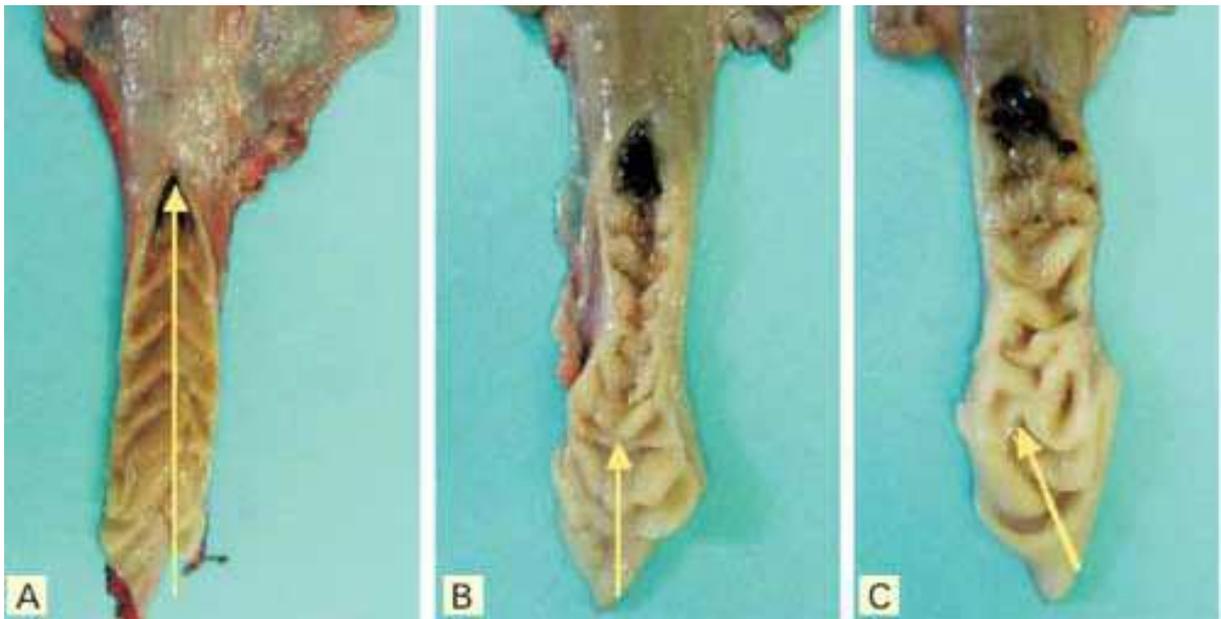


Figura 5: Variação entre a cérvix de diferentes animais. Fonte: Oliveira (2009)

2.3 CONCLUSÕES DA REVISÃO DE LITERATURA

- Os ovinos e caprinos são particularmente difíceis de executar inseminação artificial, em especial os ovinos, devido ao formato da cérvix desses pequenos ruminantes, que é constituída de anéis com diferentes variações de alinhamento.
- Existem alguns métodos de inseminação artificial em caprinos e ovinos, sendo os mais utilizados a inseminação transcervical e a laparoscopia.
- As chances de sucesso de uma inseminação artificial estão diretamente ligadas ao quão próximo do útero o sêmen é depositado, isto é, o quão longe consegue-se ultrapassar na cérvix.



LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

3 ANALISE DE DADOS

3.1 ANÁLISE DA OPORTUNIDADE

A criação de caprinos e ovinos é algo que se espalha pelo mundo todo. Estas criações tem como objetivo a produção de carne, leite, couro e lã, e o melhoramento genético pode melhorar a qualidade destes produtos. András (2013) analisa estudos que mostram que a produção oriunda da caprino e ovinocultura, estão em constante ascensão com o passar dos anos. Melhorar a qualidade da prole e diminuir o custo da reprodução são fatores que podem potencializar as criações.

Os métodos de inseminação artificial existentes atualmente, causam dor ao animal ou exigem um procedimento cirúrgico que poderia ser evitado. Isto acontece porque ultrapassar o canal cervical dos caprinos e ovinos sempre foi um desafio, seja para veterinários, técnicos especializados ou acadêmicos.

Ultrapassar essa barreira pode significar uma grande revolução nesse campo de atuação, seja academicamente ou profissionalmente. Além disso, uma inseminação artificial mais eficiente pode trazer uma melhor qualidade de vida para estes pequenos ruminantes.

Para determinar qual o tipo de inseminação mais adequado a este estudo, alguns fatores devem ser levados em consideração, dentre eles o tempo do procedimento, o custo e o percentual de prenhez.

Segundo estudos realizados por Cardoso et al. (2009), existem diferenças significativas quanto ao preço e o tempo para realizar os diferentes procedimentos de inseminação. O procedimento via cervical tem duração de aproximadamente 56 minutos, enquanto a laparoscopia leva aproximadamente 126 minutos para ser concluída. Isso significa que no espaço de tempo que se realizam 4 laparoscopias, pode-se realizar 9 inseminações transcervicais (Figura 6).

Analisando o gráfico (Gráfico 1) gerado a partir dos estudos de Cardoso et al. (2009) pode-se concluir que o melhor custo-benefício é a inseminação via cervical com o uso de sêmen fresco. Apesar do custo do procedimento laparoscópico ser o mais caro, o seu percentual de prenhez faz com

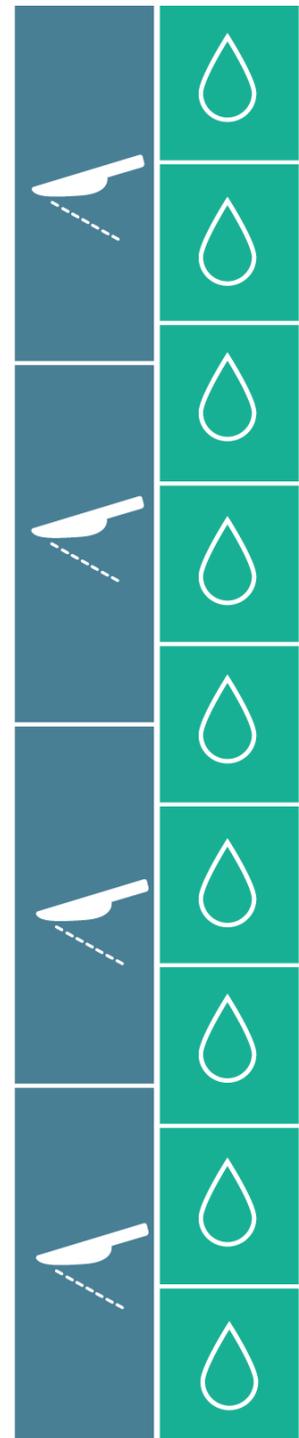


Figura 6: Relação de tempo entre procedimentos. Fonte: Acervo pessoal

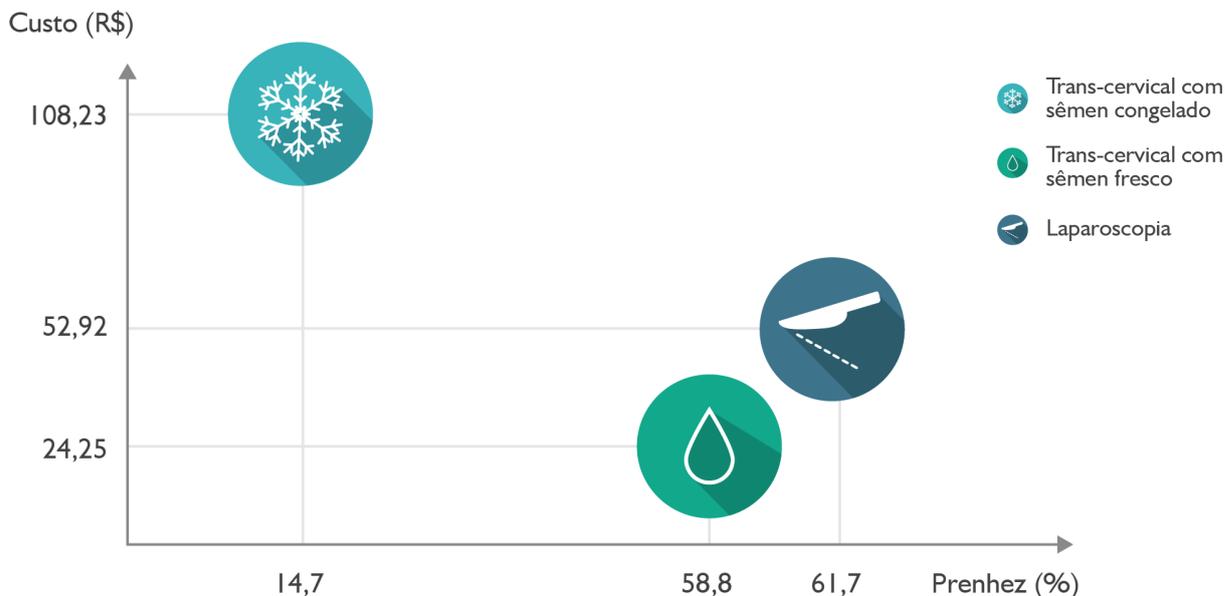


Gráfico I: Relação entre o custo por cordeiro produzido e o percentual de prenhez. Fonte: Acervo pessoal

que o custo por cordeiro produzido seja menor que a inseminação via cervical com o uso de sêmen congelado, que por sua vez possui um baixo percentual de prenhez.

A inseminação via cervical com uso de sêmen fresco possui um percentual de prenhez próximo à laparoscopia e o custo por cordeiro produzido é o menor. Entretanto, esse procedimento tem suas limitações, uma vez que o sêmen fresco não permite grande flexibilidade de uso.

Segundo Gonçalves e Neves (2011) “a utilização do sêmen fresco na inseminação artificial é muito simples. Ele é o que oferece as melhores taxas de gestação, quando efetuada corretamente, porém é o que apresenta menor flexibilidade quanto à sua utilização.” Desta forma, apesar de ser o procedimento de menor custo, ela não permite grandes feitos, uma vez que o sêmen fresco pode se tornar inutilizável rapidamente.

Gonçalves e Neves (2011) também relatam que a utilização do sêmen congelado “é o que permite maior flexibilidade de uso, porém é o que sofre as mudanças mais drásticas quanto à sua qualidade pós-descongelamento.” Isso significa que o material pode ser transportado por maiores distâncias ou guardado por um período maior de tempo, mas como consequência, a qualidade do sêmen será irreversivelmente afetada.

Sendo assim, para que a inseminação artificial transcervical

apresente maiores vantagens em relação à laparoscopia, seja utilizando sêmen fresco ou congelado, é necessário o crescimento do percentual de prenhez e, para que isso ocorra, a aplicação do líquido deve ser feita mais próxima ao útero, isto é, mais profundamente na cervix do animal.

3.2 ANÁLISE DE SIMILARES

Esta etapa tem como objetivo levantar os diferentes tipos de instrumentos utilizados na inseminação artificial de caprinos e ovinos atualmente, levando em consideração os diferentes tipos de sistema, mesmo que estes não sejam projetados para pequenos ruminantes.

O primeiro tipo analisado (figura 7) trata-se de um catéter rígido metálico que pode ser encontrado em diferentes tamanhos e diâmetros. Esse tipo de instrumento é utilizado na inseminação com sêmen congelado. Ele pode ser facilmente esterilizado e é adequado ao tamanho universal dos canudos de esperma (figura 8). Entretanto, por ser um catéter rígido, a estrutura não permite a ultrapassagem dos anéis cervicais.

Semelhante à este instrumento existem inseminadores para pequenos ruminantes e animais de pequeno porte (figura 9). Este catetér possui o diâmetro de apenas 2mm que aumenta a probabilidade de ultrapassagem do canal cervical. Sua ponta arredondada evita que o animal seja machucado, e sua outra extremidade é compatível com grande parte das seringas existentes no mercado. Apesar de mais eficiente que o primeiro modelo apresentado, este instrumento apresenta o mesmo problema. Ambos são rígidos, desta forma dificilmente ultrapassarão todo o caminho cervical.

Outro instrumento bastante utilizado é o catetér descartável (figura 10). Esses são de baixíssimo custo, podendo ser comprado por centavos quando adquirido em grandes quantidades. É de certa forma flexível e possui a extremidade arredondada para evitar que o animal se machuque. Sua estrutura entretanto é originalmente projetada para bovinos. Desta forma, o diâmetro do catetér não se adequa à pequenos ruminantes.

Analisando estudos de Sohnrey e Holtz (2005), encontrou-se um método que possui um percentual favorável comparado



Figura 7: Inseminador artificial para caprinos e ovinos. Fonte: Google

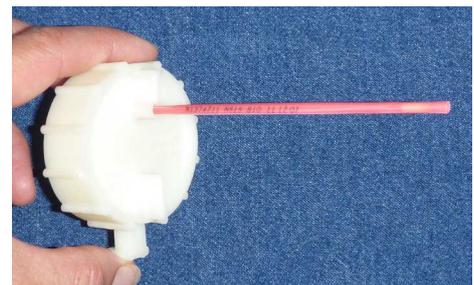


Figura 8: Canudo de sêmen congelado com cortador. Fonte: Google



Figura 9: Inseminador para pequenos animais. Fonte: Google

à laparoscopia. Neste procedimento utiliza-se um espéculo, uma lanterna, uma pinça cirúrgica, um catéter com estilete e um tubo de poliestireno de 1mm preso à uma seringa (figura 11). Neste procedimento, a pinça deve segurar a extremidade da cervix enquanto o cateter é posicionado; depois disso, o tubo é inserido dentro do catéter e o sêmen é empurrado com a seringa. Esse método apresentou números satisfatórios, entretanto, trata-se de uma improvisação. Além disso, o uso da pinça ainda se faz necessário, o que provoca dor ao animal.

Além dos instrumentos utilizados em caprinos e ovinos, outros dois instrumentos se mostram importantes para este estudo. O primeiro é um inseminador para ovinos (figura 12). Esse instrumento, utiliza um catéter de borracha com a ponta em espiral, que se adequa à cervix suína, e um fibroscópio (instrumento que permite a visualização do interior do animal). Devido à sua forma, ele pode ser facilmente posicionado no animal e com o auxílio do fibroscópio o instrumento é direcionado sem dificuldades. O fibroscópio é um instrumento muito eficiente e útil neste processo, no entanto, seu alto custo dificulta a possibilidade de trabalho em campo. E o catéter por sua vez, não se adequa à anatomia caprina ou ovina.

O inseminador para coelhos (figura 13) também tem qualidades a serem consideradas. Ele possui a pega com um projeto mais elaborado que os demais inseminadores encontrados. Seu design se ajusta ao formato da mão e seu sistema permite uma melhor precisão no momento da aplicação. Seu reservatório de sêmen pode ser encaixado na parte inferior, o que permite que a preparação do material seja feita com maior antecedência. É considerado um inseminador de alta qualidade para coelhos, entretanto não se adequa à caprinos ou ovinos, uma vez que possui um catéter rígido e com diâmetro inadequado para os pequenos ruminantes.

A seguir, no quadro I, as informações coletadas na análise dos produtos similares são apresentadas destacando as principais características de cada produto para melhor compará-los.

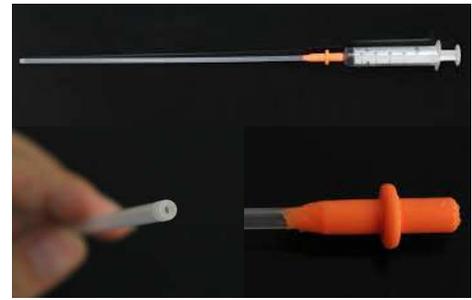


Figura 10: Catéter descartável. Fonte: Google.

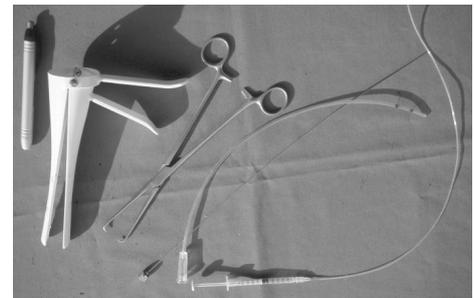


Figura 11: Instrumentos para inseminação. Fonte: Sohnrey e Holtz (2005)

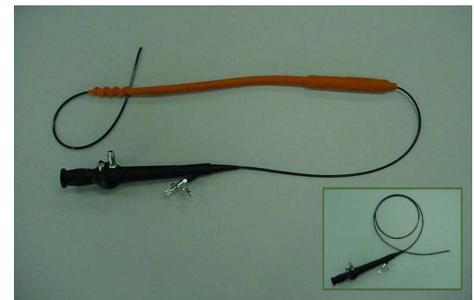
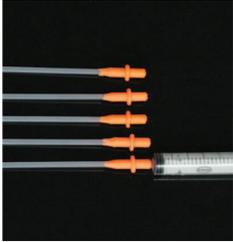


Figura 12: Instrumentos para inseminação de ovinos. Fonte: Google



Figura 13: Instrumento para inseminação de coelhos. Fonte: Google

PRODUTO						
ANIMAL	Aplicador A Caprinos e ovinos	Seringa com cateter Caprinos e ovinos	Aplicador B Animais de pequeno porte	Instrumentos médicos Caprinos e ovinos	Fibrosópio e cateter Porcos	Aplicador Coelhos
EXTREMIDADE	Ponta boleada	Ponta boleada. Diâmetro externo de 4mm.	Ponta boleada. Diâmetro externo de 2mm.	Sem acabamentos específicos.	Em espiral	Ponta boleada. Diâmetro externo de 5mm.
MATERIAIS	Aço inoxidável	Poliétileno e borracha	Catéter de aço inoxidável	Polímeros e metais	Cateter de borracha	Polímero e aço inoxidável
PREÇO	R\$ 98,00	R\$ 30,00 (100un.)	R\$ 30,00	R\$ 70,00 (aprox.)	R\$ 600,00	R\$ 210,00
TAMANHO DO CATETER	30 cm	24 cm	23 cm	-	50 cm	17,4 cm
VANTAGENS	Adaptável para canudos universais de sêmen. Reutilizável. Possui sistema de trava.	Baixo custo. Adaptável para seringas descartáveis. Descartável.	Possui diâmetro de 2mm. Adaptável para diversos tipos de seringa. Reutilizável.	Estes são materiais comuns aos médicos. Fácil acesso.	Cateter flexível e resistente. É possível a visualização do interior do animal.	Alta precisão. Ajustável. Preocupação ergonômica.
DESVANTAGENS	Cateter rígido, não ultrapassa todos os anéis da cervix caprina/ovina.	Adaptado dos bovinos, não ultrapassa todos os anéis da cervix caprina/ovina.	Cateter rígido, não ultrapassa todos os anéis da cervix caprina/ovina.	Não foi projetado especificamente para a inseminação, trata-se de um improvisado.	Alto custo, inadequado para trabalho de campo. Projetada para porcos.	Cateter rígido e diâmetro inadequado. Não ultrapassa todos os anéis da cervix.

Quadro 1: Comparação de produtos apresentados como similares.

3.3 ANÁLISE ESTRUTURAL

Nesta análise, o objetivo é ver como o sêmen é manipulado durante os procedimentos analisados, de forma a identificar os padrões de armazenamento e transporte, seja com o sêmen congelado ou fresco.

Os aplicadores que utilizam sêmen congelado são estruturados como representado na figura 13. Esses instrumentos são constituídos por:

A: Êmbolo

B: Corpo

C: Trava para pipeta descartável

D: Pipeta descartável

E: Palheta fina (Canudo de Sêmen congelado)

Existem disponíveis no mercado, diversos tipos de pipetas descartáveis. Se tratam de capas plásticas esterilizadas para facilitar a higienização quando se realiza o procedimento em vários animais. Estas capas descartáveis demonstradas em D, são inseridas em B e fixadas através de um sistema simples de trava representado em C.

O sêmen congelado é transportado de duas principais maneiras: através das palhetas médias ou finas. As palhetas são canudos plásticos utilizados para o transporte de sêmen, a palheta média mede 133mm de comprimento, 2,8mm de diâmetro e possui uma capacidade total de 0,55ml, e a palheta fina tem um comprimento de 133mm, um diâmetro de 1,9mm e a capacidade total de 0,28ml.

As palhetas finas estão sendo cada vez mais utilizadas devido às suas vantagens de transporte e de uso. Estes canudos, representados em E, possuem uma ponta fechada por algodão hidrófobo e com talco polivinílico que se gelatiniza formando uma bucha. Na pipeta exemplificada ao lado, essa ponta de algodão deve ser encaixada na ponta do êmbolo A e inserido dentro de B, para que então o inseminador possa empurrar A em direção à B e assim o sêmen seja inserido no animal.

Para o uso de sêmen fresco, o procedimento segue o mesmo princípio de empurrar o sêmen. Primeiro deve-se inserir

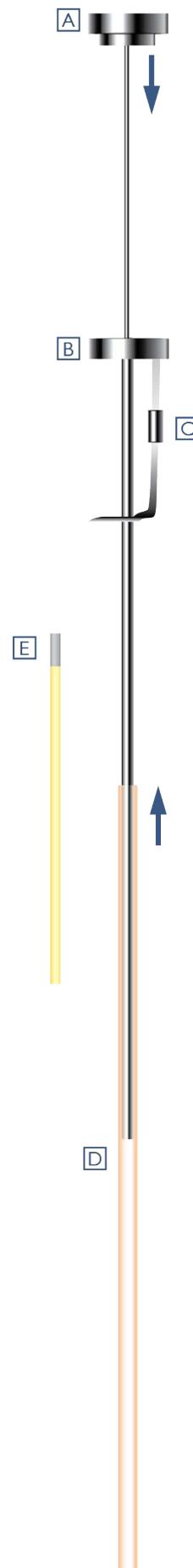


Figura 13: Aplicador de sêmen. Fonte: Acervo pessoal

o catéter no animal e em seguida encaixar a seringa (figura 14), previamente carregada, na ponta da seringa. Em seguida, deve-se empurrar o êmbolo e inserir o sêmen no animal.



Figura 14: Catéter encaixado à seringa. Fonte: Acervo pessoal

3.4 ANÁLISE DA TAREFA

O objetivo desta análise é entender os passos de uma inseminação artificial com o sêmen congelado, de modo a identificar as necessidades ergonômicas relevantes à concepção do novo produto.

A inseminação analisada trata-se de um procedimento padrão utilizando um aplicador comum com o uso de sêmen congelado, como pode-se observar na figura 15.

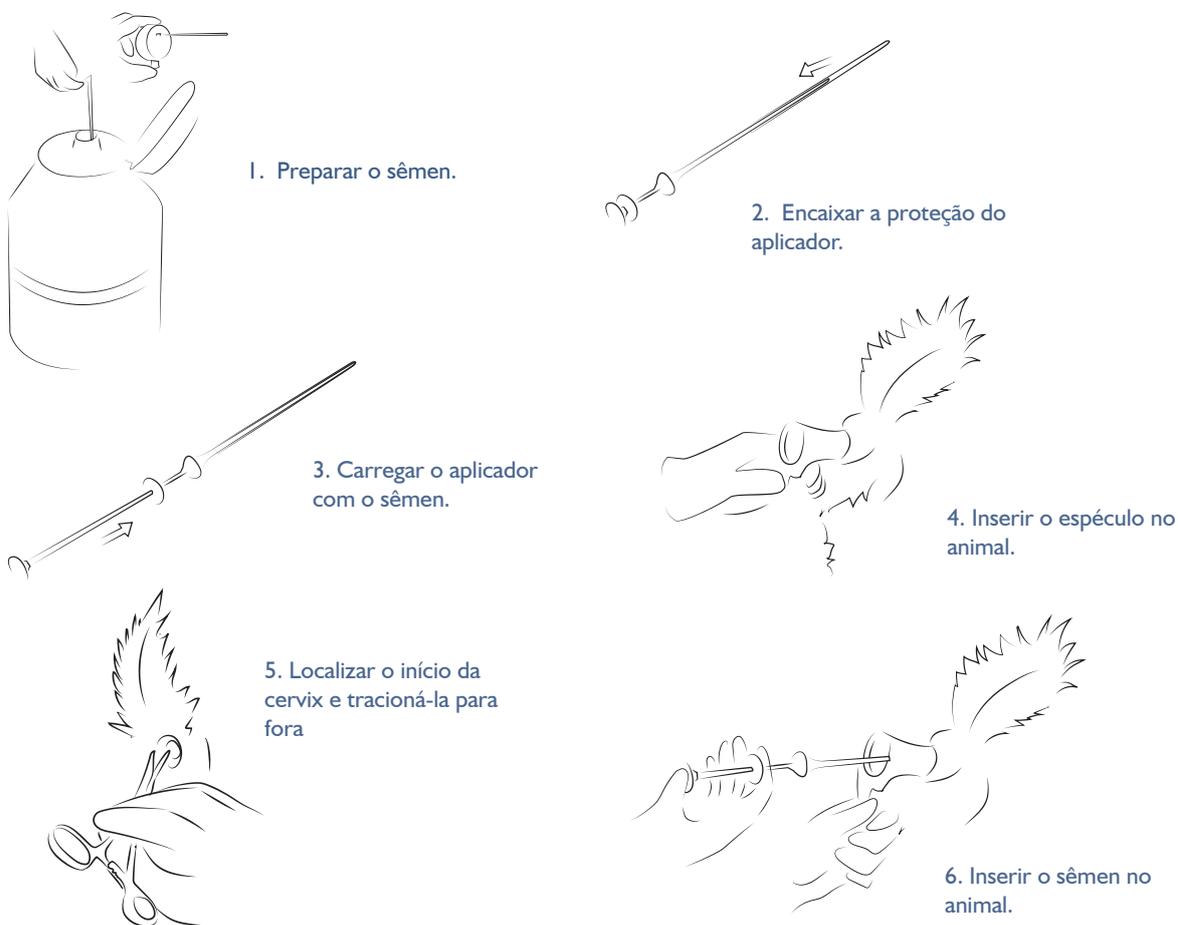


Figura 15: Procedimento de inseminação artificial. Fonte: Acervo pessoal

Na etapa 1, o inseminador deve preparar o sêmen. Primeiramente, retira-se a palheta com o sêmen congelado do tanque de nitrogênio e a deposita em um recipiente com água quente.

Enquanto aguarda-se que o conjunto atinja a temperatura adequada, deve-se encaixar a capa protetora ao aplicador (etapa 2), que deve ser devidamente travada. Após isso, deve-se carregar o aplicador para a inseminação. Para que isto aconteça, o profissional responsável deve cortar a ponta da paleta fina e inseri-la dentro do aplicador (etapa 3), empurrando-a até que se possa enxergar a sua extremidade.

Com o aplicador preparado, deve-se inserir o espécuro no animal (etapa 4) - este procedimento pode ser realizado por algum ajudante concomitantemente à preparação do aplicador - e localizar a entrada da cérvix com o auxílio de uma lanterna. Finalmente, deve-se inserir o sêmen dentro da cérvix do animal (etapa 5).

3.5 ANÁLISE ANATÔMICA

O objetivo desta análise é ter um contato real com as informações levantadas na revisão de literatura acerca da anatomia do animal.

Com o auxílio de um veterinário, foi retirado o aparelho reprodutor de uma ovelha, que possui uma estrutura cervical mais complexa que uma cabra. Segundo o profissional, este se tratava de um animal que não chegou a gerar um feto, desta forma, sua estrutura cervical está intacta. Como pode-se observar na figura 16, partindo da vagina aos chifres uterinos, todo o aparelho possui um comprimento médio de 25cm.

Ao fazer um corte longitudinal no sentido vagina-útero, encontra-se a entrada da cérvix (figura 17), que fica a aproximadamente 10cm do início do aparelho reprodutor. Ao tatear pode-se sentir a diferença entre as texturas. A cérvix é formada de um tecido fibroso e resistente, trata-se de uma região tubular de entrada muito estreita.

A parte inteira mede aproximadamente 6cm (figura 18) e os anéis cervicais formam uma estrutura de difícil entrada.



Figura 16: Aparelho reprodutor de uma ovelha. Fonte: Acervo pessoal

Devido ao desalinhamento dos primeiros 3 anéis, o tamanho e a característica fibrosa do local, a entrada dos instrumentos levantados na análise de similares não se mostra possível. Uma pipeta rígida, mesmo com um diâmetro menor que 5mm, não conseguiria ultrapassar o segundo anel. Para tal, seria necessário o alargamento do local, o que atualmente é realizado com o auxílio de duas pinças, como descrito no levantamento bibliográfico.



Figura 17: Início da cérvix ovina. Fonte: Acervo pessoal

Observando essas características da ovelha, conclui-se que o instrumento projetado deve tornar possível a passagem por esta estrutura, que se mostra particularmente desafiadora nos primeiros anéis (figura 18).

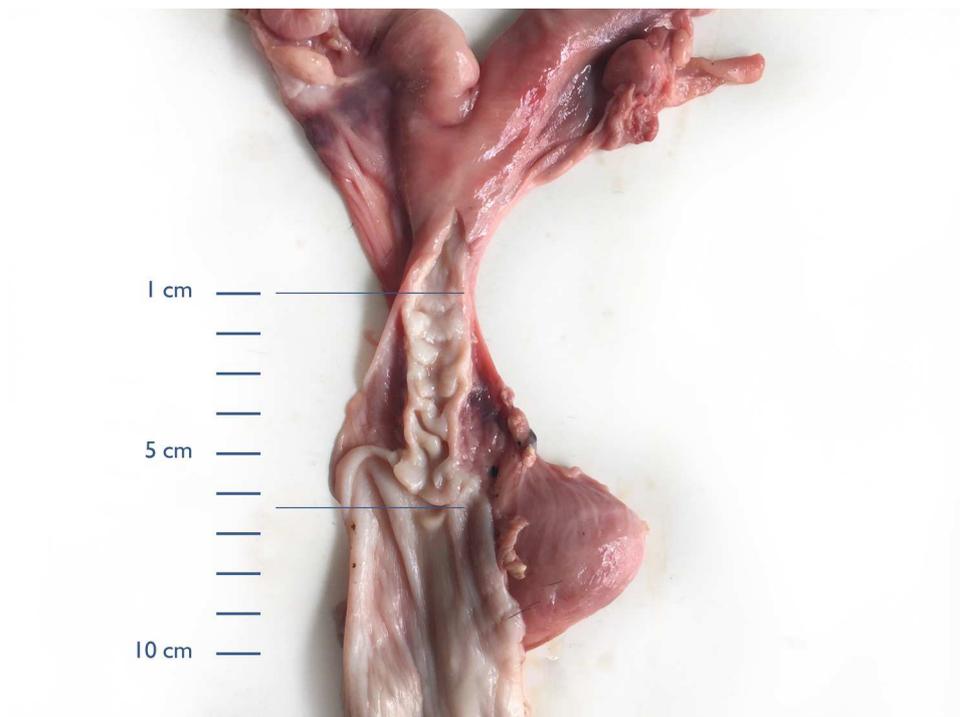


Figura 18: Estrutura cervical. Fonte: Acervo pessoal

3.6 CONCLUSÕES DAS ANÁLISES DE DADOS

Após a realização de todas as análises, mostrou-se importante destacar os pontos a seguir.

3.6.1 ANÁLISE DA OPORTUNIDADE

- A laparoscopia é o procedimento que apresenta o maior percentual de prenhez.
- Os melhores resultados obtidos na inseminação transcervical são com o sêmen fresco.
- O congelamento do sêmen é necessário para maior durabilidade do material.
- A taxa de prenhez e o tempo de aplicação de um procedimento estão diretamente ligados ao custo da inseminação e, conseqüentemente à escolha do método a ser adotado por um criador.

3.6.2 ANÁLISE DE SIMILARES

- A forma da extremidade do catéter pode evitar que o animal se machuque durante a penetração.
- O catéter flexível promove maior conforto ao animal, entretanto o catéter rígido permite uma entrada mais fácil.
- Os aplicadores para sêmen congelado utilizam coberturas descartáveis e tem o diâmetro compatível com as palhetas padronizados.
- O método que conseguiu melhores resultados foi a improvisação estudada por Sohnrey e Holtz (2005). Os demais produtos não conseguem ultrapassar todos os anéis da cérvix.
- O diâmetro do catéter é de extrema importância tendo em vista que a interseção dos anéis cervicais, devido às variações de desalinhamento, pode ser de 1mm ou até mesmo

nula.

- O aplicador de sêmen para suínos (figura 10) utiliza o formato peniano do porco como base.
- O aplicador para coelhos (figura 13) possui sistema e estudos ergonômicos para garantir a precisão da quantidade de sêmen injetada.

3.6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL

- As palhetas mais utilizadas são as finas.
- Em ambos os casos, o procedimento consiste em empurrar o sêmen para dentro do animal.

3.6.4 ANÁLISE DA TAREFA

- Existe um tratamento especial ao sêmen antes da aplicação de modo que este não pode ser exposto ao ambiente por um longo período.
- A utilização de um espécuro e uma lanterna são essenciais para localizar a entrada da cérvix.

3.6.5 ANÁLISE ANATÔMICA

- A parede cervical é bastante rígida.
- A estrutura possui poucos centímetros de comprimento e se mostra muito estreita.
- Os primeiros anéis são os mais desalinhados e desafiadores de ultrapassar.

4 REQUISITOS E PARÂMETROS

Tendo como base os dados coletados durante as análises, foram gerados os requisitos e parâmetros mostrados na tabela abaixo.

	REQUISITOS	PARÂMETROS
ESTRUTURAIS	Ter comprimento que atinja o final da cérvix	Pipeta com um mínimo de 18cm
	Permitir a abertura do canal cervical	Sistema de expansão
	Permitir a passagem entre os anéis cervicais	Estrutura compatível com a anatomia do animal.
	Evitar lesões ao animal durante a penetração	Extremidade com formato arredondado
	Pipeta com fácil higienização entre inseminações	Corpo facilmente substituído por sistema de fixação.
	Ser compatível com o armazenador de sêmen universal	Palheta fina : 13,3mm de comprimento e 1,9mm de diâmetro
	Evitar acúmulo de impurezas	Sistemas funcionais e peças pequenas devem se manter na parte externa do animal Superfície lisa sem ranhuras
MATERIAIS	Pipeta descartável	Utilizar PE como material
	Corpo facilmente esterilizável	Aço inox AISI - 420 ou PEAD
USO/ERGONÔMICOS	Permitir precisão ao inserir a pipeta.	Aplicar dimensões sugeridas por Dreyfuss (2005)
	Evitar longa exposição do sêmen ao ambiente	Procedimento de curto tempo de duração
	Permitir o uso com qualquer mão	Possuir formas simétricas
	Fácil recarga entre procedimentos.	Pistão que se acople ao algodão da palheta.



ANTEPROJETO

5 ANTEPROJETO

Primeiramente, para a etapa de desenvolvimento dos conceitos projetuais, foram levantadas algumas referências estruturais que pudessem auxiliar o processo criativo.

Em seguida foram definidos dois pontos de partida para a geração de conceitos: geração de conceitos observando o modelo desenvolvido e testado por Sohnrey e Holtz (2005) e geração de conceitos inspirados em instrumentos médicos.

As ideias são explicadas através de desenhos e aquelas selecionadas tiveram mock ups produzidos e testados. O objetivo principal do produto é a transposição de uma barreira física do animal, desta forma os conceitos foram guiados por esta vertente, e os testes realizados no animal (aparelho reprodutor obtido em abatedouros).

Os conceitos que obtiveram maior sucesso nos testes, foram melhor detalhados e testados novamente. Por fim, observando os testes realizados e os requisitos do projeto, foi escolhido o conceito mais adequado para o produto final.

5.1 REFERÊNCIAS

Durante o levantamento de dados, algumas imagens guiaram a pesquisa de referências visuais e estruturais. Devido à semelhança visual entre o aplicador de sêmen e alguns instrumentos cirúrgicos utilizados em outras áreas, alguns elementos se tornaram interessantes, especialmente os instrumentos utilizados em procedimentos uretrais e venosos (Figura 19).

Observando e estudando estas estruturas, suas funcionalidades se mostraram interessantes ao problema em questão.

5.2 GERAÇÃO DE CONCEITOS

A geração de ideias foi guiada pela funcionalidade da extremidade do produto. Sendo assim, os sistemas funcionais receberam maior atenção após a concepção dos mock ups.



Figura 19: Referências estruturais e sistêmicas

CONCEITO 1

Pensando em um princípio de abrir o canal cervical, o conceito 1 tem como inspiração o tubo endotraqueal (figura 18). Ao pressionar uma bolsa cheia de ar ou água destilada, a extremidade inflaria e ao soltar ela desinflaria, abrindo o canal aos poucos até atingir a porção final da vérnix.



Figura 18: Tubo endotraqueal. Fonte: Google

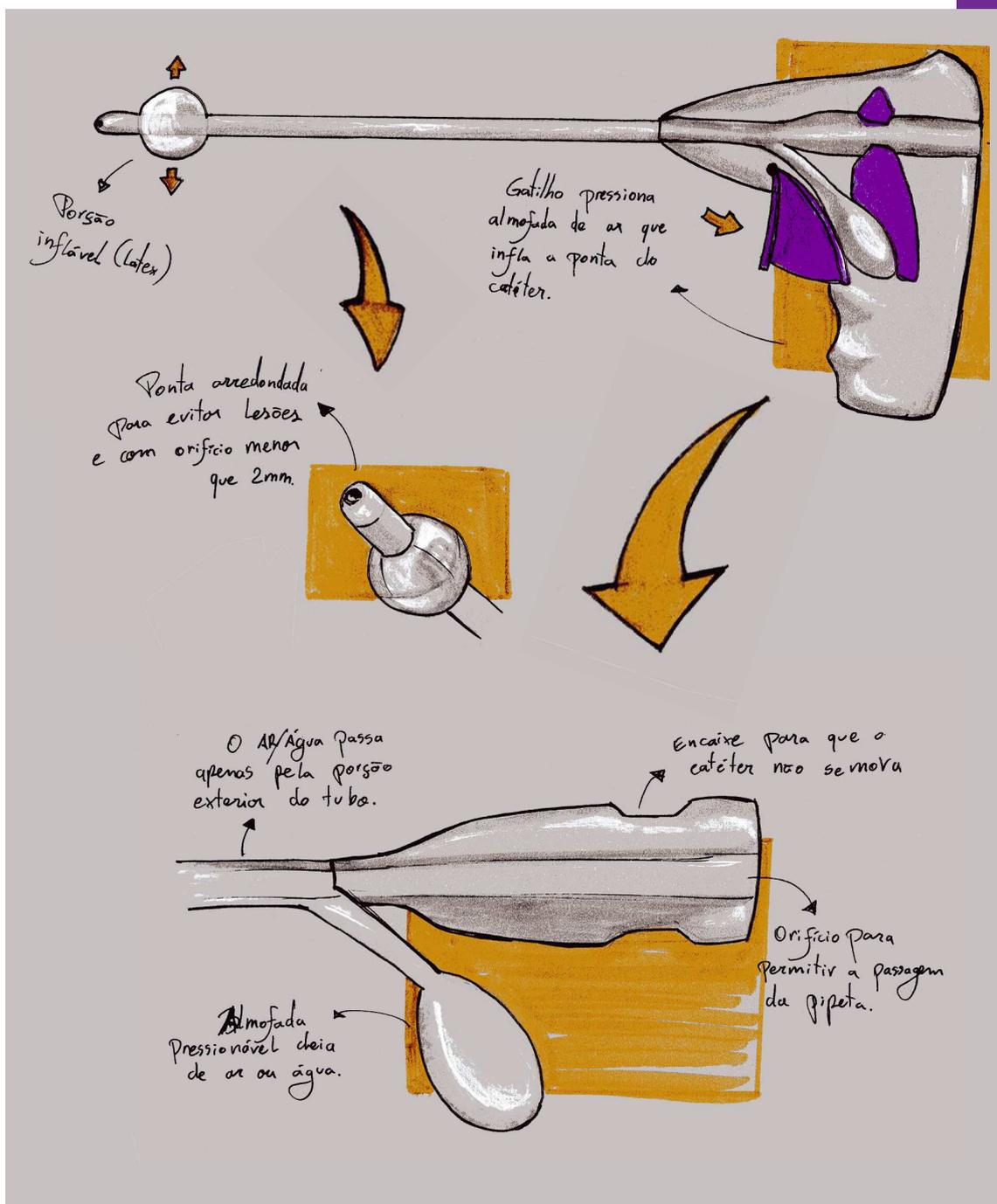
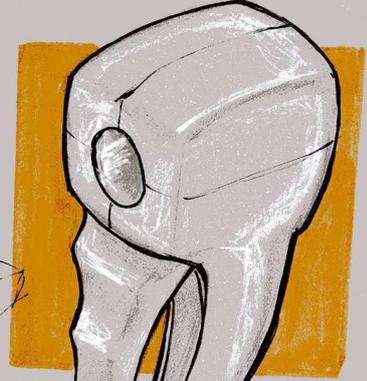


Figura 19: Desenhos do conceito 1

Alternativa 1



Gatilho de Pressão

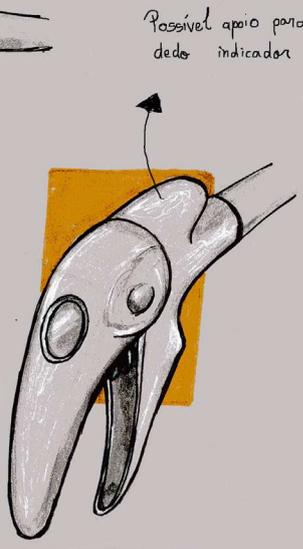


Desencaixe para substituir a pipeta.

Alternativa 2



Mola para fazer o retorno do gatilho



Passível apoio para dedo indicador

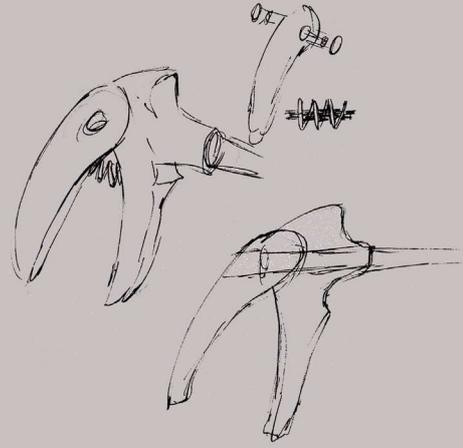


Figura 20: Desenhos do conceito I

CONCEITO 1 - MOCKUP

Para o mockup deste conceito, foi utilizado um tubo endotraqueal infantil e uma seringa para inflar o balão (figura 21). A ponta e o tubo foram modificados para atingir 4mm de diâmetro.

Os testes foram realizados em um aparelho reprodutor de uma fêmea caprina recém abatida. O teste com o conceito I (figura 22) não obteve sucesso. Seu diâmetro inadequado impediu a entrada do aparato e o balão utilizado mostrou-se muito agressivo, de modo que aumentaria exageradamente o espaço entre os anéis cervicais, machucando o animal e ainda criando riscos de aborto.

Um protótipo com um diâmetro menor poderia obter resultados mais positivos, entretanto a forma que o balão infla impede que o tubo continue prosseguindo pelo canal cervical se tornando então, mesmo desinflado, um obstáculo ao invés de um facilitador.



Figura 21: Mockup do conceito I

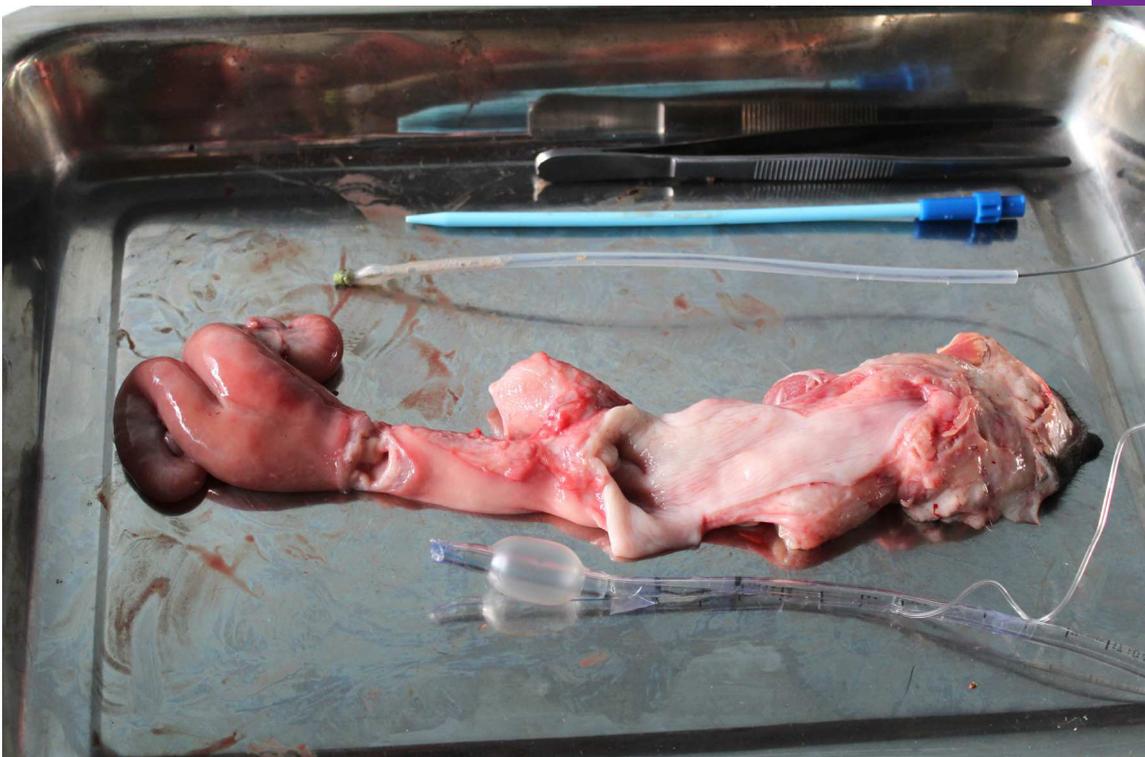


Figura 22: Teste com mockup do conceito I

CONCEITO 2

Este conceito foi criado a partir de um instrumento médico conhecido como alargador venoso (figura 23). Seu objetivo, seria permitir uma entrada mais fácil por entre a cervix do animal. Tendo em vista que este instrumento é utilizado para abrir canais delicados e estreitos como os vasos sanguíneos, poderia obter sucesso em um canal dificultoso como o deste estudo.



Figura 23: Alargador venoso. Fonte: Acervo pessoal

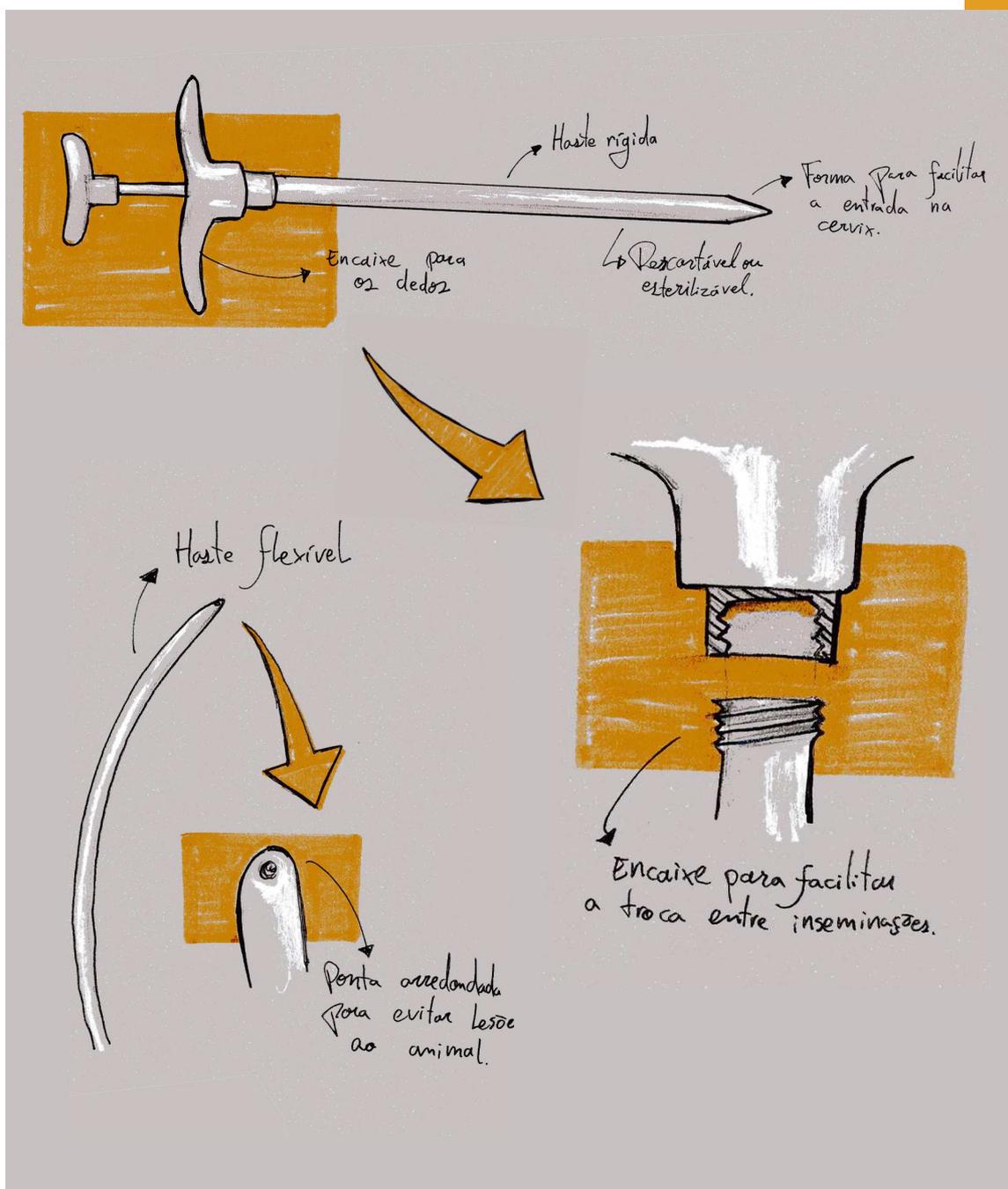


Figura 24: Desenhos do conceito 2

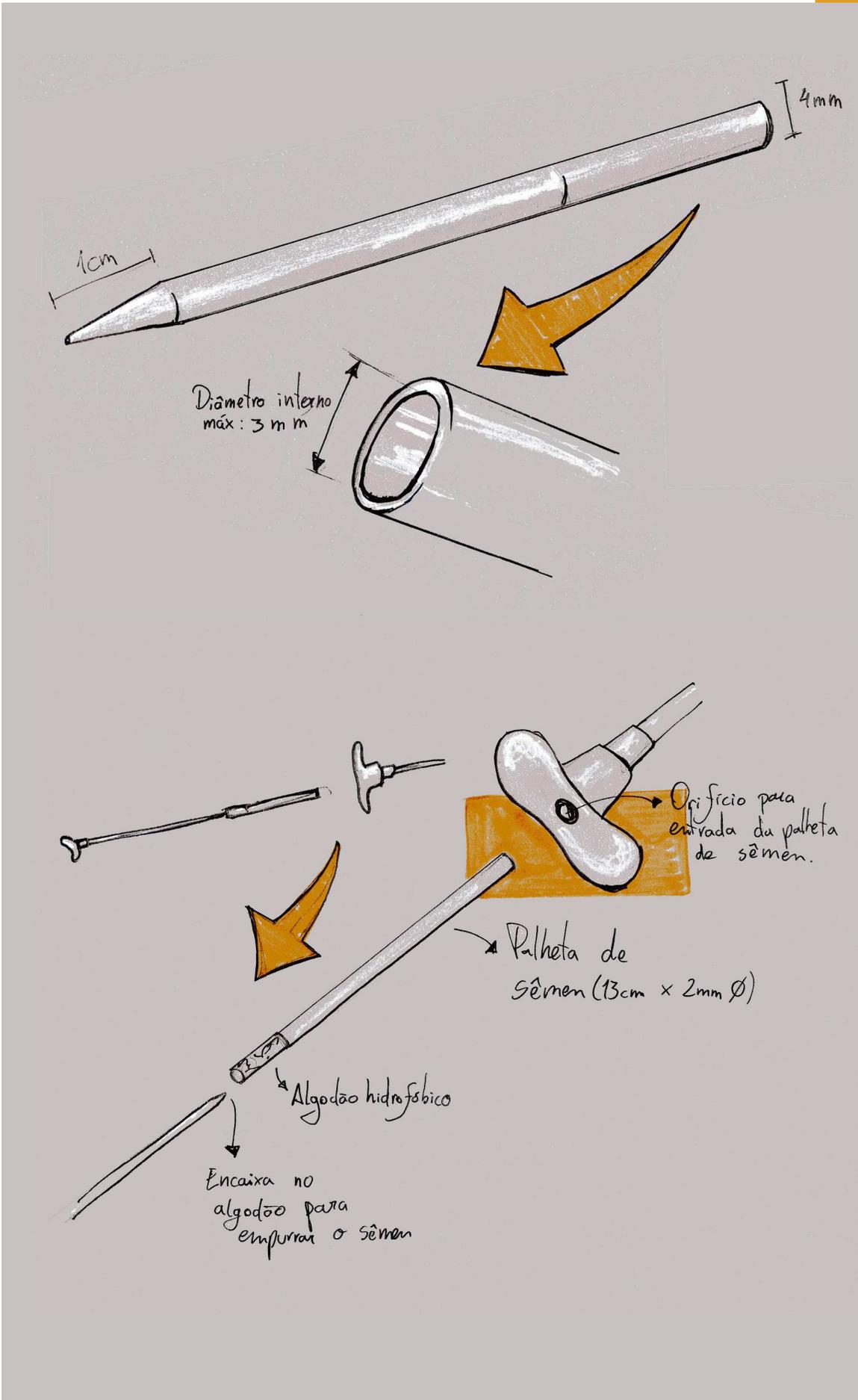


Figura 25: Desenhos do conceito 2

CONCEITO 2 - MOCKUP

Para o mockup deste conceito, foi utilizado o chamado alargador venoso (figura 26) em sua forma original com 4mm de diâmetro.

Os testes foram realizados no mesmo aparelho reprodutor utilizado no Conceito I. Como pode-se observar na figura 27, o teste com este mockup foi bem sucedido. Apesar do diâmetro inadequado, o formato da ponta e o material auxiliaram a passagem do aparato no canal cervical.

Uma pipeta baseada nas formas desse instrumento feita com um diâmetro menor poderia ser ideal para a completa passagem em uma fêmea ovina.



Figura 26: Alargador venoso. Fonte: Acervo pessoal

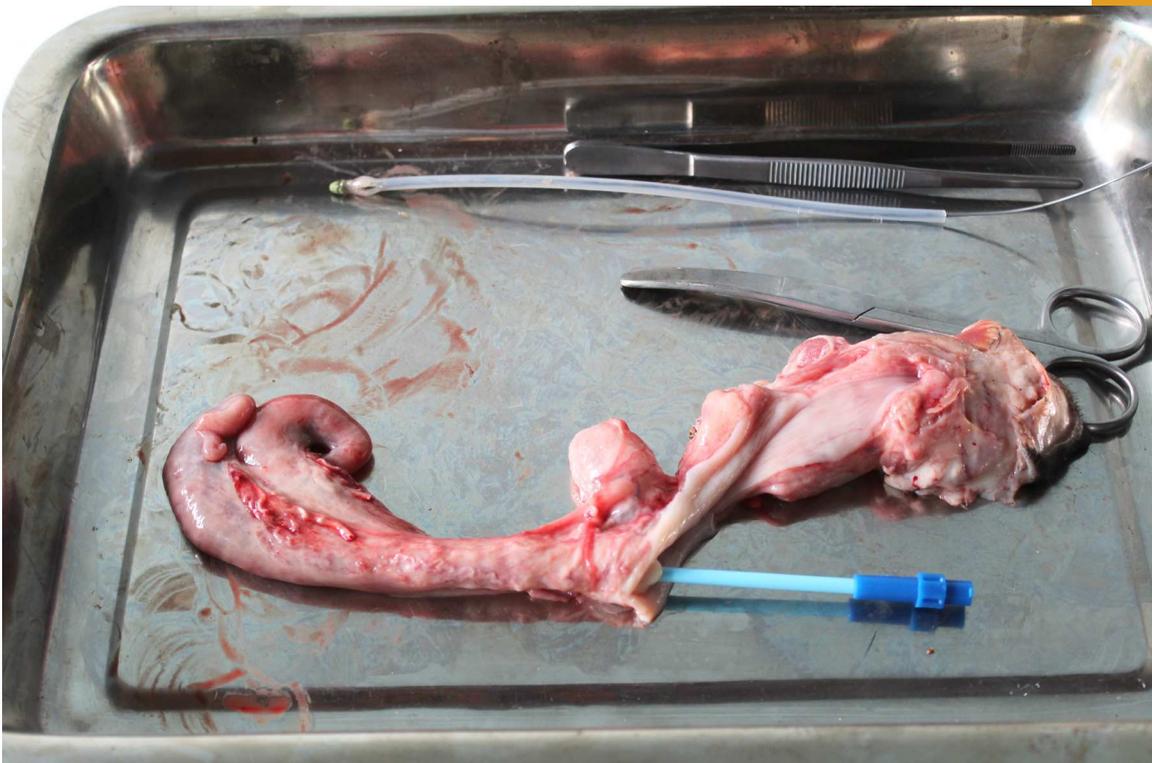


Figura 27: Teste com mockup do conceito 2

CONCEITO 3

Tomando inspiração em um cateter utilizado em cirurgias de cálculo renal chamado “malecot” (figura 28), criou-se o conceito 3, cujo objetivo é abrir o canal cervical aos poucos até atingir o fim dos anéis. Após isso, a palheta seria inserida com o auxílio de uma haste metálica.



Figura 28: Malecot Fonte: Google

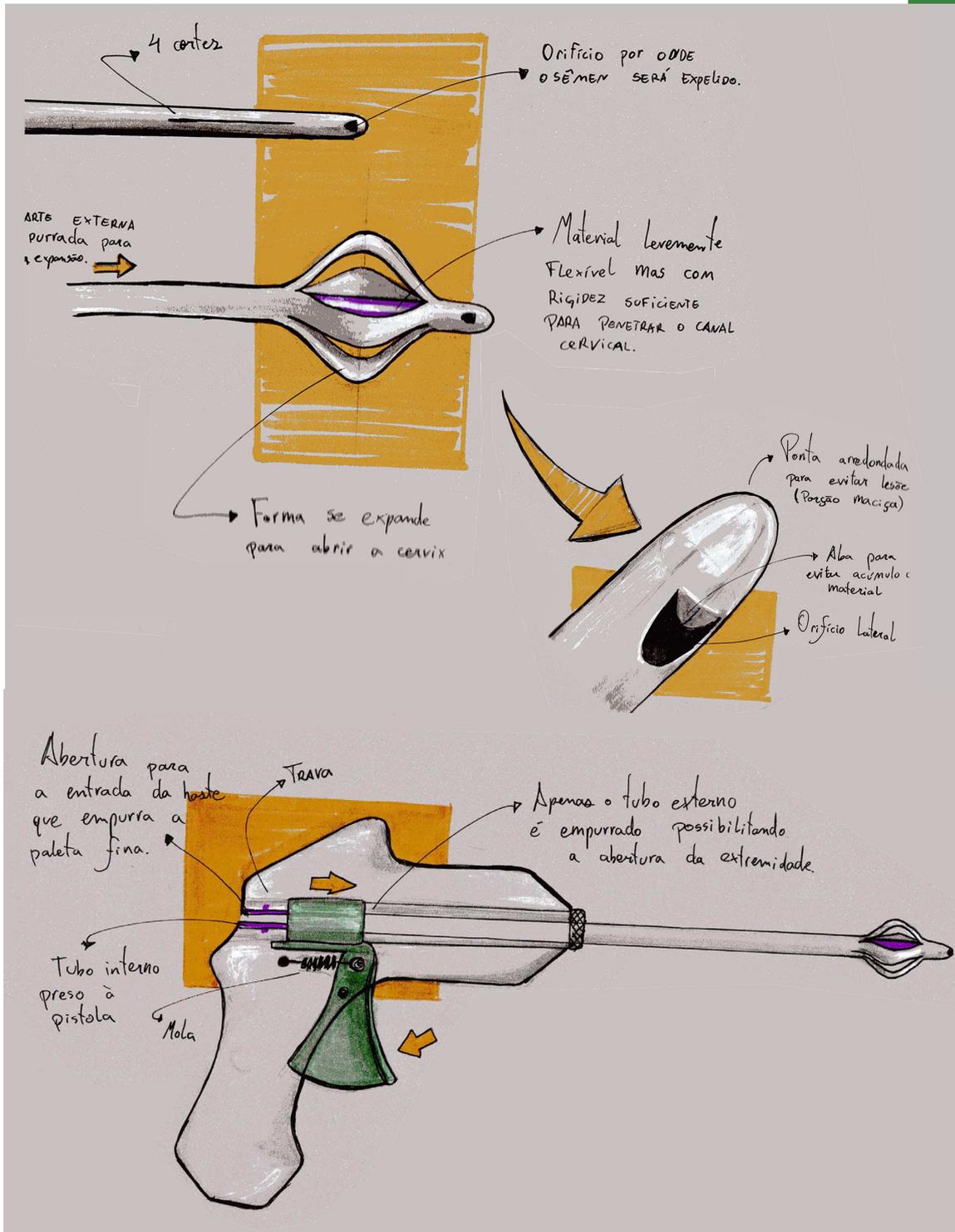


Figura 29: Desenhos do conceito 3

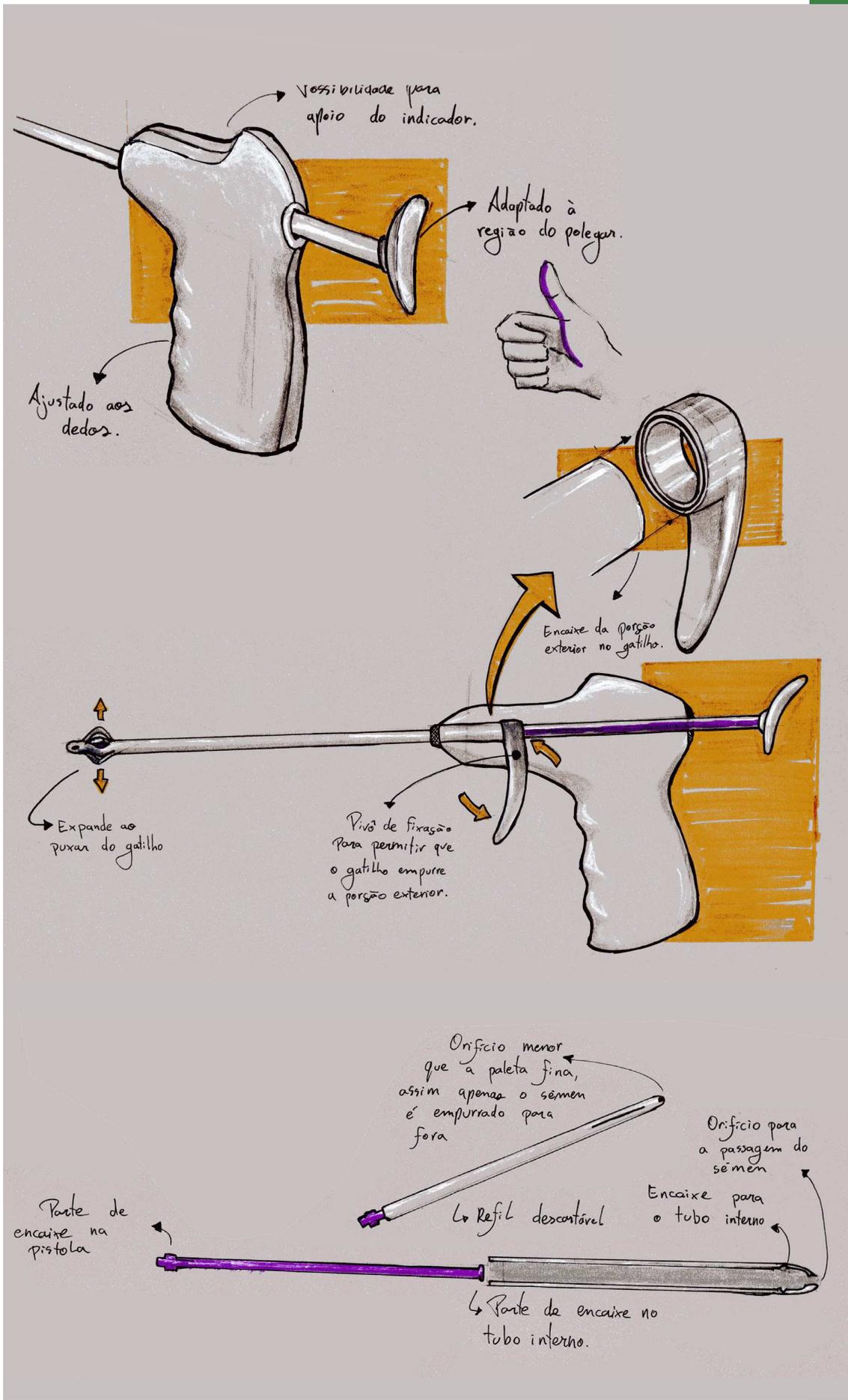


Figura 30: Desenhos do conceito 3

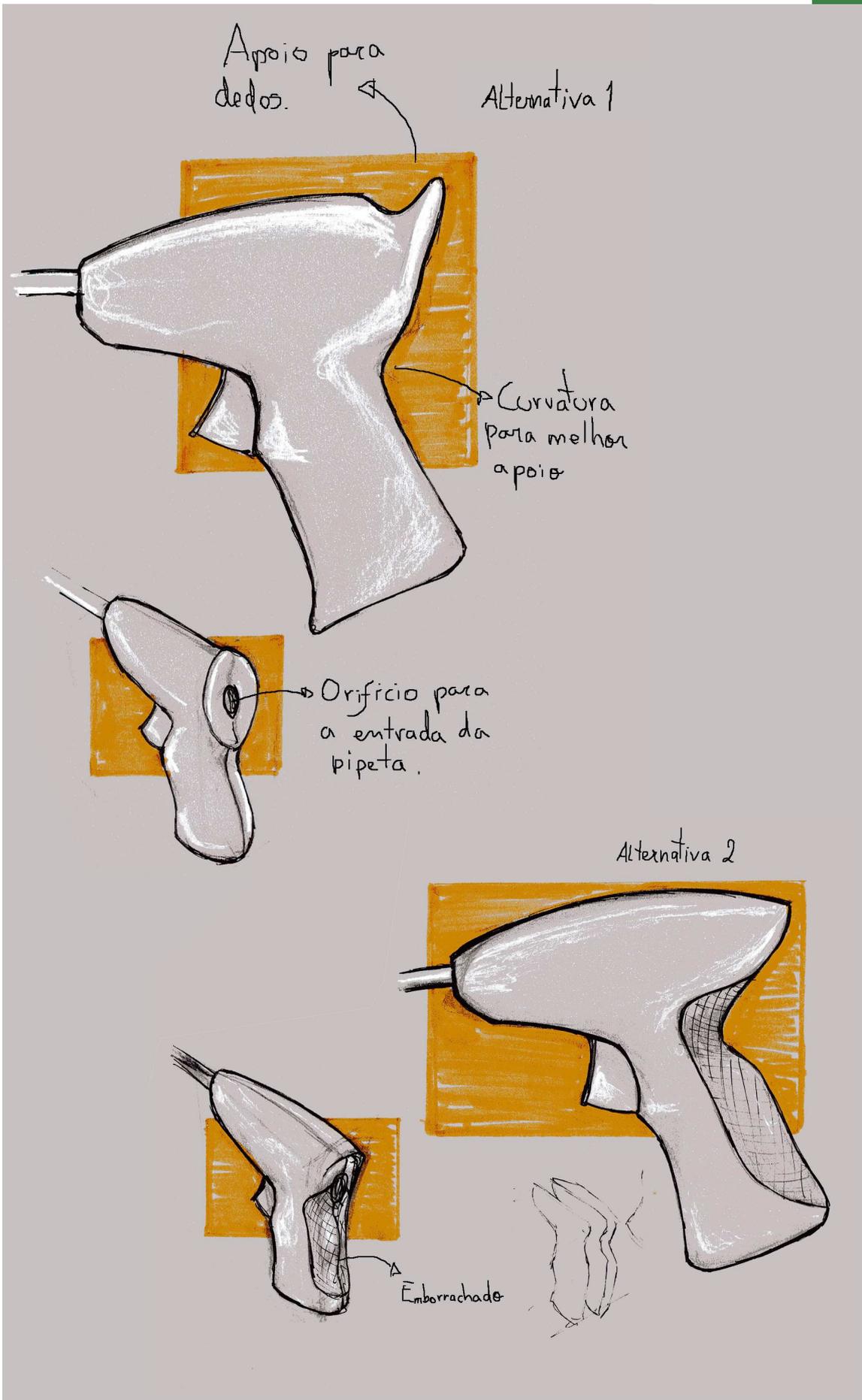


Figura 31: Desenhos do conceito 3

CONCEITO 3 - MOCKUPS

Foram feitos mockups da extremidade e de empunhadoras, estas foram baseadas nas dimensões propostas por Tiilley (2005).

Em seguida, foram feitos testes para aferir a viabilidade da extremidade assim como a ergonomia das pegas.



Figura 32: Mockup do conceito 3



Figura 33: Detalhe do mockup do conceito 3



Figura 34: Mockups do conceito 3

CONCEITO 3 - TESTES COM MOCKUPS

Realizando os testes foram definidas as dimensões corretas e quais elementos deveriam ser acrescentados para tornar a uso mais apropriado às necessidades do usuário.

O primeiro modelo (figura 35) foi manuseado por diferentes usuários e todos consideraram que o mesmo deveria ser mais largo. A curvatura da parte posterior foi apreciada por todos e o tamanho total da empunhadura se mostrou exagerado.

Avaliando as considerações do modelo I, foi concebido o modelo II (figura 36). Desta vez, os usuários acharam a empunhadura demasiada larga, entretanto o tamanho total foi corrigido e se mostrou adequado.

Considerando ainda a usabilidade, foi mostrada uma necessidade de um elemento que se assemelhasse ao uso de uma seringa, uma vez que há uma porção a ser empurrada com o polegar para inserir a palheta de sêmen. Este elemento foi inserido na parte posterior para ser utilizado conforme pode ser visto na figura 38.



Figura 35: Teste com modelo I



Figura 36: Teste com modelo II



Figura 37: Teste com modelo III



Figura 38: Teste com modelo III

Realizou-se então um teste no aparelho completo (figura 39). Logo em seguida o canal vaginal, assim como o início da porção uterina, foram abertos para melhor visualização do início e fim da cervix, dessa forma pudemos verificar se o catéter ultrapassou todo o canal.

O conceito 3 obteve bons resultados. O formato da extremidade não facilitou entrada do tubo, entretanto sua função de abrir auxiliou a passagem entre os anéis cervicais. Verificou-se porém que a abertura deveria ser possibilitada mais próxima à extremidade.

O material utilizado, um canudo polimérico de 4mm de diâmetro externo com uma parede de 0,5mm de espessura, mostrou-se flexível o suficiente para se curvar à cervix sem grandes danos ao animal, e forte o suficiente para conceber a abertura interna do canal.

Tendo em vista os resultados dos testes realizados anteriormente, uniu-se a forma do conceito 2 com as funções do conceito 3 e criou-se um novo modelo.



Figura 39: Teste realizado em caprino

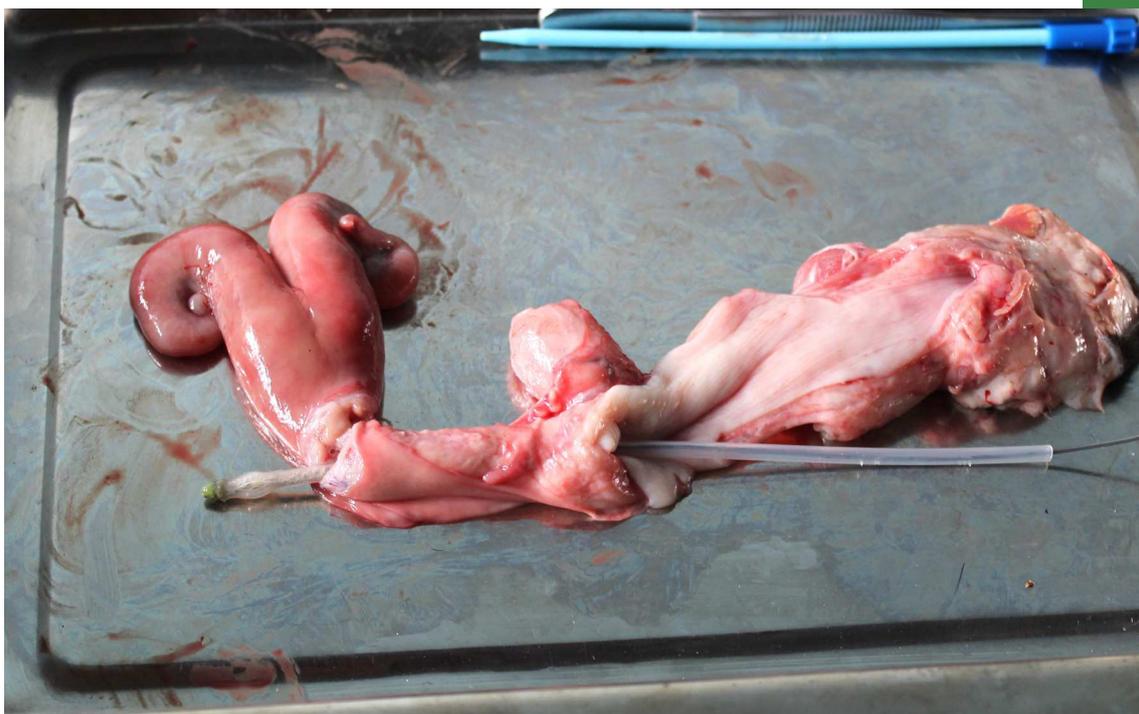


Figura 40: Teste com mockup do conceito 3

O objetivo deste modelo seria permitir uma passagem mais rápida e fácil pelo caminho cervical. Para isto, uniu-se o formato da extremidade do conceito 2 ao sistema de abertura do conceito 3, dando origem ao modelo observado na figura 41.

Ao realizar o teste na fêmea caprina (figura 42), foi observado que a entrada foi realizada mais facilmente, entretanto, ela não seria possível em um canal mais tortuoso e apertado, como é o caso da fêmea ovina.

Por isto, realizou-se um segundo teste, esta vez em uma fêmea ovina. Na figura 43 a linha verde mostra onde se encontra o final do canal cervical e a linha amarela o quão longe o protótipo atingiu.

Pode-se observar que apenas cerca de 75% do caminho foi percorrido. Desta forma, pode-se concluir que este conceito é completamente eficiente apenas em fêmeas caprinas, não atingindo completamente o objetivo deste estudo.



Figura 41: Novo conceito gerado

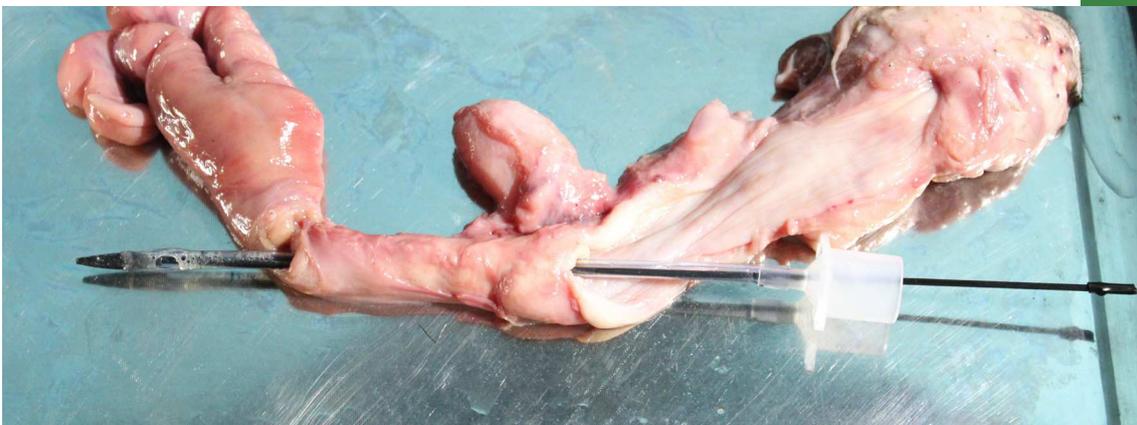


Figura 42: Teste com novo conceito em caprino



Figura 43: Teste com novo conceito em ovino

CONCEITO 4

Levando em consideração todos os testes e conclusões anteriores, criou-se um novo modelo.

Este conceito une dimensões que seriam ideais para ultrapassar a cervix juntamente com uma pega que melhora o manejo fino (figura 44), proporcionando precisão e velocidade.



Figura 44: Manejo fino. Fonte: Google

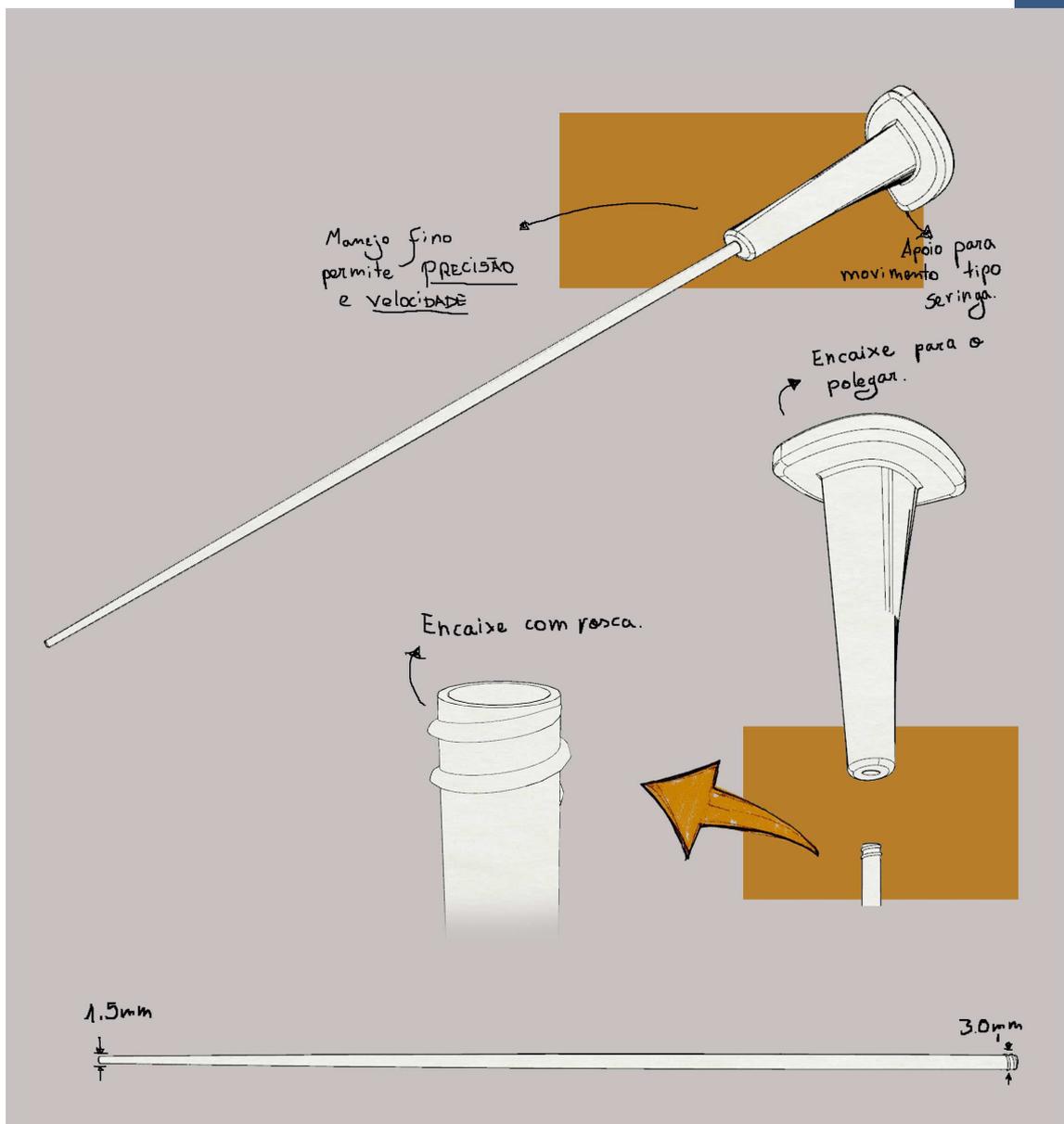


Figura 45: Desenhos do conceito 4

CONCEITO 4 - VARIAÇÕES DE PEGA

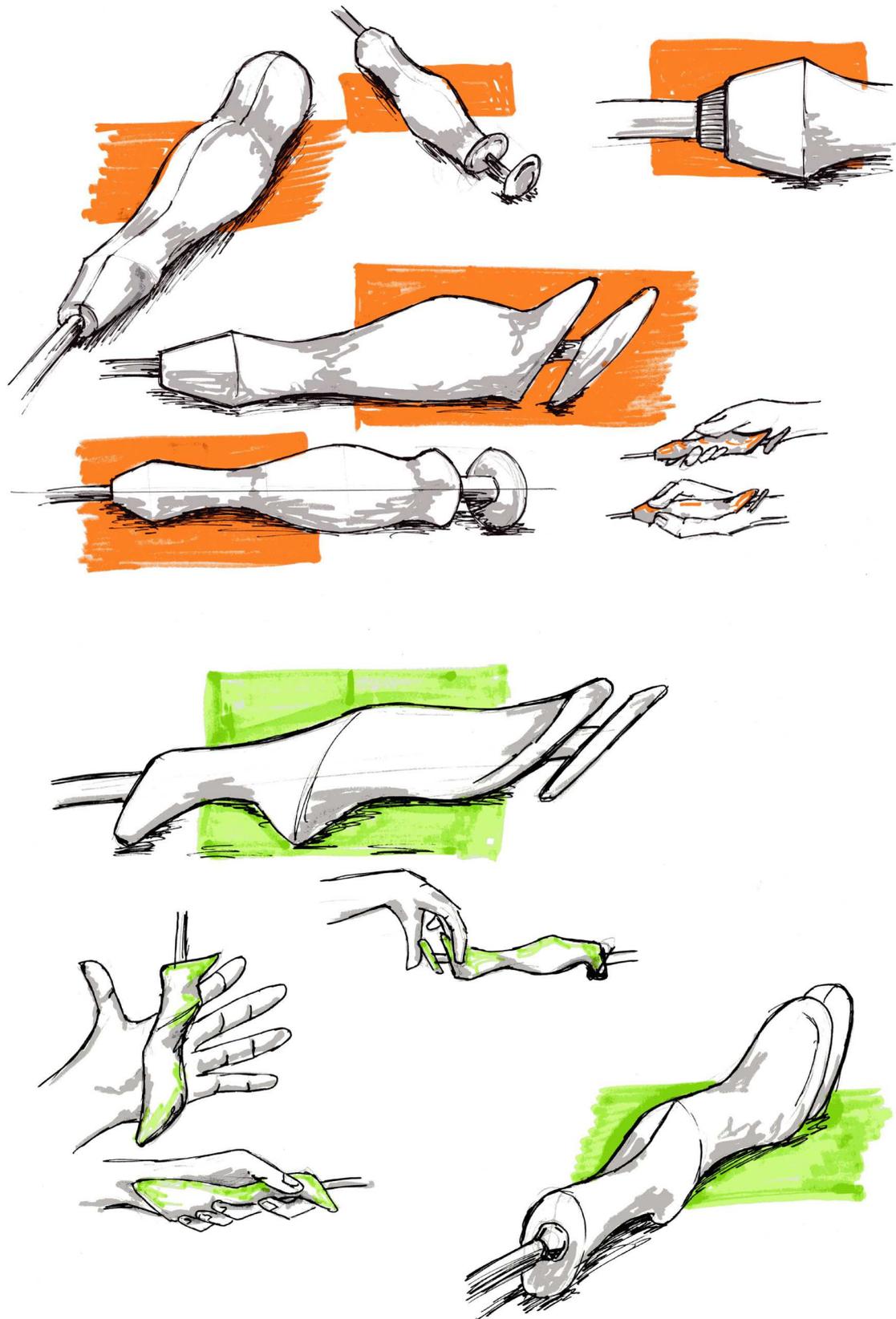


Figura 46: Desenhos do conceito 4

CONCEITO 4 - VARIAÇÕES DE PEGA

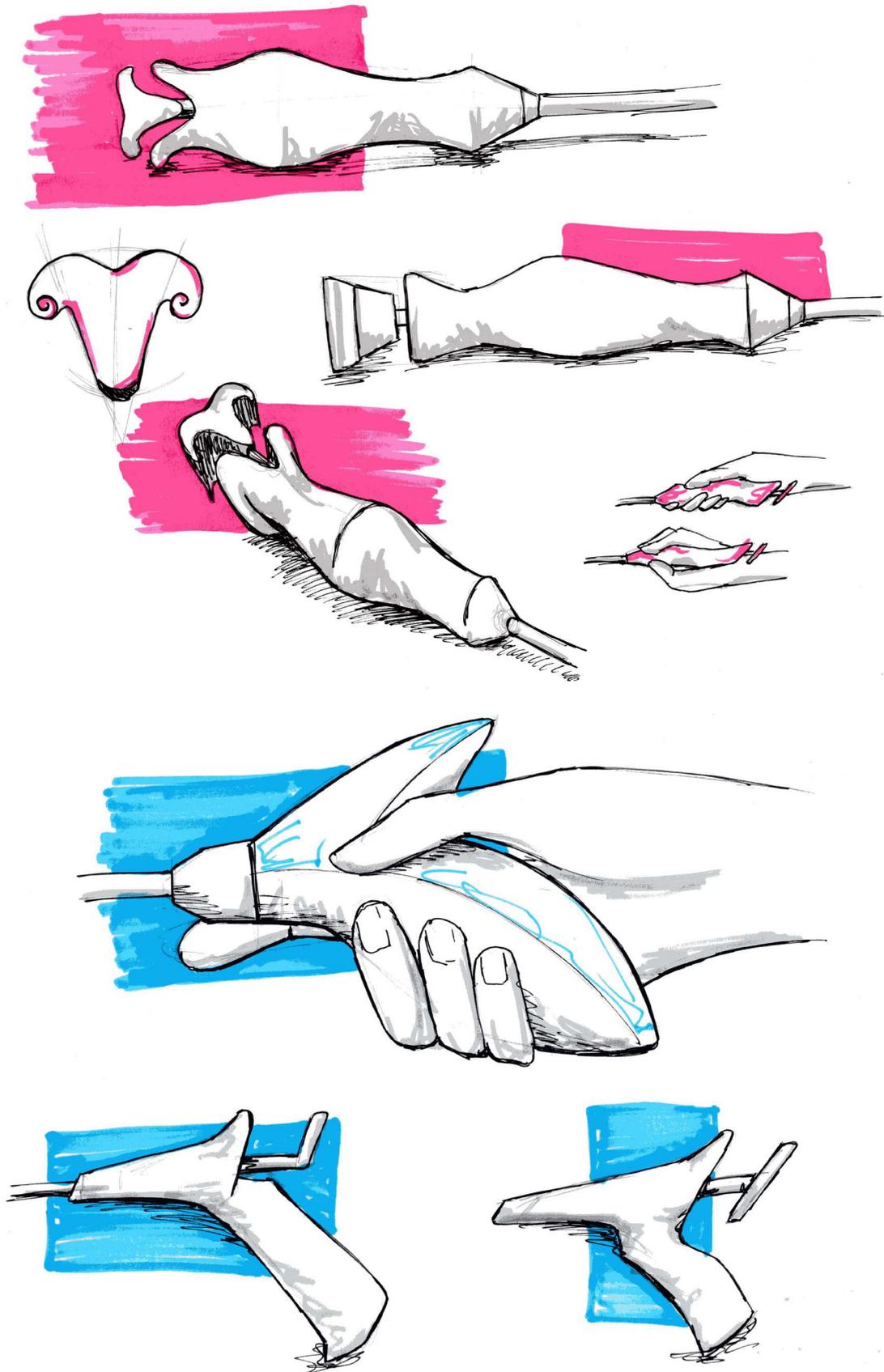


Figura 47: Desenhos do conceito 4

CONCEITO 4 - MOCKUPS

Foram feitos mockpus da extremidade e das pegas separadamente com o objetivo de testar sua funcionalidade e a ergonomia respectivamente.

Para o mockup da pipeta foi utilizada uma haste metálica de 1.5mm de diâmetro. onde primeiramente foi realizado um teste em uma fêmea caprina e em seguida em uma ovina (figura 49).

Os testes obtiveram grande sucesso, uma vez que foi possível passar completamente a cêrvix e de forma mais rápida que nos testes anteriores.

Para os testes das pegas foram feitos diversos mockups em massinha de modelar para testes com os usuários, como pode-se observar na figura 49.



Figura 48: Teste com mockup do conceito 4



Figura 49: Teste com mockups do conceito 4

5.3 DEFINIÇÃO DE CONCEITO

Analisando os resultados de todos os testes realizados anteriormente foi selecionado o conceito que melhor atendeu às necessidades desse projeto.

O conceito número 1 não conseguiu ultrapassar completamente a cervice, logo foi descartado. Os conceitos 2 e 3 atingiram o objetivo de entrada em um caprino, porém mostraram dificuldades ao realizar a entrada em um ovino. O conceito 4, por sua vez resultou em precisão e velocidade à entrada, sendo assim este foi o conceito selecionado.

Dentro do conceito 4 foram geradas algumas alternativas para as pegas. Tendo em vista que a inseminação artificial requer precisão, optou-se por uma pega que permitisse o manejo fino. Segundo Lida (2005) “esse tipo de manejo caracteriza-se pela grande precisão e velocidade, com pequena força transmitida nos movimentos”. Tal forma seria a mais apropriada, de modo que o usuário poderia utilizá-la da maneira que achasse mais confortável.

Optando ainda por um apelo visual, a pega selecionada teria inspirações nas formas da cabeça do animal atrelando então a funcionalidade à estética.

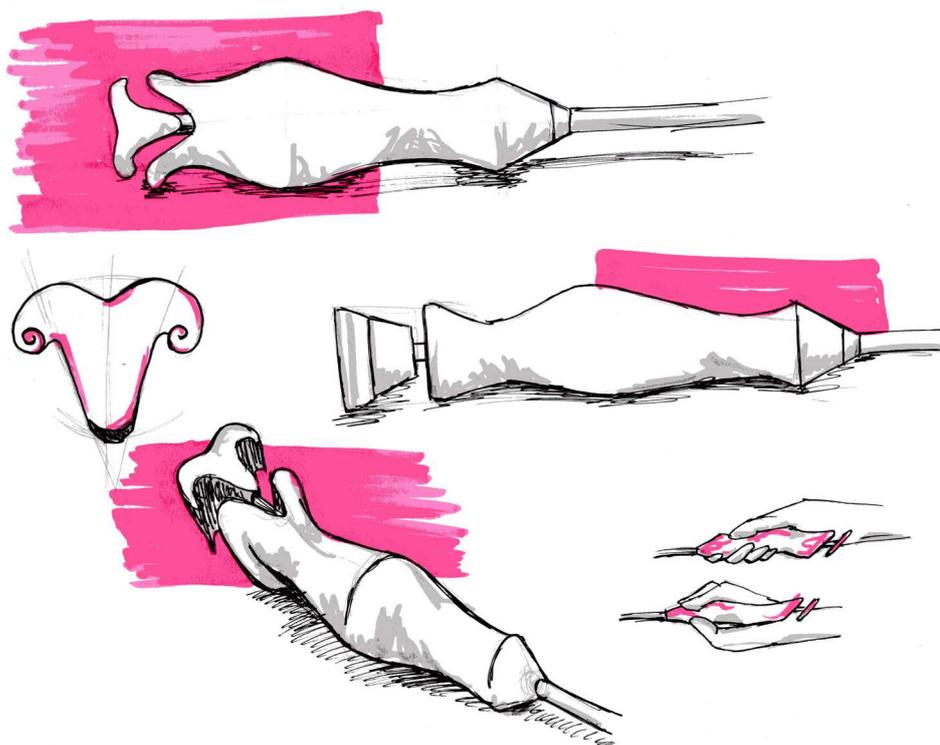


Figura 50: Conceito selecionado

5.4 REFINAMENTO DA FORMA

Partindo da forma de uma cabeça de caprino, iniciou-se um estudo da forma da peça de encaixe. Primeiro desenhou-se uma forma primária e, utilizando geometria do design, chegou-se à forma final como pode-se observar nas figura 51 e 52.

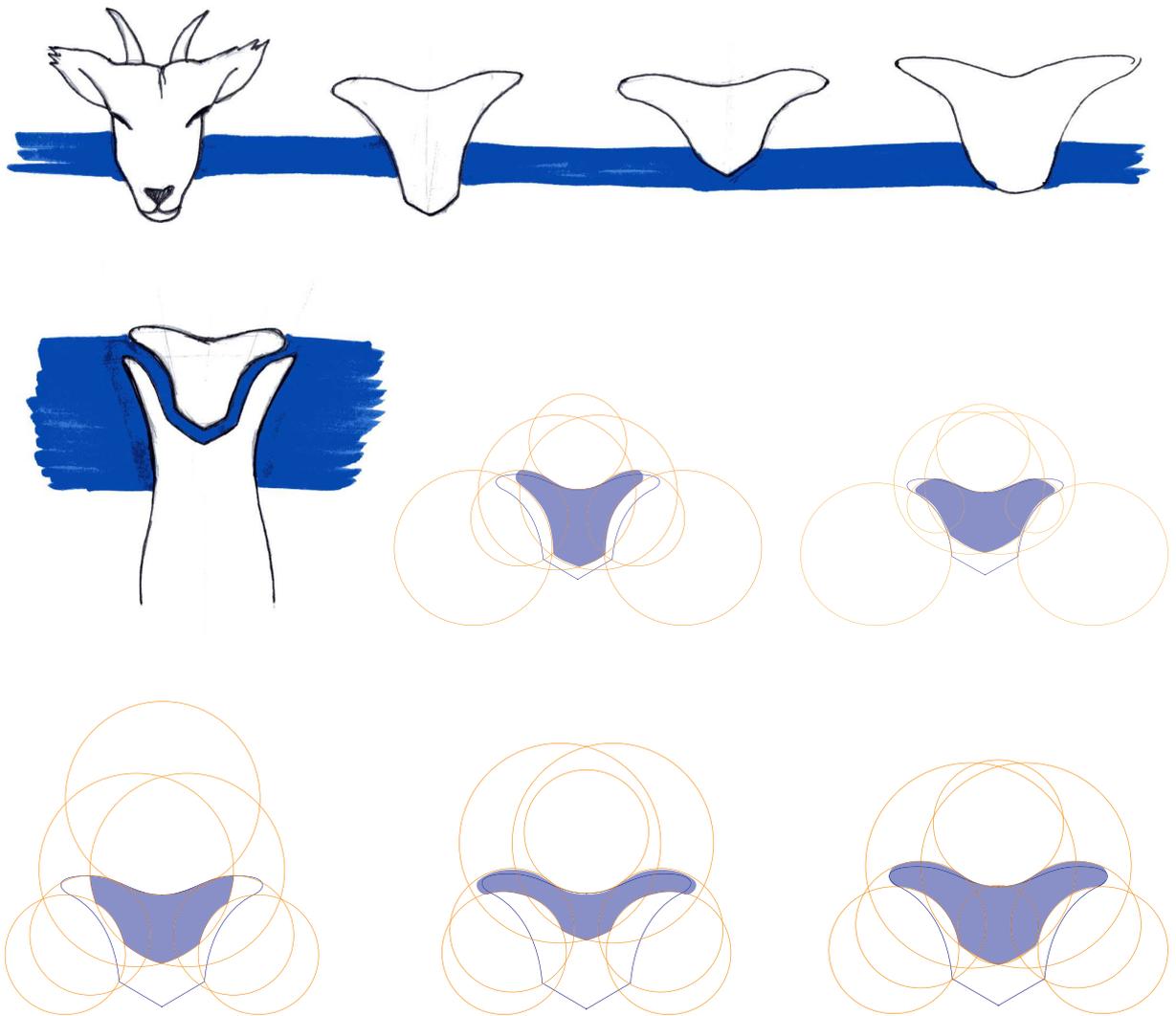


Figura 51: Aplicação da geometria do design à forma

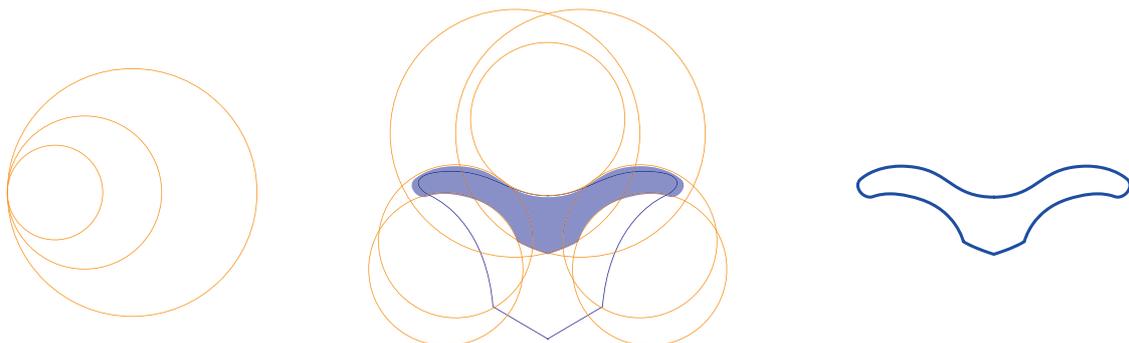


Figura 52: Forma final escolhida

Modelos primários foram rapidamente feitos em massa acrílica (figura 53) para melhor observar a forma, e em seguida iniciou-se o processo de modelagem 3D.



Figura 53: Mockups para estudos da forma.

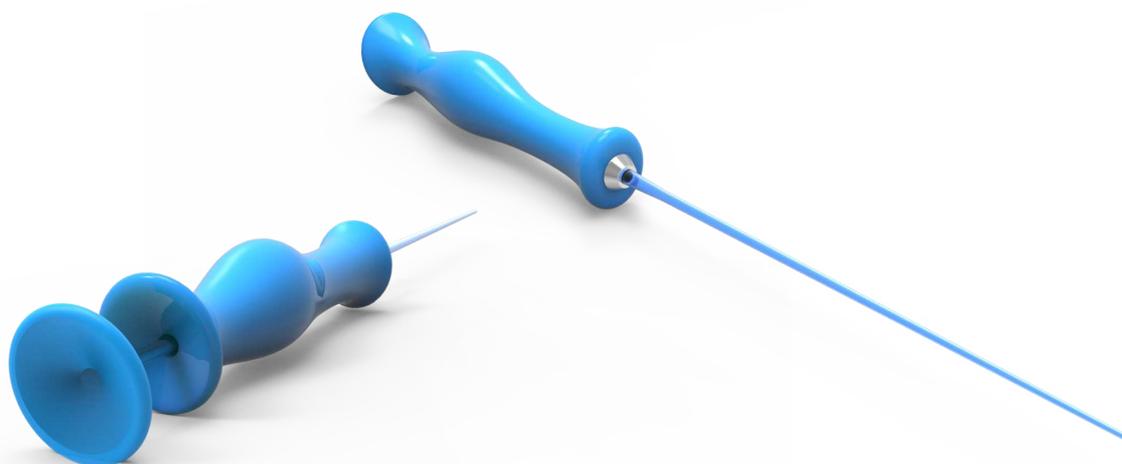
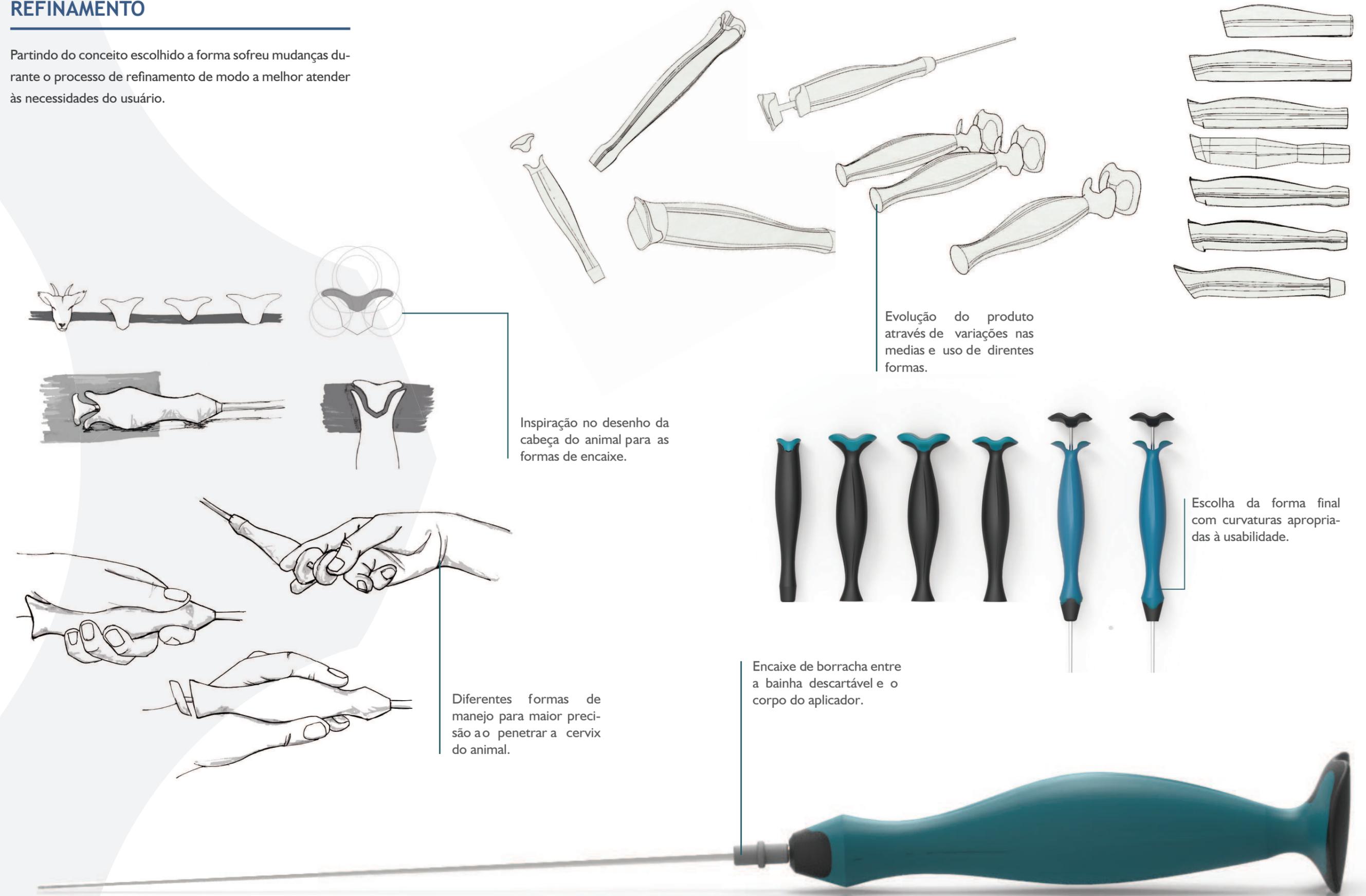


Figura 54: Primeira versão do produto em 3D.

REFINAMENTO

Partindo do conceito escolhido a forma sofreu mudanças durante o processo de refinamento de modo a melhor atender às necessidades do usuário.



Inspiração no desenho da cabeça do animal para as formas de encaixe.

Diferentes formas de manejo para maior precisão ao penetrar a cervix do animal.

Evolução do produto através de variações nas medias e uso de direntes formas.

Escolha da forma final com curvaturas apropriadas à usabilidade.

Encaixe de borracha entre a bainha descartável e o corpo do aplicador.

Figura 55: Painel de refinamento



PROJETO

6 O PRODUTO

O produto final consiste em um aplicador para sêmen congelado universal. O conjunto é composto de um aplicador e bainhas descartáveis (figura 57).

A bainha deste produto possui forma afunilada com um final de apenas 1,5 mm de diâmetro externo que permite a fácil passagem entre os anéis cervicais de caprinos e ovinos.



Figura 56: Produto final



Figura 57: Produto final

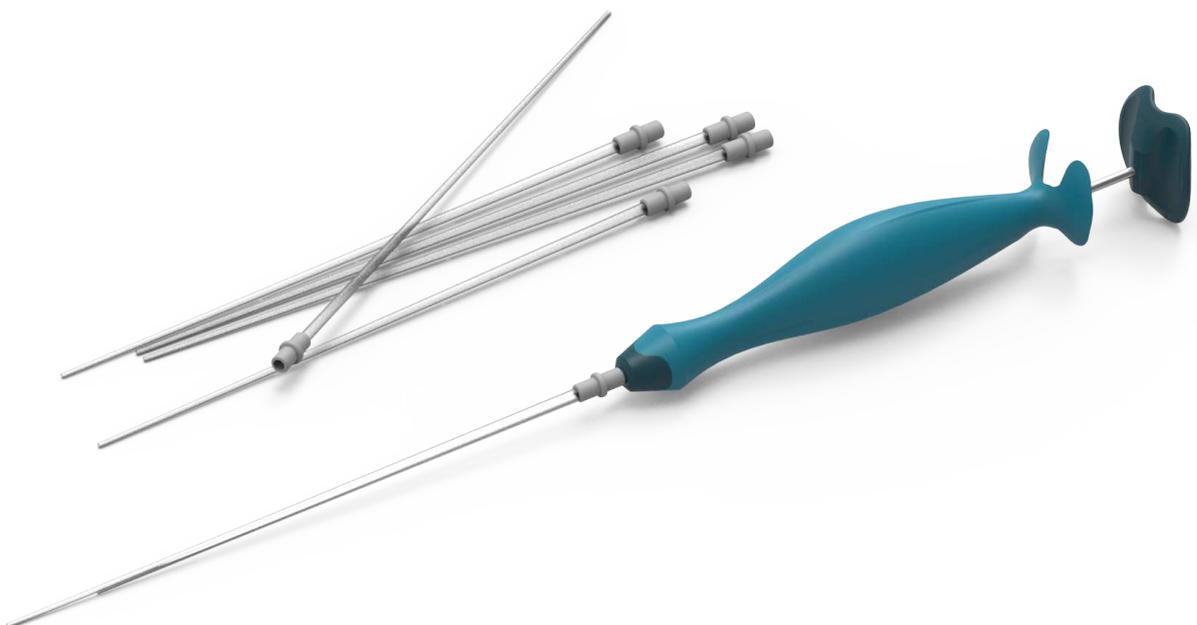


Figura 58: Perspectiva do conjunto

6.1 PEÇAS E VISTAS ORTOGONAIS

O produto é composto por 3 partes vistas separadamente na figura 59. A parte “A” consiste em um pistão que tem a função de empurrar o sêmen da palheta para dentro do animal conduzido por um canal “B”. Este se trata de uma bainha descartável cujo objetivo é atingir o final do canal cervical para que o animal possa ser inseminado.

A parte “C” trata-se do corpo de apoio cujo objetivo é proporcionar apoio e precisão durante todo o processo para o inseminador. O corpo foi desenhado para proporcionar uma pega mais adequada respeitando as dimensões propostas por Tilley (2005).



Figura 59: Peças



Figura 60: Vistas ortogonais do produto

6.2 PREPARO E USABILIDADE

Antes de utilizar o produto no animal, é necessário realizar o preparo do sêmen para a inseminação. O sêmen congelado é transportado nas chamadas palhetas (figura 61). Os principais tipos de palhetas utilizadas para o segmento de caprinos e ovinos são as palhetas médias e finas. Segundo Nunes (2013) “a palheta média é um tubo plástico com 133 mm de comprimento, 2,8mm de diâmetro e capacidade total de 0,55 ml de sêmen. Já a palheta fina, apresenta 133mm de comprimento, 1,9mm de diâmetro e capacidade total de 0,28 ml de sêmen”.

A bainha possui um formato afunilado, tendo o início com 3mm e fim com 1,5mm, assim pode-se fazer uso da palheta média ou fina e ainda atingir o final da cérvix sem alargar o canal cervical do animal.

Para preparar o aplicador para a inseminação, primeiramente deve-se acoplar a ponta do pistão à extremidade de algodão hidrofóbico da palheta fina (figura 62). Em seguida, segurando o corpo com uma das mãos, deve-se encaixar a bainha descartável com a outra mão, como podemos observar na figura 63.

A ponta da bainha é feita em material flexível com um diâmetro interno menor que o diâmetro externo da extremidade do corpo. Sendo assim, é necessária a aplicação de um pouco de pressão para encaixar as partes. Dessa forma o encaixe se torna firme evitando que a bainha se solte durante o procedimento (figura 64).

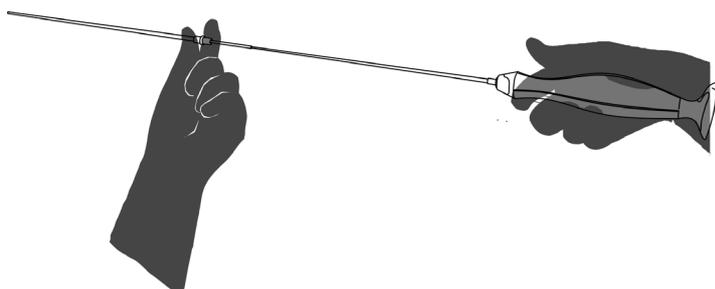


Figura 63: Preparo do aplicador



Figura 61: Palheta fina. Fonte: Google

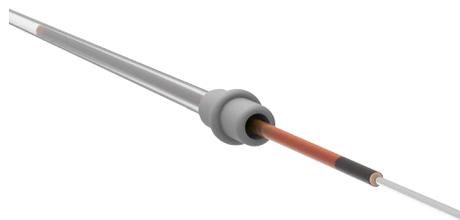


Figura 62: Encaixe do pistão à palheta

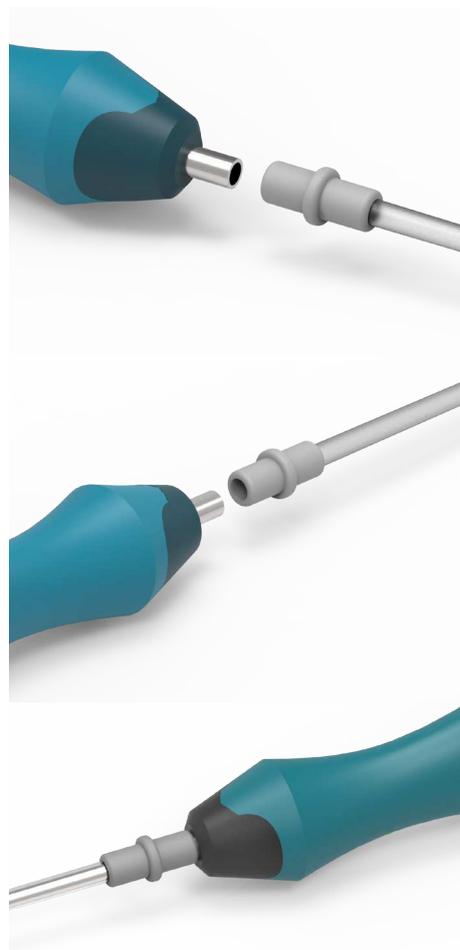


Figura 64: Encaixe da bainha ao corpo

Para atingir o final da cérvix do animal, é necessário cuidado e precisão, por isso foi adotado um manejo fino para o desenho do corpo do aplicador. O formato da pega permite dois tipos de manejo (figura 67).

Durante a passagem pelo canal cervical, é possível sentir pequenas vibrações ao passar por cada anel, ainda assim o comprimento da bainha se limita à 19 cm. Dessa forma, pode-se evitar que o aplicador chegue muito longe e acabe perfurando o útero do animal.

Ao atingir o final da cervix, deve-se empurrar o pistão para que o sêmen possa ser depositado (figura 65). Em seguida, basta retirar o aplicador, puxando-o com cuidado para não assustar o animal.

A bainha deve ser descartada e substituída por uma nova para o próximo procedimento. Esse sistema de troca permite maior rapidez e higiene durante a inseminação de várias fêmeas em sequência.

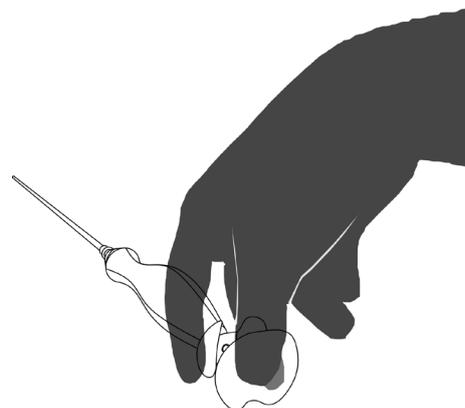


Figura 65: Aplicação do sêmen



Figura 66: Detalhe do encaixe do pistão ao corpo do aplicador

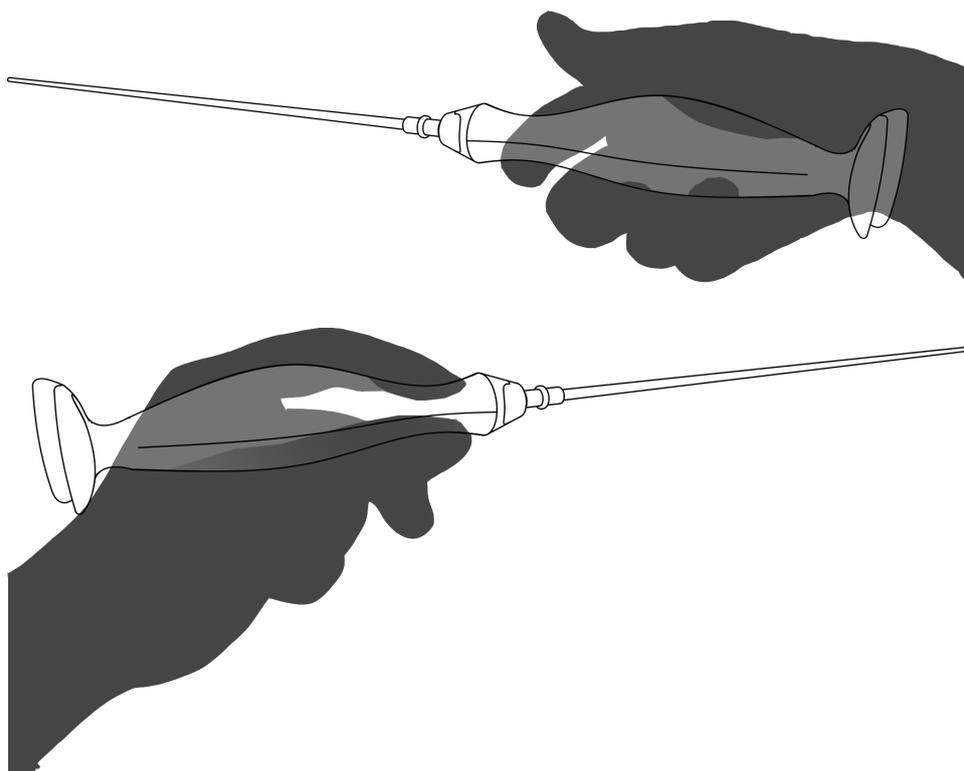


Figura 67: Preparo do aplicador

6.3 MATERIAIS E FABRICAÇÃO

No setor de saúde a escolha do material é de extrema importância, uma vez que é necessária higiene e assepsia impecáveis ao lidar com a vida de seres humanos e animais. Os materiais mais utilizados na fabricação de instrumentos médicos são polímeros e metais, sendo os mais comuns o aço inox e o polietileno.

O aço inoxidável possui propriedades que o qualificam para o uso médico, tais como a superfície de fácil limpeza, alta resistência contra a oxidação, baixa retenção e fácil remoção de microorganismos.

O aço martensítico mais aplicado na indústria médica é o AISI-420 com acabamento nº5, no qual o material é lixado em uma direção com abrasivos e submetido à um ligeiro passe de laminação.

Um instrumento de inseminação está em constante contato com fluidos e por consequência, é submetido com grande frequência à esterilizações em altas temperaturas. Sendo assim, o aço mais adequado, devido à maior resistência à corrosão e temperatura, é o aço inox AISI-420.

No aplicador produzido, duas peças serão fabricadas em aço inox AISI-420: a haste do pistão e o tubo interno do corpo. Na figura 68 as mesmas estão representadas em “2” e “5”, onde “2” se trata de um perfil maciço com formato cônico obtido através de usinagem, e “5” de um tubo com diâmetro interno de 3mm.

As peças “1”, “3” e “4” são peças maciças plásticas feitas em polifenilsulfona (PPSU). Amplamente utilizado em instrumentos cirúrgicos e dentais a polifenilsulfona possui excelente resistência ao calor podendo ser facilmente esterilizado por autoclave, além de ductilidade excepcional e possibilidade de cores e transparências.

As peças estão representadas separadamente sendo “3” e “4” injetadas em um mesmo molde com a possibilidade de serem injetadas com o mesmo material. A função de sua separação é puramente estética.



Figura 68: Vista explodida do produto

As peças são injetadas sobre as peças metálicas, que possuem elevações ou rasgos para melhor fixação das peças injetadas (figura 69).

A bainha acoplada ao corpo é feita por injeção de dois materiais diferentes. A parte “6” é feita em silicone por ser um material quimicamente inerte, resistente à decomposição por calor, água e agentes oxidantes o que permite uma fácil esterilização, além de sua flexibilidade que permite o encaixe firme ao corpo do produto.

A parte “7” injetada em conjunto à peça “6” deve ser feita em polietileno (PE) que se mostra o material ideal devido a sua impermeabilidade, flexibilidade e leveza, além do fácil processamento e baixo custo.



Figura 69: Detalhe das peças de aço inox

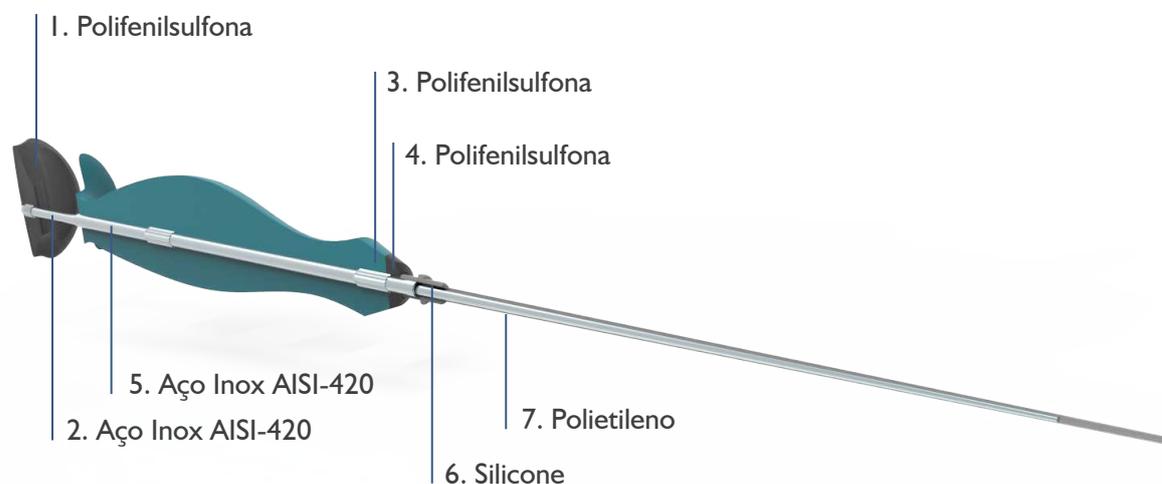


Figura 70: Detalhe dos materiais utilizados

6.4 DIMENSÕES GERAIS

As dimensões do corpo do aplicador foram concebidas de acordo com as medidas propostas por Tilley (2005). Medidas como a largura do dedo indicador e médio, assim como a medida adequada para uma caneta (figura 71) foram consideradas para a concepção do produto final (figura 72).

As demais dimensões podem ser conferidas no desenho técnico na página seguinte.

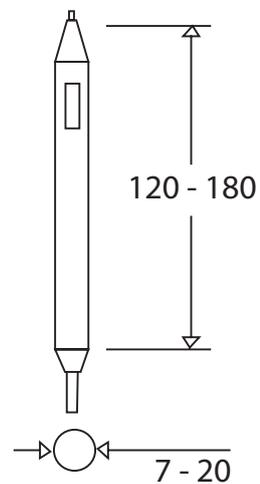
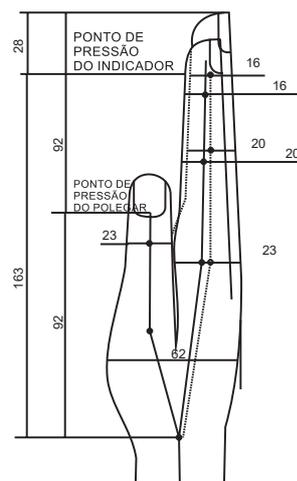
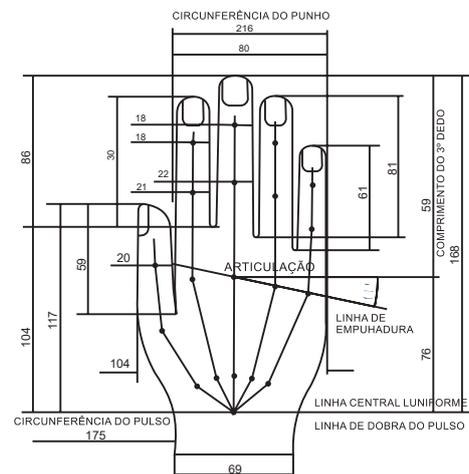
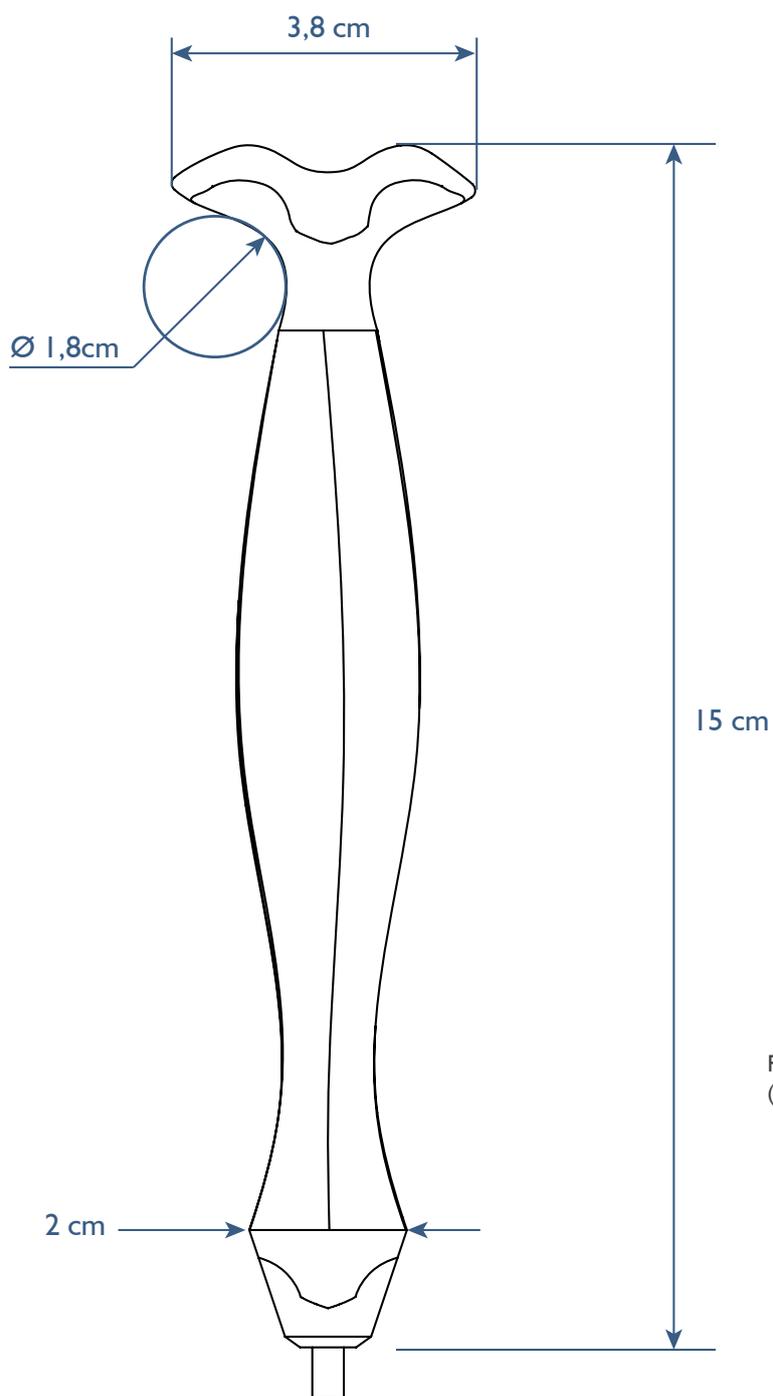
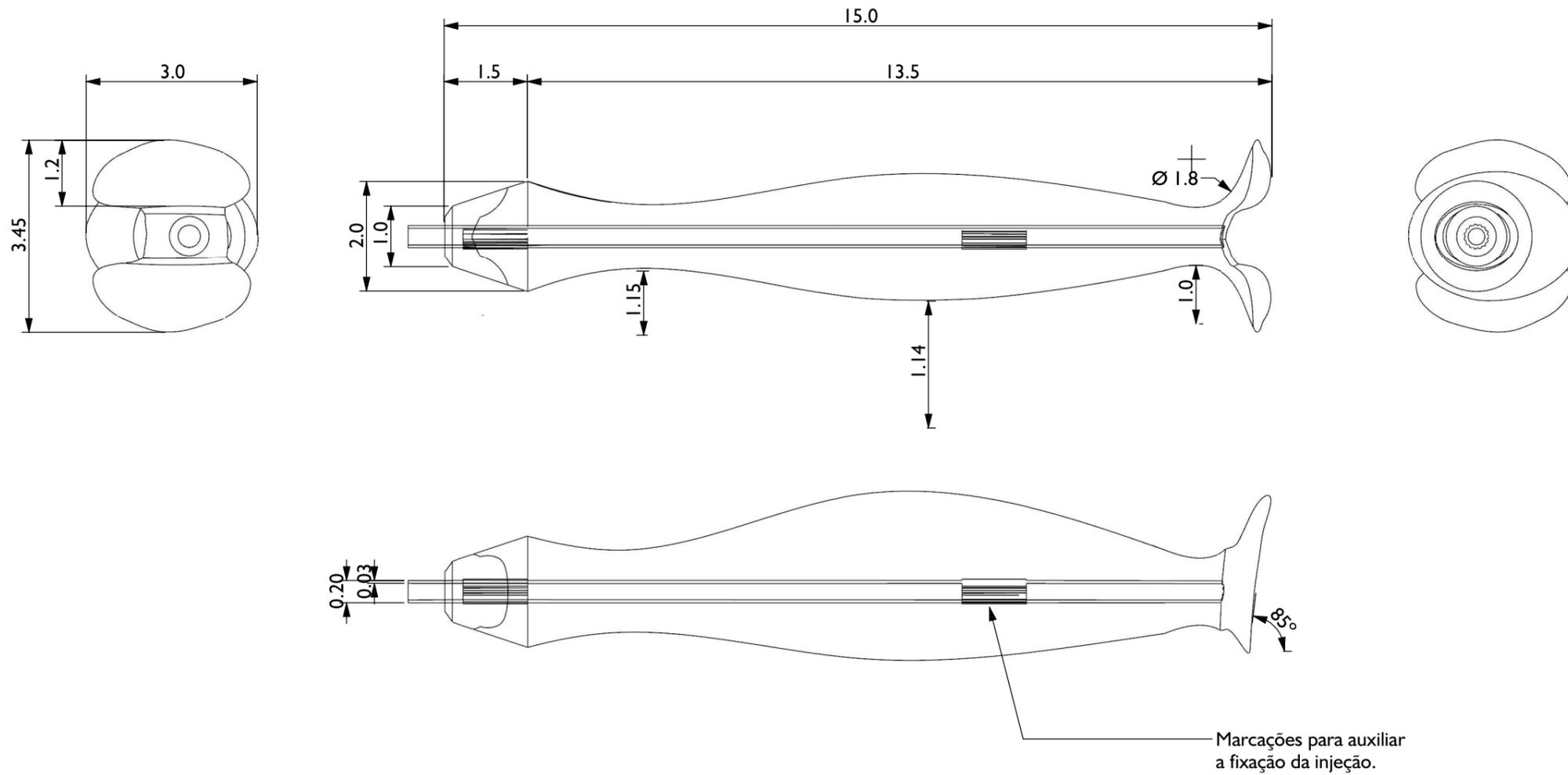


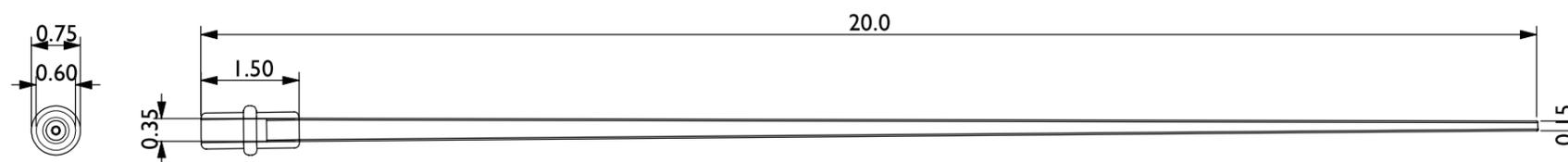
Figura 71: Dimensões propostas por Tilley (2005)

Figura 72: Dimensões gerais do corpo

Corpo do aplicador:

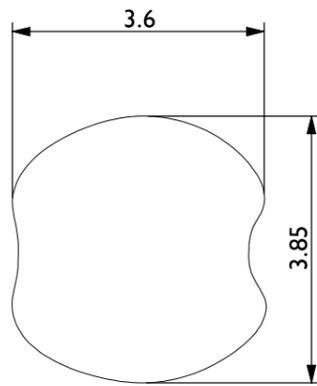


Bainha descartável:

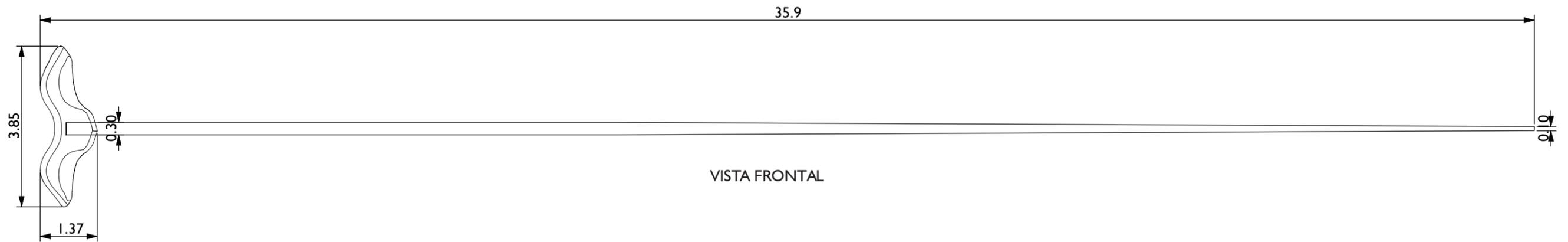


	Universidade Federal de Campina Grande - CCT				
	Unidade Acadêmica de Design				
	TCC Design				
Título: Corpo e Bainha		Projetista/ Desenhista Jádira Soares de Farias		Projeção Vistas Ortogonais	
Escala: 1:11	Prancha: /2	Unidade: cm	Controle	Data: 19/02/2018	Visto:

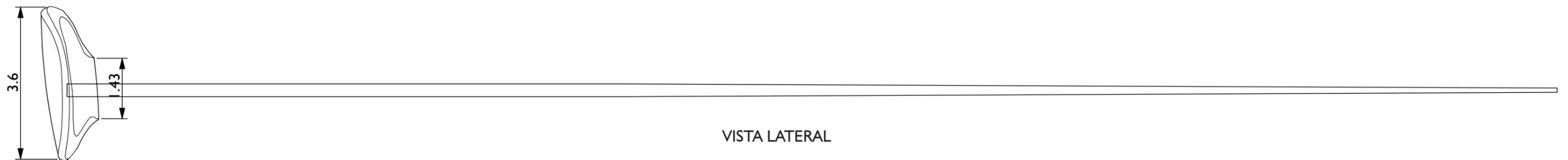
Pistão:



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

	Universidade Federal de Campina Grande - CCT				
	Unidade Acadêmica de Design				
	TCC Design				
Título: Pistão		Projetista/ Desenhista Jádira Soares de Farias		Projeção Vistas Ortogonais	
Escala: 1:12	Prancha: /2	Unidade: cm	Controle	Data: 19/02/2018	
			Visto:		

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas áreas de conhecimento merecem a atenção de um designer, porém nem sempre existe o conhecimento das demandas de determinados segmentos. Por uma feliz coincidência me foi possível conhecer um mundo de oportunidades no campo da medicina veterinária. E, uma vez sabido dos problemas enfrentados no segmento de inseminação artificial de caprinos e ovinos, foi possível dar início a este estudo com o objetivo de trazer benefícios para esta área.

O produto aqui desenvolvido contempla apenas uma das etapas da inseminação artificial e, dentro das limitações encontradas, pode-se concluir que foi um produto bem-sucedido. O objetivo principal de atravessar o canal cervical sem ferir o animal foi atingido com o aplicador desenvolvido e pode trazer grandes benefícios para este segmento.

Entretanto, para melhor aferir a precisão e eficácia deste produto, devem-se realizar estudos em um processo completo de inseminação artificial em animais vivos, e apenas assim pode-se ter absoluta certeza de sua eficiência. Recomenda-se ainda, integrar o produto com o desenvolvimento de outros instrumentos de modo a melhorar não apenas a penetração do aplicador, mas o processo como um todo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, M. ; CHAMORRO, C.A.; KAABI, M.; ANEL-LÓPEZ, L.; BOIXO, J.C.; ANEL, P.; PAZ, P. de. Design and “in vivo” evaluation of two adapted catheters for intrauterine transcervical insemination in sheep. *Animal Reproduction Science*.Elsivier B.V., 2012.

ANEL, L; KAABI, M.; ABROUG, B.; ALVAREZ, M.; ANEL, E.; BOIXO, J.C.; FUENTE, L.F. de la; PAZ, P. de. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopicartificial insemination in Churra ewes: a field study. *Theriogenology*, [s. L.], v. 63, p.1235-1247, jun. 2004.

ANDRÁS, Jávor. *Animal Husbandry II: Sheep and Goat*. University Of Debrecen: Service Sciences Methodology Centre, 2013.

CARBÓ, Héctor Mario. *Aços Inoxidáveis: aplicações e especificações*. São Paulo: Arcellor Mittal Inox Brasil, 2008. 29 p.

CARDOSO, Elisangela et al. Avaliação econômica de diferentes técnicas de inseminação artificial em ovinos da raça Santa Inês *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 4, núm. 2, abril-junho, 2009, pp. 217-222 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

COUTINHO, Fernanda M. B.; MELLO, Ivana L.; MARIA, Luiz C. de Santa. *Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p.1-13, 2003.

GONÇALVES, Nayara Magalhães; NEVES, Mariana Machado. Sêmen fresco, resfriado ou congelado: Existe diferença entre eles?. Viçosa, 2011. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/verArtigo.php?codigo=27&acao=exibir>>. Acesso em: 31 out. 2017.

GRANADO, Luis Bernabe Castillo; DIA, Ângelo Jose Burla; SALES, Monique Pessanha de. *Aspectos gerais da reprodução de caprinos e ovinos*. Campos dos Goytacazes – RJ: PROEX/UENF, 2006.

IIDA, Itiro. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo:

Edgar Blücher, 2005.

NUNES, Lucia. Conheça as diferenças entre palhetas finas e médias na hora da inseminação. 2013. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/noticias/conheca-as-diferencas-entre-palhetas-finas-e-medias-na-hora-da-inseminacao>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

OLIVEIRA, Maria Emilia Franco. Técnicas de inseminação artificial em ovinos e caprinos. 2009. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/tecnicas-de-inseminacao-artificial-em-ovinos-e-caprinos-52391n.aspx>>. Acesso em: 18 oct. 2017.

ROBINSON, J. J.; MCKELVEY, W.A.C.; KING, M.E., MITCHELL, S.E., MYLNE, M.J.A.; MCEVOY, T.G.; DINGWALL, W.S.; WILLIAMS, L.M.. Traversing the ovine cervix: A challenge for cryopreserved semen and creative science. The Animal Consortium. [s. L.], p. 1791-1804. 22 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.animal-journal.eu/>>. Acesso em: 18 set. 2017.

SOHNREY, B.; HOLTZ, W.. Technical Note: Transcervical deep cornual insemination of goats. American Society Of Animal Science. Goettingen, Alemanha, p. 1543-1548. 2005. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/83/7/0831543>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

TILLEY, Alvn R. As medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design. Porto Alegre: Bookman, 2005. Tradução de: Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra.

TSUMA, V.T.; KHAN, M.S.; OKEYO, A.M.; IBRAHIM, M.N.M.. ILRI Manual 19: A training manual on artificial insemination in goats. Nairobi, Kenya: International Livestock Research, 2015

VARAGO, Fabiana Cristina et al. Biotécnicas da reprodução aplicadas a pequenos ruminantes. Ciência Animal Brasileira, [S.l.], p. 1-17, out. 2009. ISSN 1809-6891. Disponível em: <<http://189.126.110.61/cab/article/view/24370>>. Acesso em: 18 oct. 2017.

VRISMA, D. P.; CHOAIRE, E.; STRUCHER, F.; OLIVEIRA, M.S.; RIBAS, T.M.B.; COUTINHO, L.N.; MARIANO, R.S.G.; OLIVEIRA, M.G.; VICENTE, W.R.R.; SILVA, M.A.M.; TEIXEIRA, P.M.M.. Laparoscopy of the genitourinary tract of small ruminants. *Animal Reproduction*. Belo Horizonte: Brazilian Coll Animal Reproduction, v. 11, n. 4, p. 511-516, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/130281>>. Acesso em 18 oct. 2017.