

LAYLSON DA SILVA BORGES

**CAPRIOVI - SOFTWARE PARA CONTROLE ZOOTÉCNICO, GENÉTICO E
ORIENTAÇÃO DE ACASALAMENTOS EM CAPRINOS E OVINOS:
ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO**

TERESINA, PI

2017

LAYLSON DA SILVA BORGES

**CAPRIOVI - SOFTWARE PARA CONTROLE ZOOTÉCNICO, GENÉTICO E
ORIENTAÇÃO DE ACASALAMENTOS EM CAPRINOS E OVINOS:
ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmento

TERESINA, PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

B732c Borges, Laylson da Silva

Capriovi – Software para controle zootécnico, genético e orientação de acasalamentos em caprinos e ovinos:atualização e aprimoramento / Laylson da Silva Borges - 2017.

103 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

Orientação: Prof.Dr. José Lindenberg Rocha Sarmento

1. Acasalamentos dirigidos 2. Ganho genético 3. Gestão zootécnica 4. Índice de seleção I. Título

CDD 636.082 1

**CAPRIOVI - SOFTWARE PARA CONTROLE ZOOTÉCNICO, GENÉTICO E
ORIENTAÇÃO DE ACASALAMENTOS EM CAPRINOS E OVINOS:
ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO**

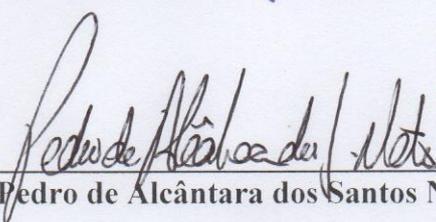
LAYLSON DA SILVA BORGES

Dissertação aprovada em: 17/02/2017

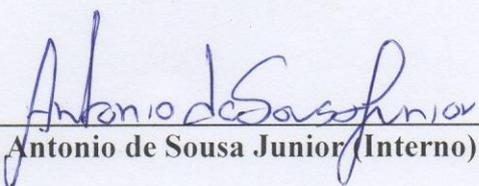
Banca Examinadora:



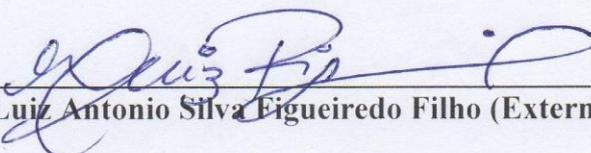
Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmiento (Interno) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Pedro de Alcântara dos Santos Neto (Interno) / NTI/UFPI



Prof. Dr. Antonio de Sousa Junior (Interno) / CTT/UFPI



Prof. Dr. Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho (Externo) / IFMA

*Aos meus pais, **Maria de Jesus Pereira da Silva Borges e Luis Filho da Silva Borges** que com humildade e quietude souberam transmitir os seus valores, ensinando-me o caminho do bem.*

*Aos meus irmãos, **Laylton da Silva Borges, Luan da Silva Borges e Mikaelle Pereira dos Santos** fontes inesgotáveis de carinho familiar.*

*A minha namorada **Fernanda Samara Barbosa Rocha** pelo companheirismo, incentivo e amor.*

(Dedico e ofereço)

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por estar sempre comigo, guiando meus passos e não me deixando desalentar, me dando forças para prosseguir e vencer os obstáculos da vida.

À Universidade Federal do Piauí e ao Centro de Ciências Agrárias, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmento pela confiança, ensinamentos, paciência e orientações.

Ao Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo pelas contribuições e orientações para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Pedro de Alcântara dos Santos Neto, Prof. Dr. Antônio de Sousa Júnior e o Médico Veterinário Dr. Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho por se disponibilizar a participar da Banca avaliadora desta pesquisa, para contribuir com suas valiosas sugestões para a melhoria da mesma.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pelos ensinamentos prestados, que não só se importaram em repassar os conhecimentos como também em incentivar, despertando o senso crítico de caráter profissional.

Aos amigos melhoristas Amauri Felipe Evangelista, Cicero Pereira Barros Junior, Diego Helcias Cavalcante, Luciano Silva Sena, Tatiana Saraiva Torres, Vanessa do Santos Neri, Weverton José Lima Fonseca, Wellington Paulo da Silva Oliveira e todos os demais integrantes do Grupo de Estudos em Melhoramento Animal (GEMA) pelo prazer da convivência.

Aos amigos Thasciano Lima Carvalho e Otávio Cury da Costa Castro do Laboratório de Engenharia de Software (EASII) do CCN/UFPI pelo apoio e contribuição para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A todos aqueles não citados nominalmente, mas cujas contribuições foram de suma relevância em meu desenvolvimento científico e pessoal, bem como na realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de funcionamento de um algoritmo genético.....20

CAPÍTULO I

Figura 1 - Tela inicial do Software CAPRIOVI.....35

Figura 2 - Tela de Login/Cadastro do Software CAPRIOVI.....36

Figura 3 - Tela Principal do Software CAPRIOVI.....36

Figura 4 - Tela de cadastro de Fazenda no Software CAPRIOVI.....37

Figura 5 - Tela Principal do Software CAPRIOVI após o cadastro de fazendas.....38

Figura 6 - Tela de cadastro de Funcionário no Software CAPRIOVI.....39

Figura 7 - Tela de cadastro de Rebanhos no Software CAPRIOVI.....40

Figura 8 - Tela de cadastro de animais no Software CAPRIOVI.....40

Figura 9 - Tela de cadastro de Desenvolvimento Ponderal dos animais no Software CAPRIOVI.....42

Figura 10 - Tela de cadastro de Verminose dos animais no Software CAPRIOVI.....42

Figura 11 - Tela de cadastro de Tamanho Corporal dos animais no Software CAPRIOVI.....43

Figura 12 - Tela de cadastro de Carcaça dos animais no Software CAPRIOVI.....44

Figura 13 - Tela de detalhamento de Raças no Software CAPRIOVI.....45

Figura 14 - Tela de detalhamento de Doenças no Software CAPRIOVI.....45

Figura 15 - Tela de detalhamento de Medicamentos no Software CAPRIOVI.....46

Figura 16 - Tela de cadastro de Manejo Reprodutivo no Software CAPRIOVI.....47

Figura 17 - Tela de cadastro de Movimentação Animal no Software CAPRIOVI.....48

Figura 18 - Tela de cadastro de Ocorrência Clínica no Software CAPRIOVI.....48

Figura 19 - Tela de cadastro de Controle Parasitário no Software CAPRIOVI.....49

Figura 20 - Tela de cadastro de Vacinação no Software CAPRIOVI.....50

Figura 21 - Tela de saída do relatório Dados Zootécnicos do Rebanho - etapa 1.....52

Figura 22 - Tela de saída do Relatório Dados Zootécnicos do Rebanho - etapa 2.....53

Figura 23 - Tela de saída do Relatório Zootécnico do Animal – etapa 1.....54

Figura 24 - Tela de saída do Relatório Zootécnico do Animal - etapa 2.....55

Figura 25 - Tela de saída do Relatório Animais por Entrada - etapa 1.....56

Figura 26 - Tela de Saída do Relatório Animais por Entrada - etapa 2.....56

Figura 27 - Tela de saída do Relatório Movimentação Animal - etapa 1.....57

Figura 28 - Tela de saída do Relatório Movimentação Animal - etapa 2.....	57
Figura 29 - Tela de saída do Relatório Número de Crias do Rebanho - etapa 1.....	58
Figura 30 - Tela de saída do Relatório Número de Crias do Rebanho - etapa 2.....	58
Figura 31 - Tela de saída do Relatório Conformidade (C), Precocidade (P) e Musculatura (M) - etapa 1.....	59
Figura 32 - Tela de saída do Relatório Conformidade (C), Precocidade (P) e Musculatura (M) - etapa 2.....	59
Figura 33 - Tela de saída do Relatório Espessura de Gordura - etapa 1.....	60
Figura 34 - Tela de saída do Relatório Espessura de Gordura - etapa 2.....	60
Figura 35 - Tela de saída do Relatório Olho de Lombo - etapa 1.....	61
Figura 36 - Tela de saída do Relatório Olho de Lombo - etapa 2.....	61
Figura 37 - Tela de saída do Relatório Ocorrências Clínicas - etapa 1.....	62
Figura 38 - Tela de Saída do Relatório Ocorrências Clínicas - etapa 2.....	62
Figura 39 - Tela de saída do Relatório de Controle Parasitário - etapa 1.....	63
Figura 40 - Tela de saída do Relatório de Controle Parasitário - etapa 2.....	63
Figura 41 - Tela de saída do Relatório Vermifugação - etapa 1.....	64
Figura 42 - Tela de saída do Relatório Vermifugação - etapa 2.....	64
Figura 43 - Tela de saída do Relatório de partos - etapa 1.....	65
Figura 44 - Tela de saída do Relatório de Partos - etapa 2.....	66
Figura 45 - Tela de saída do Relatório de Previsão de Perto - etapa 1.....	66
Figura 46 - Tela de saída do Relatório de Previsão de parto - etapa 2.....	67
Figura 47 - Tela de saída do Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva - etapa 1.....	67
Figura 48 - Tela de saída do Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva - etapa 2.....	68
Figura 49 - Tela de saída do Relatório de Perímetro Escrotal - etapa 1.....	68
Figura 50 - Tela de saída do Relatório de Perímetro Escrotal - etapa 2.....	69
Figura 51 - Tela de saída do Relatório de Cobertura por Reprodutor - etapa 1.....	69
Figura 52 - Tela de saída do Relatório de Cobertura por Reprodutor - etapa 2.....	70
Figura 53 - Tela de saída do Relatório de Intervalo de Gerações - etapa 1.....	71
Figura 54 - Tela de saída do Relatório de Intervalo de Gerações - etapa 2.....	71
Figura 55 - Tela de saída do Relatório Ganho Genético Esperado - etapa 1.....	72
Figura 56 - Tela de saída do Relatório Ganho Genético Esperado - etapa 2.....	72
Figura 57 - Tela de saída do Relatório Tamanho Efetivo da população - etapa 1.....	73
Figura 58 - Tela de saída do Relatório Tamanho Efetivo da população - etapa 2.....	73

Figura 59 - Tela de saída do Relatório Parentesco/Endogamia - etapa 1.....	74
Figura 60 - Tela de saída do relatório Parentesco/Endogamia - etapa 2.....	74
Figura 61 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 1...75	
Figura 62 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 2...76	
Figura 63 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 3...77	
Figura 64 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 1.....78	
Figura 65 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 2.....79	
Figura 66 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 3.....79	

CAPÍTULO II

Figura 1 - Layout do software CAPRIOVI.....	85
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Estimativas de herdabilidade (h^2) e correlação genética (rg) obtidas na literatura para características produtivas e reprodutivas de caprinos.....	87
Tabela 2 - Médias Observadas, Esperadas e os Ganhos Genéticos Desejados (h) para as características produtivas e reprodutivas de interesse.....	88
Tabela 3 - Valores de índice e ordem de classificação dos machos caprinos da raça Anglo nubiano calculados pelo software CAPRIOVI.....	91
Tabela 4 - Valores de índice e ordem de classificação das fêmeas caprinas da raça Anglo nubiano calculados pelo software CAPRIOVI.....	93
Tabela 5 -Valores de índice e ordem de classificação dos machos caprinos da raça Anglo nubiano calculados pelo software <i>Statistical Analysis System</i> (SAS).....	94
Tabela 6 - Valores de índice e ordem de classificação das fêmeas caprinas da raça Anglo nubiano calculados pelo software <i>Statistical Analysis System</i> (SAS).....	95
Tabela 7 - Recomendações de acasalamentos a partir dos caprinos selecionados visando maximizar o ganho genético agregado e minimizar a endogamia.....	96

BORGES, Laylson da Silva. **CAPRIOVI - SOFTWARE PARA CONTROLE ZOOTÉCNICO, GENÉTICO E ORIENTAÇÃO DE ACASALAMENTOS EM CAPRINOS E OVINOS: ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO**. 2017. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

RESUMO

A criação de caprinos e ovinos tem se expandido em todos os estados brasileiros e, independentemente do objetivo da exploração, tem muito a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do país. Entretanto, esses setores enfrentam constantes desafios, como a falta de informações e acesso às tecnologias. Dessa forma, anteendo as necessidades do mercado por inovações tecnológicas voltadas para a criação de caprinos e ovinos, objetivou-se com esta pesquisa desenvolver uma nova versão do software CAPRIOVI, com a implementação do método índice de seleção para realizar seleção de caprinos e ovinos de corte, e indicar a melhor combinação de acasalamentos dos animais, tendo em vista maximizar os ganhos genéticos e minimizar a endogamia média do rebanho por meio de algoritmos de busca otimizada. A programação do software ocorreu no Laboratório de Engenharia de Software do Departamento de Informática da UFPI. O software foi desenvolvido para operação em rede via internet, construído em linguagens *Java* e *Fortran*. Para a otimização do software foram cadastrados 40 animais da raça Anglo Nubiana (35 fêmeas e 5 machos). O método de seleção implementado no software foi o índice de seleção usando ganhos genéticos desejados com características de importância econômica desejadas pelo produtor. Para fins de teste, montou-se um índice de seleção composto pelas características Peso ajustado aos 120 dias de idade (P120), Idade ao Primeiro Parto (IPP), Peso Total das Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao Desmame (PTCD). Como forma de validar as rotinas desenvolvidas no software para o cálculo do índice, foi utilizado o software *Statistical Analysis System* (SAS) para realização dos mesmos cálculos para posterior comparação dos resultados. A abordagem desenvolvida para solucionar o problema da orientação dos acasalamentos consistiu do uso do algoritmo genético NSGA-II com função multiobjectivo, responsável por orientar as melhores combinações de acasalamentos. As ponderações estimadas para cada característica foram -0,91, 0,04, 11,67 e 0,59, respectivamente, para P120, IPP, PTCN e PTCD. Os maiores valores dos índices calculados foram obtidos para as fêmeas 11810, 94009, 91009 e para o macho 32212, para os quais foram encontrados valores de 22,68, 19,66, 18,41 e 12,77 nesta mesma ordem. Para se obter um maior agregado genotípico para as futuras progênies, com intensidade de seleção aplicada para machos e fêmeas, é recomendado o acasalamento do macho 32212 com a fêmea 94009. O software mostrou-se adequado à resolução do problema proposto.

Palavras-chave: Acasalamentos dirigidos, Ganho genético, Gestão zootécnica, Índice de seleção.

BORGES, Laylson da Silva. **CAPRIOVI – SOFTWARE FOR ZOOTECHNICAL, GENETIC, AND MATING CONTROL IN GOATS AND SHEEP: UPDATE AND IMPROVEMENT**. 2017. 102f. Dissertation (MSc. in Animal Science), Federal University of Piauí, Teresina, 2017.

ABSTRACT

Goat and sheep farming has been spread throughout the Brazilian states, so that this activity has much to contribute to the socioeconomic development of the country, regardless of the farming purpose. However, these sectors face constant challenges, such as lack of information and access to technologies. Thus, anticipating the market needs for technological innovations aimed at the rearing of goats and sheep, this research aimed to develop a new version of CAPRIOVI software with the implementation of the selection index method to perform selection of sheep and goats for meat production, and to indicate the best combination of mating of the animals, in order to maximize genetic gains and to minimize the average inbreeding of the herd by means of optimized search algorithms. Software programming was carried out at the Software Engineering Laboratory of the Department of Informatics of UFPI. The software was developed for network operation via the internet, built in *Java* and *Fortran* languages. Anglo Nubian goats (35 females and 5 males) were registered for optimization of the software. The selection method implemented in the software was the selection index using desired genetic gains with traits of economic importance desired by the farmer. In order to test, we made a selection index composed by the traits Weight adjusted to 120 days of age (W120), Age at First Delivery (AFD), Total Weight of the Offspring at Birth (TWOB) and at Weaning (TWOW). The software Statistical Analysis System (SAS) was used to validate routines developed in CAPRIOVI (to calculate the selection index) and to compare the results obtained from calculations performed in both programs. The multi-objective genetic algorithm NSGA-II was the approach developed for guiding the best mating combinations. The estimated weights for each trait were -0.91, 0.04, 11.67, and 0.59 for W120, AFD, TWOB, and TWOW, respectively. The highest values of the calculated indices were obtained for females 11810 (22.68), 94009 (19.66), 91009 (18.41), and for male 32212 (12.77). In order to obtain a larger genotype aggregate for future progeny with selection intensity applied to males and females, mating of animals 32212 and 94009 is recommended. The software proved to be suitable to solve the proposed problem.

Keywords: Directed mating, Genetic gain, Selection index, Zootechnical management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Panorama da caprino e ovinocultura de corte no Brasil.....	14
2.2 Seleção de acasalamentos.....	15
2.3 Algoritmos Genéticos.....	18
2.4 Softwares para escrituração zootécnica e seleção de acasalamentos.....	21
2.5 Método Índice de Seleção.....	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	26
4 CAPÍTULO I.....	30
CAPRIOVI - Software para controle zootécnico, genético e orientação de acasalamentos em caprinos e ovinos Manual do Usuário	
Capriovi.....	35
Tela Inicial.....	35
Tela Login/Cadastro.....	36
Tela Principal.....	36
Menu Cadastro.....	38
Menu Controle Animal.....	40
Menu Relatórios.....	50
Menu Seleção e Simulação de Acasalamentos.....	74
Exportar Banco de Dados.....	80
Considerações Finais.....	80
Referências.....	80
5 CAPÍTULO II.....	81
Índice de seleção e acasalamentos dirigidos em caprinos de corte	
Resumo.....	82
Abstract.....	82
Introdução.....	83
Material e Métodos.....	84
Resultados e Discussão.....	90
Conclusões.....	98
Referências Bibliográficas.....	98
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101

1 INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da exploração de pequenos ruminantes está transformando o cenário dos sistemas produtivos. No Brasil existem aproximadamente 26,4 milhões de cabeças de ovinos e caprinos, sendo 17,6 de ovinos e 8,8 milhões de caprinos. No Nordeste é onde se cria mais ovinos e caprinos no Brasil, contando com 9,7 e 8 milhões, respectivamente (IBGE, 2014). Dentre os estados que compreende esta região, o Piauí destaca-se em termos de quantidade neste setor, possuindo o quarto maior rebanho ovino e o terceiro maior rebanho caprino.

Apesar do grande efetivo e das potencialidades existentes, o estado ainda apresenta índices produtivos e reprodutivos baixos, principalmente em decorrência ao sistema de criação explorado (sistema extensivo) e o baixo padrão tecnológico empregado neste sistema, além da falta de informações do rebanho o que pode contribuir para o desconhecimento desses índices, dificultando assim a adoção de tecnologias simples nos sistemas de criação, como seleção e direcionamento dos acasalamentos.

A utilização de tecnologias computacionais voltada para o controle, gerenciamento e seleção de animais geneticamente superiores, além de acasalamentos dirigidos objetivando a diminuição da endogamia em rebanhos ovinos e caprinos, pode vir a ser uma saída para minimizar o problema dos baixos índices produtivos e reprodutivos. Dessa forma, o desenvolvimento de softwares voltados para este setor é de suma importância, pois estas atividades trabalham com um grande número de variáveis que devem ser observadas e analisadas com maior exatidão.

Vale ressaltar que devido ao avanço da computação e da informatização é possível desenvolver sistemas de gerenciamento, controle zootécnico e genético para esse setor de criação, visando facilitar a tomada de decisão do produtor e auxiliar no aumento em quantidade e qualidade do produtor final. Além disso, o uso de recursos computacionais, assim como o de métodos de seleção eficientes são de grande importância para os sistemas de produção de ovinos e caprinos. No entanto, a adoção de programas computacionais aplicados ao melhoramento genético animal depende do equilíbrio entre o que é possível, sob o ponto de vista tecnológico, e o que é aceitável, no contexto socioeconômico de um sistema de produção.

Diante do desafio de maximizar o melhor arranjo dessas teorias de forma conexa surgem os Algoritmos Genéticos (AGs), inspirados no processo de evolução natural, que buscam a melhor solução para os problemas de otimização, utilizando um processo iterativo de busca da melhor solução para o problema (Costa, 2009). Estes algoritmos fazem parte de uma família de modelos computacionais que simulam processos naturais aplicado a soluções de problemas reais de bioinformática. Além disso, empregam uma estratégia de busca paralela e estruturada, mas aleatória, que é voltada em direção ao reforço da busca de pontos de ‘alta aptidão’, ou seja, pontos nos quais a função a ser minimizada (ou maximizada) tem valores relativamente baixos (ou altos) (LINDEN, 2006).

Sendo assim, com essa pesquisa objetivou-se desenvolver uma nova versão do software CAPRIOVI, implementando o método índice de seleção para realizar seleção de caprinos e ovinos de corte e indicar a melhor combinação de acasalamentos dos animais, tendo em vista maximizar os ganhos genéticos e minimizar a endogamia média do rebanho por meio de algoritmos de busca otimizada.

A dissertação foi segmentada a fim de melhorar a acomodação dos diferentes tópicos. Inicialmente, tem-se a introdução e revisão de literatura que engloba os temas abordados nos Capítulos, aos quais servirá de referencial teórico, bem como as respectivas Referências Bibliográficas utilizadas. Segue com o Capítulo I, o qual trata sobre o CAPRIOVI - Software para controle zootécnico, genético e orientação de acasalamentos em caprinos e ovinos: manual do usuário. O Capítulo II versa sobre o Índice de seleção e acasalamentos dirigidos em caprinos de corte. A finalização desta pesquisa é alcançada com as Considerações Finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama da caprino e ovinocultura de corte no Brasil

O rebanho nacional de caprinos em 2014 alcançou 8.851.879 cabeças, sendo 8.109.672 cabeças na Região Nordeste (91,6%), enquanto o rebanho ovino registrou em 2014 o número de 17.614.454 cabeças no País, das quais 10.126.799 estão no Nordeste (57,5%). O país ocupa hoje o 22º rebanho mundial de caprinos e o 18º maior rebanho de ovinos do planeta (FAOSTAT, 2015).

No Brasil, a oferta e a demanda de carne ovina e caprina ainda está abaixo do potencial de produção, o que reflete a potencialidade da atividade para o setor no país, sobretudo na região Nordeste onde esses pequenos ruminantes são caracterizados por apresentarem adaptação às condições edafoclimáticas e quase sempre estão ligados à agricultura familiar, sendo criados em sistemas extensivos com baixa tecnificação (MARTINS et al. 2015).

Para Jesus Júnior et al. (2010) a criação de pequenos ruminantes na região Nordeste do Brasil caracteriza-se como uma atividade de subsistência, complementar à criação de gado bovino, com os animais criados de forma extensiva, com baixa tecnificação e baixos resultados zootécnicos. Entretanto, muitos produtores vêm buscando melhores índices produtivos e reprodutivos nos seus rebanhos, desta forma utilizam meios de seleção dentro da raça ou recorrem à utilização de mais de uma raça através de cruzamentos, que é uma opção de alterar a produção e produtividade do plantel de forma mais rápida (SILVESTRE et al., 2015).

A caprino e a ovinocultura passam por um momento importante e decisivo em seu desenvolvimento, onde são indispensáveis a participação e o comprometimento de todos os atores envolvidos nesse setor de criação para o estabelecimento de estratégias e metas articuladas entre todos os elos da cadeia produtiva. Menezes Júnior et al. (2014) afirmam que a criação de pequenos ruminantes representa um importante agente de inclusão e fonte de proteína para o semiárido Nordestino, visto que, é uma cultura que requer pouca tecnificação e mão-de-obra.

Barros et al. (2009) destacam a importância da criação de pequenos ruminantes no agronegócio brasileiro, configurando esta atividade como alternativa agropecuária apropriada para gerar crescimento econômico e benefícios reais em todas as regiões

brasileiras. Entretanto, o autor supracitado chama a atenção para as incertezas que pairam sobre o mercado de produtos caprinos e ovinos, dentre os quais se destacam a clandestinidade dos abates destes animais, a falta de regularidade de oferta destes produtos, o hábito alimentar brasileiro e o baixo poder aquisitivo da população. Este último, talvez se caracterize como principal entrave, tendo em vista o alto preço alcançado pela carne destes animais.

A criação de pequenos ruminantes é vista como uma fonte sustentável com excelente possibilidade de rentabilidade econômica, o que a torna de suma importância para as regiões áridas e semiáridas. Entretanto, é de grande importância o desenvolvimento de novas tecnologias que sejam acessíveis e que facilitem a tomada de decisão por parte dos produtores, uma vez que, os índices de produtividade não têm crescido satisfatoriamente e em segunda instância a criação de novos produtos e de tecnologias privilegiam a qualidade do controle zootécnico e genético desses animais (TEIXEIRA et al., 2013).

É relevante citar que em sistemas de criação que utilizam algum nível de tecnologia, torna-se evidente a melhoria na produção e reprodução, criando assim perspectivas de organização empresarial da atividade. Além disso, a criação desses pequenos ruminantes de forma tecnificada vem sendo considerada uma alternativa eficaz para o desenvolvimento da zona semiárida, pois aumenta a quantidade e qualidade do produto final e conseqüentemente gera maior retorno financeiro para o produtor (FRANÇA et al., 2016).

2.2 Seleção de acasalamentos

A Seleção de acasalamentos consiste em realizar a melhor combinação de reprodutores e matrizes, visando à maximização do ganho genético e buscando também o controle da endogamia do rebanho (JANGARELLI, 2014). Devendo salientar que a seleção de acasalamentos pode contribuir para maximizar o valor fenotípico e genético em programas de seleção por meio da manutenção da maior variabilidade genética entre os indivíduos (SANTOS et al., 2016).

Colleau et al. (2009) afirmaram que a implementação da seleção de acasalamentos requer maior atenção no sentido de elaborar e seguir estratégias que visem maximizar os ganhos genéticos e controlar a endogamia. Diversos sistemas de

acasalamento podem ser empregados em rebanhos caprinos e ovinos, no entanto, deve-se escolher aquele que melhor convém aos objetivos da criação e do produtor. Ao mesmo tempo em que o método escolhido deve contemplar vantagens como simplicidade e concentração das atividades de manejo em um curto espaço de tempo, oferecer bons resultados econômicos e permitir o aproveitamento máximo do reprodutor.

É bastante significativo citar que com o uso de acasalamentos seletivos é possível evitar a endogamia na descendência direta, assim como o grau de endogamia da população. Diante disso, Carvalheiro et al. (2010) sugerem que direcionar os acasalamentos sem comprometer o mérito predito da progênie e inclusive a combinação de acasalamento com restrições sobre a endogamia pode proporcionar maior progresso genético que o acasalamento aleatório.

Neves et al. (2009) observaram o impacto de diferentes estratégias de acasalamento em uma única geração, mais sugeriram que outras simulações devem ser conduzidas para contrastar estratégias de acasalamento em situações de ciclos repetidos de seleção e acasalamento, com a simulação de diferentes gerações. Esses autores asseguraram que estratégias alternativas de acasalamento são eficientes em elevar a proporção de animais geneticamente superiores e ao mesmo tempo controlar ou aumentar a variabilidade genética dos animais.

Em programas de melhoramento genético os acasalamentos seletivos podem ser utilizados para melhorar a estrutura genética da população para o próximo ciclo de seleção. Teoricamente, nas populações, os acasalamentos seletivos alteram as frequências genotípicas e culminam por alterar também as frequências gênicas. Dessa forma, se bem planejados, esse procedimento pode promover o melhoramento genético dos rebanhos. Santos et al. (2016) relataram que estratégias de acasalamento seletivo permitem o uso mais racional dos animais geneticamente superiores de forma a alcançar os objetivos pré-estabelecidos em programas de melhoramento, além de possibilitar o uso de estratégias para a manutenção da variabilidade inter-racial e intrarracial.

Quando mais de uma característica está envolvida no objetivo final da seleção, os acasalamentos seletivos podem ser favoráveis, combinando as diferentes qualidades do reprodutor e da matriz para as distintas características. Kinghorn et al. (2006) ressaltam que num futuro próximo, quando os efeitos de genótipos específicos forem

mais bem compreendidos, os acasalamentos seletivos assumirão uma maior importância.

Atualmente a otimização com algoritmo de evolução diferencial está sendo usada para sanar problemas com a seleção de acasalamentos de animais de produção. Sendo assim, Carvalheiro et al. (2010) e Santos et al. (2016) mostraram a eficiência na utilização desse algoritmo para a contribuição genética ótima, em termos de ganho genético com restrições para a coancestria. Os autores supracitados concluíram que a seleção de acasalamentos via algoritmo de evolução diferencial pode ser utilizada, pois oferecem diferentes cenários de ganho genético a partir de restrições no interesse nos componentes de função objetivo do algoritmo.

Vale ressaltar que a evolução diferencial é uma técnica estocástica de busca direta, fundamentada nos mecanismos de evolução natural das espécies, utilizando procedimentos de *seleção* de modo organizado com base no *valor adaptativo* dos *indivíduos* e operadores de *mutação* e *recombinação* (STORN; PRICE, 1997). Essa técnica utiliza vetores de n dimensões como uma *população* para cada *geração* e consiste em gerar aleatoriamente uma *população* de *indivíduos* onde cada um representa um ponto de busca no espaço de soluções. Cheng e Hwang (2001) relatam que a técnica busca a solução ótima global por meio da manipulação de uma *população* de soluções candidatas.

Em outra vertente, Barreto Neto (2014) utilizou algoritmo genético para encontrar a contribuição genética ótima, para a próxima geração, de ovinos pertencentes ao núcleo de seleção do Programa de Melhoramento Genético da Raça Santa Inês (ASCCO/USP). O autor propôs que o acasalamento seletivo utilizando a ótima contribuição é o método de escolha quando se pretende limitar o crescimento da consanguinidade e que o uso de algoritmos genéticos, para encontrar a ótima contribuição, pode representar uma importante ferramenta para aumentar o ganho genético em programas de melhoramento animal.

Kinghorn e Shepherd (1998) utilizando a teoria da contribuição genética, introduziram os algoritmos genéticos para otimização da seleção de acasalamentos. Segundo esses autores, a arquitetura necessária para sanar o problema com o uso de algoritmo genético envolve a Representação do Problema (nesta etapa as variáveis a serem otimizadas, isto é a contribuição individual para a próxima geração, juntamente com todas as restrições existentes são representadas por incógnitas numéricas), a

Função Objetivo (deve expressar, através de uma função matemática, o valor que atribuímos a qualquer combinação de valores das variáveis, esse número representa a aptidão dessa solução) e o Mecanismo de Otimização (é a parte do programa que simula o processo de reprodução, mutação e seleção natural, em busca de soluções, isto é, valores das variáveis de decisão, que aumentem a aptidão da função objetivo).

Carvalho et al. (2016) salientam que os algoritmos genéticos buscam a solução para um problema de otimização por meio de um conjunto de soluções candidatas, explorando diferentes pontos de espaços de busca, sendo atribuído um *fitness* (ponto) a cada solução do conjunto. Sendo assim, a cada geração, soluções relativamente “boas” se reproduzem, enquanto que soluções relativamente “ruins” são eliminadas. Para fazer a distinção entre diferentes soluções, é empregada uma função de avaliação ou de adaptabilidade que simula o papel de pressão exercida pelo ambiente sobre o indivíduo.

Lee et al. (2008) afirmam que a técnica de evolução diferencial diferencia-se dos algoritmos genéticos, principalmente por empregar perturbações nos indivíduos da população corrente que será comparada ao indivíduo corrente, fazendo, dessa forma, uma busca pelo espaço de soluções. No entanto, esse operador é inspirado em argumentos matemáticos e heurísticos. Assim, a medida que o algoritmo progride, a aplicação do operador de mutação diferencial aos pares de indivíduos da população corrente gera vetores diferenciais que conduzem a uma modificação da distribuição espacial da população de acordo com a função objetivo do problema.

2.3 Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos (AGS) constituem uma técnica de busca e otimização, altamente paralela, inspirada no princípio Darwiniano de seleção natural e reprodução genética. Os princípios da natureza nos quais os AGs se inspiram são simples. De acordo com a teoria de Darwin, o princípio de seleção privilegia os indivíduos mais aptos com maior longevidade e, portanto, com maior probabilidade de reprodução (NETO; PETROLI; FAJ, 2011). Indivíduos com mais descendentes têm mais chance de perpetuarem seus códigos genéticos nas próximas gerações. Tais códigos genéticos constituem a identidade de cada indivíduo e estão representados nos cromossomos. Estes princípios são imitados na construção de algoritmos computacionais que buscam

uma melhor solução para um determinado problema, através da evolução de populações de soluções codificadas através de cromossomos artificiais (LUCAS, 2002).

Santos et al. (2012) afirmaram que os AGs utilizam conceitos provenientes do princípio de seleção natural para abordar uma série ampla de problemas, em especial de otimização. Apesar de aleatórios, os AGs não são ‘caminhadas’ aleatórias não direcionadas, pois exploram informações históricas para encontrar novos pontos de busca onde são esperados melhores desempenhos. Isto é feito através de processos iterativos, onde cada iteração pode ser considerada uma nova geração.

Durante cada iteração, os princípios de seleção e reprodução são aplicados a uma população de candidatos que pode variar, dependendo da complexidade do problema e dos recursos computacionais disponíveis. Costa (2009) relata que através da seleção, é determinado quais indivíduos conseguirão se reproduzir, gerando um número determinado de descendentes para a próxima geração, com uma probabilidade determinada pelo seu índice de aptidão. Em outras palavras, os indivíduos com maior adaptação relativa têm maiores chances de se reproduzir.

Holland (1975) decompôs o funcionamento dos AGs nas etapas de *inicialização*, *avaliação*, *seleção*, *cruzamento*, *mutação*, *atualização* e *finalização* (Figura 1). Na etapa de *inicialização* é gerada uma população formada por um conjunto aleatório de indivíduos que podem ser vistos como possíveis soluções para o problema para depois submetê-la ao processo de evolução, constituído pelas seguintes etapas: *avaliação*, onde avalia-se a aptidão das soluções (indivíduos da população), para isso é feita uma análise para que se estabeleça quão bem elas respondem ao problema proposto; *seleção*, onde será identificado os indivíduos que serão destinados a reprodução. Cabe ressaltar que a probabilidade de uma dada solução i ser selecionada é proporcional à sua aptidão; *cruzamento*, onde as características das soluções escolhidas são re combinadas, gerando novos indivíduos; *mutação*, onde as características dos indivíduos resultantes do processo de reprodução, são alteradas, acrescentando assim variedade à população; *atualização*, onde os indivíduos criados nesta geração são inseridos a população e por fim a etapa de *finalização*, onde verifica se as condições de encerramento da evolução foram atingidas, retornando para a etapa de avaliação em caso negativo e encerrando a execução em caso positivo.

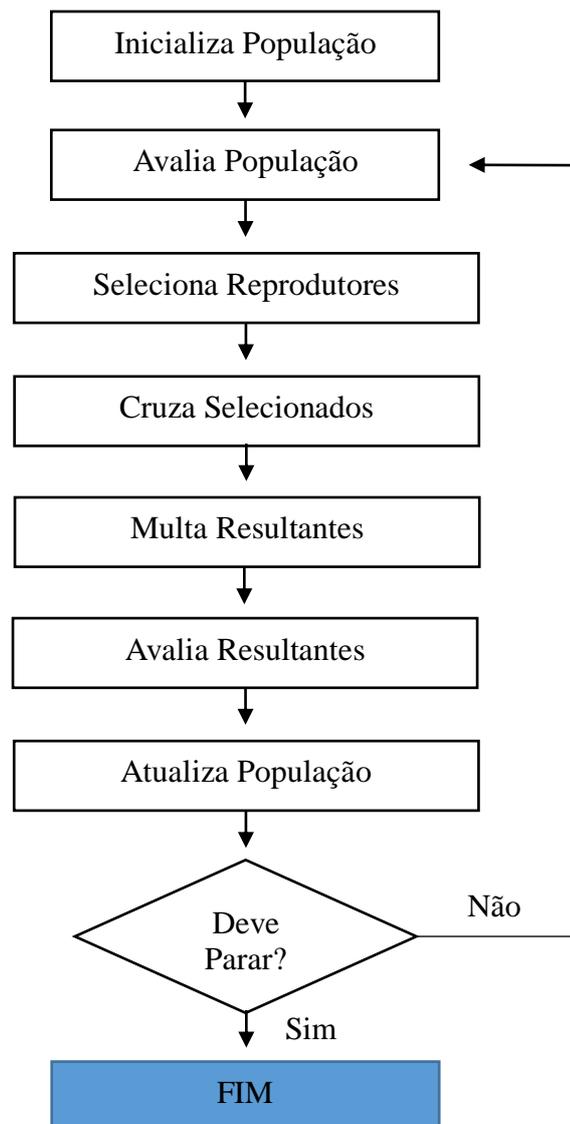


Figura 1 - Estrutura de funcionamento de um algoritmo genético.

Dentre as etapas supracitadas a *mutação* é de suma importância para a introdução e manutenção da diversidade genética da população, alterando arbitrariamente um ou mais componentes de uma estrutura escolhida (GONDRO; KINGHORN, 2008).

Nakamura et al. (2005) afirmaram que os AGs diferem dos métodos tradicionais de busca e otimização, principalmente por trabalharem com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros, bem como trabalham com toda população e não com um único ponto. Além disso, utilizam regras de transição probabilísticas e não impõem muitas das limitações encontradas nos métodos de busca tradicionais.

2.4 Softwares para escrituração zootécnica e seleção de acasalamentos

O mapeamento de empresas ofertantes de softwares para o agronegócio em todo o território brasileiro foi realizado por Bambini et al. (2013). Dessas, 162 empresas ofertavam 402 produtos de softwares desenvolvidos e/ou distribuídos em quatro categorias que abrangem as várias cadeias produtivas: administração/gerenciamento, manejo animal, cultivo vegetal, e controle de processos e/ou de atividades rurais. Das 162 empresas pesquisadas, aproximadamente 58% possuem sede na região sudeste e 27,8% na região sul. Esse fato torna-se ainda mais calamitoso ao se observar que estas empresas estão distribuídas em apenas 16 estados do país e que o Piauí não possui nenhuma empresa desenvolvedora de softwares voltada ao agronegócio.

Vale destacar que os softwares existentes no mercado nacional são, na maioria, adaptados de softwares desenvolvidos para bovinos não sendo específicos para controle zootécnico e genético de caprinos e ovinos. Sendo assim, é comum produtores adquirirem estes softwares pensando ter encontrado uma ferramenta que irá solucionar todos os problemas relacionados ao gerenciamento dos seus rebanhos. No entanto, depois de certo tempo de uso, observam que os mesmos não atende as suas expectativas.

Barbosa et al. (2000) afirmam que isso pode ocorrer por vários motivos, dentre eles destacam-se: o software é muito complexo e não oferece um suporte satisfatório; não foi pedida nenhuma orientação; a empresa não ofereceu treinamento suficiente e não oferece segurança, além de atender somente parte das necessidades. Quando isso acontece, o sistema adquirido passa de ferramenta de solução para ferramenta de confusão, com isso o produtor poderá se tornar contra qualquer tipo de investimento nesse sentido.

Dentre os softwares disponíveis no mercado, destinados a caprinocultura e a ovinocultura tem-se o PROCAPRI, desenvolvido pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP- Jaboticabal). Esse software tem como objetivo ajudar o criador no gerenciamento do rebanho, através do controle produtivo e reprodutivo, auxiliar na formação de um banco de dados representativo da caprinocultura brasileira e fornecer dados para pesquisa, visando obter resultados mais consistentes para esse setor de criação. Atualmente, o PROCAPRI utiliza a linguagem

de programação em PHP e o gerenciador de banco de dados MYSQL, pois é voltado para ambiente web (BIAGIOLI, 2009).

Outro Software disponível no mercado é o Pecuária Brasil Ovinos. Este software oferece ao ovinocultor ferramentas que conferem facilidades no trabalho rotineiro, nas tomadas de decisão, na avaliação de desempenho zootécnico e no melhoramento genético do rebanho. Foi desenvolvido pela empresa Pecuária Brasil Assessoria, que tem como foco principal a gestão zootécnica e financeira na pecuária (PECUÁRIA BRASIL ASSESSORIA, 2015).

O software Pecuária Brasil Ovinos disponibiliza como ferramenta de melhoramento genético animal o “Dossiê de matrizes”, método que calcula índices informativos (taxa de prolificidade, idade ao primeiro parto, intervalo entre partos e número de cobertura por prenhez) e de desempenhos (ganho de peso dos filhos) de cada ovelha do rebanho cadastrado. Proporcionando ao usuário a possibilidade de verificar o desempenho individual de cada animal e o seu posicionamento no plantel, facilitando ao criador ou técnico identificar quais aspectos estão deficitários no rebanho, traças as linhas de corte e identificar quais animais estão acima ou abaixo desta linha. Entretanto, essas linhas de corte são definidas apenas a nível fenotípico, sem levar em consideração a base genética do animal e isso pode acabar fazendo com que um genótipo melhor seja observado como pior fenótipo e vice-versa, levando ao usuário a uma tomada de decisão errônea quanto a seleção e descarte dos animais.

Lôbo (2003) desenvolveu o programa GENECOC, que tem como objetivo principal estimular e assessorar produtores na escrituração zootécnica dos seus rebanhos, gerando informações de valores genéticos seguros e confiáveis que possam ser utilizadas na seleção dos melhores animais. Para isto, o programa utiliza um sistema de gerenciamento online, por meio de um software em rede, via internet, escrito em linguagens PHP/HTML/Javascript e acesso a um banco de dados PostgreSQL. Sendo valido salientar que para os rebanhos que já possuem estimativas de Diferença Esperada na Progenie (DEP), este software possui ferramentas de seleção de animais por mérito genético total, com a construção de um índice genético de seleção. Além disso, o programa estima a endogamia média do rebanho e fornece ao produtor uma listagem dos animais endogâmicos, como forma de auxiliar o produtor na orientação de acasalamentos.

2.5 Método Índice de Seleção

O princípio básico da teoria dos índices de seleção é obter uma função linear dos valores fenotípicos para diversas características. Os índices disponíveis diferem basicamente na ponderação que é dado para cada uma das características consideradas. Para estimar os pesos dados para as características há índices que consideram variâncias e covariâncias genéticas, fenotípicas e o peso econômico dessas características (SMITH, 1936; HAZEL, 1943), outros que consideram o valor mínimo aceitável para cada característica, como o índice multiplicativo (ELSTON, 1963), uns no qual é possível restringir o ganho genético a um ou mais objetivos de seleção (KEMPTHORNE; NORDSKOG, 1959), alguns envolvem o ranqueamento e a soma dos ranques dos genótipos para cada um dos caracteres (MULAMBA; MOCK, 1978), e há aqueles que utilizam os ganhos desejados e as variâncias e covariâncias genéticas, para ponderar as características utilizados no índice (PESEK; BAKER, 1969).

O interesse principal do produtor em um sistema de criação é a seleção de animais superiores geneticamente para várias características. No entanto, a eficiência dos animais de interesse zootécnico guarda uma relação estreita com as características que impactam em maior retorno econômico para a atividade. Em função dos interesses em identificar animais superiores para múltiplas características, a seleção deve ser direcionada para as que possuem importância maior e que causam um máximo impacto econômico na atividade (GAMA, 2002).

Pereira (2012) salienta que a meta de selecionar várias características simultaneamente é mais evidente quando se considera que a criação de pequenos ruminantes no Brasil é reconhecidamente de baixa rentabilidade. Portanto, no caso da seleção para várias características, o estabelecimento de prioridades é decisão indispensável. É válido discorrer que a seleção para mais de uma característica, pode reduzir a pressão de seleção para outra qualquer.

No que tange a seleção para múltiplas características, já foram propostos métodos alternativos de seleção, tais como o método Unitário ou “Tandem”, Níveis Independentes de Eliminação e Índice de Seleção. Dentre esses métodos, destaca-se o Índice de Seleção. Marques et al. (2012) afirmam que o índice de seleção é a maneira mais rápida e eficiente de melhorar o valor genético agregado, pois utiliza uma grande quantidade de informação de várias características para produzir um valor único.

Os índices de seleção têm sido propostos em programas de melhoramento animal como critério para selecionar caracteres quantitativos simultaneamente. Esse método busca estabelecer as relações entre as características produtivas mais importantes, de tal forma que, pela ponderação adequada de cada uma, surja um número único (índice) que represente a estimativa do valor genético do indivíduo.

Nessa vertente, inúmeras aplicações do método índice de seleção já foram propostas, dentre elas destaca-se o índice de seleção clássico, proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), onde neste índice os valores de ponderação para cada característica são obtidos mediante o seguinte sistema de equação:

$$b = P^{-1}Ga$$

em que: b é o vetor de valor de ponderação para as n características que compõem o índice; P^{-1} é a inversa da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas; G é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas; a é o vetor de valores econômicos para as n características que compõem o índice.

Um dos principais entraves para o índice de seleção clássico é a correta determinação dos valores econômicos das características, limitando assim o seu uso. Como forma de contornar essa dificuldade Pesek e Baker (1969) adaptaram a teoria dos índices de seleção, substituindo os valores econômicos relativos por ganhos desejados. Ao usar essas modificações, duas informações são necessárias: a matriz de variâncias e covariâncias genéticas, na qual a seleção será praticada e a segunda é o vetor de ganhos desejados nas n características.

A aplicação do índice de seleção usando ganhos desejados deverá ocorrer quando o produtor encontrar dificuldades para atribuir valores econômicos às características incluídas no seu índice de seleção. O ganho genético desejado é função da quantidade de mudança em cada característica que o melhorista deseja obter em seu programa de melhoramento.

Os valores de ponderação (b) no índice de ganhos desejados serão determinado pelo seguinte sistema de equações:

$$h = Gb$$

em que: h é o vetor de ganhos genéticos desejados; G é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas e o vetor b será obtido por

$$b = G^{-1}h$$

em que: b é o vetor de ponderação para cada característica componente do índice; G^{-1} é a inversa da matriz de variâncias e covariâncias genéticas e h é o vetor de ganhos desejados.

O vetor de ganhos genéticos desejados é calculado através da diferença entre a média esperada dos animais para uma determinada característica e o valor médio observado desta característica no animal.

Para a construção do índice de seleção usando ganhos genéticos desejados deve-se levar em consideração a variabilidade fenotípica, a herdabilidade de cada característica e as correlações genéticas entre as mesmas. Dessa forma, estimativas acuradas desses componentes são de suma importância para a obtenção de índices mais consistentes e acurados. Evidenciando que uma dificuldade que se mostra relevante na construção de um índice é a qualidade dos parâmetros genéticos e fenotípicos idealizados para a sua construção. Dessa forma, Pereira (2012) recomenda que tais parâmetros sejam obtidos de grandes populações de animais, utilizando-se, também de grande volume de informações.

Mrode (2014) relata que a acurácia no índice de seleção é a correlação entre o valor genético verdadeiro do animal e o seu índice, quanto maior essa correlação, melhor será o índice como preditor do valor genético. Além disso, a mesma poderá ser usada como uma forma de avaliar diferentes índices baseado em diferentes características, com o intuito de identificar se uma característica poderá ou não ser incluída no índice de seleção.

Ressalta-se que os ganhos genéticos em cada característica, resultante da seleção baseada no índice de seleção, pode ser calculado em função da regressão de cada uma das características, em relação ao índice de seleção. Dessa forma, fica evidente a importância dos corretos valores de ponderação das características, pois além de influenciarem no ganho genético também podem influenciar na acurácia do índice, pois os ponderadores devem ser obtidos de forma a maximizar a correlação entre o índice de seleção e os valores genéticos verdadeiros dos animais.

3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAMBINI, M. D.; MENDES, C. I. C.; MOURA, M. F.; OLIVEIRA, S. R. M. Software para agropecuária: panorama do mercado brasileiro. **Parcerias Estratégicas**, v. 18, p. 175-198, 2013.

BARBOSA, M. P.; LOPES, M. A.; ZAMBALDE, A. L. Software para gerenciamento de rebanhos bovinos: desenvolvimento e avaliação pela Softhouse. **Revista Brasileira de agroinformática**, v.3, p.13-20, 2000.

BARRETO NETO, A. D. **Estrutura populacional e otimização de esquemas de acasalamento em ovinos com uso de algoritmos evolucionários**. 2014. 62p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe - Sergipe.

BARROS, C. S.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; DITTRICH, J. R.; CANZIANI, J. R.; FERNANDES, M. A. M. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2270-2279, 2009.

BIAGIOLI, B. **PROCAPRI – Programa de Gerenciamento de Rebanhos Caprinos: Atualização e Aprimoramento**. 2009. 100f Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

CARVALHEIRO, R. QUEIROZ, S. A.; KINGHORN, B. Optimum contribution selection using differential evolution. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1429-1436, 2010.

CARVALHO, T.; SANTOS, N.; LIRA, W.; OLIVEIRA, P. A.; SANTOS NETO, P.; SARMENTO, J. L.; RABÊLO, R. **An Information System for Genetic Improvement of Goats and Sheep**. Sociedade Brasileira de Computação, 2016.

CHENG, S. L.; HWANG, C. Optimal approximation of linear systems by a differential evolution algorithm. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans**, v.31, p.698-707. 2001.

COLLEAU, J. J.; TUAL, K.; PREAUMONT, H.; REGALDO, D. A mating method accounting for inbreeding and multi-trait selection in dairy cattle populations. **Genetics Selection Evolution**, v.41, p.1-7, 2009.

COSTA, E. J. X. Inteligência Artificial aplicada à Zootecnia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 390-396, 2009.

ELSTON, R. C. A weight free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, v. 19, p. 85-97, 1963.

FAOSTAT, FAO. **FAO Statistics Division**, 2015. 2015.

FRANÇA, F. M. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SOUSA NETO, J. M. Análise da viabilidade financeira e econômica do modelo de exploração de ovinos e caprinos no

Ceará por meio do Sistema Agrossilvipastoril. **Revista Econômica do Nordeste**, v.42, p.287-308, 2016.

GAMA, L. T. **Melhoramento Genético Animal**. Lisboa, 2002.

GONDRO, C. KINGHORN, B. P. **Application of evolutionary algorithms to solve complex problems in quantitative genetics and bioinformatics**. Guelph: University of Guelph, 2008. 96p.

HAZEL, L.V. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.28, p.476-490, 1943.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2014. Acesso em: 13/01/2017. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=24&i=P>.

JANGARELLI, M. Acasalamento estratégico na seleção assistida por marcadores utilizando análise multivariada. **Revista Ceres**, v.61, p.443-450, 2014.

JESUS JÚNIOR, C.; RODRIGUES, L. S.; MORAES, V. E. G. Ovinocaprinocultura de corte: a convivência dos extremos. **Agroindústria**, v.31, p.281-320, 2010.

KEMPTHORNE, M. S.; NORDSKOG, A. W. Restricted selection índices. **Biometrics**, v. 15, p. 10-19, 1959.

KINGHORN, B. P.; SHEPHERD, R. Mate selection by groups. **Dairy Science**, v.81, p.55-583 63, 1998.

KINGHORN, B. P.; WERF, J.; RYAN, M. **Melhoramento Animal: uso de novas tecnologias**. Piracicaba, 2006.

LEE, S. H; WERF, J.; KINGHONR, B. P. Using an evolucuinary algorithm and parallel computing for haplotyping in a general complex pedigree with multiple marker loci. **BMC Bioinformatics**, v.189, p.2105-2115, 2008.

LINDEN, R. **Algoritmos Genéticos: uma importante ferramenta da inteligência computacional**. Rio de Janeiro, 2006.

LÔBO, R. N. B. **Genecoc: programa de melhoramento genético de caprinos e ovinos de corte**. Número de Registro 826872670, 2003.

LUCAS, D. C. **Algoritmos Genético: uma Introdução**. *Apostila*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2002.

MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B. Índices de seleção para bovinos da raça Nelore participantes de provas de ganho em peso em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.669-681, 2012.

MARTINS, V. N.; MARCHETTI, M. E.; GARCIA, R. G. Qualidade da Carne de Ovinos: depende do bem-estar do animal na produção. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, p.1-8, 2015.

MENEZES JÚNIOR, E. L.; BATISTA, A. S. M.; LANDIM, A. V.; ARAÚJO FILHO, J. T.; HOLANDA JÚNIOR, E. V. Qualidade da carne de ovinos de diferentes raças de reprodutores terminados sob dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, p.517-527, 2014.

MRODE, R. A. **Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values**. 3ed. 2014.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p. 40-51. 1978.

NAKAMURA, E. K.; ASTOLFI, G.; RIBEIRO, J. M. G. Algoritmos genéticos. **Estudos & Pesquisa**, v. 10, p. 115-123, 2005.

NETO, S. PETROLI; FAJ, U. Computação evolutiva: Desvendando os algoritmos genéticos. **Revista Ubiquidade**, v.1, p.34, 2011.

NEVES, H. H. R.; CARVALHEIRO, R.; CARDOSO, V.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Acasalamento dirigido para aumentar a produção de animais geneticamente superiores e reduzir a variabilidade da progênie em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1201-1204, 2009.

PECUÁRIA BRASIL ASSESSORIA. **Software Pecuária Brasil Ovinos**. 2015. Acesso em: 09/12/2015. Disponível em: <http://www.pecuariabrasilassessoria.com.br/software-ovinos.php>.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte, 2012.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal Plant Science**, v.49, p.803-804, 1969.

SANTOS, N. P. S.; SARMENTO, J. L. R.; CAMPELO, J. E. G.; REGO NETO, A. A.; NERI, V. S.; TORRES, T. S. Seleção assistida: proposta de otimização utilizando Algoritmos Genéticos. **PUBVET**, v. 6, p. 1-16, 2012.

SANTOS, N. P. S.; SARMENTO, J. L. R.; CARVALHEIRO, R.; CAMPELO, J. E. G.; SOUSA, W. H.; FIGUEIREDO FILHO, L. A. S.; REGO NETO, A. A.; BIAGIOTTI, D. Contribuição genética ótima aplicada à seleção de ovinos Santa Inês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.745-750, 2016.

SILVESTRE, E. A.; COSTA, M. S.; SILVA, P. O.; BAJAY, M. M.; PINHEIRO, J. B.; ZUCCHI, M. I.; CAMPELO, J. E. G.; BRITTO, F. B. A note on the distribution of

genetic diversity of Anglo-Nubian goats in central-northern farms of Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, p.155-160, 2015.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Ann Eugen**, v.7, p.240- 250, 1936.

STORN, R.; PRICE, K. Differential Evolution: a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. **Journal of Global Optimization**, v.11, p.341-359, 1997.

TEIXEIRA, I. A. M.; GOMES, R. A.; CASTAGNINO, D. S.; FIGUEIREDO, F. O. M.; HÄRTER, C. J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, S. P.; RIVERA, A. R. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.14, p.104-120, 2013.

4 CAPÍTULO I

**CAPRIOVI - Software para controle zootécnico, genético e orientação de
acasalamentos em caprinos e ovinos
Manual do Usuário**

Este Manual foi elaborado pelo Grupo de Estudo em Melhoramento Animal (GEMA) e o Laboratório de Engenharia de Software (EASII) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Autores:

Laylson da Silva Borges - laylson_borges@hotmail.com

José Lindenberg Rocha Sarmiento - sarmiento@ufpi.edu.br

Pedro de Alcântara dos Santos Neto - pasn@ufpi.edu.br

Colaboradores:

Otávio Cury da Costa Castro - otaviocury.oc@gmail.com

Thasciano Lima Carvalho - thasciano@gmail.com

ÍNDICE GERAL

1 CAPRIOVI	35
2 TELA INICIAL	35
3 TELA LOGIN/CADASTRO	36
4 TELA PRINCIPAL	36
4.1 Cadastro de Fazenda	37
5 MENU CADASTRO	38
5.1 Funcionários	38
5.2 Rebanhos	39
5.3 Animais	40
5.4 Raças	44
5.5 Doenças	45
5.6 Medicamentos	46
6 MENU CONTROLE ANIMAL	46
6.1 Manejo Reprodutivo	46
6.2 Movimentação Animal	47
6.3 Ocorrência Clínica	48
6.4 Controle Parasitário	49
6.5 Vacinação	49
7 MENU RELATÓRIOS	50
7.1 Relatórios Zootécnicos de Produção (RZP)	50
7.1.1 Relatório Dados Zootécnicos do Rebanho	51
7.1.2 Relatório Zootécnico do Animal	54
7.1.3 Relatório de Animais por Entrada	55
7.1.4 Relatório de Movimentação Animal	56
7.1.5 Relatório de Número de Crias do Rebanho	57
7.1.6 Relatório de Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura	58
7.1.7 Relatório de Espessura de Gordura	59
7.1.8 Relatório Olho de Lombo	60
7.1.9 Relatório de Ocorrências Clínicas	61
7.1.10 Relatório de Controle Parasitário	62
7.1.11 Relatório de Vermifugação	63
7.2 Relatórios Zootécnicos de Reprodução (RZR)	64
7.2.1 Relatório de Partos	65
7.2.2 Relatório de Previsão de Parto	66
7.2.3 Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva	67
7.2.4 Relatório de Perímetro Escrotal	68
7.2.5 Relatório de Cobertura por Reprodutor	69
7.3 Relatórios Genéticos (RG)	70
7.3.1 Relatório de Intervalo de Gerações	70
7.3.2 Relatório de Ganho Genético Esperado	71
7.3.3 Relatório de Tamanho Efetivo da População	72

7.3.4 Relatório de Parentesco/Endogamia	73
8 MENU SELEÇÃO E SIMULAÇÃO DE ACASALAMENTOS	74
8.1 Seleção pelo Método Individual ou Massal e Orientação de Acasalamentos.....	75
8.2 Seleção pelo Método Índice de Seleção e Orientação de Acasalamentos	77
9 EXPORTAR BANCO DE DADOS	80
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
11 REFERÊNCIAS	80

DEFINIÇÕES

Algoritmo Genético (AG): É uma técnica utilizada na ciência da computação para achar soluções aproximadas em problemas de otimização e busca. Os AG usam técnicas inspiradas na biologia evolutiva como hereditariedade, mutação, seleção natural e recombinação ou crossing over, e são muito eficientes para a busca de soluções ótimas, ou aproximadamente ótimas em uma grande variedade de problemas.

Diferença Esperada na Progenie (DEP): Representa a metade do valor genético do animal e indica a capacidade de transmissão genética de determinado indivíduo, para uma característica particular.

Ganho Genético (ΔG): É a diferença entre a média da geração F1 e a média da geração parental. Este progresso genético é, no entanto, a resposta à seleção calculada após o processo seletivo, ou seja, trata-se do progresso genético realizado ou observado.

Lógica Fuzzy: É uma teoria matemática que tem como principal objetivo permitir a modelagem do raciocínio aproximado, inspirado na capacidade humana de tomar decisões em ambiente ambíguos com base em sua experiência. A Lógica Fuzzy utiliza a ideia de que todas as coisas admitem graus de pertinência, que indicam o quanto um determinado elemento de um universo de discurso pertence a um conjunto.

Índice de Seleção: É um procedimento que visa obter as ponderações adequadas para as informações de desempenho do animal e de seus parentes, na predição do valor genético. Obtém-se assim, um valor numérico (índice) para cada animal, valor este que é usado para ordenar (rankiar) os animais da população.

Valor Genético (VG): O VG de um indivíduo pode ser definido como sendo igual a duas vezes o desvio da média de seus filhos, considerando-se um grande número deles, da média da população.

1 CAPRIOVI

O CAPRIOVI é um software de gerenciamento de fazendas e foi desenvolvido pelo Grupo de Estudo em Melhoramento Genético Animal (GEMA) em parceria com o Laboratório de Engenharia de Software (EASII) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

O processo de atuação do CAPRIOVI é inovador e apresenta um conjunto de características únicas, tais como o controle e gerenciamento de rebanhos, geração de relatórios de produção, reprodução e genéticos, identificação dos melhores animais do rebanho pelo método de seleção individual ou massal, onde o objetivo principal é identificar animais geneticamente superiores para uma característica e o método índice de seleção, quando o foco principal for a identificação de animais geneticamente superiores para várias características.

A parti da identificação dos melhores animais e considerando o interesse do produtor, o CAPRIOVI poderá ainda fazer a orientação de acasalamentos visando maximizar ganhos genéticos e minimizar a endogamia média dos rebanhos por meio de algoritmos de busca otimizada.

2 TELA INICIAL

A Tela Inicial (Figura 1) apresenta aos usuários um panorama geral do software, retratando as suas principais definições e os serviços ofertados, bem como fornecer uma opção de contato para dúvidas, críticas ou sugestões para melhoria do sistema. Vale ressaltar que na tela inicial existe a opção para o usuário fazer Login/Cadastro no software.



Figura 1 - Tela inicial do Software CAPRIOVI.

3 TELA LOGIN/CADASTRO

Na opção para o usuário fazer Login/Cadastro (Figura 1), clicando nesta opção, ele será levado para uma outra página (Figura 2), onde poderá cadastrar-se, para isso, deverá fornecer ao sistema informações como: nome, CPF, endereço, estado, município, telefone, e-mail, login, senha, confirma senha e por fim confirmar o cadastro no programa. Posteriormente, o usuário poderá acessar o software usando seu login e a senha cadastrada e clicando no botão Entrar.

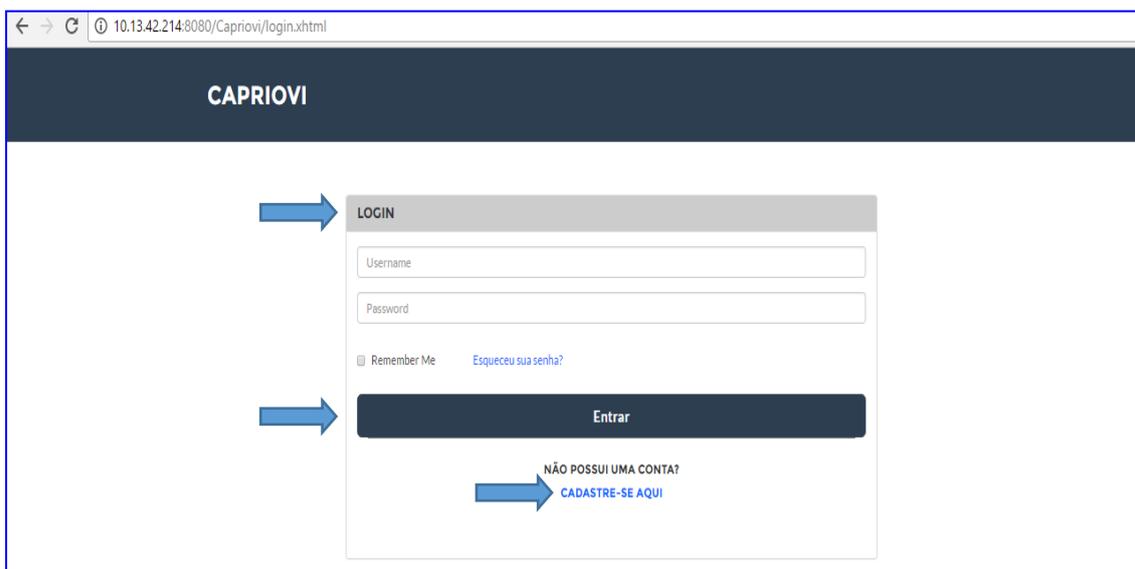


Figura 2 - Tela de Login/Cadastro do Software CAPRIOVI.

4 TELA PRINCIPAL

Feito o Login, o sistema direciona o usuário para a Tela Principal (Figura 3) do CAPRIOVI.

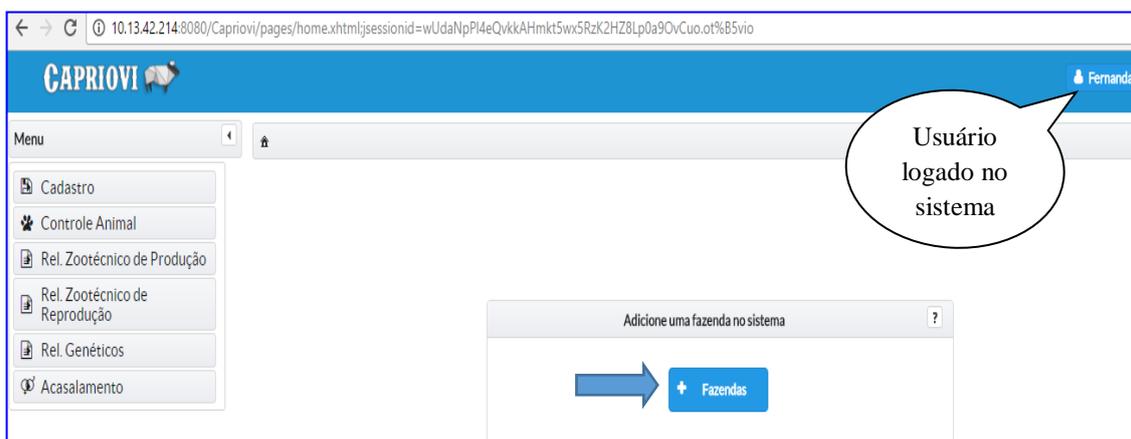


Figura 3 - Tela Principal do Software CAPRIOVI.

A partir dessa tela é possível realizar todos os cadastros (Fazendas, Funcionários, Rebanho, Animal, Raças, Doenças e Medicamentos), adicionar o controle dos animais (Manejo Reprodutivo, Movimentação Animal, Ocorrências Clínicas, Controle Parasitário e Vacinação), gerar os relatórios zootécnicos de produção, reprodução e os relatórios genéticos, bem como escolher o método de seleção (individual ou massal e índice de seleção) a ser utilizado para identificar os melhores animais do rebanho, conforme o interesse do usuário, e posteriormente fazer a orientação de acasalamentos dos animais. É importante mencionar que na tela principal do software é mostrado o nome do usuário que se encontra logado no sistema.

4.1 Cadastro de Fazenda

Na Tela Principal do software (Figura 3) o usuário terá que clicar inicialmente na opção “+ Fazendas” para realizar o cadastro de suas fazendas no sistema. Na Figura 4 estão apresentados os passos que devem ser seguidos para realizar o cadastro.

A imagem mostra a interface de usuário para o cadastro de uma fazenda. No topo, há um cabeçalho com o ícone de uma casa e o texto "Cadastro Fazenda". Abaixo, há uma barra cinza com o texto "Adicionar Fazenda" e uma seta azul apontando para a esquerda. O formulário principal contém os seguintes campos:

- Nome: * (campo de texto)
- Município: * (campo de texto)
- Estado: * (menu suspenso com o texto "Selecionar Estado")
- Telefone: * (campo de texto)
- CNPJ: (campo de texto)
- Dimensão: (campo de texto)

Na base do formulário, há dois botões: "Cancelar" (com um ícone de uma cruz) e "Salvar" (com um ícone de um disco). Uma seta azul aponta para o botão "Salvar".

Figura 4 - Tela de cadastro de Fazenda no Software CAPRIOVI.

Para o cadastro de fazendas no sistema o usuário terá que fornecer informações como: nome da fazenda, município, estado, telefone, CNPJ (opcional) e dimensão (opcional) e ao terminar salvar as informações.

Na Figura 5 está apresentada a Tela Principal do CAPRIOVI após o cadastro de fazendas. Após o cadastro, serão apresentadas informações como: trocar fazenda, esse recurso deverá ser utilizado quando o usuário cadastrar mais de uma fazenda no sistema, detalhamento da fazenda, listagem com as fazendas cadastradas e a opção adicionar

fazenda. Vale ressaltar que ao escolher uma fazenda na Tela Principal tudo que será cadastrado (Menu Cadastro), adicionado (Menu Controle Animal) e gerado (Relatórios) desrespeito a fazenda escolhida pelo usuário.

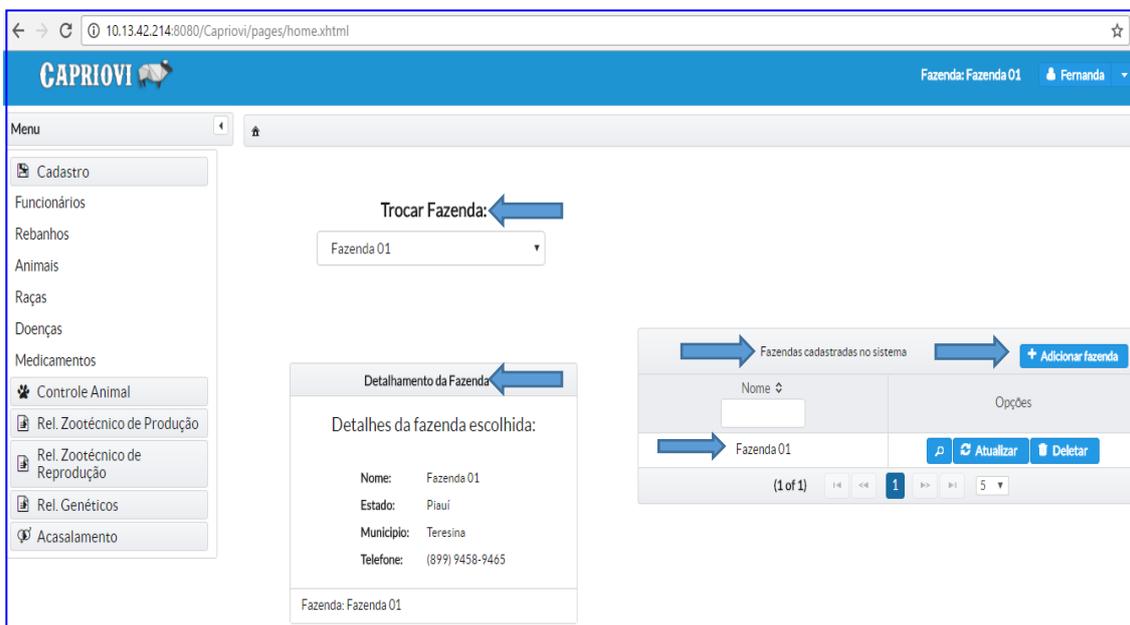


Figura 5 - Tela Principal do Software CAPRIOVI após o cadastro de fazendas.

5 MENU CADASTRO

Atráves do Menu Cadastro o usuário poderá realizar no software o cadastro de Funcionários, Rebanhos, Animais, Raças, Doenças e Medicamentos. Abaixo segue uma descrição e os passos que devem ser seguidos para realizar os respectivos cadastros.

5.1 Funcionários

O pecuarista (responsável pela aquisição do software) terá a opção de cadastrar seus funcionários, onde os mesmos ficarão responsáveis por suas fazendas. Vale ressaltar que em uma fazenda o pecuarista poderá cadastrar vários funcionários, no entanto, um único funcionário será responsável por apenas uma fazenda.

Na Figura 6 estão apresentados os passos que devem ser seguidos para o cadastro de um funcionário no sistema.

Figura 6 - Tela de cadastro de Funcionário no Software CAPRIOVI.

Para realizar o cadastro de funcionários o pecuarista terá que fornecer ao sistema informações pessoais como: nome do funcionário, e-mail (opcional), CPF, endereço, município, estado (opcional) e telefone. Além disso, terá que fornecer informações da conta, tais como: *login*, senha e confirmar senha, após isso poderá salvar as informações, cadastrando assim um funcionário no sistema.

5.2 Rebanhos

Após o usuário realizar o cadastro de fazendas (Figura 4) o mesmo poderá cadastrar os rebanhos pertencentes a essas fazendas. Os funcionários cadastrados pelo pecuarista também poderão realizar o cadastro de rebanhos. No entanto, os funcionários não poderão cadastrar fazendas, sendo apenas essa a sua restrição, as demais atividades do sistema poderão ser feitas pelo pecuarista e pelo funcionário.

Na Figura 7 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro de um rebanho.

The screenshot shows the CAPRIOVI software interface. At the top, there is a blue header with the CAPRIOVI logo and the text 'Fazenda: Fazenda 01' and 'Fernanda'. Below the header is a navigation menu with options like 'Cadastro', 'Funcionários', 'Rebanhos', 'Animais', 'Raças', 'Doenças', 'Medicamentos', and 'Controle Animal'. The main content area is titled 'Listagem de Rebanhos > Cadastro Rebanho'. It features a form for adding a herd, with fields for 'Nome' (Name), 'Tipo de Criação' (Type of Creation), 'Tipo de manejo alimentar' (Type of Food Management), and 'Produção' (Production). A 'Salvar' button is highlighted with a blue arrow.

Figura 7 - Tela de cadastro de Rebanhos no Software CAPRIOVI.

Para realizar o cadastro de rebanhos o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: nome do rebanho, espécie (caprino, ovinos ou ambos), tipo de manejo alimentar (extensivo, semi-intensivo e intensivo) e produção (carne, leite ou misto), após isso poderá salvar as informações, cadastrando assim um rebanho no sistema.

5.3 Animais

Após o usuário realizar o cadastro dos rebanhos (Figura 7), o mesmo poderá fazer o cadastro dos animais pertencentes a esses rebanhos. Na Figura 8 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro de um animal.

The screenshot shows the CAPRIOVI software interface for animal registration. It features a tabbed interface with 'Informações do Animal' selected. The form includes fields for 'Rebanho', 'Data de nascimento', 'Finalidade', 'Tipo de Parto', 'Pai', 'Mãe', 'Categoria', 'Posição da Orelha', 'Nome/Numero', 'Sexo', 'Motivo de Entrada', 'Data de desmame', 'Raça', 'Composição Genética', and 'Grau de Partição Testicular'. There are also checkboxes for 'Observação' (Barba, Brinco, Corno, Tetas Supranumerárias). A 'Salvar' button is highlighted with a blue arrow.

Figura 8 - Tela de cadastro de animais no Software CAPRIOVI.

Para realizar o cadastro de um animal o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: rebanho, nome/número, data de nascimento, sexo (macho ou fêmea), finalidade (produção ou reprodução), motivo de entrada (compra, nascimento, empréstimo ou outros), tipo de parto (simples, duplo, triplo ou quádruplo), data de desmame, pai, mãe, raça, composição genética (puro de origem, puro por cruzamento ou mestiço), categoria (cabrito/cabrita - borrego/borrega, marrões - marrãs ou matriz - reprodutor), grau de partição testicular (não possui grau de partição, calda, meio ou partido), posição da orelha (caída, horizontal ou forma de lança) e mais algumas observações, tais como presença ou ausência de barba, brinco, corno e tetas supranumerárias. Após o usuário preencher todas as informações do animal, poderá clicar no botão salvar, cadastrando assim um animal no sistema. A partir dessas informações serão gerados relatórios como: animais por entrada, número de crias e fêmeas em idade reprodutiva.

Vale ressaltar que, caso o usuário escolha a opção mestiço em composição genética, irá aparecer um quadro para informar a raça do pai e da mãe do animal, respectivamente. Algumas dessas informações supracitadas são limitadas ao sexo, como por exemplo grau de partição testicular. Para este caso o usuário ao escolher o sexo “fêmea” o sistema automaticamente irá restringir o cadastro de grau de partição testicular, evitando assim o cadastro de informações errôneas.

Além da opção de cadastrar as informações relacionadas a identificação do animal, nessa mesma tela terá a opção para o cadastro dos fenótipos Desenvolvimento Ponderal, Verminose, Tamanho Corporal e Carcaça, e suas respectivas datas de mensurações. Vale destacar que a partir do cadastro dos animais e suas respectivas informações (identificação, fenótipos e manejos) serão geradas todas as saídas do sistema, sendo as mesmas mostradas no Menu Relatórios, Seleção e Simulação de Acasalamentos.

Na Figura 9 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastramento de características relacionadas ao desenvolvimento ponderal do animal. Para o cadastro de desenvolvimento ponderal o usuário terá que fornecer informações como: período de mensuração (ao nascer, desmame ou outros), peso, escore de condição corporal (ECC), conformação (C), precocidade (P) e musculatura (M). Vale ressaltar que após o cadastro de CPM o sistema irá gerar uma média automaticamente (média CPM) para essas três características. A partir dessas

informações serão gerados relatórios como: dados zootécnicos do animal e conformação (C), precocidade (P) e musculatura (M).

Figura 9 - Tela de cadastro de Desenvolvimento Ponderal dos animais no Software CAPRIOVI.

Na Figura 10 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastrado de características relacionadas a Verminose do animal. Para isso o usuário terá que fornecer informações como: ovos por gramas de fezes (OPG) e a classificação para cor da mucosa com base no método FAMACHA (VAN WYK; MALAN; BATH, 1997). A partir dessas informações será gerado o relatório de vermifugação.

Figura 10 - Tela de cadastro de Verminose dos animais no Software CAPRIOVI.

Na Figura 11 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastrado de características relacionadas ao Tamanho Corporal do animal. Para o cadastro de tamanho corporal o usuário terá que fornecer informações como: altura da garupa (AG), altura da cernelha (AC), altura da perna (AP), comprimento corporal (CC), perímetro da canela (PC), perímetro da perna (Perpe), comprimento da perna (Cpern), comprimento da orelha (CO), circunferência torácica (CT), longitude do rosto (LR), comprimento da cabeça (CCAB), largura entre ísquios (LIL), largura entre ílios (LIS), comprimento da calda (Ccau), comprimento da garupa (Cga) e perímetro da calda (Pcau).

Figura 11 - Tela de cadastro de Tamanho Corporal dos animais no Software CAPRIOVI.

Na Figura 12 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastrado de características relacionadas a Carcaça do animal. Para o cadastro de carcaça o usuário terá que fornecer informações como: área de olho de lombo (AOL), comprimento de olho de lombo (COL), profundidade de olho de lombo (POL), marmoreiro de olho de lombo (MOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura do bíceps (EGBF) e espessura de gordura esternal (EGE). Cabe ressaltar que todas as características de carcaça devem ser mensuradas com o animal in vivo. A partir dessas informações serão gerados relatórios como: espessura de gordura e olho de lombo.

Figura 12 - Tela de cadastro de Carçaça dos animais no Software CAPRIOVI.

É de suma importância ressaltar que a partir dos fenótipos cadastrados, serão geradas as saídas do programa (relatórios, seleção dos animais e a orientação dos acasalamentos). Sendo assim, o usuário terá que fornecer as informações da forma correta, para que as saídas sejam acuradas e o produtor consiga um retorno financeiro satisfatório com a utilização do programa.

5.4 Raças

Foi implementado uma tela de detalhamento de Raças no Menu Cadastro. O objetivo principal dessa tela é apresentar a origem e os aspectos gerais de raças caprinas (Anglo Nubiano, Boer, Savana, Cabra Azul, Alpina, Repartida, Parda Alpina, Marota, Graúna e Moxotó) e ovinas (Santa Inês, Dorper, Morada Nova, Suffolk, Bergamácia, Rabo Largo e Somalis Brasileira). É importante mencionar que o usuário poderá cadastrar novas raças que ainda não estão descritas no sistema, para o cadastro o usuário terá que fornecer informações como: nome da raça, origem e aspecto geral.

Na Figura 13 está descrita as particularidades da raça Santa Inês implementadas no sistema segundo a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO).

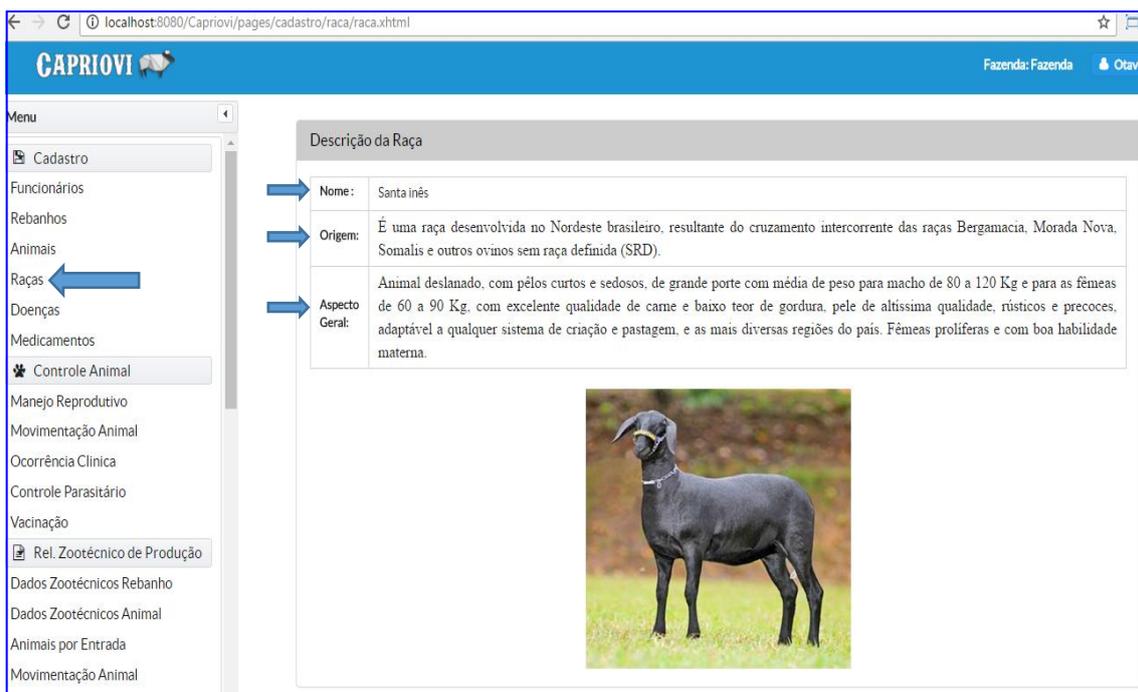


Figura 13 - Tela de detalhamento de Raças no Software CAPRIOVI.

5.5 Doenças

Além da tela de detalhamento e cadastro de Raças, foi implementado no Menu Cadastro o detalhamento de algumas Doenças que acometem caprinos e ovinos, bem como as causas, sintomas, profilaxia e os tratamento que podem ser utilizados. Vale ressaltar que para o usuário obter o detalhamento das doenças já cadastradas no sistema o mesmo terá que clicar na opção “Informações”.

Na Figura 14 estão apresentadas algumas doenças implementadas no sistema, bem como a opção para adicionar novas doenças.

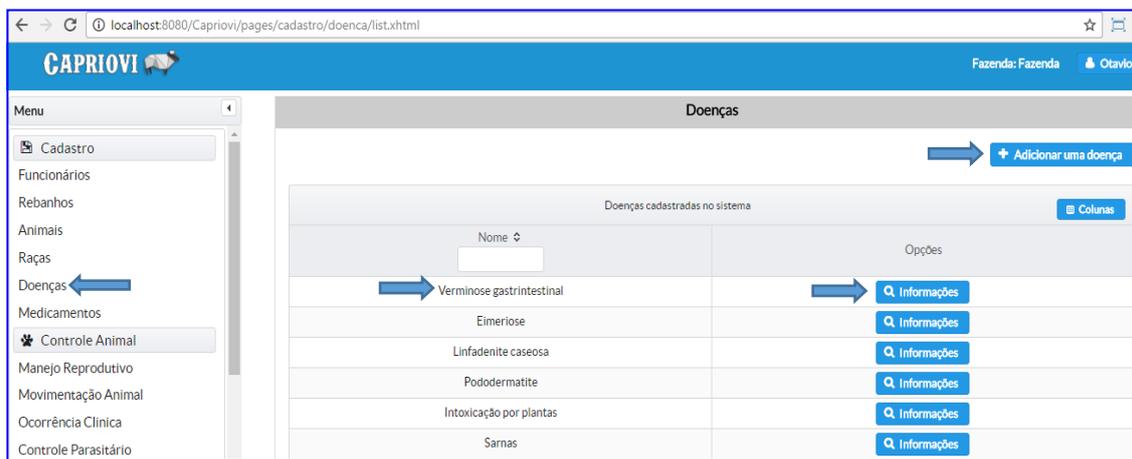


Figura 14 - Tela de detalhamento de Doenças no Software CAPRIOVI.

O usuário também poderá cadastrar novas doenças no sistema, para realizar o cadastro o mesmo terá que clicar no botão “Adicionar uma doença” e fornecer ao sistema informações como: nome da doença, causa, profilaxia, sintomas e tratamento.

5.6 Medicamentos

Além da tela de cadastro e detalhamento de Raças e Doenças, foi implementado no Menu Cadastro a opção para o usuário cadastrar os Medicamentos utilizados nas doenças que acometeram os animais do seu rebanho.

Na Figura 15 estão apresentados os passos que devem ser seguidos para o cadastro de medicamentos no sistema. Para realizar o cadastro o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: nome do medicamento, descrição e posteriormente clicar no botão salvar.

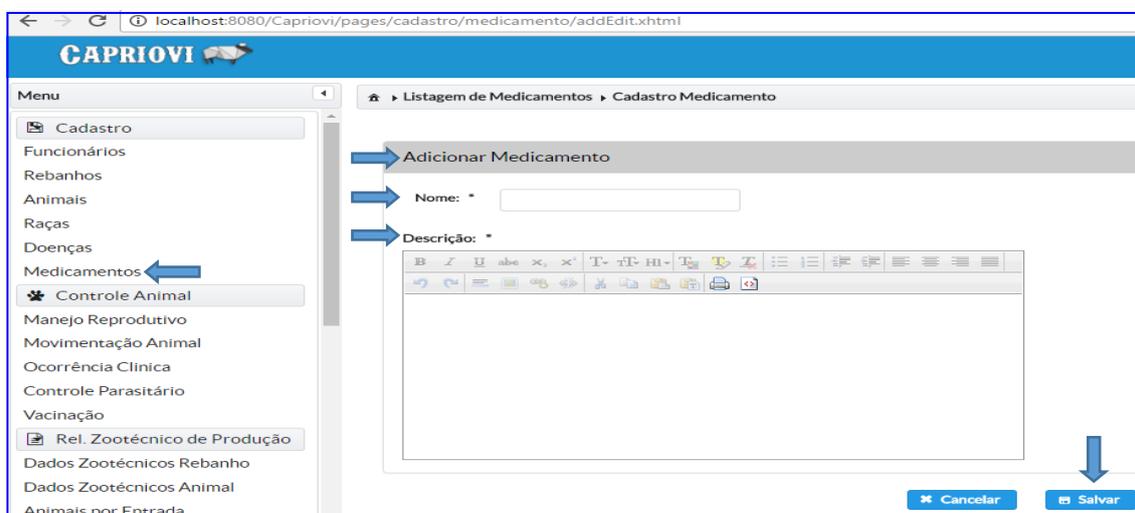


Figura 15 - Tela de detalhamento de Medicamentos no Software CAPRIOVI.

6 MENU CONTROLE ANIMAL

6.1 Manejo Reprodutivo

Na Tela de Manejo Reprodutivo o usuário irá cadastrar informações referentes ao manejo reprodutivo das matrizes do seu rebanho. Para realizar o cadastro o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: rebanho, matriz, data da cobertura, peso da matriz, escore corporal da matriz, reprodutor utilizado, perímetro escrotal do reprodutor utilizado, parição (sim, não ou em andamento), data do parto, tipo de parto, data do desmame, além da opção de cadastrar filhos no sistema e alguma observação

pertinente referente ao manejo reprodutivo. A partir dessas informações serão gerados relatórios como: de parto, previsão de parto, perímetro escrotal e cobertura por reprodutor.

Na Figura 16 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro do manejo reprodutivo.

Figura 16 - Tela de cadastro de Manejo Reprodutivo no Software CAPRIOVI.

Vale salientar que, caso o usuário na opção “Parição” do manejo reprodutivo escolha a informação “não ou em andamento” o sistema irá restringir automaticamente o cadastro das informações “data do parto, tipo de parto, data do desmame e cadastrar filhos”, tendo em vista que essas informações só poderão ser cadastradas caso a progênie já tenha nascido. No entanto, o usuário poderá editar essas informações e finalizar o cadastro posteriormente, após a data de parto.

6.2 Movimentação Animal

A tela de movimentação animal irá possibilitar ao usuário relatar as movimentações ocorridas no seu rebanho. Para cadastrar uma movimentação o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: animal, peso, motivo de saída (venda, morte, roubo, alimentação e empréstimo) e data da movimentação. A partir do cadastro dessas informações será gerado o relatório movimentação animal.

Na Figura 17 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro de uma movimentação animal.

The screenshot shows the 'Adicionar Movimentação Animal' form in the CAPRIOVI software. The form contains the following fields and elements:

- Animal:** A dropdown menu with the placeholder text 'Nome/Número do Animal'.
- Motivo de Saída:** A dropdown menu with the placeholder text 'Selecione o Motivo'.
- Peso:** A text input field.
- Data:** A text input field.
- Observação:** A rich text editor area for adding notes.
- Buttons:** 'Cancelar' and 'Salvar' buttons at the bottom right.
- Navigation:** A sidebar menu on the left with 'Movimentação Animal' selected, and a breadcrumb trail at the top: 'Listagem de Movimentação Animal > Cadastro Movimentação Animal'.

Figura 17 - Tela de cadastro de Movimentação Animal no Software CAPRIOVI.

6.3 Ocorrência Clínica

A tela de Ocorrência Clínica (Figura 18) foi implementada com o objetivo de cadastrar as intercorrências clínicas ocorridas ao longo da permanência do animal no rebanho. Para o cadastro de uma ocorrência clínica o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: animal, doença, data da ocorrência e alguma observação que seja pertinente sob a ocorrência clínica. A partir do cadastro dessas informações será gerado o relatório de ocorrências clínicas.

The screenshot shows the 'Cadastrar Ocorrência' form in the CAPRIOVI software. The form contains the following fields and elements:

- Animal:** A dropdown menu with the placeholder text 'Nome/Número do Animal'.
- Doença:** A dropdown menu with the placeholder text 'Nome da Doença'.
- Data:** A text input field.
- Observação:** A rich text editor area for adding notes.
- Buttons:** 'Cancelar' and 'Salvar' buttons at the bottom right.
- Navigation:** A sidebar menu on the left with 'Ocorrência Clínica' selected, and a breadcrumb trail at the top: 'Listagem de Ocorrências > Cadastrar Ocorrência'.

Figura 18 - Tela de cadastro de Ocorrência Clínica no Software CAPRIOVI.

6.4 Controle Parasitário

Os endoparasitas estão entre as principais enfermidades que mais causam perdas em rebanhos caprinos e ovinos, sendo assim, o objetivo principal em implementar essa tela é de auxiliar o usuário no acompanhamento das características relacionadas ao controle parasitário dos animais. Na Figura 19 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro de controle parasitário.

The screenshot shows the 'Cadastro controle parasitário' form in the CAPRIOVI software. The form is titled 'Cadastro controle parasitário' and is located in the 'Listagem de controles parasitários > Cadastro controle parasitário' section. The form contains the following fields:

- Animal:** A dropdown menu with the placeholder text 'Nome/Número do Animal'.
- Medicamento:** A dropdown menu with the placeholder text 'Nome do Medicamento'.
- Data Vermifugação:** A text input field.
- Escore corporal:** A dropdown menu with the placeholder text 'Tipo Mucosa'.
- FAMACHA:** A dropdown menu with the placeholder text 'Tipo Mucosa'.
- Nível Pré (OPG antes da vermifugação):** A text input field.
- Nível Pós (OPG depois da vermifugação):** A text input field.
- Observação:** A rich text editor with a toolbar.

Figura 19 - Tela de cadastro de Controle Parasitário no Software CAPRIOVI.

Para o cadastro de controle parasitário o usuário terá que fornecer ao sistema informações como: animal, medicamento (antihelmitico), data da vermifugação, nível pré de ovos por grama de fezes (OPG), nível pós de ovos por grama de fezes (OPG), escore corporal do animal, FAMACHA e alguma observação que seja importante em relação ao controle parasitário. A partir do cadastro dessas informações será gerado o relatório de controle parasitário.

Vale ressaltar que algumas informações de Controle Parasitário (OPG e FAMACHA) também estão contidas em Verminose no Cadastro Animal. No entanto, os objetivos de cada cadastro são antagônicos, pois o primeiro irá gerar um relatório mais detalhado, enquanto o segundo irá gerar um relatório com indicação de tratamento antihelmitico para o rebanho, além de poder ser utilizado para identificar possíveis animais resistentes a endoparasitas.

6.5 Vacinação

A tela de Vacinação foi implementada com o objetivo de cadastrar as vacinações que foram administradas nos animais cadastrados no sistema. Na Figura 20 estão apresentadas as informações que devem ser fornecidas ao sistema para o cadastro de vacinação.

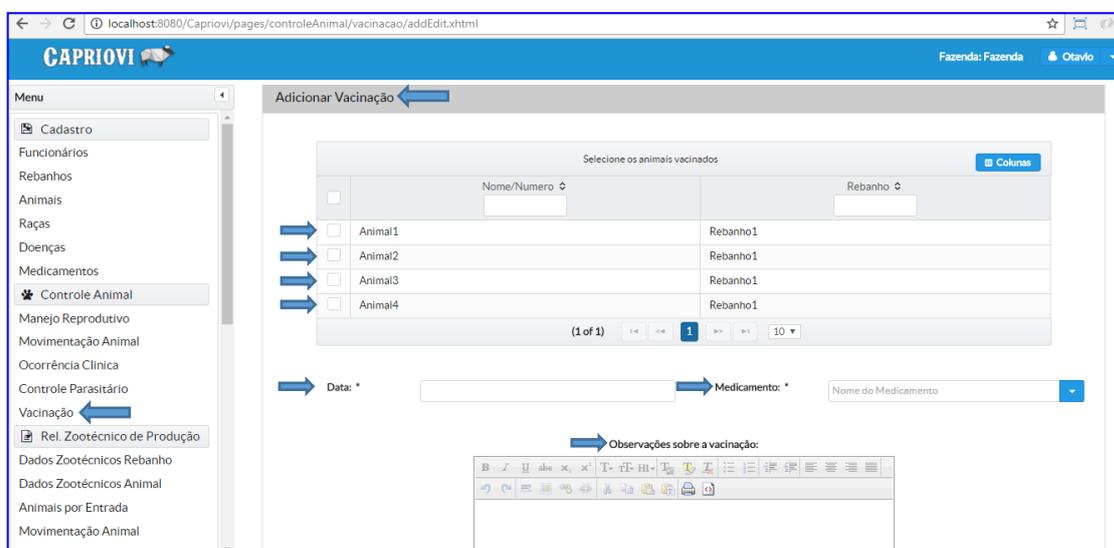


Figura 20 - Tela de cadastro de Vacinação no Software CAPRIOVI.

Para o usuário cadastrar uma vacinação o mesmo terá que fornecer ao sistema informações como: data da vacinação, medicamento utilizado e alguma observação importante que seja pertinente a vacinação. A tela de vacinação apresentará todos os animais cadastrados na fazenda, podendo o usuário cadastrar a vacinação individualmente ou em todos os animais do rebanho ou da fazenda. Após realizar o cadastro, o usuário terá a sua disposição na mesma tela uma listagem com todas as vacinações cadastradas no sistema.

7 MENU RELATÓRIOS

Os relatórios serão as saídas das informações otimizadas, de forma a facilitar o entendimento e a tomada de decisão com tratamento matemático para computar informações importantes do ponto de vista zootécnico de produção, reprodução e genético do rebanho. Os relatórios serão gerados de acordo com a necessidade do usuário.

7.1 Relatórios Zootécnicos de Produção (RZP)

Os Relatórios Zootécnicos de Produção (RZP) serão as saídas das informações otimizadas, de forma a facilitar o entendimento e a tomada de decisão do produtor. Fazem parte dos RZP os Relatórios de Dados Zootécnicos do Rebanho, onde através do mesmo será gerado informações que irá retratar ao usuário um panorama geral do seu rebanho. Dentre as informações destaca-se a quantidade de fêmeas e machos do rebanho, a distribuição (%) das movimentações ocorridas no rebanho, a curva de crescimento do rebanho, com os pesos ajustados para 60, 120 e 180 dias, conforme metodologia sugerida por Magalhães et al. (2013).

Também faz parte dos RZP o Relatório Zootécnico do Animal, onde através do mesmo o usuário poderá acompanhar a curva de crescimento de cada animal individualmente, bem como a sua genealogia que será plotada em gráfico, essa plotagem irá auxiliar o usuário no acompanhamento da origem, evolução e disseminação dos genes dos animais do seu rebanho. Vale ressaltar que a metodologia utilizada para o ajuste de peso para 60, 120 e 180 dias do relatório zootécnico do animal foi a mesma utilizada no relatório de dados zootécnicos do rebanho.

Para os relatórios Animais por Entrada, Movimentação Animal, Número de Crias, CPM (Conformidade, Precocidade e Musculatura), Espessura de Gordura, Olho de Lombo, Ocorrências Clínicas e Controle Parasitário o CAPRIOVI irá fazer uma busca no sistema para gerar a partir das informações cadastradas pelo usuário. Sendo assim, é imprescindível que o usuário cadastre as informações dos rebanhos e animais da forma mais correta possível.

No relatório Vermifugação o usuário terá a sua disposição uma indicação de tratamento antihelmítico para os animais cadastrado no sistema que tenha informações de Ovos por Grama de Fezes (OPG), Escore de Condição Corporal (ECC) e FAMACHA. Além disso, esse relatório servirá para o usuário selecionar possíveis animais resistentes a endoparasitas.

Abaixo segue a descrição de cada RZP, bem como as informações que serão apresentadas nas saídas dos relatórios.

7.1.1 Relatório Dados Zootécnicos do Rebanho

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 21) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 22) será em formato de listagem e plotagem de gráficos. Na listagem terá informações como:

nome, código e data de registro do rebanho no sistema, fazenda ao qual o rebanho selecionado faz parte, tipo de manejo alimentar adotado no rebanho (extensivo, semi-intensivo e intensivo), finalidade do rebanho (carne, leite ou misto), tipo de criação (caprinos, ovinos e ambos) e a quantidade de movimentações animais ocorridos no rebanho. Será plotado informações como: distribuição (%) de machos (vivos e mortos) e fêmeas (vivas e mortas) no rebanho, distribuição (%) das movimentações de animais (venda, morte, roubo, alimentação e empréstimo) e um gráfico da curva de crescimento do rebanho. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Dados Zootécnicos Rebanho

Relatório de dados zootécnicos Rebanho

Rebanho Relatório

Rebanhos Cadastrados na fazenda Fazenda UFPI

	Nome ↕	Fazenda ↕
○	Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
○	Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) 1 10

2 rebanhos retornados.

Gerar Relatório

Figura 21 - Tela de saída do relatório Dados Zootécnicos do Rebanho - etapa 1.

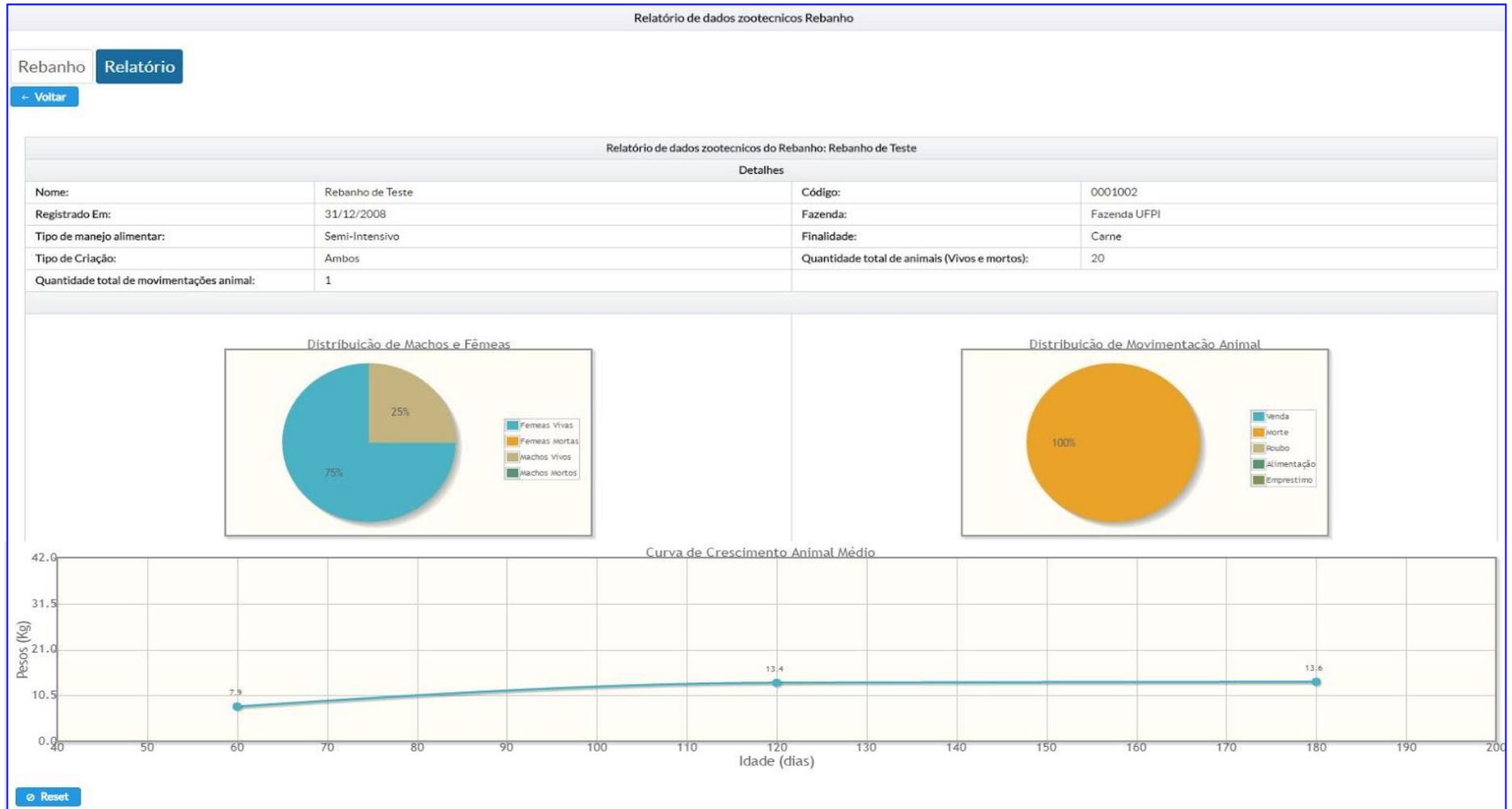


Figura 22 - Tela de saída do Relatório Dados Zootécnicos do Rebanho - etapa 2.

7.1.2 Relatório Zootécnico do Animal

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 23) o rebanho o qual deseja obter o relatório e posteriormente o nome do animal que deseja obter as informações. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 24) será em formato de listagem e plotagem de gráficos. Na listagem terá informações como: fazenda e rebanho ao qual o animal pertence, nome/número, sexo e data de nascimento do animal, status e data de entrada do animal, além do nome/número da mãe e do pai do animal. Será plotado informações como: Curva de crescimento e a genealogia (ascendentes) do animal.

The image displays two screenshots of a web application interface for generating a zootecnic report for an animal.

Top Screenshot (Step 1): The interface is titled "Relatório de dados zootecnicos animal". It features three tabs: "Rebanho", "Animal", and "Relatório", with "Rebanho" selected. Below the tabs, there is a section titled "Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFFI". It contains a table with two columns: "Nome" and "Fazenda". The table lists two herds: "Rebanho UFFI" and "Rebanho de Teste". The "Rebanho de Teste" row is highlighted in blue. Below the table, there is a pagination control showing "(1 of 1)" and "2 rebanhos retornados." A "Próximo" button is located at the bottom right.

Bottom Screenshot (Step 2): The interface is titled "Relatório de dados zootecnicos animal". It features three tabs: "Rebanho", "Animal", and "Relatório", with "Animal" selected. Below the tabs, there is a table with two columns: "Nome" and "Data de nascimento". The table lists five animals: "Animal 1", "Animal 2", "Animal 3", "Animal 4", and "Animal 5". The birth dates are: "03/03/2009", "08/03/2010", "02/03/2011", "02/03/2011", and "03/03/2012". Below the table, there is a pagination control showing "(1 of 4)" and "20 rebanhos retornados." A "Voltar" button is located at the bottom left, and a "Próximo" button is located at the bottom right.

Figura 23 - Tela de saída do Relatório Zootécnico do Animal - etapa 1.

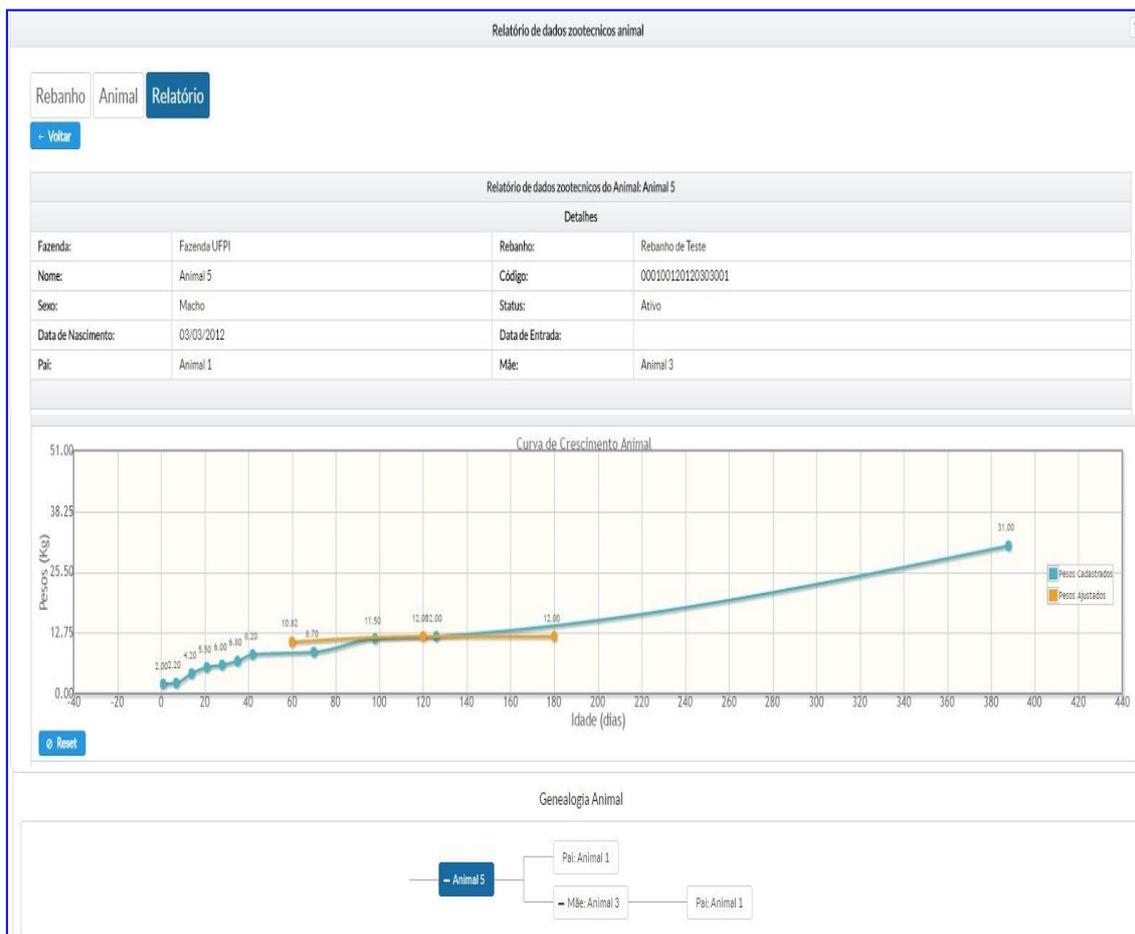


Figura 24 - Tela de saída do Relatório Zootécnico do Animal - etapa 2.

7.1.3 Relatório de Animais por Entrada

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 25) o rebanho o qual deseja obter o relatório e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todos os animais com registro de entrada no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 26) será em formato de listagem. A listagem terá informações como: nome/número, código, sexo do animal, data de entrada, motivo de entrada e o rebanho ao qual esse animal pertence. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de entrada cadastrado no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

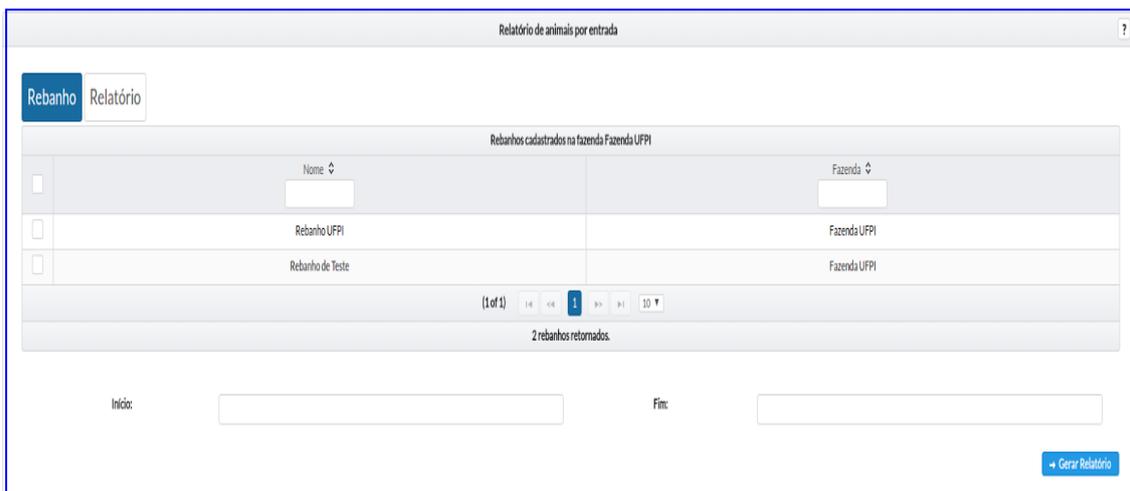


Figura 25 - Tela de saída do Relatório Animais por Entrada - etapa 1.

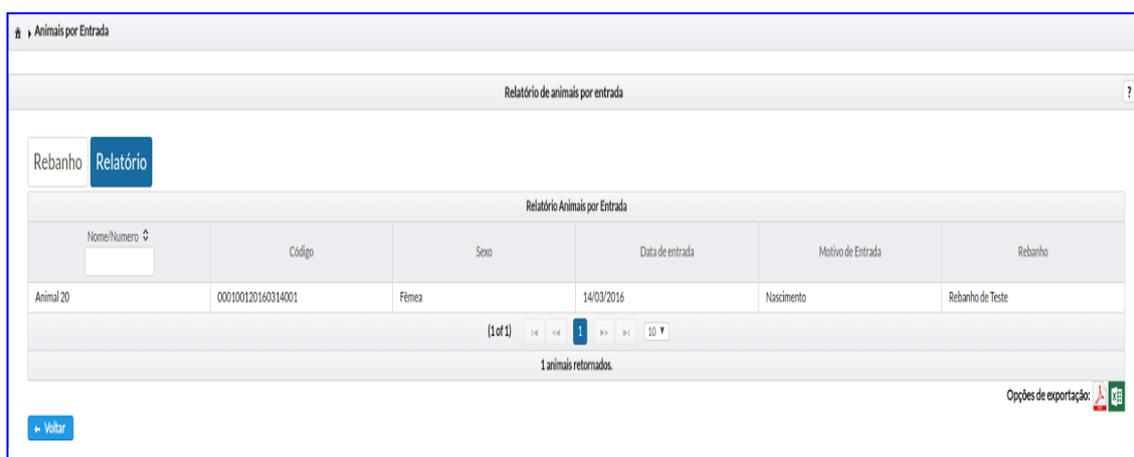


Figura 26 - Tela de Saída do Relatório Animais por Entrada - etapa 2.

7.1.4 Relatório de Movimentação Animal

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 27) o rebanho o qual deseja obter o relatório, o motivo de saída (venda, morte, roubo, alimentação e empréstimo) e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todos os animais com registro de movimentação no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 28) será em formato de listagem. A listagem conterà informações como: nome/número, código, sexo do animal, data e o tipo de movimentação e o rebanho ao qual esse animal pertence. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de movimentação cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Figura 27 - Tela de saída do Relatório Movimentação Animal - etapa 1.

Nome/Numero	Código	Sexo	Data da Movimentação	Tipo de Movimentação	Rebanho
Animal 20	000100120160314001	Fêmea	07/09/2016	Emprestimo	Rebanho de Teste

Figura 28 - Tela de saída do Relatório Movimentação Animal - etapa 2.

7.1.5 Relatório de Número de Crias do Rebanho

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 29) o rebanho o qual deseja obter o relatório e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todas os animais com registro de nascimento no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 30) será em formato de listagem, contendo o nome/número e código do animal, nome/número do pai e da mãe do animal, data de nascimento e tipo de parto do animal, além do sexo e o rebanho ao qual esse animal pertence. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Figura 29 - Tela de saída do Relatório Número de Crias do Rebanho - etapa 1.

Nome/Numero	Código	Nome do pai	Nome da mãe	Data de nascimento	Tipo de Parto	Sexo	Rebanho
Animal 1	00010012009030001			03/03/2009		Macho	Rebanho de Teste
Animal 2	000100120100308001	Animal 1		08/03/2010		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 3	000100120110302001	Animal 1		02/03/2011		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 4	000100120110302002	Animal 1	Animal 2	02/03/2011		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 5	000100120120303001	Animal 1	Animal 3	03/03/2012		Macho	Rebanho de Teste
Animal 6	000100120120303002	Animal 1	Animal 3	03/03/2012		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 7	000100120130304001	Animal 5	Animal 4	04/03/2013		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 8	000100120130304002	Animal 5	Animal 6	04/03/2013		Fêmea	Rebanho de Teste
Animal 9	000100120130304003	Animal 5	Animal 3	04/03/2013		Macho	Rebanho de Teste
Animal 10	000100120130304004	Animal 5	Animal 6	04/03/2013		Macho	Rebanho de Teste

Figura 30 - Tela de saída do Relatório Número de Crias do Rebanho - etapa 2.

7.1.6 Relatório de Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura (M)

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 31) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 32) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura (M), além de uma média de CPM para o animal. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de C, P e M cadastrado no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Figura 31 - Tela de saída do Relatório Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura (M) - etapa 1.

Nome/Número	Sexo	Conformação	Precocidade	Musculatura	Média CPM
Animal4	Fêmea	2	3	4	3.0
Animal6	Macho	2	2	2	2.0
Animal7	Fêmea	2	5	2	3.0

Figura 32 - Tela de saída do Relatório Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura (M) - etapa 2.

7.1.7 Relatório de Espessura de Gordura

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 33) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 34) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, quantidade de registros, data e valor da última mensuração e a média das mensurações realizadas no decorrer da vida do animal para a espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura do biceps fêmoris e espessura de gordura esternal. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de Espessura de Gordura cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Relatório Espessura de Gordura

Rebanho Relatório

Rebanhos Cadastrados na fazenda Fazenda UFPI

	Nome ↕	Fazenda ↕
<input type="checkbox"/>	Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
<input checked="" type="checkbox"/>	Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) 1 10

2 rebanhos retornados.

Gerar Relatório

Figura 33 - Tela de saída do Relatório Espessura de Gordura - etapa 1.

Relatório Espessura de Gordura

Rebanho Relatório

Relatório Espessura de Gordura.

Nome/Numero	Código	Sexo	Espessura Subcutânea			Espessura do Biceps Femoris			Espessura Externa					
			Quant. de Registros	Último registro		Média dos registros	Quant. de Registros	Último registro		Média dos registros	Quant. de Registros	Último registro		
				Data	Valor			Data	Valor			Data	Valor	
Animal 20	000100120160314001	Fêmea	1	28/09/2016	10,0	10,0	1	28/09/2016	10,0	10,0	1	28/09/2016	10,0	10,0

(1 of 1) 1 10

Opções de exportação: PDF

Voltar

Figura 34 - Tela de saída do Relatório Espessura de Gordura - etapa 2.

7.1.8 Relatório Olho de Lombo

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 35) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 36) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, quantidade de registros, data e valor da última mensuração e a média das mensurações realizadas no decorrer da vida do animal para a área de olho de lombo, comprimento do olho de lombo, profundidade do olho de lombo e marmoreio de olho de lombo. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de Olho de Lombo cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.



Figura 35 - Tela de saída do Relatório Olho de Lombo - etapa 1.

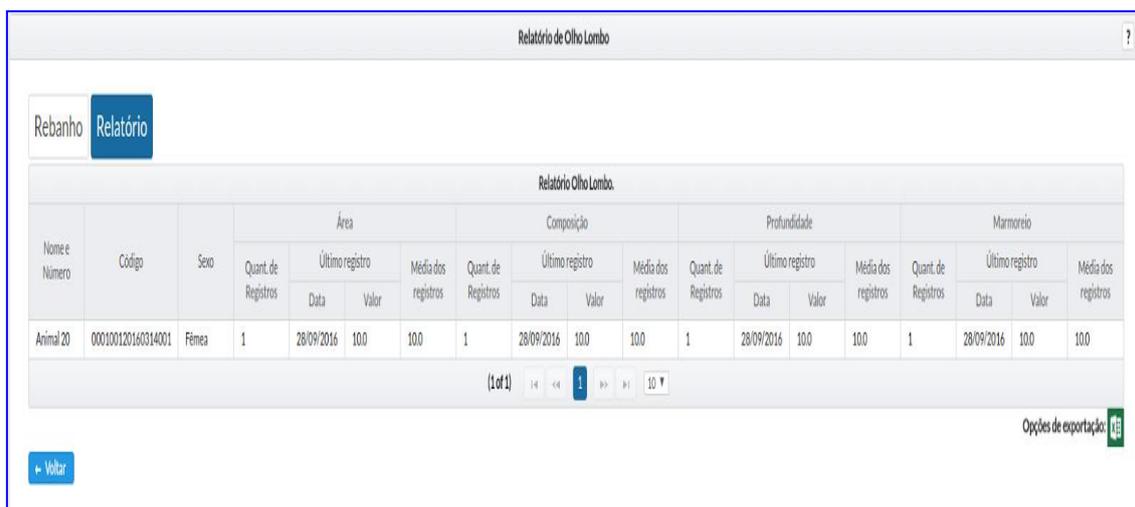


Figura 36 - Tela de saída do Relatório Olho de Lombo - etapa 2.

7.1.9 Relatório de Ocorrências Clínicas

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 37) o rebanho o qual deseja obter o relatório, o intervalo de datas que desejar (data início e data fim) e a doença que acometeu o animal. Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todos os animais com registro de ocorrências clínicas cadastradas no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 38) será em formato de listagens contendo o nome/número, código e sexo do animal, data da ocorrência clínica e a doença que acometeu o animal.

Figura 37 - Tela de saída do Relatório Ocorrências Clínicas - etapa 1.

Nome/Numero	Código	Sexo	Data da Ocorrência	Doença
Animal 20	000100120160314001	Fêmea	28/09/2016	Loucura
Animal 20	000100120160314001	Fêmea	01/09/2016	Loucura

Figura 38 - Tela de Saída do Relatório Ocorrências Clínicas - etapa 2.

7.1.10 Relatório de Controle Parasitário

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 39) o rebanho o qual deseja obter o relatório e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todos os animais com registro de controle parasitário cadastradas no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 40) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, data da vermifugação, nível pré e pós de Ovos por Gramas de Fezes (OPG), tipo da mucosa (FAMACHA) e o Escore de Condição Corporal do Animal (ECC). Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de controle parasitário cadastrado no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Figura 39 - Tela de saída do Relatório de Controle Parasitário - etapa 1.

Figura 40 - Tela de saída do Relatório de Controle Parasitário - etapa 2.

7.1.11 Relatório de Vermifugação

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 41) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 42) será em formato de listagem, contendo o nome/número e sexo do animal, rebanho ao qual o animal pertence, nota fuzzy e o status (vermifugar, não vermifugar e alerta) do animal. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tenham mensurações de Escore de Condição Corporal (ECC), FAMACHA e Ovos por Grama de Fezes (OPG) cadastrado no sistema na aba Animal/Desenvolvimento Ponderal e Animal/Verminose. Com base nos dados cadastrados, o sistema usará as informações

para gerar uma nota de 0 a 10 baseadas em regras Fuzzy para cada animal, com essa nota será feita a indicação de tratamento.

As saídas - etapa 2 do relatório vermifugação serão incorporadas ao banco de dados do sistema para cada animal, para posteriormente serem usadas como características a ser selecionada.

Relatório de animais para vermifugação

Rebanho Relatório

Rebanhos Cadastrados no sistema

Nome

Fazenda

<input type="checkbox"/>	Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
<input type="checkbox"/>	Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) << 1 >> 10

2 rebanhos retornados.

Gerar Relatório

Figura 41 - Tela de saída do Relatório Vermifugação - etapa 1.

Relatório de animais para vermifugação

Rebanho Relatório

Voltar

Relatório Vermifugação

Nome/Numero	Rebanho	Sexo	Nota	Status
Animal1	Rebanho	Macho	5,000	Alerta
Animal2	Rebanho	Fêmea	6,401	Não Vermifugar
Animal3	Rebanho	Macho	7,956	Não Vermifugar
Animal4	Rebanho	Fêmea	7,738	Não Vermifugar

(1 of 1) << 1 >> 10

Colunas

Figura 42 - Tela de saída do Relatório Vermifugação - etapa 2.

7.2 Relatórios Zootécnicos de Reprodução (RZR)

Os Relatórios Zootécnicos de Reprodução (RZR) serão as saídas das informações otimizadas, de forma a facilitar o entendimento e a tomada de decisão do

produtor. Fazem parte dos RZR: Relatório de Partos, Previsão de Parto, Fêmeas em Idade Reprodutiva, Perímetro Escrotal e Cobertura por Reprodutor.

Abaixo segue a descrição de cada RZR, bem como as informações que serão apresentadas nas saídas dos relatórios.

7.2.1 Relatório de Partos

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 43) o rebanho o qual deseja obter o relatório e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas para o relatório, será retornado todos as fêmeas que tenham registro de partos cadastradas no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 44) será em formato de listagem, contendo o nome/número e código do animal, intervalo de partos individuais, idade ao primeiro parto (calculado pela diferença entre a data do primeiro parto e a data de nascimento do animal), média de duração do cio pós-parto, tipo de parto (simples, duplo, triplo e quádruplo) e o total de partos. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de parto cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Figura 43 - Tela de saída do Relatório de partos - etapa 1.

Relatório De Partos									
Nome/Numero	Código	Intervalo de partos individuais	Idade ao primeiro parto	Média cio pós parto	Tipo de Partos				Total
					Simple	Duplo	Tripla	Quadruplo	
Animal 2	000100120100308001	2,016	0	18,000	0	0	0	0	0,000
Animal 3	000100120110302001	1,019	1	12,000	0	0	0	0	0,000
Animal 4	000100120110302002	2,036	2	0,000	0	0	0	0	0,000
Animal 6	000100120120303002	1,525	1	6,000	0	0	0	0	0,000
Animal 7	000100120130304001	1,039	1		0	0	0	0	0,000
Animal 8	000100120130304002	3,622	1		0	0	0	0	0,000
Animal 12	000100120140305001	2,606	1		0	0	0	0	0,000
Animal 14	000100120140306001	2,603	1		0	0	0	0	0,000
Animal 15	000100120140313001	2,583	1	5,500	0	0	0	0	0,000

(1 of 1) << 1 >> 10 ▾

Figura 44 - Tela de saída do Relatório de Partos - etapa 2.

7.2.2 Relatório de Previsão de Parto

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 45) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 46) será em formato de listagem, contendo o nome do rebanho, nome/número da matriz e data prevista de parto, calculada através da adição entre a data da cobertura (cadastrada no manejo reprodutivo) e 152 dias (média em dias da gestação de caprinos e ovinos). A restrição do relatório é que só serão retornadas as fêmeas que tenha cadastro de data da cobertura mais sem data de parto, ambas cadastrada em manejo reprodutivo.

Relatório de Previsão de Partos ?

Rebanho

[Gerar Relatório](#)

Selecione os rebanhos a serem analisados

	Nome ↕	Fazenda ↕
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Rebanho1	Fazenda
<input type="checkbox"/>	Rebanho2	Fazenda

(1 of 1) << 1 >> 10 ▾

[Gerar Relatório](#)

Figura 45 - Tela de saída do Relatório de Previsão de Parto - etapa 1.

Relatório de Previsão de Partos		
Rebanho	Relatório	
Voltar		
Listagem		
Nome do rebanho ↕	Nome ↕	Previsão de Parto ↕
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rebanho1	Matriz1	06/06/2017
Rebanho2	Matriz2	16/06/2017
Rebanho1	Matriz3	17/06/2017
Rebanho2	Matriz4	20/06/2017
(1 of 1) < << 1 >> > 10 ▾		

Figura 46 - Tela de saída do Relatório de Previsão de parto - etapa 2.

7.2.3 Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 47) o rebanho o qual deseja obter o relatório e a idade reprodutiva em meses das fêmeas do rebanho. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 48) será em formato de listagem, contendo o nome/número e código do animal, data de nascimento do animal e a idade em meses e anos dos animais do rebanho selecionado. Esse relatório irá buscar as fêmeas vivas do rebanho selecionado e que tenham idade igual ou superior a indicada na entrada do relatório. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFPI	
<input type="checkbox"/>	Nome ↕ <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Fazenda ↕ <input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Rebanho UFPI
<input type="checkbox"/>	Fazenda UFPI
<input type="checkbox"/>	Rebanho de Teste
<input type="checkbox"/>	Fazenda UFPI
(1 of 1) < << 1 >> > 10 ▾	
2 rebanhos retornados.	
Idade (Meses):	<input type="text" value="0"/>
Gerar Relatório	

Figura 47 - Tela de saída do Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva - etapa 1.

Rebanho		Relatório			
Relatório fêmeas em idade reprodutiva					
Nome/Numero	Código	Nascimento	Idade em Meses	Idade em Anos	
Animal 2	000100120100308001	08/03/2010	81	6.0	
Animal 3	000100120110302001	02/03/2011	69	5.0	
Animal 4	000100120110302002	02/03/2011	69	5.0	
Animal 6	000100120120303002	03/03/2012	57	4.0	
Animal 7	000100120130304001	04/03/2013	45	3.0	
Animal 8	000100120130304002	04/03/2013	45	3.0	
Animal 11	000100120130304005	04/03/2013	45	3.0	
Animal 12	000100120140305001	05/03/2014	33	2.0	
Animal 13	000100120140305002	05/03/2014	33	2.0	
Animal 14	000100120140306001	06/03/2014	33	2.0	

(1 of 2) 1 2 10

Figura 48 - Tela de saída do Relatório de Fêmeas em Idade Reprodutiva - etapa 2.

7.2.4 Relatório de Perímetro Escrotal

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 49) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 50) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, quantidade de mensurações cadastradas no sistema, data e valor da última mensuração, além da média de todas as mensurações cadastradas no sistema. Esse relatório irá buscar os machos vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de perímetro escrotal cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Rebanho		Relatório
Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFPI		
Nome ↕	Fazenda ↕	
<input type="checkbox"/> Rebanho UFPI	Fazenda UFPI	
<input type="checkbox"/> Rebanho de Teste	Fazenda UFPI	

(1 of 1) 1 10

2 rebanhos retornados.

Figura 49 - Tela de saída do Relatório de Perímetro Escrotal - etapa 1.

Relatório de Perímetro Escrotal						
Nome e Número	Código	Sexo	Quant. Registros	Ultimo Registro		Média dos Registros
				Data	Valor Mensurado	
Animal 19	000100120150307001	Macho	1	28/09/2016	5.0	5.0

(1 of 1) << 1 >> 10

Opções de exportação:  

Figura 50 - Tela de saída do Relatório de Perímetro Escrotal - etapa 2.

7.2.5 Relatório de Cobertura por Reprodutor

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 51) o rebanho o qual deseja obter o relatório e o intervalo de datas que desejar (data início e data fim). Caso o usuário não tenha indicado o intervalo de datas, será retornado todos os machos que tenham registro de cobertura cadastradas no sistema. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 52) será em formato de listagem, contendo o nome/número e código do animal, data de nascimento e a quantidade de coberturas feitas pelo reprodutor. Esse relatório irá buscar os machos vivos do rebanho selecionado e que tiveram algum registro de cobertura cadastrados no sistema. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Relatório Cobertura por reprodutor	
Rebanho	Relatório
Gerar Relatório	
Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFPI	
Nome	Fazenda
<input type="checkbox"/> Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
<input type="checkbox"/> Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) << 1 >> 10

2 rebanhos retornados.

Início: Fim:

[Gerar Relatório](#)

Figura 51 - Tela de saída do Relatório de Cobertura por Reprodutor - etapa 1.

Relatório Cobertura por reprodutor			
Nome/Numero	Código	Nascimento	Quant. coberturas
Animal 1	000100120090303001	03/03/2009	5
Animal 5	000100120120303001	03/03/2012	5
Animal 9	000100120130304003	04/03/2013	3
Animal 10	000100120130304004	04/03/2013	3
Animal 19	000100120150307001	07/03/2015	1

(1 of 1) 1 10

Figura 52 - Tela de saída do Relatório de Cobertura por Reprodutor - etapa 2.

7.3 Relatórios Genéticos (RG)

Os Relatórios Genéticos (RG) serão as saídas das informações otimizadas, de forma a facilitar o entendimento e a tomada de decisão do produtor. Fazem parte dos RG: Intervalo de Gerações, Ganho Genético Esperado, Tamanho Efetivo da População e Parentesco/Endogamia.

Abaixo segue a descrição de cada RG, bem como as informações que serão apresentadas nas saídas dos relatórios.

7.3.1 Relatório de Intervalo de Gerações

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 53) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 54) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, a data de nascimento e o intervalo de gerações para machos e fêmeas, além do intervalo de geração médio para machos e fêmeas e para o rebanho selecionado. Esse relatório irá buscar os animais vivos do rebanho selecionado. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Relatório de Intervalo de Gerações

Rebanho Relatório

Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFPI

Nome	Fazenda
Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) 2 rebanhos retornados

Gerar Relatório

Figura 53 - Tela de saída do Relatório de Intervalo de Gerações - etapa 1.

Relatório de Intervalo de Gerações

Rebanho Relatório

Voltar

Intervalo de gerações - Machos

Nome/Numero	Sexo	Nascimento	Intervalo de gerações
Animal2	Macho	06/01/2017	0,039
Animal4	Macho	18/01/2017	0,006
Animal5	Macho	18/01/2017	0,006

Média das intervalos de gerações: 0,017

Intervalo de gerações - Fêmeas

Nome/Numero	Sexo	Nascimento	Intervalo de gerações
Animal1	Fêmea	12/01/2017	0,022
Animal3	Fêmea	15/01/2017	0,014

Média das intervalos de gerações: 0,018

Média de intervalo de gerações do rebanho
0,017

Média

Figura 54 - Tela de saída do Relatório de Intervalo de Gerações - etapa 2.

É importante ressaltar que o intervalo de geração pode ser definido como a idade média dos pais quando nascem os filhos. Teixeira Neto et al. (2014) relatam que a redução no intervalo de gerações é de fundamental importância em programas de melhoramento genético animal, pois o ganho genético anual para as características avaliadas é prejudicado à medida que o intervalo aumenta. Uma forma de reduzir o intervalo de gerações é utilizar reprodutores jovens e de genética superior comprovada.

7.3.2 Relatório de Ganho Genético Esperado

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 55) o rebanho o qual deseja obter o relatório. Além disso, ele terá que informar a porcentagem de machos (5%, 10% ou 15%) e fêmeas (30%, 40%, 50%, 60%, 70% ou

80%) selecionadas, herdabilidade da característica e o ajuste de peso (60, 120 e 180 dias) que deseja obter o relatório ganho genético esperado. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 56) será em formato de listagem, contendo o nome do rebanho, total de animais vivos e mortos do rebanho, total de machos e fêmeas selecionadas, desvio padrão fenotípico da característica, intensidade de seleção média para machos e fêmeas, calculado segundo Gama (2002), o diferencial de seleção (ΔS) e o ganho genético esperado (ΔG) para o rebanho, ambos calculados conforme proposto por Pereira (2012).

Figura 55 - Tela de saída do Relatório Ganho Genético Esperado - etapa 1.

Ganho genético esperado e diferencial de seleção para pesos ajustados (60, 120 e 180 dias) do Rebanho: Rebanho de Teste			
Detalhes			
Nome:	Rebanho de Teste	Total animais vivos:	20
Total animais aptos:	17	Total de machos selecionados:	1
Total de fêmeas selecionadas:	4	Intensidade seleção média:	1,360
Desvio padrão fenotípico da característica:	2,799	Diferencial de Seleção (ΔS):	7,614
Ganho Genético Esperado (ΔG):	2,284		

Figura 56 - Tela de saída do Relatório Ganho Genético Esperado - etapa 2.

7.3.3 Relatório de Tamanho Efetivo da População

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 57) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 58) será em formato de listagem, contendo o nome do rebanho e o tamanho efetivo da população, calculado através da aplicação da fórmula descrita em Falconer e Mackay (1996):

$$N_e = 4 \times N_m \times N_f / (N_m + N_f)$$

em que: N_m e N_f são, respectivamente, o número de machos e fêmeas em cada geração.

Figura 57 - Tela de saída do Relatório Tamanho Efetivo da população - etapa 1.

Figura 58 - Tela de saída do Relatório Tamanho Efetivo da população - etapa 2.

7.3.4 Relatório de Parentesco/Endogamia

Descrição: o usuário terá que escolher na saída do relatório - etapa 1 (Figura 59) o rebanho o qual deseja obter o relatório. A saída do relatório - etapa 2 (Figura 60) será em formato de listagem, contendo o nome/número, código e sexo do animal, data de nascimento e o valor de parentesco/endogamia do animal em relação ao rebanho que

pertence. Para o cálculo da endogamia/parentesco a matriz de parentesco é confeccionada conforme Quaas (1976) propos. Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para execução.

Relatório Endogamia

Rebanho Relatório

+ Gerar Relatório

Rebanhos cadastrados na fazenda Fazenda UFPI

<input type="checkbox"/>	Nome ↕	Fazenda ↕
<input type="checkbox"/>	Rebanho UFPI	Fazenda UFPI
<input type="checkbox"/>	Rebanho de Teste	Fazenda UFPI

(1 of 1) << 1 >> 10 ▾

2 rebanhos retornados.

+ Gerar Relatório

Figura 59 - Tela de saída do Relatório Parentesco/Endogamia - etapa 1.

Relatório Endogamia

Nome/Numero	Código ↕	Sexo	Nascimento	Endogamia
Animal 1	000100120090303001	Macho	03/03/2009	1,000
Animal 2	000100120100308001	Fêmea	08/03/2010	1,000
Animal 3	000100120110302001	Fêmea	02/03/2011	1,250
Animal 4	000100120110302002	Fêmea	02/03/2011	1,000
Animal 5	000100120120303001	Macho	03/03/2012	1,250
Animal 6	000100120120303002	Fêmea	03/03/2012	1,250
Animal 7	000100120130304001	Fêmea	04/03/2013	1,375
Animal 8	000100120130304002	Fêmea	04/03/2013	1,375
Animal 9	000100120130304003	Macho	04/03/2013	1,375
Animal 10	000100120130304004	Macho	04/03/2013	1,281

(1 of 2) << 1 2 >> 10 ▾

Figura 60 - Tela de saída do relatório Parentesco/Endogamia - etapa 2.

8 MENU SELEÇÃO E SIMULAÇÃO DE ACASALAMENTOS

O software CAPRIOVI aplicará dois métodos de seleção visando melhorar geneticamente o rebanho do usuário. O primeiro método será o de seleção Individual ou Massal, o mesmo deverá ser utilizado quando o produtor tiver como objetivo selecionar e melhorar apenas uma característica no seu rebanho. O segundo método é o Índice de Seleção, onde através desse método é possível selecionar várias características de uma única vez no animal.

É importante informar que caso seja interesse do usuário, o CAPRIOVI poderá apenas gerar o valor genético dos animais por um dos métodos de seleção, sem necessariamente fazer a simulação de acasalamentos. Dessa forma, fica evidente que nesse o software trabalha com duas vertentes, uma que é a otimização para indentificar os melhores animais do rebanho e a outra que a simulação de acasalamentos a partir da identificação dos melhores animais.

Após a seleção dos melhores animais por um dos métodos e a decisão do usuário em realizar a simulação de acasalamento o software CAPRIOVI respeitando a função multiobjectivo de maximizar o ganho genético e minimizar a endogamia média do rebanho fará a orientação dos acasalamentos. Realizada a simulação e os animais indicados pela simulação forem destinados a reprodução o usuário terá a sua disposição no futuro progênies (filhos) mais produtivas e com menor endogamia/parentesco em relação aos demais animais do rebanho.

8.1 Seleção pelo Método Individual ou Massal e Orientação de Acasalamentos

Descrição: o usuário terá que escolher na tela de saída da otimização - etapa 1 (Figura 61) o rebanho o qual deseja obter a seleção dos melhores animais e a orientação dos acasalamentos. Além disso, terá que fornecer ao sistema informações como: herdabilidade (h^2) da característica desejada, idade mínima para acasalamento dos machos e fêmeas (meses) e a quantidade de dias para ajuste do peso (60, 120 ou 180 dias). Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para otimização.

The screenshot displays the 'Seleção Individual ou Massal' interface. At the top, there are three tabs: 'Rebanho' (selected), 'Prop. Casais', and 'Relatório'. Below the tabs is a table titled 'Rebanhos cadastrados na fazenda' with columns for 'Nome' and 'Fazenda'. The table contains one row: 'Rebanho de Teste' under 'Fazenda UFPI', which is selected with a checkmark. Below the table, there are four input fields: 'Herdabilidade' (0.3), 'Idade Min. Macho' (1), 'Idade Min. Fêmea' (1), and 'Ajuste do Peso' (60 dias). There are two 'Gerar Relatório' buttons, one in the top right and one in the bottom right.

Figura 61 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 1.

A saída da otimização - etapa 2 (Figura 62) será em formato de listagem para machos e fêmeas, contendo o nome/número, o valor genético (VG) e a endogamia do animal em relação ao rebanho que ele pertence. Para o cálculo da predição da VG está sendo usada a seguinte equação:

$$VG = \mu + h^2 * (P_i - \mu_{GC})$$

em que: μ é a média fenotípica do rebanho, μ_{GC} representa a média fenotípica da característica avaliada para o grupo de contemporâneos que o animal pertence, h^2 representa a herdabilidade da característica avaliada (informada pelo usuário) e P_i representa o fenótipo do animal para a característica avaliada.

The screenshot shows a software interface titled "Seleção Individual ou Massal". It has three tabs at the top: "Rebanho", "Prop. Casais", and "Relatório". Below the tabs are buttons for "Voltar" and "Próximo". The main area is divided into four sections: "Machos" (top) and "Fêmeas" (bottom). Each section contains a table with columns for "Nome | DEP | Endogamia" and a numerical value. The "Machos" table lists 5 animals with values ranging from -0.001 to 1.281. The "Fêmeas" table lists 6 animals with values ranging from 0.000 to 1.445. There are also buttons for "Voltar" and "Gerar Relatório" at the bottom corners.

Figura 62 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 2.

Se por ventura o usuário optar por fazer a simulação de acasalamentos a saída da otimização - etapa 3 (Figura 63) será em formato de listagem contendo o nome/número do pai e da mãe (orientação de acasalamentos), o valor de DEP Esperada, Ganho Genético e a Endogamia da progênie (filho) a ser gerado. A DEP Esperada da progênie é média das DEPs dos pais e o Ganho Genético (ΔG) está sendo calculado conforme a seguinte equação:

$$\Delta G = (im/lm + if/lf) * \sigma_p h^2$$

em que: im e if referem-se às intensidades de seleção, respectivamente, dos machos e das fêmeas, calculados a partir do percentual informado de cada sexo a ser selecionado e Im e If aos intervalos de geração, na mesma ordem, dos machos e das fêmeas (sendo este definido como a idade média dos pais ao nascimento dos filhos), σ_p é o desvio padrão fenotípico da característica e h^2 representa a herdabilidade da característica avaliada

The screenshot shows a software window titled 'Seleção Individual ou Massal'. At the top, there are three tabs: 'Rebanho', 'Prop. Casais', and 'Relatório'. Below the tabs is a 'Voltar' button. The main content area displays a table titled 'Relatório Acasalamento NSGAII'. The table has five columns: 'Nome do pai', 'Nome da mãe', 'DEP Esperada', 'Genho Genetico', and 'Endogamia'. The table contains seven rows of data. At the bottom of the table, there is a pagination control showing '(1 of 1)' and a '1' in a blue box. To the right of the table, there is a 'Opções de exportação' button.

Nome do pai	Nome da mãe	DEP Esperada	Genho Genetico	Endogamia
Animal 10	Animal 16	0.506	8.955	0.566
Animal 19	Animal 15	0.205	8.353	0.387
Animal 5	Animal 3	0.172	8.286	0.375
Animal 10	Animal 7	0.063	8.069	0.391
Animal 10	Animal 8	0.001	8.004	0.500
Animal 1	Animal 2	0.000	7.943	0.250

Figura 63 - Tela de saída da otimização pela Seleção Individual ou Massal - etapa 3.

8.2 Seleção pelo Método Índice de Seleção e Orientação de Acasalamentos

Descrição: o usuário terá que escolher na tela de saída da otimização - etapa 1 (Figura 64) o rebanho o qual deseja obter a seleção dos melhores animais e a orientação de acasalamentos. Além disso, terá que fornecer ao sistema informações como: idade mínima para acasalamento dos machos e fêmeas (meses) e a quantidade de dias para ajuste do peso (60, 120 ou 180 dias). Deve ser selecionado pelo menos um rebanho para realizar a otimização.

Figura 64 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 1.

A saída da otimização - etapa 2 (Figura 65) será em formato de listagem para machos e fêmeas, contendo o nome/número e os respectivos valores de índice de seleção para os animais. O índice de seleção está sendo calculado através da seguinte equação:

$$I = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

em que: b_1 , b_2 e b_n são os valores de ponderação das características que compõe o índice e x_1 , x_2 e x_n representa os valores fenotípicos do indivíduo para as características 1,2 e n.

É importante destacar que o índice implemento é o de ganhos genéticos desejados (Pesek e Baker, 1969), sendo necessário para encontrar as ponderações das características a matriz de variâncias e covariâncias genéticas e o vetor de ganhos desejados das n características que compõe o índice.

Índices de ganhos desejados

Seleção Prop. Casais Relatório

← Voltar → Próximo

Machos

	Nome Índice	ρ
<input type="checkbox"/>	Animal 10	-3,512
<input type="checkbox"/>	Animal 1	-7,230
<input type="checkbox"/>	Animal 19	-14,696
<input type="checkbox"/>	Animal 9	-14,801
<input type="checkbox"/>	Animal 5	-15,187

Fêmeas

	Nome Índice	ρ
<input type="checkbox"/>	Animal 18	7,731
<input type="checkbox"/>	Animal 7	7,693
<input type="checkbox"/>	Animal 11	2,532
<input type="checkbox"/>	Animal 4	2,272
<input type="checkbox"/>	Animal 8	-1,082
<input type="checkbox"/>	Animal 6	-3,246
<input type="checkbox"/>	Animal 14	-5,140

← Voltar → Próximo

Figura 65 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 2.

Se por ventura o usuário optar por fazer a simulação de acasalamentos a saída da otimização - etapa 3 (Figura 66) será em formato de listagem contendo o nome/número do pai e da mãe (orientação de acasalamentos), o valor do índice de seleção (média dos índices dos seus pais) e a endogamia da progênie (filho) a ser gerado.

Relatório Acasalamento Índice de Ganhos Desejados			
Nome do pai	Nome da mãe	Índice	Endogamia
Animal 10	Animal 7	2,090	0,391
Animal 1	Animal 18	0,250	0,328
Animal 10	Animal 8	-2,297	0,500
Animal 19	Animal 4	-6,212	0,234
Animal 19	Animal 11	-6,082	0,336
Animal 10	Animal 14	-4,326	0,438
Animal 10	Animal 17	-4,406	0,438
Animal 10	Animal 6	-3,379	0,500
Animal 10	Animal 20	-0,241	0,400
Animal 19	Animal 2	-11,004	0,156

(1 of 2) 1 2 10 ▾

Figura 66 - Tela de saída da otimização pelo Método Índice de Seleção - etapa 3.

9 EXPORTAR BANCO DE DADOS

Foi implementado no software CAPRIOVI a opção para o usuário exportar o banco de dados com as informações dos animais cadastradas no sistema. O banco de dados poderá ser exportado em arquivo com extensão csv e xls com as informações do animal, bem como seus fenótipos (desenvolvimento ponderal, verminose, tamanho corporal e carcaça), além das informações referentes ao manejo reprodutivo, movimentação animal, ocorrência clínica, controle parasitário e vacinação.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este manual foi elaborado com o propósito de auxiliar o usuário na utilização das ferramentas disponíveis no software CAPRIOVI. Vale ressaltar que em caso de dúvidas sobre a utilização do programa o usuário poderá entrar em contato com os administradores do sistema através da página inicial na opção “CONTATO”.

11 REFERÊNCIAS

FALCONER, D. S.; MACKAY, F. C. **Introduction to quantitative genetics**. Longman Pub Group, 1996. ISBN 9780582243026.

GAMA, L. T. **Melhoramento Genético Animal**. Lisboa, 2002.

MAGALHÃES, A. F. B.; LOBO, R. N. B.; FACÓ, O. Genetic parameters estimates for growth traits in Somalis Brasileira hair sheep breed. **Ciência Rural**, v.43, p.884-889, 2013.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte, 2012.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal Plant Science**, v.49, p.803-804, 1969.

QUAAS, R. Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. **Biometrics**, p.949-953, 1976.

TEIXEIRA NETO, M. R.; CRUZ, J. F.; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; FARIA, H. H. N. Population parameters of the sheep breed Santa Inês Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.1589-1595, 2014.

VAN WYK, J.A.; MALAN, F.S.; BATH, G.F. Rampant anthelmintic resistance in sheep in South Africa. What are the options? In: WORKSHOP OF MANAGING ANTHELMINTIC RESISTANCE IN ENDOPARASITES, 1997, Sun City, South Africa. Proceedings..., Sun City, 1997, p. 51-63.

CAPÍTULO II

Índice de seleção e acasalamentos dirigidos em caprinos de corte

Índice de seleção e acasalamentos dirigidos em caprinos de corte

RESUMO: Objetivou-se com esta pesquisa implementar o método índice de seleção no software CAPRIOVI para realizar seleção de caprinos de corte e indicar a melhor combinação de acasalamentos dos animais tendo em vista maximizar os ganhos genéticos e minimizar a endogamia média do rebanho por meio de algoritmos de busca otimizada. A programação do software ocorreu no Laboratório de Engenharia de Software do Departamento de Informática da UFPI. Para testar as rotinas desenvolvidas no software foram cadastrados 40 animais da raça Anglo Nubiana (35 fêmeas e 5 machos). O método de seleção que foi implementado no software é o índice de seleção baseado nos ganhos genéticos desejados, composto pelas características Peso ajustado aos 120 dias de idade (P120), Idade ao Primeiro Parto (IPP), Peso Total das Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao Desmame (PTCD). Como forma de validar as rotinas desenvolvidas no software para o cálculo do índice, foi utilizado o software *Statistical Analysis System* (SAS) para realização dos mesmos cálculos para posterior comparação dos resultados. A abordagem desenvolvida para solucionar o problema da orientação dos acasalamentos, consistiu no uso do algoritmo genético NSGA-II com função multiobjectivo, responsável por orientar as melhores combinações entre os indivíduos e recomendar os acasalamentos. As ponderações encontradas para as características foram -0,91, 0,04, 11,67 e 0,59, respectivamente, para P120, IPP, PTCN e PTCD. Os maiores valores dos índices calculados foram para as fêmeas 11810, 94009, 91009 e para o macho 32212, sendo 22,68, 19,66, 18,41 e 12,77 nessa mesma ordem. O software mostrou-se adequado a resolução do problema proposto.

PALAVRAS-CHAVE: Algoritmo genético. Endogamia. Seleção de acasalamentos.

Selection index and directed mating in meat goats

ABSTRACT: The objective of this research was to develop a new version of the CAPRIOVI software, with the insertion of the selection index method to perform the selection of meat goats, and recommend the best combination of mating between animals, in order to maximize the genetic gains and minimize the average inbreeding of the herd by means of optimized search algorithms. The software programming was carried out at the Software Engineering Laboratory of the Department of Informatics of UFPI. A total of 40 animals of Anglo Nubian breed (35 females and 5 males) were registered to test the routines developed in the software. The index of selection method based on the desired genetic gains was implemented in the software, this method is composed by the traits Weight adjusted at 120 days of age (P120), Age at First Birth (IPP), Total Litter Weight at Birth (PTCN), and Total Litter Weight at Weaning (PTCD). The software Statistical Analysis System (SAS) was used to perform the same calculations for later comparison of the results, aiming to validate the routines developed in the CAPRIOVI software for the calculation of the index. The approach developed to solve the problem of mating strategies consisted in the use of the genetic algorithm NSGA-II with multiobjective function, responsible for guiding the best combinations between individuals and recommend the mating. The weights found for

46 the traits were -0.91, 0.04, 11.67, and 0.59, respectively, for P120, IPP, PTCN, and
47 PTCD. The highest values of the calculated indices were for the females 11810, 94009,
48 91009 and for the male 32212, being 22.68, 19.66, 18.41, and 12.77 in this same order.
49 The software proved to be suitable to solve the problem proposed.

50

51 **KEY WORDS:** Genetic Algorithm. Inbreeding. Selection of mating.

52

53

54

INTRODUÇÃO

55 A utilização da informática como ferramenta de trabalho nos sistemas de
56 produção animal já é uma realidade e, isto se explica de várias formas, desde a
57 facilidade na aquisição de microcomputadores, tornando as atividades mais rápidas e
58 eficientes, até a forma empresarial com que essas atividades vêm sendo administrada,
59 devido à competitividade de mercado imposta aos produtores (SALIN, 2006).

60 A produção de caprinos vem se desenvolvendo muito e estabelecendo-se como
61 uma atividade econômica importante, com maior intensidade em pequenas e médias
62 propriedades. No entanto, a utilização de técnicas de melhoramento para a identificação
63 de animais geneticamente superiores ainda é limitada nos sistemas produtivos desses
64 animais.

65 Uma alternativa eficiente para a seleção de animais superiores, é o uso do método
66 índice de seleção, que fornece material genético mais produtivo e adaptado às condições
67 ambientais, pois consiste em estabelecer um critério de seleção que é uma combinação
68 linear das características de interesse, cujos coeficientes de ponderação são estimados de
69 modo a maximizar a correlação entre o índice e o agregado genotípico (VAYEGO et al.,
70 2014).

71 Cabe ressaltar que a utilização de uma pequena quantidade de animais
72 geneticamente superiores como pais da próxima geração, pode trazer como
73 consequências a diminuição da variabilidade genética do rebanho. Dessa forma, é
74 relevante empregar metodologias adequadas para a seleção de animais, de forma a

99 denominada UML (RUMBAUGH et al., 1999), utilizada para direcionar o
100 desenvolvimento.

101 Durante o desenvolvimento do software foi utilizado diversas bibliotecas e
102 frameworks adicionais (extensões), visando facilitar o trabalho, com destaque para a
103 biblioteca Hibernate (KING E BAUER, 2004), que facilita o acesso e manipulação do
104 banco de dados e o framework JSF (Java Serve Faces) junto com a biblioteca de
105 componentes PrimeFaces, utilizados para aumentar a produtividade no desenvolvimento
106 de aplicações para a internet. Atividades agregadas de garantia de qualidade do software
107 foram introduzidas ao longo de todo o processo de desenvolvimento, entre elas, as
108 atividades de VV&T - Verificação, Validação e Teste, com o objetivo de minimizar a
109 ocorrência de erros e riscos associados.

110 O software foi desenvolvido para operação em ambiente web, construído em
111 linguagem *Java* e *Fortran* (BODOFF, 2005), com acesso a banco de dados MySQL,
112 onde o usuário acessará ou cadastrará os dados do seu rebanho a partir de computador
113 conectado à internet (Figura 1).

114

115

116

117

118

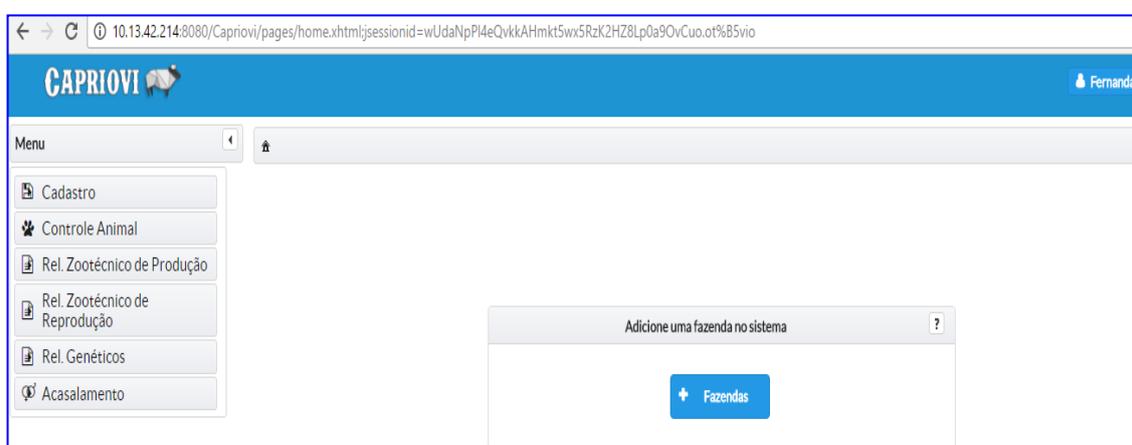
119

120

121

122

123



122 Figura 1 - Layout do software CAPRIOVI.

124

125

O método de seleção implementado no software para selecionar animais geneticamente superiores foi o índice de seleção baseado nos ganhos genéticos

126 desejados (PESEK; BAKER, 1969). Para testar a funcionalidade do método foram
 127 escolhidas quatro características: Peso ajustado aos 120 dias de idade (P120), Idade ao
 128 Primeiro Parto (IPP), Peso Total das Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao
 129 Desmame (PTCD).

130 O ajuste para P120 foi realizado conforme sugerido por Magalhães, Lobo e Facó
 131 (2013), onde é observado a idade do animal a desmama e as pesagens imediatamente
 132 anteriores e posteriores a mesma, utilizando aquela mais próxima. Se a pesagem anterior
 133 é a mais próxima a desmama, o peso ajustado é estimado conforme equação 1, caso
 134 contrário será estimado conforme equação 2.

$$135 \quad P120 = Pa + \frac{Pa - Pd}{Ia} \times (120 - Ia) \quad (\text{Equação 1})$$

$$136 \quad P120 = Pp + \frac{Pp - Pd}{Ip} \times (Ip - 120) \quad (\text{Equação 2})$$

137 em que Pa é a pesagem anterior a desmama, Pd é o peso a desmama, Ia é a idade
 138 anterior a desmama, Pp é a pesagem posterior a desmama e Ip é a idade posterior a
 139 desmama.

140 O índice de seleção baseado em ganhos genéticos desejados implementado é
 141 apresentado na forma matricial como:

$$142 \quad b = G^{-1}h$$

143 em que b é o vetor de coeficientes de ponderação para cada característica que compõe o
 144 índice, G^{-1} é a inversa da matriz de variâncias e covariâncias genéticas entre as
 145 características e h é o vetor de ganhos genéticos desejados.

146 Para a obtenção da matriz G é necessário o conhecimento de parâmetros como
 147 variância fenotípica (σ_p^2), herdabilidade (h^2) e correlações genéticas (rg) entre as
 148 características que componentes do índice de seleção.

149 Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros necessários, cujos os valores foram
 150 levantados a partir da literatura, uma vez que a estrutura de dados não possibilitou a
 151 estimação dos componentes de variância e parâmetros genéticos a partir do rebanho
 152 disponível. Vale ressaltar que a matriz G é quadrada, neste caso com dimensão 4x4,
 153 onde na diagonal principal estarão as variâncias genéticas para cada característica e fora
 154 da diagonal as covariâncias genéticas entre as características que foram escolhidas para
 155 compor o índice.

156
 157 Tabela 1 - Estimativas de herdabilidade (h^2) e correlação genética (rg) obtidas na
 158 literatura para características produtivas e reprodutivas de caprinos

Características	h^2	rg	Referência
P120	0,14	-	Maghsoudi et al. (2009)
IPP	0,21	-	Lôbo e Silva (2005)
PTCN	0,08	-	Mohammadi et al. (2012)
PTCD	0,14	-	Kebede et al. (2012)
P120, IPP	-	0,09	Hyder et al. (2002)
P120, PTCN	-	0,72	Rashidi et al. (2011)
P120, PTCD	-	0,59	Maghsoudi et al. (2009)
IPP, PTCN	-	0,61	Kebede et al. (2012)
IPP, PTCD	-	0,39	Kebede et al. (2012)
PTCN, PTCD	-	0,64	Kebede et al. (2012)

159 Peso ajustado aos 120 dias de idade (P120); Idade ao Primeiro Parto (IPP); Peso Total
 160 das Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao Desmame (PTCD)
 161

162 Para a obtenção da matriz G foram utilizadas as seguintes equações:

$$163 \sigma_a^2 = \sigma_p^2 \times h^2$$

$$164 \sigma_{ai,j} = rg_{i,j} \times \sqrt{\sigma_{ai}^2 + \sigma_{aj}^2}$$

165 em que σ_a^2 é a variância genética aditiva, σ_p^2 é a variância fenotípica, h^2 é a
 166 herdabilidade da característica, $\sigma_{ai,j}$ é a covariância genética entre a característica i e j,

167 $rg_{i,j}$ é a correlação genética entre a característica i e j, $\sigma_{a_i}^2$ é a variância genética aditiva
 168 da característica i e $\sigma_{a_j}^2$ é a variância genética aditiva da característica j.

169 A variância fenotípica (σ_p^2) foi obtida conforme equação abaixo, utilizando os
 170 fenótipos corrigidos para o grupo contemporâneo (GC), definido pelas variáveis: sexo,
 171 tipo, mês e ano de nascimento.

$$172 \quad \sigma_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}}{n-1}$$

174 em que σ_p^2 é a variância fenotípica, $\sum_{i=1}^n x_i^2$ é o somatório ao quadrado dos fenótipos
 175 corrigidos para o GC, $\sum_{i=1}^n x_i$ é o somatório dos fenótipos corrigidos para o GC e n é o
 176 número de fenótipos cadastrados da característica.

177 O vetor de ganhos genéticos desejados (h), foi calculado como a diferença entre a
 178 média esperada e observada do rebanho para cada característica componente do índice.
 179 A média esperada foi definida como sendo a melhoria da média do rebanho em 10%,
 180 conforme apresentado na Tabela 2.

181
 182 Tabela 2 - Médias Observadas, Esperadas e os Ganhos Genéticos Desejados (h) para as
 183 características produtivas e reprodutivas de interesse

Características	P120 (Kg)	IPP (dias)	PTCN (Kg)	PTCD (Kg)
Média Observada	14,720	719,650	3,325	15,4025
Média Esperada	16,192	647,685	3,6575	16,94275
Ganho Genético Desejado (h)	1,472	-71,965	0,3325	1,54025

184 Peso ajustado aos 120 dias de idade (P120); Idade ao Primeiro Parto (IPP); Peso Total
 185 das Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao Desmame (PTCD)

186

187 Após a obtenção da matriz G e do vetor h foram calculado os ponderadores (b) de
 188 cada característica que compõe o índice de seleção, para posteriormente calcular o
 189 índice de cada animal. Dessa forma, o índice de seleção pode ser representado como
 190 segue:

191
$$I = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

192 em que b_1 , b_2 , b_3 e b_4 serão respectivamente os ponderadores das características P120,
193 IPP, PTCN e PTCD e X_1 , X_2 , X_3 e X_4 serão nessa mesma ordem os fenótipos
194 cadastrados no sistema para as características P120, IPP, PTCN e PTCD, sendo todos
195 corrigidos para o grupo contemporâneo ao qual o animal faz parte.

196 Para testar as rotinas desenvolvidas no software foram cadastrados dados
197 provenientes do rebanho caprino da raça Anglo Nubiano, pertencentes ao Centro de
198 Ciências Agrárias (CCA) da UFPI. Foram utilizadas informações de 40 animais (35
199 fêmeas e 5 machos), com idade adulta, criados em sistema semi-intensivo, com os
200 animais recebendo alimentação no cocho (volumoso e concentrado) e a pasto, com
201 acesso a água à vontade.

202 Antes de realizar o cálculo do índice para cada animal o software realiza uma
203 seleção previa dos animais, que devem obedecer a três critérios de inclusão: estar vivo,
204 ter a idade mínima para acasalar (12 meses) e ter os fenótipos de todas as características
205 que compõe o índice de seleção. Para características limitadas ao sexo como IPP, PTCN
206 e PTCD o sistema irá buscar nas filhas os fenótipos para os reprodutores, calculado uma
207 média caso o reprodutor tenha mais de uma filha cadastrada.

208 Como forma de validar as rotinas desenvolvidas no software CAPRIOVI para o
209 cálculo do índice, foi utilizado o software *Statistical Analysis System* (SAS) para
210 realização dos cálculos e posteriormente comparação dos resultados. No SAS
211 inicialmente foi definido os GC, formado pelas variáveis: sexo, tipo, mês e ano de
212 nascimento. Posteriormente, foram calculadas as médias para os GC com a finalidade de
213 corrigir o fenótipo do animal, a correção foi feita através da diferença entre o fenótipo
214 do animal e a média do GC ao qual ele faz parte. O fenótipo corrigido foi somado a
215 média do rebanho, com forma de eliminar fenótipos com valores negativos. A matriz de

216 variâncias e covariâncias genéticas, o vetor de ganhos desejados (h) e o vetor de
217 ponderações (b) foram calculados conforme metodologia implementada no CAPRIOVI.

218 A abordagem desenvolvida para solucionar o problema da orientação dos
219 acasalamentos, visando maximizar ganhos genéticos e minimizar a endogamia do
220 rebanho, consistiu do uso do Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II)
221 com função multiobjectivo, responsável por orientar as melhores combinações de
222 acasalamentos.

223 O algoritmo usado no software CAPRIOVI testará várias populações, calculando
224 as funções objetivas e priorizando as populações para que se chegue a um melhor
225 resultado. Quando o algoritmo terminar sua execução o resultado será uma lista de
226 casais com as predições de índices (média aritmética dos índices dos pais) e endogamia
227 para as futuras progênies. Vale ressaltar que para o cálculo da endogamia foi
228 confeccionada a matriz de parentesco conforme proposto por QUAAS (1976).

229 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

230 As descrições de serviços que foram fornecidos pelo software CAPRIOVI
231 refletem as necessidades dos produtores em resolver os problemas de seleção e
232 orientação de acasalamentos de caprinos de corte.

233 Uma vez que parte das diferenças observadas entre os indivíduos é em
234 consequência a efeitos genéticos e ambientais, as observações fenotípicas para Peso
235 ajustado aos 120 dias de idade (P120), Idade ao Primeiro Parto (IPP), Peso Total das
236 Crias ao Nascer (PTCN) e Peso Total das Crias ao Desmame (PTCD) foram corrigidos
237 para o efeito de grupo contemporâneo (GC) ao qual o animal pertencia, como forma de
238 minimizar os efeitos ambientais ao qual foi submetido.

239 Por haver apenas um rebanho caprino cadastrado para o teste das rotinas, as
240 escolhas dos animais foram com base em características de produção (P120),

241 reprodução (IPP) e habilidade materna (PTCN e PTCD) dentro do mesmo rebanho.
 242 Dessa forma, o ganho genético agregado pelo índice de seleção foi obtido sem a
 243 necessidade de conhecimento dos genes envolvidos nas características que precisam ser
 244 melhoradas.

245 Como os pais da próxima geração foram selecionados com base em desempenho
 246 fenotípico, melhores performances podem ser conseguidas ao longo das gerações pelo
 247 aumento do ganho genético agregado. Sendo assim, a identificação dos animais
 248 superiores, baseado nos maiores valores de índice calculados pelo CAPRIOVI,
 249 conforme equação abaixo, em que se utiliza os ponderadores para cada característica e
 250 os fenótipos corrigidos para o GC.

$$251 \quad I_i = -0,91X_{1i} - 0,04X_{2i} + 11,67X_{3i} + 0,59X_{4i}$$

252 em que I_i é o índice calculado para o i -ésimo animal, X_{1i} , X_{2i} , X_{3i} e X_{4i} são os fenótipos
 253 corrigidos para as características P120, IPP, PTCN e PTCD para o i -ésimo animal
 254 cadastrado.

255 Na Tabela 3 estão apresentados os índices e a ordem de classificação dos machos
 256 calculados pelo software CAPRIOVI.

257
 258 Tabela 3 - Valores de índice e ordem de classificação dos machos caprinos da raça
 259 Anglo nubiano calculados pelo software CAPRIOVI

Animal	Índice	Ordem de Classificação
32212	12,77	1
1826	2,55	2
32112	2,40	3
11910	2,40	4
1828	-8,10	5
Média do índice	2,404	

260

261 O valor médio para o índice foi de 2,404, com o macho 32212 se destacando em
 262 relação aos demais, apresentando um índice de 12,77. Essa superioridade pode ser em
 263 consequência aos genes que esse animal carrega, pois, os efeitos não genéticos foram

264 corrigidos com o uso do GC. É válido ressaltar que a escolha do macho com maior
265 índice irá refletir diretamente no sucesso produtivo do sistema de criação, bem como na
266 eficiência reprodutiva.

267 Os machos 1826, 32112 e 11910 apresentaram índices positivos e próximos a
268 média, isso denota que esses animais podem ser usados como pais da próxima geração.
269 No entanto, o ganho genético agregado será menor em comparação ao uso do macho
270 32212. Além disso, estes reprodutores deverão produzir filhos cujos valores ficariam
271 próximos a média do rebanho, uma vez que o valor médio estimado para o índice foi
272 2,404, ou seja, pouco contribuirão para o progresso genético no rebanho sob seleção.

273 Em outra vertente, o macho 1828 apresentou valor negativo para o índice (-8,10) e
274 a posição cinco na ordem de classificação dos animais, dessa forma, a escolha desse
275 animal como reprodutor não implicará em ganho genético agregado para a geração
276 seguinte. Deste modo, fica evidente que ao selecionar um reprodutor é importante
277 conciliar todas as suas informações através de índices de seleção para que se tenha uma
278 visão completa do animal.

279 Na Tabela 4 estão apresentados os índices e ordem de classificação das fêmeas
280 calculados pelo software CAPRIOVI. O valor médio para o índice foi 2,406, essa média
281 é justificada pelos 48,57% (17/35) de índices com valores negativos calculados.
282 Entretanto, os demais 51,42% (18/35) das fêmeas apresentaram índices positivos,
283 mostrando assim, que esses animais atendem aos diversos aspectos avaliados
284 simultaneamente pelo índice de seleção e podem ser utilizadas para reprodução, com
285 destaque para as fêmeas 11810, 94009 e 91009, com índices de 22,68, 19,66, e 18,41,
286 respectivamente. Entretanto, o potencial dessas fêmeas pode ser otimizado a partir da
287 combinação com os reprodutores selecionados.

288

289 Tabela 4 - Valores de índice e ordem de classificação das fêmeas caprinas da raça
 290 Anglo nubiano calculados pelo software CAPRIOVI

Animal	Índice	Ordem de Classificação	Animal	Índice	Ordem de Classificação
11810	22,68	1	95609	-0,72	19
94009	19,66	2	32412	-0,82	20
91009	18,41	3	45913	-1,08	21
90709	13,94	4	10110	-2,12	22
92609	12,94	5	12510	-3,02	23
14210	11,33	6	21711	-3,37	24
23111	11,07	7	14010	-4,28	25
29611	9,41	8	93209	-4,33	26
93509	8,64	9	12010	-4,78	27
91909	8,32	10	22111	-4,98	28
22311	6,91	11	93709	-5,18	29
24511	6,84	12	41413	-5,40	30
44813	6,77	13	14110	-5,74	31
42813	6,42	14	32512	-6,67	32
10310	6,28	15	94409	-10,50	33
40913	6,19	16	92209	-14,23	34
18408	5,53	17	94609	-21,22	35
12710	1,32	18			
Média do índice			2,406		

291

292 A partir da ordem de classificação 19 até a 35 os valores de índices foram
 293 negativos. Assim, a aplicação de intensidade de seleção igual a 0,777 resultaria da
 294 destinação para reprodução apenas as fêmeas com índices positivos. Dentre os machos
 295 apenas um se destacou com maior valor de índice, todavia uma intensidade de seleção
 296 de 0,97, ou seja, dois reprodutores serão selecionados, para aumentar a base genética e
 297 possibilitar diferentes combinações de acasalamentos buscando maior ganho genético
 298 agregado e menor endogamia nas próximas gerações.

299 É imprescindível salientar que o ganho genético agregado desejado pelo produtor
 300 com aplicação do método índice de seleção calculado pelo software CAPRIOVI irá
 301 depender de sua capacidade em usar para reprodução os machos e fêmeas com índices
 302 superiores para as características analisadas.

303 Marques et al. (2012) enfatizam que a seleção de animais superiores para várias
 304 características adotando-se índices de seleção é a maneira mais rápida e eficiente de
 305 aumentar o valor genético agregado, pois utiliza uma grande quantidade de informações
 306 de várias características para produzir o valor do índice que prediz o mérito genético
 307 econômico médio de um indivíduo.

308 Na Tabela 5 e Tabela 6 estão apresentados os valores de índice e ordem de
 309 classificação dos machos e fêmeas calculados com o uso do software *Statistical*
 310 *Analysis System* (SAS). Nota-se que as médias para os machos e fêmeas foram
 311 ligeiramente superiores as calculadas pelo CAPRIOVI, bem como os valores de índices
 312 para cada animal. No entanto, as ordens de classificação dos animais permaneceram as
 313 mesmas.

314
 315 Tabela 5 - Valores de índice e ordem de classificação dos machos caprinos da raça
 316 Anglo nubiano calculados pelo software *Statistical Analysis System* (SAS)

Animal	Índice	Ordem de Classificação
32212	12,95	1
1826	2,61	2
32112	2,49	3
11910	2,49	4
1828	-8,08	5
Média do índice	2,492	

317

318 Essa pequena diferença entre os índices ocorreu devido a linguagem de
 319 programação *Java*, pois a mesma aproxima os valores de variâncias e covariâncias
 320 genéticas ao inverter a matriz G, resultando assim em uma pequena diferença no vetor
 321 de ponderações (b), enquanto que no SAS não há aproximação, levando em
 322 consideração todas as casas decimais nos cálculos para encontrar o vetor b.

323

324

325

326 Tabela 6 - Valores de índice e ordem de classificação das fêmeas caprinas da raça
 327 Anglo nubiano calculados pelo software *Statistical Analysis System (SAS)*

Animal	Índice	Ordem de Classificação	Animal	Índice	Ordem de Classificação
11810	22,85	1	95609	-0,64	19
94009	19,96	2	32412	-0,75	20
91009	18,48	3	45913	-1,04	21
90709	14,05	4	10110	-2,04	22
92609	13,1	5	12510	-2,94	23
14210	11,55	6	21711	-3,36	24
23111	11,23	7	14010	-4,24	25
29611	9,59	8	93209	-4,31	26
93509	8,7	9	12010	-4,76	27
91909	8,41	10	22111	-4,94	28
22311	7,03	11	93709	-5,24	29
24511	6,94	12	41413	-5,3	30
44813	6,87	13	14110	-5,68	31
42813	6,52	14	32512	-6,67	32
10310	6,26	15	94409	-10,43	33
40913	6,26	16	92209	-14,17	34
18408	5,62	17	94609	-21,14	35
12710	1,42	18			
Média do índice			2,491		

328

329 O uso intensivo de animais com índices superiores, sem o devido controle, pode
 330 trazer como consequência aumento da taxa de consanguinidade. Van der Welf e
 331 Kinghorn (2001) e Santana e Josahkian (2011) relataram que o aumento da endogamia
 332 pode trazer desvantagens como a perda da variabilidade genética, impedindo que o
 333 ganho genético desejado seja alcançado.

334 Com base nos índices calculados para machos e fêmeas o software CAPRIOVI
 335 com o uso do algoritmo NSGA-II realizou todas as combinações possíveis para propor
 336 as melhores orientações de acasalamento, aplicando uma intensidade de seleção de
 337 0,777 para fêmeas e 0,97 para os machos, nesta situação.

338 Na Tabela 7 estão apresentadas todas as combinações realizadas pelo algoritmo.
 339 Vale ressaltar que os objetivos de maximizar o ganho genético agregado e minimizar a

340 endogamia realizada pelo CAPRIOVI ainda está submetida a restrição de que um
 341 macho não pode acasalar com mais de 50% das fêmeas, exceto os casos que tiver
 342 apenas um ou dois machos no rebanho.

343

344 Tabela 7 - Recomendações de acasalamentos a partir dos caprinos selecionados visando
 345 maximizar o ganho genético agregado e minimizar a endogamia

Pai	Mãe	Predição do índice da progênie	Predição da Endogamia da progênie (%)
32212	94009	16,21	0
32212	90709	13,35	0
32212	92609	12,85	0
1826	11810	12,61	0
32212	93509	10,70	0
1826	91009	10,48	0
32212	22311	9,84	0
32212	24511	9,80	0
32212	42813	9,59	0
32212	10310	9,52	0
32212	40913	9,48	0
1826	14210	6,94	0
1826	23111	6,81	0
1826	29611	5,98	0
1826	91909	5,43	0
1826	44813	4,66	0
1826	18408	4,04	0
1826	12710	1,93	0

346

347 Os valores para a endogamia média na geração seguinte (progênie) foram obtidos
 348 pela informação do parentesco entre os pais e a endogamia dos filhos foi calculada
 349 combinando todas as possibilidades de acasalamento dos machos e fêmeas. Assim, a
 350 função otimizada indica as combinações que resulta em filhos com maior ganho
 351 genético agregado para o índice de seleção e, ao mesmo tempo, menor valores possíveis
 352 de endogamia, por meio da busca otimizada com o Non-dominated Sorting Genetic
 353 Algorithm (NSGA-II).

354 Para se obter um maior índice esperado para a progênie (16,21), é recomendado o
355 acasalamento do macho 32212 com a fêmea 94009. Dessa forma, esta orientação de
356 acasalamento é a ideal, por proporciona um ganho genético agregado mais elevado e
357 endogamia zero em relação as demais orientações. No entanto, é importante ressaltar
358 que em um sistema de criação, o produtor não busca apenas a orientação de um
359 acasalamento ideal e sim várias combinações que possibilitem aumentar o ganho
360 genético agregado de forma satisfatória no rebanho. Sendo assim, outras orientações de
361 acasalamentos, como se observa na Tabela 7, utilizando como reprodutor o macho
362 32212 e o 1826 são recomendadas.

363 Fica evidente que após aplicar a intensidade de seleção nos machos e nas fêmeas
364 as orientações de acasalamento geradas pelo software foram satisfatórias,
365 principalmente no que diz respeito a endogamia prevista para as futuras progênes, pois
366 todas as orientações feitas proporcionarão zero de endogamia na próxima geração.

367 Observa-se que das 18 fêmeas com índices positivos restantes após aplicar
368 intensidade de seleção, parte foi recomendada para acasalar com o macho 32212 e o
369 restante com o macho 1826, não recomendando nenhum acasalamento para os machos
370 32112, 11910 e 1828, o que demonstra o controle exercido pelo software em maximizar
371 os ganhos e minimizar a endogamia.

372 Santos (2015) deixa claro que embora exista reconhecimento geral de que a
373 endogamia e a variabilidade genética possam interagir, a seleção de acasalamentos deve
374 ser voltada aos objetivos e necessidades do criador. Assim, torna-se necessária a
375 definição de uma estratégia ótima que se direcione aos objetivos almejados, cuja
376 situação sugere a combinação destes componentes de forma a proporcionar maior
377 retorno financeiro ao produtor.

378 Dada à diversidade de critérios que têm sido estabelecidos e reconhecidos, na
379 literatura, para a seleção e acasalamento dos melhores animais nos rebanhos, um ponto
380 crucial que se coloca nessa perspectiva é a escolha ou a determinação da melhor
381 estratégia, de forma que as vantagens de cada um desses critérios sejam combinadas
382 objetivando respostas otimizadas de melhor qualidade. Estudos teóricos e empíricos de
383 critérios de seleção e técnicas de otimização para seleção animal são de extrema
384 relevância para a formação desse conhecimento, fornecendo subsídios para o
385 estabelecimento de estratégias de baixo custo e alta eficácia.

386 CONCLUSÕES

387 O software mostrou-se adequado a resolução do problema proposto. O cálculo do
388 índice de seleção foi realizado de forma eficiente e a otimização com o NSGA-II
389 indicou a melhor combinação de machos e fêmeas, obedecendo a relação estabelecida,
390 visando a obtenção da progênie com maior ganho genético agregado e menor percentual
391 de endogamia médio para o rebanho.

392 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 393
394 BODOFF, S. **Tutorial do J2EE: enterprise**. Edition 1.4. Rio de Janeiro: Ciência
395 Moderna, 1064p, 2005.
396
397 HYDER, A. U.; KHAN, M. S.; AKHTAR, P.; GONDAL, K. Z. Genetic, phenotypic
398 and residual correlations among various performance traits goats. **Pakistan Veterinary**
399 **Journal**, v. 22, p. 128-130, 2002.
400
401 KEBEDE, T. HAILE, A. DADI, H. ALEMU, T. Genetic and phenotypic parameter
402 estimates for reproduction traits in indigenous Arsi-Bale goats. **Tropical Animal**
403 **Health and Production**, v. 44, p. 1007-1015, 2012.
404
405 KHAN, A. S.; COSTA, A. D.; LIMA, P. V. P. S.; SILVA, L. M. R.; XIMENES, L. J. F.
406 Avaliação do nível tecnológico da ovinocultura de corte no estado do Ceará. In: KING,
407 G.; BAUER, C. **Hibernate in Action: in action series**. Greenwich, CT: Manning
408 Publishing Company, 2004.
409
410 LÔBO, R. N. B.; SILVA, F. L. R. Parâmetros genéticos para Características de interesse
411 econômico em cabras das raças Saanen e Anglo-nubiana. **Revista Ciência**
412 **Agrônômica**, v. 36, p. 104-110, 2005.

- 413
414 MAGALHÃES, A. F. B.; LOBO, R. N. B.; FACÓ, O. Genetic parameters estimates for
415 growth traits in Somalis Brasileira hair sheep breed. **Ciência Rural**, v.43, p.884-889,
416 2013.
- 417
418 MAGHSOUDI, A.; TORSHIZI, R. V.; JAHANSHAHI, A. S. Estimates of (co)variance
419 components for productive and composite reproductive traits in Iranian Cashmere goats.
420 **Livestock Science**, v.126, p.162-167, 2009.
- 421
422 MARQUES, E. G.; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B. Índices de seleção para
423 bovinos da raça Nelore participantes de provas de ganho em peso em confinamento.
424 **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, p669-681, 2012.
- 425
426 MOHAMMADI, H.; SHAHREBABA, M. M.; SHAHREBABA, H. M. Genetic
427 parameter estimates for growth traits and prolificacy in Raeini Cashmere goats. **Tropical**
428 **Animal Health and Production**, v. 44, p. 1213-1220, 2012.
- 429
430 PAULA FILHO, W. P. **Engenharia de Software: fundamentos, métodos e padrões**. 2
431 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora. 602p, 2003.
- 432
433 PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices.
434 **Canadian Journal Plant Science**, v.49, p.803-804, 1969.
- 435
436 QUAAS, R. Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator
437 relationship matrix. **Biometrics**, p.949-953, 1976.
- 438
439 RASHIDI, A.; BISHOP, S. C.; MATIKA, O. Genetic parameter estimates for pre-
440 weaning performance and reproduction traits in Markhoz goats. **Small Ruminant**
441 **Research**, v. 100, p. 100-106, 2011.
- 442
443 RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. The Unified Modeling Language
444 Reference Manual. **Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company**, 1999.
- 445
446 SALIN, M. M. PROCAPRI: PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE REBANHOS
447 CAPRINOS – VERSÃO 2.0. 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade
448 Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.
- 449
450 SANTANA, J. G.; JOSAHKIAN, A. L. Efeitos da endogamia em zebuínos com ênfase
451 na raça nelore. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v.1, p. 1-8, 2011.
- 452
453 SANTOS, N. P. S. **Contribuição genética ótima e seleção de acasalamentos em**
454 **ovinos Santa Inês utilizando evolução diferencial**. 96p. 2015. Tese (Doutorado em
455 Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, 2015.
- 456
457 VAN DER WERF, J.; KINGHORN, B. **Quantitative genetics in animal breeding**.
458 Course notes, FCAV-UNESP/Jaboticabal, 2001.
- 459

460 VAYEGO, S. A.; DIONELLO, N. J. L.; FIGUEIREDO, E. A. P. Direct and indirect
461 selection and index selection in broiler line. **Ciências Agrárias**, v.35, p.2107-2116,
462 2014.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caprino e a ovinocultura podem crescer ainda mais. No entanto, os produtores precisam investir em inovações tecnológicas que venham auxiliar no controle zootécnico, genético e nas orientações de acasalamentos.

O software CAPRIOVI na sua nova versão, permite ao produtor realizar um acompanhamento mais detalhado do seu rebanho, através da geração de relatórios de forma simples e rápida.

A implementação do método índice de seleção para identificar animais geneticamente superiores foi realizada de forma satisfatória, sendo este eficaz na escolha dos melhores animais para um conjunto de características, simultaneamente. O algoritmo genético NSGA-II orientou as melhores combinações de acasalamentos, com intensidade de seleção aplicada para machos e fêmeas.

Futuramente almeja-se que o software CAPRIOVI realize avaliação genética, tenha uma versão para a produção de leite e gerencie todas as rotinas do rebanho, incluindo os custos de produção.