



RENORBIO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

**DISPOSITIVO MÓVEL E SOFTWARE PARA AUTOMAÇÃO DE MEDIDAS
CORPORAIS EM OVINOS E CAPRINOS**

CONSTANTINO AUGUSTO DIAS NETO

TERESINA-PI

2019

CONSTANTINO AUGUSTO DIAS NETO

**DISPOSITIVO MÓVEL E SOFTWARE PARA AUTOMAÇÃO DE MEDIDAS
CORPORAIS EM OVINOS E CAPRINOS**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia, Ponto Focal Piauí, Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Área de Concentração: Biotecnologia Agropecuária.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho.

Coorientador: Prof. Dr. Antônio de Sousa Júnior

Teresina-PI

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

D541d Dias Neto, Constantino Augusto.
Dispositivo móvel e software para automação de medidas corporais em
ovinos e caprinos / Constantino Augusto Dias Neto. – 2019.
85 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Programa de Pós-
Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, 2019.
“Orientadora Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho.”
“Coorientador Prof. Dr. Antônio de Sousa Júnior.”

1. Ovinos. 2. Caprinos. 3. Hardware. 4. Software. 5. Sistema
Embarcado. I. Título.

CDD: 005.1

Ficha elaborada pelo Serviço de Catalogação da Biblioteca Central da UESPI Nayla Kedma de
Carvalho Santos (Bibliotecária) CRB-3a/1188



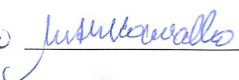

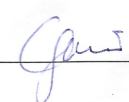


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO – DEFESA DE TESE

ALUNA: Constantino Augusto Dias Neto

TÍTULO DO PROJETO: “DISPOSITIVO MÓVEL E SOFTWARE PARA AUTOMAÇÃO DE MEDIDAS CORPORAIS EM OVINOS E CAPRINOS.”

PROFESSORA ORIENTADORA: Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho

BANCA EXAMINADORA:	CONCEITO	ASSINATURA
Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho - UFPI (Presidente)	<u>SATISFATORIO</u>	
Prof. Dr. Francisco das Chagas Alves Lima - UESPI (Examinador)	<u>SATISFATORIO</u>	
Prof. Dr. Carlos Giovanni Nunes de Carvalho - UESPI (Examinador)	<u>SATISFATORIO</u>	
Prof. Dr. Jose Lindenberg Rocha Sarmiento.– UFPI (Examinador)	<u>SATISFATORIO</u>	
Profa. Dra. Claudina Ribeiro de Moraes da Costa - IFPI (Examinadora)	<u>SATISFATORIO</u>	

DATA DA AVALIAÇÃO: 10 de dezembro de 2019.
HORÁRIO: 08:30h
LOCAL: NUPCelt/UFPI

DEDICO,

Aos meus pais Deusimar Gomes da Silva e Mária de Fátima Dias Gomes que sempre incentivaram e investiram na minha educação, possibilitando que eu tivesse acesso a um ensino de qualidade, e mostraram que a maior herança que se pode deixar a um filho é o conhecimento, trabalho e respeito ao próximo. A minha esposa Micheline Ibiapina Cantanhede Dias, pelo incentivo, palavras de apoio e acreditar no meu potencial. Aos meus filhos Felipe Cantanhede Dias e Yasmin Cantanhede Dias por entenderem alguns momentos de ausência, nos momentos de lazer familiar.

AGRADECIMENTOS

À Deus, acima de tudo, por nos ensinar o caminho da humildade, do amor e que seus ensinamentos devem ser aplicados diariamente.

À Universidade Federal do Piauí e à RENORBIO pela oportunidade que foi dada nesta conquista acadêmica, fundamental na minha vida profissional.

À Universidade Estadual do Piauí por permitir o afastamento parcial, para que eu pudesse ter mais tempo a dedicar-se a este trabalho.

A minha orientadora professora Dr^a Maria Acelina Martins de Carvalho, por acreditar no meu potencial, sempre disponível as orientações, pela paciência e dedicação, fundamentais ao êxito deste trabalho.

Ao meu coorientador professor Dr. Antônio de Sousa Júnior por sua dedicação, orientações e por disponibilizar os recursos do laboratório do Colégio Técnico Agrícola.

Aos amigos e Professores Dr. Sérgio de Sousa Barros e Dr. Carlos Giovanni Nunes de Carvalho pelas contribuições e sugestões feitas durante todo o trabalho.

Ao professor Dr. José Lindemberg Sarmiento por sua valorosa contribuição no exame de qualificação e pelo pronto atendimento no esclarecimento das dúvidas.

À minha esposa Micheline Cantanhede Dias, por seu apoio e incentivo.

À minha família pela compreensão nos momentos de ausência do convívio familiar.

Aos alunos Nilton César e Kenady Araújo pelo auxílio nas atividades técnicas, testes em laboratório para o desenvolvimento do projeto.

Aos professores e colegas que contribuíram de alguma forma com a realização e concretização deste trabalho.

“O conhecimento e a informação são os recursos estratégicos para o desenvolvimento de qualquer país. Os portadores desse recurso são as pessoas.”

Peter Drucker

DIAS NETO, Constantino Augusto **Dispositivo móvel e software para automação de medidas corporais em ovinos e caprinos. 2019.** 85p. Tese (Pós-graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina.

RESUMO

A ovinos e a caprinocultura representam atividades de extrema relevância na agropecuária nacional, uma alternativa, para as regiões áridas e semiáridas, pela adaptação às condições adversas. Apresentam grande importância cultural, social e econômica, permitindo o desenvolvimento regional, como fonte de renda para a população. Os criadores necessitam que seus rebanhos tenham um bom crescimento, desempenho de produção para atender, a médio e longo prazo as demandas do mercado ampliando a produtividade. Com isso, é de fundamental importância o processo de medição, visto que são características herdáveis, altura de cernelha, altura de garupa, perímetro torácico, comprimento do corpo e profundidade, sendo relevante a análise desses aspectos, os quais refletem na produção de carne e desenvolvimento corporal. Entretanto, os criadores ainda realizam essas medidas corporais nos animais, principalmente, por métodos manuais. Dessa forma, existe uma demanda crescente para o uso de inovações tecnológicas que proporcionem o monitoramento do crescimento de ovinos e caprinos. Os dispositivos e *softwares* aplicados à pecuária são fundamentais e necessários, pois permitem um processo automatizado, eficiente e rápido. Este trabalho tem por objetivo, desenvolver um dispositivo computacional para automação de medidas corporais em ovinos e caprinos, por meio do *software*, obtendo-se as mensurações e armazenando-as em banco de dados, possibilitando o acompanhamento do histórico das medidas do animal. Para o desenvolvimento da solução proposta foi utilizado *hardware* e *software*, com a finalidade de automatizar a realização de atividade humana, por meio da captura, processamento e armazenamento de informações. Para a construção do dispositivo foi usada a tecnologia Arduino e sensores, e o *software* em RubyOnRails utilizando-se o banco de dados SQLite. A coleta dos dados, fase importante no processo de automatização das medidas corporais altura de cernelha, altura da garupa, perímetro torácico, comprimento do animal, profundidade e peso foi realizada, ao mesmo tempo, por meio do dispositivo computacional e dos equipamentos manuais, de forma comparada. Desse modo, foram verificados os erros relativos médios de 7,44 % para altura de cernelha, 7,61 % para altura de garupa, 7,19 % para perímetro torácico, 6,45 % para comprimento de corpo, 13,48 % para o peso e 10,76 % para a profundidade apresentando-se, a média e o desvio padrão das medições automáticas próximas à medições manuais. Conclui-se que as medições corporais realizadas de forma automatizada, permitem maior agilidade nas mensurações, em relação às medidas tradicionais, que exigem muito trabalho com o animal em postura correta de medição e demanda tempo. O dispositivo e o software desenvolvido são de fácil manuseio, e se constituem uma ferramenta computacional de alta aplicabilidade social, por facilitar o acesso dos produtores.

Palavras-chave: Ovinos, Caprinos, *Hardware*, *Software*, Sistema embarcado

DIAS NETO, Constantino Augusto. **Mobile device and software for automation of sheep and goat body measurements. 2019.** 85p. Thesis (Pós-graduate in Biothechnology, Northeast Biotechnology Network - RENORBIO), Federal University of Piauí (UFPI), Teresina.

ABSTRACT

Sheep and goat farming represent extremely important activities in the national agriculture, an alternative for the arid and semiarid regions, due to the adaptation to adverse conditions. They have great cultural, social and economic importance, allowing regional development as a source of income for the population. Breeders need their herds to have good growth, production performance to meet market demands in the medium and long term, increasing productivity. Thus, the measurement process is of fundamental importance, since they are inheritable characteristics, withers height, croup height, thoracic perimeter, for body length e the depth being relevant the analysis of these aspects, which reflect in meat production and body development. However, breeders still perform these body measurements on animals, mainly by manual methods. Thus, there is a growing demand for the use of technological innovations that provide monitoring of sheep ang goat growth. The devices and software applied to livestock are fundamental and necessary, as they allow an automated, efficient and fast process. This work aims to develop a computational device for automation of body measurements in sheep and goats, using the software, obtaining the measurements and storing them in a database, allowing the monitoring of the animal's measurement history. For the development of the proposed solution, hardware and software were used to automate human activity through the capture, processing and storage of information. For the construction of the device was used Arduino technology and sensors, and software in RubyOnRails using the SQLite database. Data collection, an important phase in the process of automating body measurements withers height, croup height, chest circumference, animal length, depth and weight, was carried out at the same time by means of the computational device and the manual equipment, in order to compared way. Thus, mean relative errors of 7,44 % for withers height, 7,61 % for croup height, 7,19 % for thoracic perimeter and 6,45 % for body length, 13,48 % for the weight and 10,76 % for the depth being presented, the average and the standard deviation of the automatic measurements next to the manual measurements. It can be concluded that body measurements performed automatically allow greater agility in measurements compared to traditional measurements, which require a lot of work with the animal in correct posture of measurement and demands time. The device and software developed is easy to handle and constitute a computational tool of high social applicability, as it facilitates the access of the producers.

Keywords: Sheep, goats, Automation, Software, Embedded System

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DO REBANHO OVINO NOS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE	18
FIGURA 2 – MEDIDAS CORPORAIS NA REGIÃO DO TRONCO E MEMBROS EM OVINOS	22
FIGURA 3 - CAMADAS DA ENGENHARIA DE SOFTWARE	23
FIGURA 4 - MODELO EM CASCATA DO CICLO DE VIDA DE UM SOFTWARE	24
FIGURA 5 - MONITORAMENTO DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E TEMPERATURA CUTÂNEA PARA ANIMAIS RUMINANTES	26
FIGURA 6 - SISTEMA DE MONITORAMENTO DE SAÚDE ANIMAL BASEADO EM ZIGBEE	26
FIGURA 7 - SISTEMA DE ORDENHA AUTOMÁTICO DE VACAS	27
FIGURA 8 - SISTEMA DE INÉRCIA PARA DIFERENCIAR PASSEIO A CAVALO E TROTE	27
FIGURA 9 – COMPONENTES DE UM SISTEMA EMBARCADO	28
FIGURA 10 - SISTEMA DE RASTREAMENTO COM USO DE TAG INTELIGENTE	30
FIGURA 11 - TAG INTELIGENTE FIXADA AO CORPO DA CABRA	30
FIGURA 12 - MICROCONTROLADOR ATMEGA 2560	32
FIGURA 13- VISÃO INTERNA DE UM CAPACITOR QUE ARMAZENA CARGAS ELÉTRICAS	32
FIGURA 14 - CAPACITOR ELETROLÍTICO USANDO EM SISTEMAS EMBARCADOS	33
FIGURA 15 – USO DE SENSORES PARA A GESTÃO DE IRRIGAÇÃO	34
FIGURA 16 – PLACA ELETRÔNICA ARDUINO UNO	35
FIGURA 17 – AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO ARDUIN	36
FIGURA 18- PLACA ELETRÔNICA ARDUINO MEGA 2560	37
FIGURA 19 - FUNCIONAMENTO DO SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04	38
FIGURA 20 - SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04	38
FIGURA 21 - SENSOR INFRAVERMELHO SHARP GP2Y0A02YK0F	39
FIGURA 22 - TRIANGULAÇÃO DO SENSOR SHARP GP2Y0A02YK0F	40
FIGURA 23 – SISTEMA COMPUTACIONAL PROPOSTO E DESENVOLVIDO	42
FIGURA 24 – DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO DO TMOV CAPRI	44
FIGURA 25 - CAPTURA DOS DADOS COM USO DO DISPOSITIVO MÓVEL	47
FIGURA 26 – DISPOSITIVO COMPUTACIONAL EM COMUNICAÇÃO COM O SOFTWARE WEB	52
FIGURA 27 - SENSORES LIGADOS A PLACA ELETRÔNICA ARDUINO MEGA2560	52
FIGURA 28 - DISPOSITIVO MÓVEL PARA MENSURAÇÃO CORPORAL EM OVINOS E CAPRINOS (MEDIDAS EM MILÍMETROS)	53
FIGURA 29 – FLUXOGRAMA DO CÓDIGO EMBUTIDO NA PLACA ELETRÔNICA ARDUINO MEGA 2560	56
FIGURA 30 - INTERFACE DE LOGIN DO USUÁRIO NO TMOV CAPRI	61
FIGURA 31 - INTERFACE DE CADASTRO DO USUÁRIO NO TMOV CAPRI	62
FIGURA 32 - INTERFACE APÓS AUTENTICAÇÃO NO TMOV CAPRI	63
FIGURA 33 – INTERFACE DE CONFIGURAÇÃO DO DISPOSITIVO NO TMOV CAPRI	64
FIGURA 34 - INTERFACE DE CAPTURA DOS DADOS NO TMOV CAPRI	65
FIGURA 35 - MEDIDAS CORPORAIS DE OVINOS E CAPRINOS NO TMOV CAPRI	65
FIGURA 36 - CONSULTA DE UM ANIMAL ESPECÍFICO NO TMOV CAPRI	66
FIGURA 37 - HISTÓRICO DE MEDIDAS CORPORAIS NO TMOV CAPRI	67
FIGURA 38 - INTERFACE COM DADOS DE MEDIDA CORPORAL NO TMOV CAPRI	67
FIGURA 39 - INTERFACE DE CONSULTA POR PERÍODO NO TMOV CAPRI	68
FIGURA 40 - LISTAGEM EM FORMATO PDF DAS MEDIDAS CORPORAIS NO TMOV CAPRI	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PAÍSES COM O MAIOR NÚMERO DE CABEÇAS DE OVINOS	16
TABELA 2 - PAÍSES COM O MAIOR NÚMERO DE CABEÇAS DE CAPRINOS	17
TABELA 3 - PRODUÇÃO DE CARNE OVINA E CAPRINA MUNDIAL EM MILHÕES DE TONELADAS	17
TABELA 4 - EFETIVO DE REBANHO NOS ESTADOS DO NORDESTE EM 2017	19
TABELA 5 – EFETIVO DE REBANHO DOS 5 MAIORES MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PIAUÍ	19
TABELA 6 – DESCRIÇÃO DAS ENTIDADES DO TMOV CAPRI	44
TABELA 7 - INFORMAÇÕES DE USUÁRIOS	45
TABELA 8 - INFORMAÇÕES DE CONFIGURAÇÃO	45
TABELA 9 - INFORMAÇÕES DE LEITURA	46
TABELA 10 - INFORMAÇÕES DE MEDIDA CORPORAL	46
TABELA 11 – DATA E HORA DA LEITURA E A DISTÂNCIA SALVA NO ARQUIVO LEITURA.XTX	47
TABELA 12 - CORRELAÇÃO DE AG COM CC, PT E PESO	48
TABELA 13 - MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR E POLINOMIAL	48
TABELA 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)	49
TABELA 15 - PR ($>F$) E RAIZ DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO	50
TABELA 16 - PRINCIPAIS CLASSES DE CÓDIGO FONTE DO TMOV CAPRI	51
TABELA 17 - SENSORES LIGADOS ÀS PORTAS ANALÓGICAS DO ARDUINO MEGA 2560	53
TABELA 18 – VOLTAGEM DURANTE O PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DOS SENSORES	54
TABELA 19 - EQUAÇÃO DA CURVA PARA CÁLCULO DA DISTÂNCIA DE CADA SENSOR DO DISPOSITIVO MÓVEL	55
TABELA 20 - MEDIDAS MANUAIS E AUTOMÁTICAS EM CENTÍMETROS	70
TABELA 21 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA MEDIÇÃO MANUAL E AUTOMÁTICA EM CENTÍMETROS	70
TABELA 22 - ACURÁCIA MÉDIA DAS MEDIÇÕES AUTOMÁTICAS E TESTE T PAREADO	71

LISTA DE ABREVIACOES

AC	Altura de Cernelha
AG	Altura de Garupa
CC	Comprimento do Corpo
CPU	Central Processing Unit
EEPROM	Electrically-Erasable Programable Read-Only
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GHZ	Giga Hertz
GPS	Global Position System
GSM	Global System for Mobile
I2C	Inter Integrated Circuit
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
KB	Kilo Bytes
LCD	Liquid Cristal Display
LED	Light Emission Diode
MER	Modelo Entidade Relacionamento
MHZ	Mega Hertz
MM	Milmetros
MR	Modelo Relacional
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PCs	Personal Computers
PS	Processamento de Sinais
PSD	Processamento Digital de Sinais
PT	Perímetro Torácico
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
SMS	Short Message Service
SPI	Serial Pheriperal Interface
USB	Universal Serial Bus
WI-FI	Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Ovinocapricultura	16
2.2 Importância da biotecnologia	20
2.3 Medidas corporais	21
2.4 Engenharia de software	22
2.4.1 Ciclo de vida do software	23
2.4.2 Modelo relacional e diagrama de entidade e relacionamento	24
2.5 Tecnologias computacionais aplicadas a agropecuária	25
2.5.1 Sistemas embarcados.....	28
2.5.2 Microcontroladores	31
2.5.3 Capacitores e filtro de média móvel.....	32
2.5.4 Aplicação de sensores	33
2.5.5 Placa eletrônica Arduino	34
2.5.5.1 Placa eletrônica arduino Mega 2560	36
2.5.6 Sensor Ultrassônico.....	37
2.5.7 Sensor infravermelho GP2Y0A02YK0F.....	39
2.5.8 Processamento de sinais	40
3 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 Sistema computacional	42
3.2 Software para mensuração corporal em ovinos e caprinos com telemetria móvel (TMovCapri)	43
3.2.1 Ambiente de desenvolvimento.....	43
3.2.2 Diagrama de entidade e relacionamento do TMovCapri.....	43
3.2.3 Dicionário de Dados.....	44
3.2.4 Módulo do programa para porta USB	46
3.2.5 Definição do modelo de regressão para o cálculo das medidas corporais	48
3.2.6 Classes do código fonte	50
3.3 Dispositivo móvel	51
3.3.1 Calibragem do sensor infravermelho	53
3.3.2 Fluxograma e código de programação no arduino.....	55
3.4 Métricas para avaliação das medidas corporais	60
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1 TMovCapri	61
4.2 Dispositivo móvel	69
5 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXO A	82
ANEXO B	83
ANEXO C	84
ANEXO D	85

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária ao longo das últimas décadas tem desempenhando um papel importante, no desenvolvimento regional. A ovinocultura e a caprinocultura são atividades que têm se mostrado como fonte de renda e segurança alimentar para a população nas regiões áridas e semiáridas, devido a adaptação desses animais às condições hostis. Assim, essas atividades têm grande importância cultural e social nessas regiões.

Segundo Lôbo et al. (2011) a ovinocaprinocultura vem se destacando entre os diversos ramos do agronegócio, em virtude da alta lucratividade e rápido giro financeiro. Esta atividade pode ocupar o espaço deixado por outras atividades pecuárias e ser a principal atividade dentro de uma empresa rural.

É importante considerar que as medidas corporais, influenciam na padronização do animal. Estas medidas quantitativas, tais como altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG), comprimento do corpo (CC), perímetro torácico (PT) e peso são importantes na avaliação do crescimento do animal (ZHANG et al., 2018).

Atualmente, as medidas corporais nos animais são realizadas por métodos manuais, utilizando o hipômetro e fita métrica. Este método exige muito trabalho com o animal em postura correta de medição e ainda demanda tempo, sendo uma das principais desvantagens, a impossibilidade de armazenar de forma automatizada os dados, por não se constituir uma ferramenta computacional. Há uma grande necessidade de utilização de dispositivos de fácil manuseio, aplicados ao controle e gerenciamento das medidas corporais no manejo das espécies.

Para o sucesso da ovinocultura e da caprinocultura, é imprescindível melhorar os índices de produção do rebanho, além da necessidade de redução do custo da produção animal. Na atualidade, os produtores possuem demandas críticas por inovações tecnológicas que permitam obter requisitos de qualidade e padronização do rebanho. Assim, com a necessidade de constantes inovações que permitam a melhoria na qualidade da produção animal, proporciona-se desafios e oportunidades na área de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, promove-se um desenvolvimento sem precedentes na sociedade.

A computação está presente em recentes e grandes descobertas científicas, como resultado das pesquisas multidisciplinares. Esta ciência permite o desenvolvimento de dispositivos que auxiliam o processo de automação, captação e interpretação das informações. Com isso, obtêm-se produtos e técnicas inovadoras para auxiliar na ovinocaprinocultura,

sendo de fundamental importância para a consolidação dessa atividade econômica. Assim, é viável a construção de dispositivos que agregam, num único elemento, instrumentos de medição, microcontroladores, transmissores de informação por um custo bem reduzido. A computação é indispensável para o fortalecimento dos objetivos econômicos, sociais e tecnológicos de uma país. O uso de sistemas computacionais tem sido bastante difundido, como instrumento de auxílio na agropecuária.

Este trabalho tem por objetivo, desenvolver um dispositivo computacional para automação de medidas corporais em ovinos e caprinos, por meio do *software*, obtendo-se as mensurações e armazenando-as em banco de dados, possibilitando o acompanhamento do histórico das medidas do animal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ovinocapricultura

A ovinocapricultura, atividade econômica explorada em todos os continentes está presente em áreas sob as mais diversas características climáticas e botânicas. No entanto, apenas em alguns países a atividade apresenta expressão econômica, sendo, na maioria dos casos, desenvolvida de forma empírica e extensiva, com baixos níveis de tecnologia (EMERECIANO NETO et al., 2016). O consumo de carne ovina é aproximadamente 500 g/hab/ano, enquanto a carne bovina apresenta consumo médio per capita de (35 kg/hab/ano), frango (44 kg/hab/ano) e suínos (15 kg/hab/ano). O mercado cresceu nos grandes centros, graças ao abate de animais que produzem uma carcaça de melhor qualidade. Com a crescente valorização e demanda, observa-se aumento na produção, o que torna atividade promissora (FERNANDES, 2018).

As carnes ovina e caprina são consideradas produtos benéficos que podem favorecer aspectos da saúde humana, sendo inclusive fornecedoras de gorduras benéficas, além de serem ricas em outros nutrientes (VASTA, LUCIANO, 2011; RIBEIRO et al., 2011). Dessa forma, a população está se adaptando a novos hábitos de consumo, para que o consumidor tenha uma boa aceitação deste produto, deve-se produzir um animal que atenda às necessidades de mercado e que apresenta padrões de qualidade (SAÑUDO et al. 2012; SAÑUDO, MUELA, CAMPO, 2013).

O rebanho mundial consta aproximadamente 1,2 bilhão de ovinos e 1 bilhão de caprinos. A China concentra o maior número de cabeças de ovinos e caprinos (Tabelas 1 e 2) de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017).

Tabela 1 – Países com o maior número de cabeças de ovinos

Posição	País	Milhões Cabeças de Ovinos	% do rebanho mundial
1º	China	161.351.017	13,41
2º	Austrália	72.125.334	5,99
3º	Índia	63.068.632	5,24
4º	Nigéria	42.500.000	3,53
5º	Sudão	40.573.686	3,37

Fonte: Adaptado de FAO (2017)

Tabela 2 - Países com o maior número de cabeças de caprinos

Posição	País	Milhores de Cabeças de Caprinos	% do rebanho mundial
1º	China	139.916.096	13,52
2º	Índia	133.347.926	12,89
3º	Nigéria	78.037.077	7,54
4º	Bangladesh	72.200.000	6,97
5º	Paquistão	59.714.709	5,77

Fonte: Adaptado de FAO (2017)

Conforme a FAO (2017), no contexto internacional, o Brasil aparece bem distante dos principais países do mundo em termos de efetivos de ovinos (19º posição - aproximadamente 18 milhões de cabeças) e caprinos (22º posição – aproximadamente 9,6 milhões de cabeças). A produção mundial de carne ovina alcançou quase 9,5 milhões de toneladas e aproximadamente 6,2 milhões de toneladas de carne caprina (FAO , 2017). Ressalta-se, portanto, o comportamento a produção nos países em desenvolvimento, pois para os próximos dez anos, é esperado crescimento na produção das carnes ovina e caprina (DESOUZART, 2011). Na Tabela 3, observa-se a a produção de carne ovina e caprina mundial.

Tabela 3 - Produção de carne ovina e caprina mundial em milhões de toneladas

	Carne ovina Ano - 2017	Carne caprina Ano – 2017
Mundo	9.493.56	6.167.885
Ásia	4.957.475	4.194.744
África	1.847.449	1.373.203
Europa	1.181.936	119.000
Oceania	1.120.996	349.50
Américas	390.500	131.438

Fonte: FAO (2017)

Os ovinos e caprinos apresentam potencial para o desenvolvimento social e sustentável e vem se tornando uma prioridade, sendo alternativa para a geração de emprego e renda. A produção de carne tem sido muito atraente para os investidores, tornando-se o produto mais lucrativo. A indústria atual procura animais jovens com peso elevado, quantidade satisfatória de músculo e gordura, sendo um desafio para o aumento da cadeia produtiva (SILVA et al., 2014). No Brasil a produção de carne ovina alcançou quase 31 mil toneladas e aproximadamente 89 mil toneladas de carne caprina (FAO, 2017).

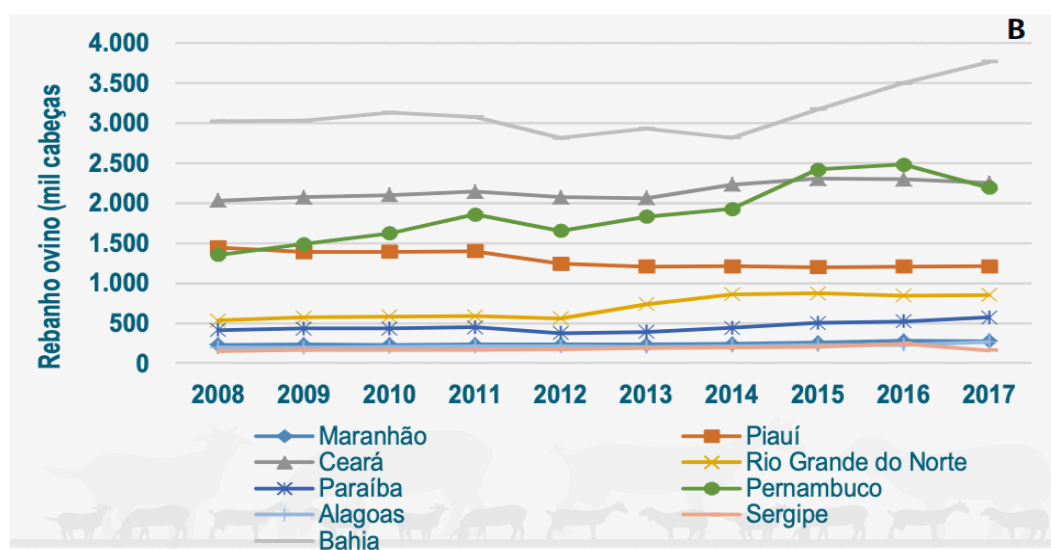
No Brasil, os ovinos e caprinos foram introduzidos durante o período de colonização por portugueses e espanhóis (CASTRO JÚNIOR, 2017). Entretanto, apenas no século XX a

ovinocultura evoluiu e gerou desenvolvimento econômico, especialmente no estado do Rio Grande do Sul (VIANA; SOUSA, 2007). A expansão da ovinocaprinocultura, em curto e médio prazos, dependerá de ampla divulgação das práticas tecnológicas já existentes e, em longo prazo, da geração de tecnologia que permita redução de custos de produção e aumento de produtividade (CAMPOS, R.; CAMPOS, K., 2013). Segundo Lopes (2017) no agronegócio brasileiro, a criação de ovinos tornou-se uma atividade próspera, tanto para o abastecimento do mercado interno, quanto para exportação, pois dispõe de material genético, extensão territorial, vegetação, clima excepcionais e mão de obra barata, no entanto, não atende a demanda interna.

A ovinocaprinocultura, apesar de sua abrangência na região Nordeste, apresenta ainda pouca expressão em termos tecnológicos, em comparação a outras atividades agropecuárias desenvolvidas no Brasil. A atividade é desenvolvida na região, sob a forma ultraextensiva, caracterizando-se por alimentação deficiente, manejo e profilaxia inapropriados, que provoca baixa produtividade, em consequência obtêm-se insatisfatórios resultados econômico-financeiros. Com isso, torna-se fundamental o uso de tecnologias adequadas, associadas às práticas de manejo e um programa de melhoramento genético, para o produtor incrementar a produção de carne (CAMPOS, R.; CAMPOS, K., 2013).

De acordo com (IBGE, 2017) a participação da região Nordeste no rebanho ovino nacional cresceu nos últimos anos, consolidando-se como a mais expressiva do país em termos numéricos. Na Figura 1 ilustra-se a evolução do rebanho ovino nos estados da região Nordeste do Brasil.

Figura 1 - Evolução do rebanho ovino nos estados da região Nordeste



Fonte: PPM/IBGE (2017)

A região Nordeste concentra 64,2 % do rebanho de ovinos e 93,2% do rebanho de caprinos do Brasil, predominantemente, voltada para a produção de carne. O estado da Bahia destaca-se com 20,94% do efetivo do rebanho de ovinos e 30,9% do efetivo de caprinos, o município com maior efetivo é Casa Nova na Bahia nas duas espécies (IBGE, 2017). Na Tabela 4 observa-se o efetivo de rebanho dos estados do nordeste em 2017.

Tabela 4 -Efetivo de rebanho nos estados do nordeste em 2017

Estados do Nordeste	Número de ovinos	Número de caprinos
Bahia	3.793.502	2.959.139
Ceará	2.228.713	1.058.705
Pernambuco	2.295.269	2.256.276
Piauí	1.615.224	1.811.964
Rio Grande do Norte	851.160	469.900
Paraíba	572.688	613.919
Maranhão	276.795	356.302
Alagoas	264.268	59.619
Sergipe	161.221	23.680

Fonte: Adaptado de PPM/IBGE, 2017

Conforme a Tabela 4, o Estado do Piauí ocupa a 4.º posição na participação do rebanho nacional em número de ovinos e 3.º posição no número de caprinos . Na Tabela 5, encontra-se o efetivo de rebanho ovinos e caprinos dos 5 maiores municípios do estado do Piauí.

Tabela 5 – Efetivo de rebanho dos 5 maiores municípios do estado do Piauí

Município	Número de ovinos	Município	Número de caprinos
Jacobina do Piauí	62.996	Dom Inocêncio	81.563
Paulistana	60.124	São Raimundo Nonato	45.063
Dom Inocêncio	52.561	Dirceu Arcoverde	40.255
Acauã	47.878	Queimada Nova	39.552
Pio IX	38.677	Batalha	38.379

Fonte: Adaptado de PPM/IBGE, 2017

É importante proporcionar o bem estar dos ovinos de corte para que se agregue valor ao produto. Assim, para se obter qualidade da carcaça, torna-se necessário cuidados com o alojamento, manejo de crescimento, engorda, transporte, abate, além dos aspectos higiênico-sanitário do abate (MARTINS; MARCHETTI; GARCIA, 2015).

2.2 Importância da biotecnologia

Na caprinocultura os produtores buscam inovações tecnológicas que proporcionem melhorias na atividade. Assim, as inovações tecnológicas correspondem à implementação de produtos e processos tecnologicamente recentes ou o aperfeiçoamento. A implantação de práticas inovadoras à reprodução promove crescimento na produtividade com a melhoria da qualidade do produto (TEIXEIRA et. al, 2013).

No Brasil, o rebanho tem crescido consideravelmente, e associado a este crescimento, houve um aumento no uso de biotecnologias, uma vez que, o retorno sobre os investimentos, passa por uma gestão mais qualificada, melhoramento da tecnologia de produção e uso de ferramentas inovadoras de gestão (DECKER; FERNANDES; GOMES, 2016).

Segundo Fonseca et al. (2014), o progresso do conhecimento na área da biotecnologia integrada à reprodução permitiu um crescimento importante representando uma maior relevância no desenvolvimento zootécnico, genético e sanitário. Esses avanços foram possíveis por meio do uso de técnicas como a laparoscopia e ultrassonografia em tempo real.

Easley, Shasa e Hackett (2017) descreveram uma técnica de vídeo vaginoscopia para a realização de biopsia vaginal, tornando-se altamente efetiva com mínimo desconforto aos animais. Assim essa técnica para inseminação artificial transcervical em ovinos, tem objetivo de reduzir os procedimentos cirúrgicos, possibilitando maior conforto ao animal.

Com os avanços da genética molecular, a avaliação da estrutura genética de populações foi facilitada. Os marcadores moleculares oferecem informações valiosas para o monitoramento da seleção artificial, podendo ser usados na identificação individual ou conjunto de animais que devem ser mantidos em processo de reprodução, apenas para evitar a perda de diversidade genética (DEASSIS et al., 2009). Para Rego Neto (2017) foi avaliada a estrutura genética por meio da análise tradicional genômica, bem como a associação entre regiões cromossômicas com características de tamanho corporal em ovinos da raça Santa Inês.

Conforme Sideri e Tsioli (2017), informações relevantes sobre o exame ultrassonográfico, foram apresentadas para apoiar procedimentos diagnósticos e tomadas de decisão para o manejo. Esse tipo de exame pode ser empregado na avaliação clínica reprodutiva e em doenças que afetam as articulações, como artrite.

Foi desenvolvido o *software* MOBCAPRI para dispositivos móveis de avaliação de parâmetros reprodutivos, usado em rotinas de exame andrológicos para análises a campo, com a finalidade de obter parâmetros relativos à mensuração da aptidão reprodutiva de caprinos

(SOUSA; CARVALHO; SOUSA JÚNIOR, 2017). Khojastehkey et al. (2016) avaliaram o comprimento do corpo de cordeiros recém-nascidos e estimaram seu efeito sobre o desempenho genético da população, com base na tecnologia de processamento de imagens.

O uso do sistema de navegação global por satélite (GNSS) viabiliza a monitoração dos ovinos em pastoreio. Com isso, permitiu-se distinguir as atividades dos animais (pastoreio, repouso e trânsito), determinar a localização (SALES-BAPTISTA et al., 2016).

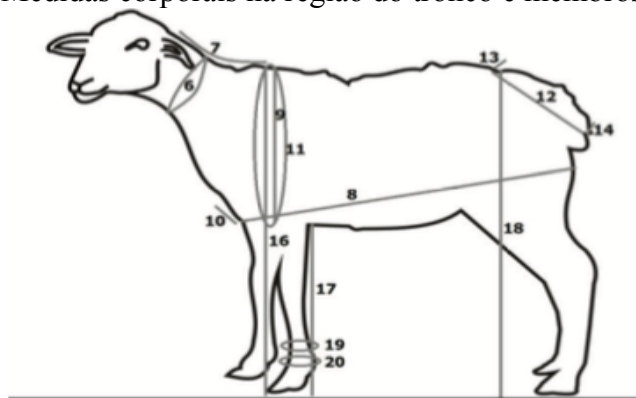
2.3 Medidas corporais

As mensurações são utilizadas nos animais para avaliar o desempenho, caracterizar grupos genéticos, e estimar o peso vivo (SOWAND; SOBOLA, 2008). O peso corporal varia conforme o genótipo, sexo, idade e sistema de alimentação entre outros, sendo de grande importância para determinar homogeneidade dos produtos a serem comercializados (OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M., 2003). De acordo com Cunha Filho et al. (2010), o conhecimento das medidas corpóreas e as correlações destas com o peso vivo do animal são estratégias comumente usadas em programas de seleção e produção de ovinos. O peso e as mensurações geralmente se correlacionam de forma positiva, sendo aceitável usá-los para prever o desenvolvimento dos cordeiros do nascimento ao desmame (KORITIAKI et al., 2012).

Estudos comparativos dos aspectos morfológicos *in vivo* são importantes, pois permitem comparações entre tipos raciais, pesos e sistemas de alimentação, sendo um método prático e de baixo custo, exigindo apenas, boa avaliação por meio de profissional capacitado. As curvas de crescimento podem auxiliar no estabelecimento de programas alimentares específicos e na definição da idade ótima de abate (CARNEIRO et al., 2007).

Segundo Oliveira et al. (2014), as medidas corporais são agrupadas de acordo com as regiões do corpo dos animais, em medidas cefálicas, do tronco e dos membros. As medidas do tronco correspondem ao perímetro torácico (PT), que compreende a medida da circunferência torácica, passando a fita métrica logo após a cernelha e por trás da escápula; o comprimento do corpo (CC), é a distância medida da articulação escápulo-umeral até a extremidade do isquão; as medidas dos membros são altura da cernelha (AC), distância vertical do ponto mais alto e o solo; altura de garupa (AG), distância vertical do ponto mais alto da garupa, no espaço de nido pelo processo espinhoso de T5 – T6 sobre a tuberosidade sacral do íleo, até o solo. A Figura 2 ilustra as medidas da região do tronco e dos membros em ovinos. O número 8 compreende o CC, 11 identifica PT, 16 AC e 18 AG.

Figura 2 – Medidas corporais na região do tronco e membros em ovinos



8- Comprimento do corpo, 11-Perímetro torácico,16-Altura de cernelha, 18-Altura de garupa

Fonte: Oliveira et al. (2014)

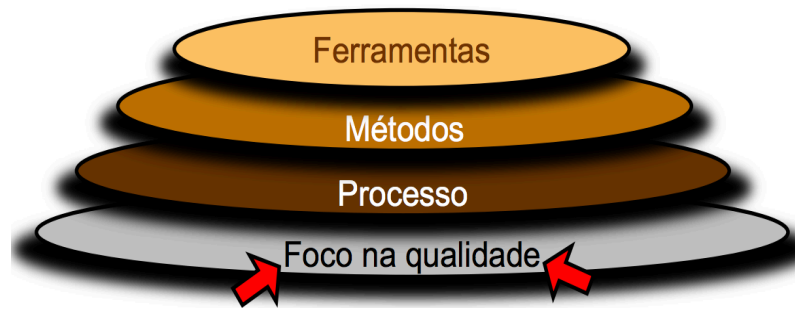
As mensurações são importantes na produção de ovinos, pois podem ser usadas na predição das características da carcaça de ovinos comerciais, são realizadas em animais in vivo, com a finalidade de atuar na padronização do produto (PALHARI NETO, 2018). Em Zhang et al. (2018), o comprimento do corpo de ovinos foi usado para prever o peso, portanto é de grande importância, pois pode refletir o desempenho de produção.

2.4 Engenharia de software

Em 1969 surgiu a engenharia de *software*, com a intenção de resolver os problemas pertencentes ao desenvolvimento de *software* em detrimento ao crescimento da necessidade por produtos, complicados de serem resolvidos, não possuindo orientações elaboradas para a atividade de desenvolvimento (ALVES, 2017).

Segundo Pressman (2016) o *software* é um conjunto composto por instruções de computador, estruturas de dados e documentos. Assim, podem ser genéricos (desenvolvido para serem vendidos a um grande número de clientes, por exemplo *softwares* para computador, tais como Excel e Word) ou personalizados (criado para um único cliente de acordo com suas necessidades). A engenharia de *software* representa “a criação e uso de sólidos princípios de engenharia a fim de alcançar *softwares* econômicos, que sejam confiáveis e que trabalhem eficientemente em máquinas reais”. Dessa forma, deve adotar uma abordagem sistemática, além de usar ferramentas e técnicas apropriadas. As camadas da engenharia de *software*, são ilustradas na Figura 3.

Figura 3 - Camadas da engenharia de software



Fonte: Adaptado de Giraffa, Marczak, Priklandnicki (2005)

O processo é a camada mais importante, pois une os métodos às ferramentas. Um processo de *software* é o conjunto de atividades, em que a meta é o desenvolvimento ou evolução de um *software*. A camada de métodos fornece a técnica de como fazer para construir *software*. Existem diferentes métodos para etapas de desenvolvimento, análise de requisitos, projetos, codificação, teste e manutenção do *software*. A camada de ferramentas fornecem apoio automatizado, temos as ferramentas de banco de dados, linguagens de programação e análise estruturada (PRESSMAN, 2016).

Dessa forma, existem diversos modelos de processo de *software* (ou paradigmas de engenharia de *software*) que envolvem métodos, ferramentas e procedimentos. Além disso, independente do processo de *software* a ser seguido, ele contém três fases genéricas: definição, desenvolvimento e manutenção. Os modelos de engenharia de *software* são: o ciclo de vida clássico (ou cascata), a prototipação, o modelo espiral, técnicas de quarta geração e um novo modelo tem sido bem utilizado: o modelo iterativo e incremental (AZEVEDO JÚNIOR; CAMPOS, 2008).

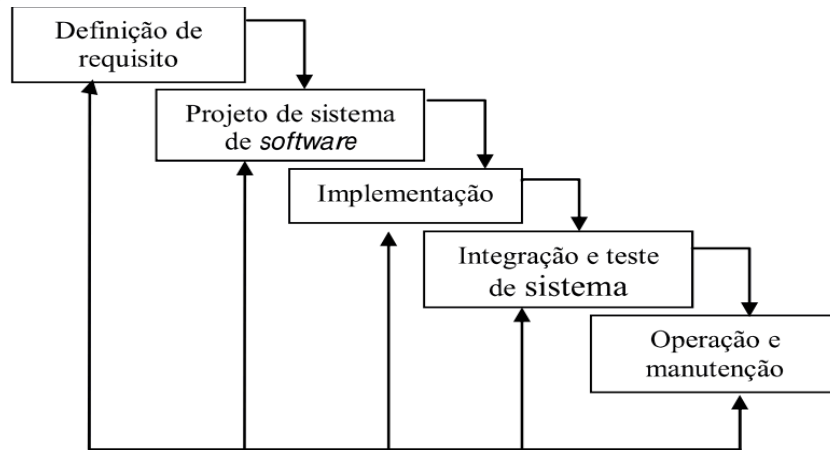
2.4.1 Ciclo de vida do software

Na engenharia de *software* ao iniciar o processo de desenvolvimento de *software*, a primeira escolha a ser feita é o modelo de ciclo de vida, que representa a “estrutura contendo processos, atividades e tarefas envolvidas no desenvolvimento, operação e manutenção do produto do *software*, abrangendo a vida do sistema, desde a definição dos seus requisitos até o término de seu uso” (MACEDO; SPINOLA, 2013).

De acordo com Pressman (2016), o modelo Cascata ou ciclo de vida Clássico caracteriza-se como um método de desenvolvimento linear e sequencial, criado pela marinha norte americana nos anos 60, usado na criação de *softwares* militares. A Figura 4, ilustra as

etapas do ciclo de vida de desenvolvimento de um *software* (modelo em Cascata), o resultado de uma fase se constitui na entrada de outra.

Figura 4 - Modelo em Cascata do ciclo de vida de um software



Fonte: SOMMERVILLE, 2011

Segundo Sommerville (2011) e Pressman (2016) as etapas do modelo em Cascata, são as seguintes: definição de requisitos, quando ocorre comunicação entre clientes e os analistas de sistema, para definir as funcionalidades e características que o sistema deve possuir; projeto de sistema de *software*, são especificados os componentes *hardware* e *software*, indispensáveis para o funcionamento do sistema; implementação, gera o código fonte, por meio de uma linguagem de programação; integração e teste de sistema, em que são elaborados documentos, para assegurar que o sistema atende as especificações definidas na fase de requisitos, sendo crucial “testar” o *software*, com o intuito de verificar a existência de eventuais erros, e Operação e Manutenção, quando são observados possíveis erros no sistema, para que sejam corrigidos.

2.4.2 Modelo relacional e diagrama de entidade e relacionamento

Segundo Ramos (2014), o modelo relacional (MR), foi introduzido em 1970 por E.F Codd, da IBM, e significou um grande progresso para projetistas e usuários que trabalham com engenharia de *software*. Sua simplicidade causou uma verdadeira mudança em banco de dados. Em 1970, os computadores da época não possuíam capacidade para implementar o modelo relacional, mas com o passar dos anos, ocorreu um grande crescimento do poder computacional, assim como a eficácia dos sistemas operacionais. Além disso, o preço dos

computadores reduziram drasticamente, enquanto o processamento cresceu, permitindo a execução de bancos de dados relacionais.

No MR, um banco de dados é uma coleção de uma ou mais relações, em que cada uma, representa uma tabela com linhas e colunas. Dessa forma, uma relação consiste de um esquema e uma instância. Esta, representa uma tabela, e o esquema descreve os cabeçalhos das colunas da tabela, assim a representação tabular, permite usar uma linguagem simples para consulta de dados (RAMAKRISHNAN; GEHRKE, 2000). No modelo relacional, uma linha é denominada de tupla, e um cabeçalho da coluna, de atributo e tabela é nomeada de relação. O tipo de dado descreve os tipos de valores que podem aparecer para cada coluna (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

O modelo de entidade e relacionamento (MER) proposto por Chen (1976), indica a representação gráfica de entidades e seus relacionamentos em uma estrutura de banco de dados. O MER se popularizou rapidamente por complementar os conceitos do modelo relacional. A representação gráfica é formada de entidades (retângulos), relacionamentos (losangos), atributos (elipses) e linhas de conexão (linhas) que exibem a cardinalidade de uma entidade em um relacionamento. Os tipos de relacionamentos usados no diagrama de entidade e relacionamento são: **1..1** (lê-se relacionamento um para um) - as tabelas têm relacionamento apenas entre si. Deve ser escolhido, a tabela que recebe a chave estrangeira; **1..n** (lê-se um para muitos), a exemplo, a chave primária da tabela “R” que tem o lado 1 segue para a tabela do lado “N”, a qual é chamada de chave estrangeira; no relacionamento **n..n** (lê-se muitos para muitos), é necessário criar uma nova tabela com as chaves primárias das envolvidas, assim temos, uma chave composta, formada por diversos campos-chave de outras tabelas, sendo que este relacionamento torna-se **1..n**, e o lado n será a nova tabela criada.

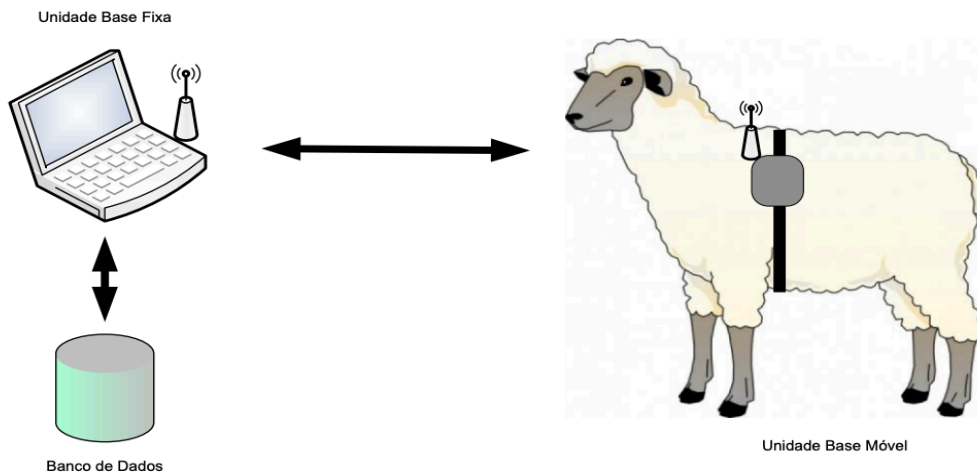
2.5 Tecnologias computacionais aplicadas a agropecuária

A agropecuária no Brasil permaneceu por diversos anos sem a evolução verificada no mundo. No entanto, com a globalização houve uma maior concorrência no mercado, com clientes requisitando produtos de qualidade (ASSIS, 2017). Os produtores têm buscado mudanças para se sobressaírem no mercado, a partir do crescimento da competitividade no agronegócio (AFFONSO; SANTANA, 2015).

Diversas tecnologias computacionais podem ser aplicadas à agropecuária. Assim, Costa (2014) desenvolveu um medidor de frequência cardíaca e temperatura cutânea para animais ruminantes. O sistema computacional é formado por, unidade de registro e

transmissão móvel de dados sem fio, fixada no animal; unidade de base fixa a qual se comunica com um *notebook* e o *software* para gerenciamento e aquisição dos sinais fisiológicos. A Figura 5 ilustra o sistema de monitoramento de frequência cardíaca e temperatura cutânea para animais ruminantes.

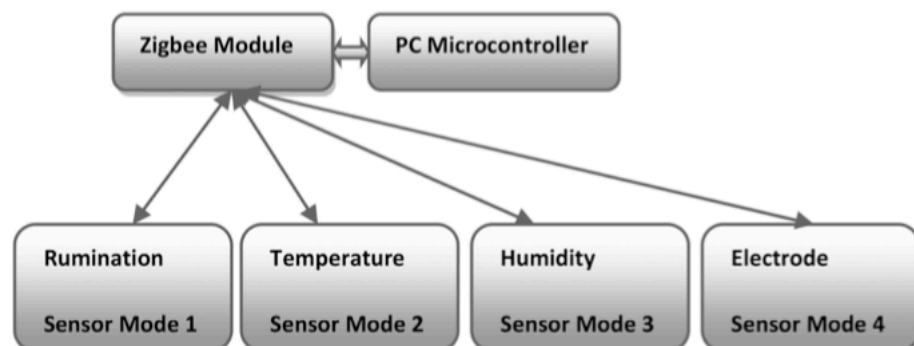
Figura 5 - Monitoramento de frequência cardíaca e temperatura cutânea para animais ruminantes



Fonte: Costa(2014)

Sharma, Konundal (2018) analisaram sistemas automáticos de monitoramento de saúde para diversas doenças no gado leiteiro, instalados em locais remotos das fazendas, e os dados coletados foram armazenados em banco de dados. A Figura 6 ilustra o sistema de monitoramento de saúde animal baseado em *Zigbee*.

Figura 6 - Sistema de monitoramento de saúde animal baseado em Zigbee

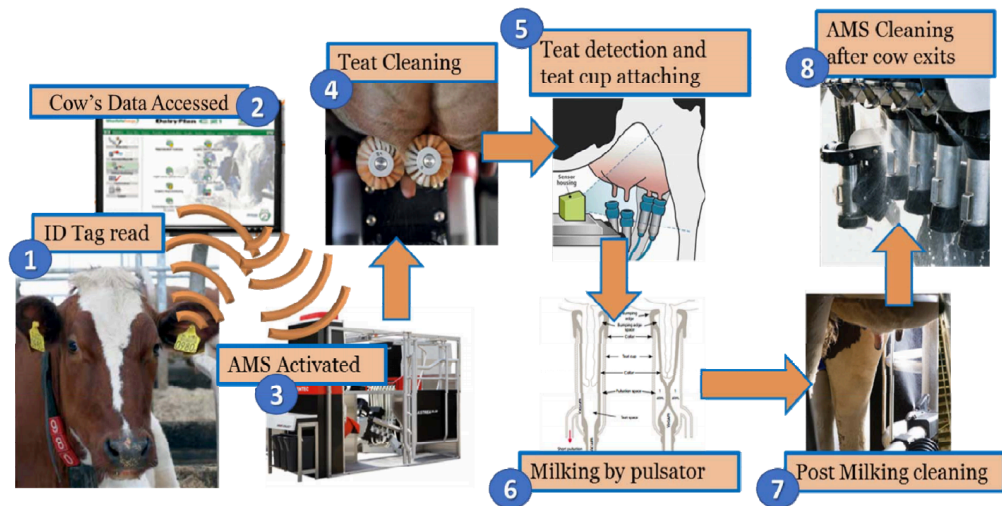


Fonte: (SHARMA;KONUNDAL; 2018)

Rastogi, Pal e Ryuh (2017) desenvolveram um sistema de ordenha automática, por meio do qual é treinado por aprendizado de máquina que pode detectar o úbere da vaca e as

tetas com menos tempo. Este mecanismo tem como intenção a redução do tempo gasto no treinamento do sistema nas primeiras ordenhas e a diminuição de responsabilidade do operador. A Figura 7 ilustra o processo de ordenha automática de vacas.

Figura 7 - Sistema de ordenha automático de vacas



Fonte: Rastogi, Pal e Ryuh (2017)

Foi usado um sistema de inércia para diferenciar passeio a cavalo e trote. A detecção do tipo de marcha de cavalo acontece com base na medição da aceleração por meio do sistema de captura de movimento inercial. Esse sistema, possui dois pequenos rastreadores de movimento leve com acelerômetros tridimensionais, giroscópios e manômetros para armazenar a aceleração vertical do tronco do cavalo na cernelha e na junção lombo-sacral (KOPNIAK; BOCIAN,2016).

Figura 8 - Sistema de inércia para diferenciar passeio a cavalo e trote



Fonte: (KOPNIAK; BOCIAN,2016)

2.5.1 Sistemas embarcados

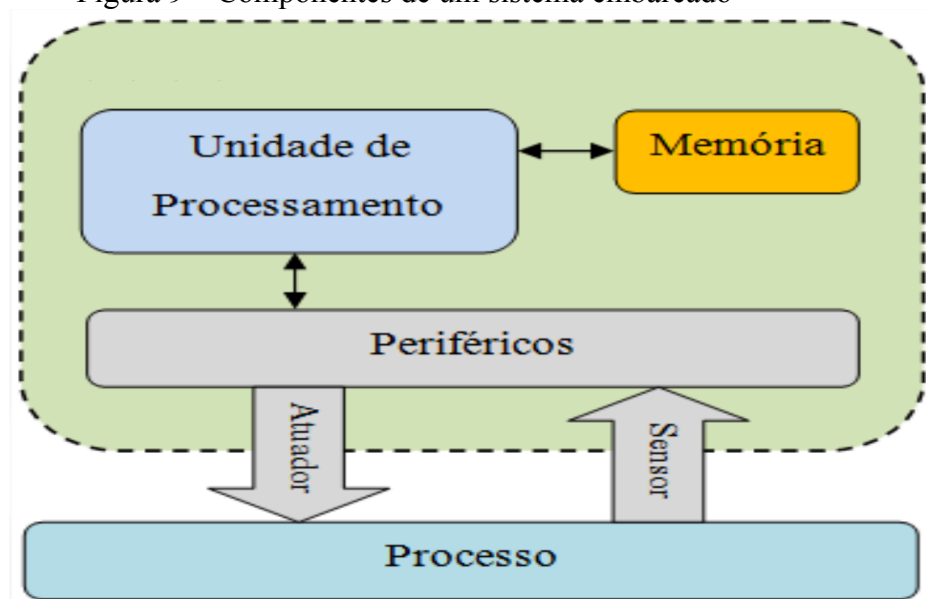
Os sistemas embarcados (SEs) foram usados com o intuito de melhorar a gestão de várias áreas do agronegócio (SHARMA; KONUNDAL, 2018; KOPNIAK; BOCIAN, 2016).

Em 1968, surgiu o primeiro sistema embarcado que foi desenvolvido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) denominado de guia Apollo que orbitou a terra no satélite Apollo 7 e pesava aproximadamente 30kg. Na década de 80, diversos componentes externos foram integrados no mesmo *chip* do processador, o que resultou nos microcontroladores (circuitos integrados). Em 1997, a Atmel criou um microcontrolador com memória *flash* programável que facilitou a reprogramação (SILVA JÚNIOR, 2015).

Em geral, o sistema embarcado está ligado ao uso do *hardware* e *software* embutido em um dispositivo. Esse sistema executa um grupo de tarefas bem definidas, com condições de funcionamento bem descritas (SILVA, 2018).

Segundo Fernandes (2017) ao projetar um sistema embarcado, este deve possuir unidade de processamento, além de diversos outros componentes, ilustrados na Figura 9.

Figura 9 – Componentes de um sistema embarcado



Fonte: Adaptado de Fernandes (2017)

A unidade de processamento (reduzida em comparação aos *Personal Computers* (PCs)) realiza cálculos, executa instruções (*firmware*), possui a unidade de lógica/aritmética, unidade de controle e registradores (FERNANDES, 2017).

A memória armazena os dados e programas. Nos sistemas embarcados, é mais comum, os dados e instruções estarem separados em memórias diferentes (arquitetura

Harvard). Esta possui capacidade limitada e um sistema embarcado pode ter a memória *Random Access Memory* (RAM), volátil, que é utilizada para armazenar as variáveis do programa, resultado de operações e a memória *Read Only Memory*(ROM) não volátil, que armazena o programa que será executado (HEATH, 2003).

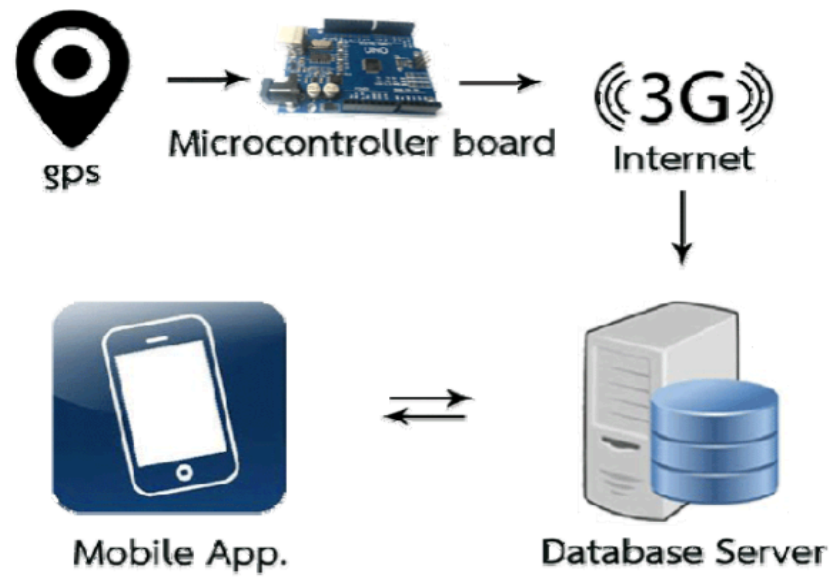
Os periféricos servem para enviar ou trazer informações para a unidade de processamento. Temos os conversores analógico/digital, digital/analógico, sensores e atuadores. Os sensores e atuadores são responsáveis por transformar as grandezas medidas no mundo real em sinais elétricos (HEATH, 2003).

Os sensores medem grandezas físicas como temperatura, pressão, presença, distância (sonar/infravermelho), umidade, movimento (acelerômetros) entre outros. Em geral, os sensores transformam partes de uma grandeza física normalmente em sinal elétrico, que por sua vez pode ser interpretado por certos equipamentos eletrônicos (BORGES; DORES, 2010).

O processo no sistema embarcado representa um programa em execução, é possível por meio do uso de periféricos, por exemplo, o acender e apagar de uma lâmpada de forma automática (FERNANDES, 2017).

Diversos equipamentos eletrônicos recentes no mercado, usam sistemas embarcados. Eles estão presentes na vida diária da população, as áreas que mais demandam são as de eletrônica de consumo, automação industrial e automotiva, telecomunicações e aeroespacial (PEREIRA et al., 2011).

Koompaiojn et al (2017) desenvolveram um sistema para rastreamento com o uso de *tags* inteligente, composto por uma placa Arduino, que conecta-se por meio do módulo 3G (tecnologia de telefonia móvel). Esta placa recebe o valor da posição por meio do módulo *Global Position System*(GPS). Foi utilizado os valores de *hardware*: latitude, longitude e o identificador (ID) da *tag* inteligente. O módulo 3G envia os valores da latitude e longitude para o servidor de banco de dados, e por meio do *software* para dispositivos móveis, são obtidos esses valores. A Figura 10, ilustra o sistema embarcado para rastreamento com uso de *tag* inteligente para localizar o animal na propriedade.

Figura 10 - Sistema de rastreamento com uso de *tag* inteligente

Fonte: Koompairojn et al.(2017)

A *tag* inteligente foi fixada ao corpo da cabra para coletar dados para testar a precisão do módulo GPS. A Figura 11, ilustra a *tag* inteligente de rastreamento instalada na cabra.

Figura 11 - Tag inteligente fixada ao corpo da cabra



Fonte: Koompairojn et al. (2017)

Ablachim et al. (2016) desenvolveram um sistema embarcado para monitorar parâmetros ambientais tais como: temperatura e umidade, com o propósito de capacitar os agricultores para agricultura de precisão.

2.5.2 Microcontroladores

O microcontrolador contém um processador, memória, periférico de entrada e saída, dispositivos de comunicação serial, dentre outros. Assim com o aumento significativo de funcionalidades, tornaram grande atrativo para implementar sistemas de controle a um custo relativamente baixo (OLIVEIRA; MONTEIRO; QUEIROGA, 2012). Esse dispositivo está presente em um computador pessoal, apenas para administrar periféricos e não possui grande poder de processamento (ZELENOVSKY, 2005).

Os microcontroladores tornaram-se largamente utilizados pela população, desde o mais simples controle remoto até câmeras de última geração, favorecendo a revolução dos produtos eletrônicos (TANAKA; BERNUY, 2012). Os mais complexos, são usados para implementar sistemas maiores, como os sistemas de comando por voz, e estão presentes em diversas áreas, como produtos manufaturados, automação comercial e residencial, agricultura, dentre outras (OLIVEIRA; MONTEIRO; QUEIROGA, 2012).

Um microcontrolador de 8 *bits* chamado de “8051”, com um conjunto *Complex Instruction Set Computer* (CISC), foi lançado em 1981 pela empresa Intel, e tornou-se amplamente popular, depois que esta empresa permitiu que outros fabricantes comercializassem qualquer outra versão do 8051, desde que permanecesse compatível com o código do 8051 (KAMALUDDIN et. al 2015). Estes são os mais vendidos no mercado em virtude da simplificação do *design* dos produtos e a redução do custo do material (MURRAY, 2015). Está presente na placa Arduino Mega 2560 é denominado de ATMEL Atmega2560, possui 256 *KiloBytes* (KB) de memória *Flash*, 8KB de *Random Access Memory* (RAM) e 4 KB de *Electrically-Erasable Programmable Read-Only* (EEPROM). Opera a 16 *Mega Hertz* (MHZ) e chega a 16 milhões de instruções por segundo. A Figura 12, ilustra o Atmega 2560. (ARDUINO MEGA 2560, 2018)

Figura 12 - Microcontrolador Atmega 2560

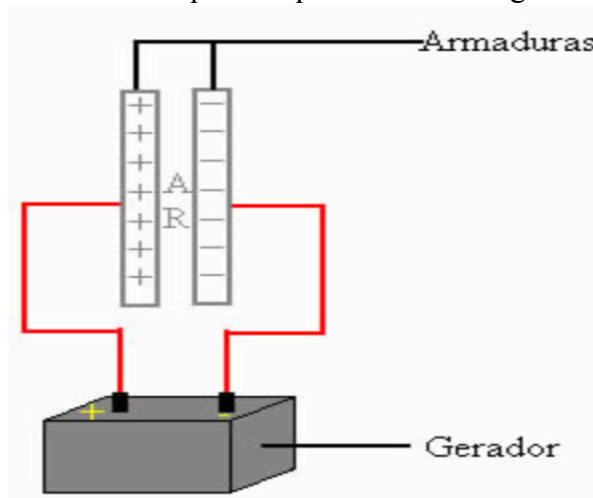


Fonte: Adaptado de Arduino Mega 2560 (2018, online)

2.5.3 Capacitores e filtro de média móvel

Capacitores são dispositivos elétricos, que têm como finalidade armazenar cargas e, conseqüentemente, energia elétrica, com formato esférico, cilíndrico ou plano, dependendo do circuito ao qual ele está sendo empregado, sendo constituídos de dois condutores denominados armaduras (DIAS, 2010). Para este autor, quando os capacitores forem eletrizados, os condutores armazenam cargas elétricas de mesmo valor absoluto, porém de sinais contrários, a carga total será zero, mediante o processo de indução total. As placas condutoras (armaduras) são separadas por um isolante, cada armadura, encontra-se ligada a um polo, a armadura conectada ao polo positivo eletriza-se positivamente, enquanto a do polo negativo eletriza-se negativamente. A Figura 13, ilustra a visão interna de um capacitor que armazena cargas elétricas.

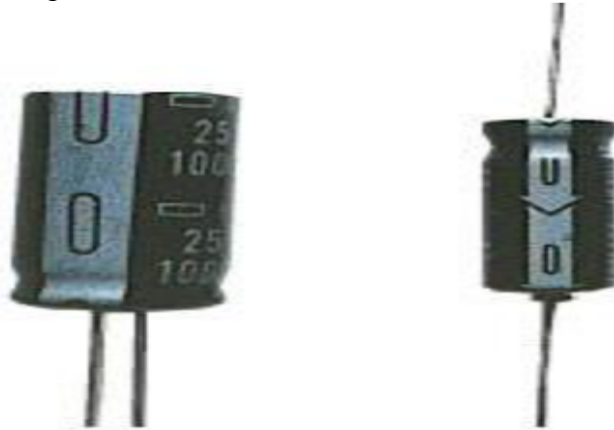
Figura 13- Visão interna de um capacitor que armazena cargas elétricas



Fonte: Almeida (2018)

Os capacitores podem ser utilizados nos mais variados tipos de circuitos elétricos, a exemplo, as máquinas fotográficas que armazenam cargas para o flash. A Figura 14, demonstra um capacitor eletrolítico muito utilizado em sistemas embarcados (SANTOS, 2018).

Figura 14 - Capacitor eletrolítico usando em sistemas embarcados



Fonte: Santos (2018)

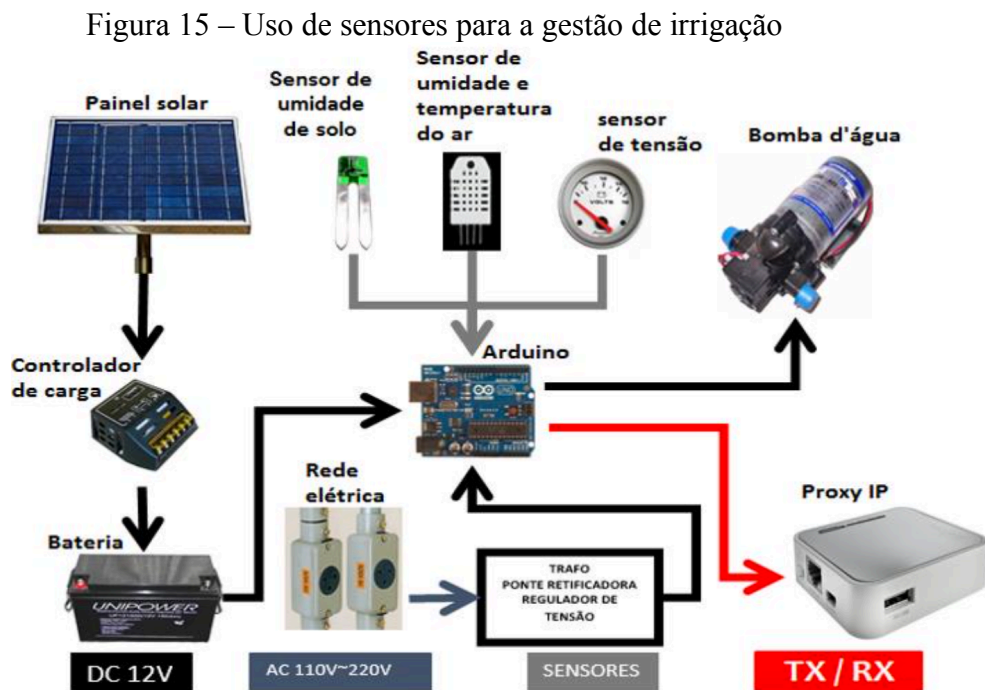
Já o filtro de média móvel, segundo Pacheco et. al (2017) é utilizado, com o propósito de diminuir o efeito do ruído (erro) introduzido em um sinal. Conforme Romero (2016) o filtro de média móvel tem o benefício de ser menos oneroso computacionalmente que os filtros clássicos e a configuração de parâmetros são mais simples.

2.5.4 Aplicação de sensores

Os sensores ganharam popularidade em virtude das inúmeras aplicações possíveis e sua flexibilidade na resolução dos problemas nas diversas áreas do conhecimento. Para Marin e Islan (2012) algumas aplicações fazem uso de sensores, militares, de monitoramento de área e aplicações médicas. Em relação as aplicações militares, Roy e Nene (2015) construíram um framework, para monitorar campo minado, em que os requisitos de segurança, confidencialidade, e integridade dos dados são importantes. Quanto às aplicações de monitoramento de área, Kassim e Harun (2016) desenvolveram um sistema inteligente que coleta e monitora informações relacionadas ao ambiente de culturas fora e dentro de estufas, usando sensores de temperatura e umidade. Em relação às aplicações médicas, Hakimi et al. (2016), desenvolveram um medidor de icterícia e um sistema de monitoramento para recém-nascidos, com base no sintoma de uma lista de determinados parâmetros.

Na agropecuária, Gonçalves (2016) construiu um sistema computacional para gestão de irrigação, utilizando painéis solares como fonte de alimentação, sensores de umidade de

terra e do ar, temperatura e tensão de bateria. Os dados coletados foram disponibilizados via *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) e armazenados em uma base de dados, para observação de tendências meteorológicas. A Figura 15 ilustra o uso de sensores para a gestão de irrigação.



Fonte: Adaptado Gonçalves (2016)

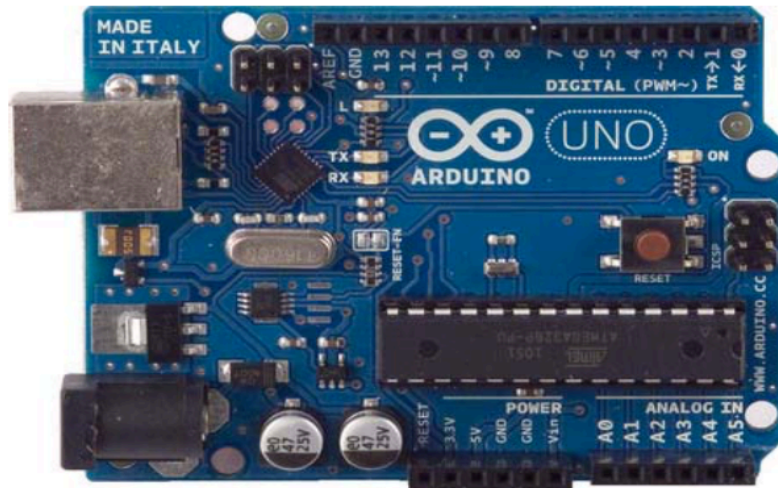
2.5.5 Placa eletrônica Arduino

O projeto Arduino surgiu em Ivrea, na Itália em 2005, com o propósito de interação educacional em projetos escolares, e tem sido utilizado em diversos projetos tecnológicos, artísticos e científicos, para auxiliar a vida da população (ARDUINO, 2017). De acordo com Corrêa Júnior (2017) é considerado uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software*, projetada com um microcontrolador da série Atmel de 8 *bits* ou 32 *bits* e pinos digitais, e consta de microprocessador, memória, portas de entrada e saída. O *hardware* pode ser alimentado por uma fonte de alimentação externa (pilhas, baterias) ou ainda por meio da entrada USB.

Para Matijevic, Cvjetkovic (2016), o Arduino apresenta vantagens em relação a outros microcontroladores por ser de baixo custo, ambiente de programação simples e *software* de código aberto e extensível. A placa pode ser adquirida pronta ou montada à mão, e possui diferentes modelos, tais como Arduino Due, Galileo, Uno, Mega entre outros,

apresentando diferenças, quanto ao microcontrolador, número de portas seriais e digitais. A Figura 16, ilustra a placa eletrônica Arduino Uno.

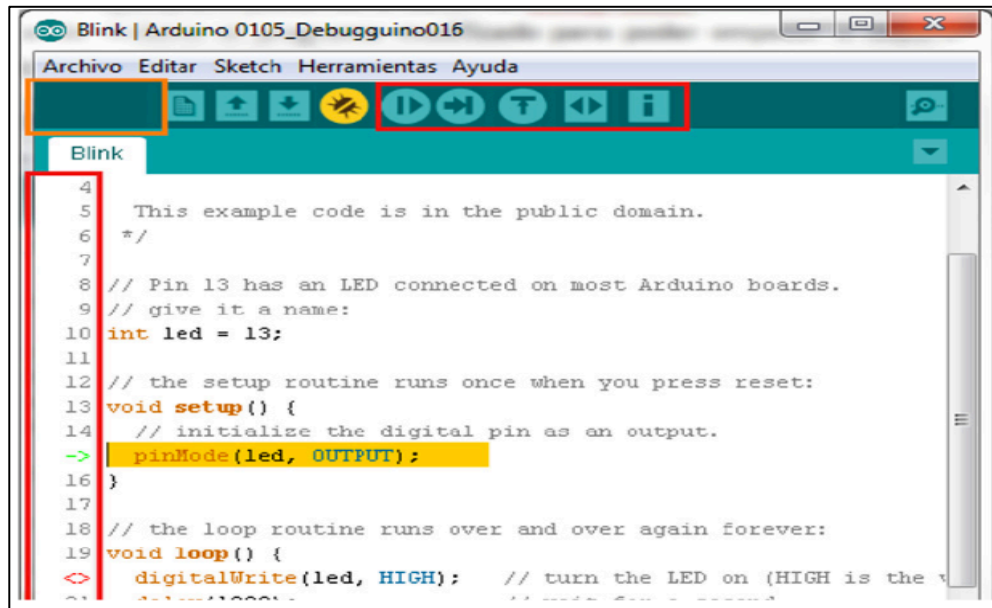
Figura 16 – Placa eletrônica Arduino Uno



Fonte: Kumbhar (2016)

A placa Arduino ainda pode ser combinada com outros Arduinos, criando as extensões chamadas de *Shields*, que se encaixam na placa Arduino, a exemplo, os *displays* e receptores *Global Position System* (GPS) (MCROBERTS, 2011). O Arduino usa a linguagem de programação *Wiring*, em que, o código é traduzido para a linguagem C, e dispõe de um *Integrated Development Environment* (IDE), programa executado no computador por onde escreve-se o código, denominado de *sketch* (BANZI, 2010). A Figura 17, representa o ambiente de desenvolvimento integrado do Arduino.

Figura 17 – Ambiente de desenvolvimento integrado do Arduino

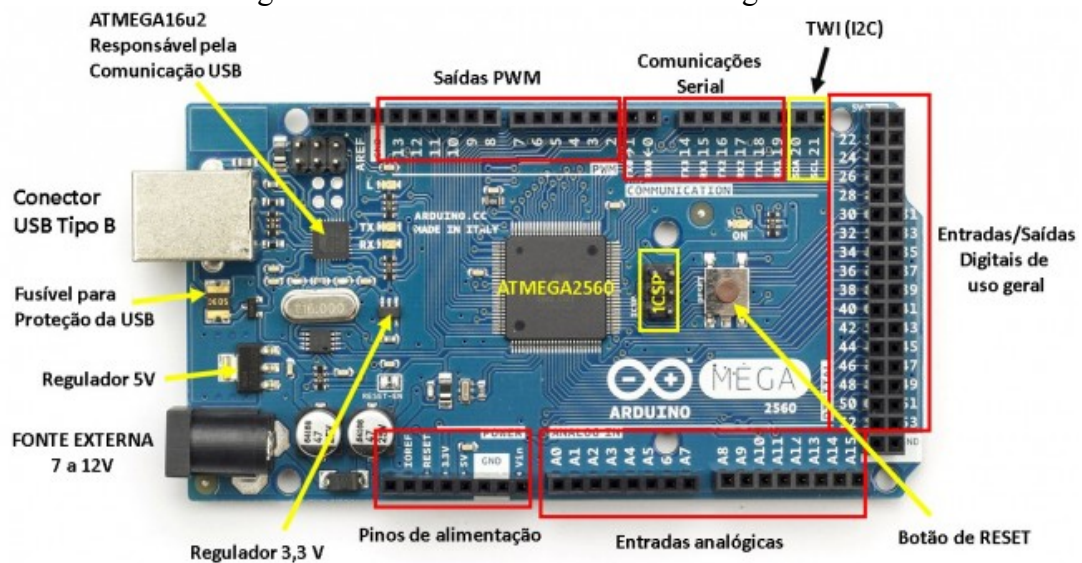


Fonte: Torroja et al. (2015)

2.5.5.1 Placa eletônica arduino Mega 2560

A placa Arduino Mega 2560, baseada no processador modelo Atmega 2560, dispõe de 54 pinos de entrada e saída digitais, sendo 16 entradas analógicas (pinos A0 a A15), 4 portas de comunicação serial, 15 saídas *Pulse-Width-Modulation* (PWM) e ainda, comunicação *Serial Pheriperal Interface* (SPI) e *Inter Integrated Circuit* (I2C) (ARDUINO MEGA 2560, 2018). A Arduino Mega 2560 pode ser alimentada por meio da porta USB ou por alimentação externa, e consta dos pinos: IOREF, que fornece tensão de referência para que *shields* selecionem o tipo de interface apropriada. Assim, *shields* que funcionam com a placa Arduino são alimentadas com 3,3 volts, no entanto podem adaptar-se para uso em 5 volts; o RESET, que permite reset externo da placa Arduino; o GND, que se refere ao pino de referência, terra (MCROBERTS, 2015). A Figura 18, mostra a placa eletrônica Arduino Mega 2560.

Figura 18- Placa eletrônica Arduino Mega 2560



Fonte: Adaptado de Arduino Mega 2560 (2018)

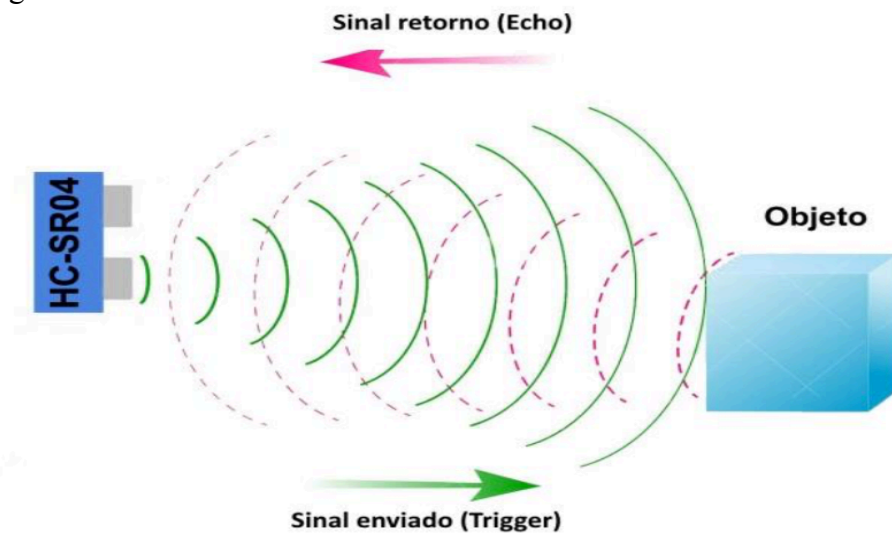
2.5.6 Sensor Ultrassônico

Os sensores ultrassônicos possibilitam o desenvolvimento de dispositivos computacionais, são bastante utilizados, em virtude do seu baixo custo, e permitem identificar a presença de objetos, sem a necessidade da existência de contato físico entre o sensor e o obstáculo. Funciona bem em pequenas distâncias e necessita estar plugado a uma placa Arduino. O sensor HC-SR04 emite sons acima de 18.000 quilo-hertz (kHz), assim não são percebidos por seres humanos, alcança ângulo de 15 graus quando uma onda ultrassônica é disparada e funciona com tensão contínua¹ de 5V (OLIVEIRA, 2015). Emite uma onda sonora que ao encontrar o obstáculo rebaterá de volta em direção ao módulo, neste tempo de emissão e recebimento do sinal o pino *ECHO* ficará em nível alto, logo, o cálculo da distância pode ser realizado de acordo com o tempo em que o pino *ECHO* permaneceu em nível alto, após o pino *Trigger* ter sido colocado em nível alto (ULTRASONIC, 2017).

O cálculo da distância é realizado da seguinte forma: $\text{Distância} = [\text{Tempo ECHO em nível alto} * \text{velocidade do som}] / 2$. Em relação ao cálculo da velocidade do som, é considerado 340 m/s, pois o resultado é obtido em metros se for considerado o tempo em segundos. A onda percorre 2 vezes a distância, já que ela é enviada e rebatida pelo obstáculo (ALMEIDA; MAESTIA, 2016). A Figura 19 ilustra o processo de funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04.

¹ É um tipo de energia elétrica produzida por uma bateria com terminais positivos e negativos

Figura 19 - Funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04



Fonte: Almeida e Maestia (2016)

O sensor HC-SR04, possui uma placa microcontroladora com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, *Trigger*, *Echo*, GND) para medição. O componente *Trigger* é responsável por emitir uma frequência sonora, o componente *Echo* recebe o sinal de volta, possui um VCC que é energizado com 5V e um GND que é o fio terra (FREITAS; LIMA; SANTOS, 2016). A Figura 20, ilustra um sensor ultrassônico HC-SR04.

Figura 20 - Sensor ultrassônico HC-SR04



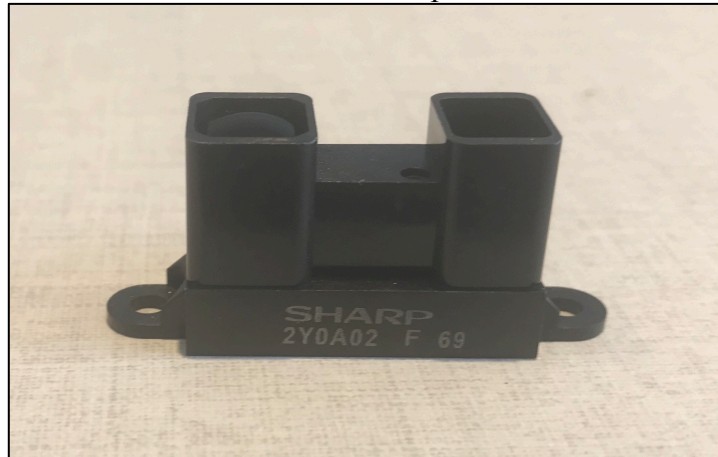
Fonte: Freitas, Lima e Santos (2016)

Sneha et al. (2015) construíram um robô capaz de realizar arado automático, colheita de frutas e pulverização de pesticidas, usando para navegação um sensor ultrassônico. No campo são instalados diversos sensores de umidade que verificam os níveis de umidade, e por meio do módulo *Global System Message* (GSM) é enviado um alerta ao agricultor informando a violação do ponto de ajuste. Assim, via *Short Message Service* (SMS), é possível ligar os *sprinklers* de água para reduzir a umidade.

2.5.7 Sensor infravermelho GP2Y0A02YK0F

O sensor infravermelho Sharp é capaz de detectar a distância dele até o animal em sua frente, pois possui uma saída analógica que é conectada a placa Arduino. A Figura 21 ilustra o sensor usado na construção do dispositivo computacional.

Figura 21 - Sensor infravermelho Sharp GP2Y0A02YK0F



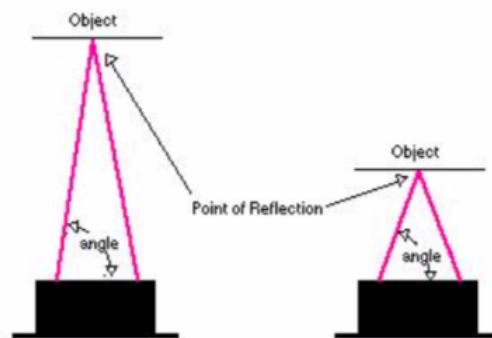
O sensor possui três terminais: o pino 1-VCC (alimentação), responsável pela saída analógica do sinal processado, o pino 2 é o GND (terra) e o pino 3-V0 (ler a tensão). As características mais importantes, de acordo com o *datasheet* disponibilizado pelo fabricante são: Faixa de medição: 20 a 150 cm; Tipo de saída: tensão analógica; Tensão de operação: 4,5 V a 5,5 V; Consumo típico de corrente: 33 miliamperes; Peso: 4,9 gramas.

Para calcular a distância a um determinado animal é utilizado o método de triangulação (

Figura 22), segundo Datasheet (2018), que funciona da seguinte maneira:

- O emissor envia um pulso de luz infravermelha, que se propaga até encontrar o obstáculo.
- A luz é refletida ao encontrar o obstáculo, sendo formado um triângulo entre o emissor, o ponto de reflexão e o detector do sensor.
- Essa luz refletida é transmitida a um pequeno dispositivo de carga acoplada (CCD), encontrado na parte interna do sensor, o qual determina o ângulo de reflexão.
- O sensor calcula a distância a partir desse ângulo de reflexão e emite uma tensão no seu pino de saída, que corresponde a distância detectada.

Figura 22 - Triangulação do sensor Sharp GP2Y0A02YK0F



Fonte: Alcantra et al. (2013)

2.5.8 Processamento de sinais

De acordo com Zoubir (2014), o processamento de sinais (PS) consiste na análise e modificação de sinais por meio do uso da teoria fundamental, aplicações e algoritmos, de forma a extrair informações dos mesmos e torná-los mais apropriados para uma aplicação específica. O PS pode incluir sons, imagens, séries temporais, sinais de rádios, sinais de telecomunicação e muitos outros.

O processamento digital de sinais (PSD), iniciou-se por volta das décadas de 60 e 70, em conjunto com o desenvolvimento dos primeiros computadores digitais. Entretanto, o PSD se limitava a poucas aplicações, devido ao seu elevado custo. Com o desenvolvimento dos computadores pessoais, o PSD tornou-se usado em diversas aplicações. O PSD é o processo de manipulação matemática do sinal para melhorá-lo, por meio de algoritmos e técnicas que converte do formato analógico para o formato digital (RIZZO, 2014).

Com isso, a vantagem do sinal digitalizado representa a não ocorrência das variações as quais os sinais analógicos estão sujeitos. Pode-se reduzir as interfaces analógicas o suficiente para transformar o sinal analógico em digital com precisão e deixar que o microprocessador se encarregue de tratar e processar esse sinal. Atualmente, os componentes digitais desenvolvidos são menores, mais baratos, eficientes e mais rápidos. Isso possibilita a construção de sistemas altamente desenvolvidos e capazes de realizar funções de PSD muito

mais complexas, em virtude dos computadores modernos e na fabricação dos circuitos integrados (PROAKIS; MANOLAKIS, 2007).

Gomes (2016) criou um sistema computacional para aquisição de sinais de eletromiografia (método de gravar a atividade elétrica do músculo ao realizar contração), por meio de comunicação sem fio que atenda a realidade do sistema produtivo brasileiro, baseado no uso de pastagens. Dessa forma, é possível entender como funciona o comportamento ingestivo de ruminantes. Assim, otimiza o manejo animal, identificação de doenças e bem estar animal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

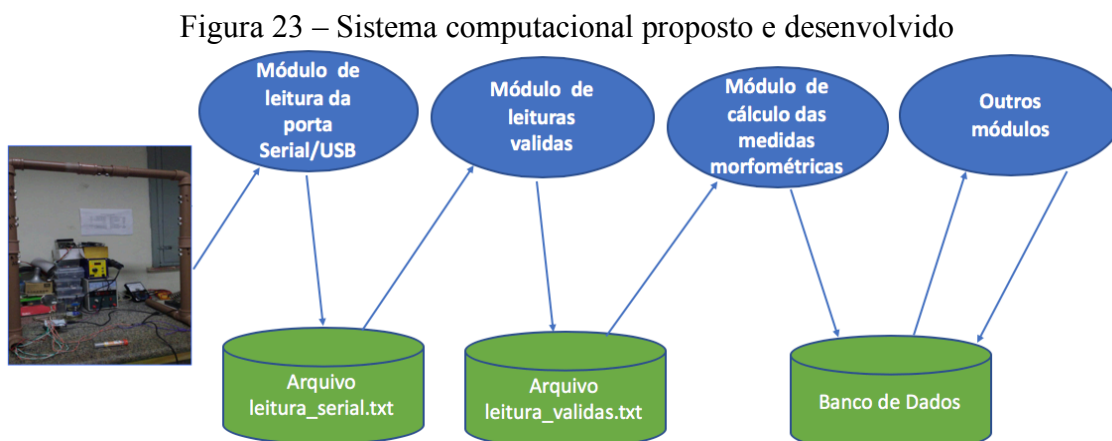
3.1 Sistema computacional

Para o desenvolvimento do sistema computacional, utilizou-se *hardware* e *software*, com a finalidade de automatizar a obtenção das medidas corporais e o peso de ovinos e caprinos, por meio da captura, processamento e armazenamento das informações.

Quanto ao *software* com telemetria móvel (TMovCapri) para as medidas corporais, consta dos seguintes módulos de programas:

- Módulo de leitura da porta Serial/USB - permite a comunicação do computador com o dispositivo computacional, em que as informações capturadas são armazenadas no arquivo leitura_serial.txt;
- Módulo de leituras válidas – responsável pela leitura do arquivo leitura_serial.txt. Analisa cada linha, gerando o arquivo leituras_validas.txt para cada animal que ultrapassa o dispositivo computacional;
- Módulo de cálculos das mensurações - a partir da leitura do conteúdo do arquivo leituras_validas.txt é calculada a altura de garupa, e por meio desta, são calculadas (preditas) em um modelo de regressão a altura de cernelha, perímetro torácico, profundidade, comprimento do animal e o peso.

Outros módulos correspondem à configuração do dispositivo para a comunicação com o computador, assim como, o módulo de pesquisa que possibilita consulta às medidas corporais salvas no banco de dados em um determinado período, e um módulo para gerar gráfico e acompanhar a evolução dessas medidas. A Figura 23 ilustra o sistema computacional, para medidas corporais.



O dispositivo móvel para automação de medidas corporais foi construído a partir da placa Arduino Mega 2560 e do sensor infravermelho modelo GP2Y0A02YK0F da Sharp e capacitores.

3.2 Software para mensuração corporal em ovinos e caprinos com telemetria móvel (TMovCapri)

3.2.1 Ambiente de desenvolvimento

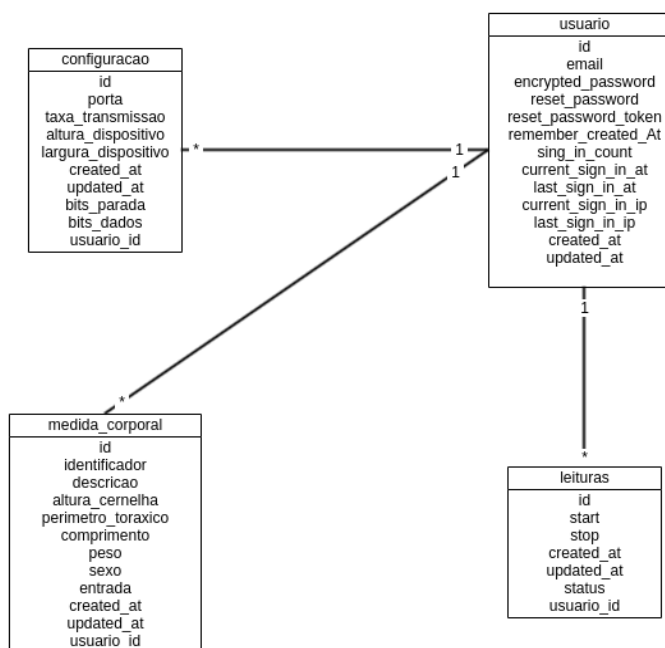
O TMovCapri, foi desenvolvido em um *Macbook-Pro*, processador de 2.7 GHz Intel Core I5, 8GB de memória DDR3, que possui sistema operacional instalado *Mojave* 10.14. Para codificar o *software* foi utilizado o editor de texto *TextMate*, que também é extensível por meio de pacotes configuráveis, sendo bastante voltado para desenvolvedores no *MacBook*.

Para a codificação do TMovCapri, foi utilizado *Ruby on Rails*, o qual é baseado na linguagem orientada a objetos *Ruby*. O *Ruby on Rails* é um *framework* que permite aumentar a produtividade e facilitar o desenvolvimento de aplicações orientadas a banco de dados, uma vez, que é possível criar aplicações com base em estruturas pré-definidas. Foi escolhido em virtude de algumas das suas qualidades: usa convenção ao invés de configuração, menos códigos e redução da complexidade. As informações foram armazenadas no banco de dados SQLite, escrito em linguagem C, utilizando pouco recurso, menos de 500 kb de memória do computador.

3.2.2 Diagrama de entidade e relacionamento do TMovCapri

Para a construção do TMovCapri utilizou-se a metodologia de desenvolvimento do Ciclo de Vida Clássico. Foi criado o diagrama de entidade e relacionamento (DER) do TMovCapri. A Figura 24 representa graficamente o modelo relacional do banco de dados.

Figura 24 – Diagrama de entidade e relacionamento do TMovCapri



No diagrama de entidade e relacionamento, interpreta-se: entidade usuário, realiza uma ou várias configurações do dispositivo; usuário efetua uma ou várias leituras dos animais em determinado instante; usuário armazena uma ou mais medidas corporais, nesta entidade.

3.2.3 Dicionário de Dados

Para definição da estrutura do banco de dados, demonstra-se as entidades existentes, na Tabela 6.

Tabela 6 – Descrição das entidades do TMovCapri

Nome	Descrição
Usuário	Possui informações dos usuários cadastrados, que podem ter acesso ao sistema.
Configuração	Contém os parâmetros de configuração do dispositivo, usado para a comunicação com o computador e cálculo das medidas dos animais.
Leitura	Armazena a hora de início e hora fim da medicação para cada animal.
Medida Corporal	Mantém as medidas de cada animal.

Cada Tabela, que corresponde a uma entidade, possui atributo, tipo de dado, opção e descrição. O atributo representa as características que deseja armazenar, tipo de dado representa o que o atributo pode armazenar (numérico, texto, data e booleano) e possui geralmente um tamanho quando for do tipo texto. Opção para identificar a obrigatoriedade ou não do campo, descrição não é obrigatório e pode ser usado para informações adicionais.

As Tabela 7, 8, 9 e 10 indicam as informações de usuários, configuração, leitura e medidas corporais.

Tabela 7 - Informações de usuários

Tabela: usuário			
Atributo	Tipo de Dado	Opção	Descrição
id	INTEGER	Não Nulo	Identifica cada registro na tabela, valor único.
email	VARCHAR2(250)	Não Nulo	Email do usuário cadastrado
encrypted_password	VARCHAR2(12)	Não Nulo	Senha criptografada do usuário
current_sign_in_at	VARCHAR2(36)	Não Nulo	Endereço IP atual do computador que o usuário acessou o sistema.
last_sign_in_ip	VARCHAR2(36)	Não Nulo	Endereço IP do computador da última vez que o usuário acessou o sistema
created_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi criado
update_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi atualizado

Tabela 8 - Informações de configuração

Tabela: configuração			
Atributo	Tipo de Dado	Opção	Descrição
id	INTEGER	Não Nulo	Identifica o registro na tabela, valor único.
porta	VARCHAR2(100)	Não Nulo	String de comunicação
altura_dispositivo	INTEGER	Não Nulo	Altura do dispositivo em centímetros
largura_dispositivo	INTEGER	Não Nulo	Largura do dispositivo em centímetros
bits_parada	VARCHAR2(40)	Não Nulo	Bit que identifica o final da comunicação
bits_dados	VARCHAR2(40)	Não Nulo	Bits de dados enviado na comunicação
created_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi criado
update_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi atualizado
usuario_id	INTEGER	Não Nulo	O id do usuário que configurou o dispositivo

Tabela 9 - Informações de leitura

Tabela: leitura			
Atributo	Tipo de Dado	Opção	Descrição
id	INTEGER	Não Nulo	Identifica o registro na tabela, valor único
inicio	DATETIME	Não Nulo	Data e hora de início da medição
fim	DATETIME	Não Nulo	Data e hora do fim da medição
status	VARCHAR2(1)	Não Nulo	Indica o status da leitura. I- Iniciada, F- Finalizada
created_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi criado
update_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi atualizado
usuario_id	INTEGER	Não Nulo	Armazena id do usuário que realizou a medição dos dados pelo dispositivo

Tabela 10 - Informações de medida corporal

Tabela: medida corporal			
Atributo	Tipo de Dado	Opção	Descrição
id	INTEGER	Não Nulo	Identifica o registro na tabela, valor único.
identificador	VARCHAR2(12)	Não Nulo	String que identifica o animal
descricao	VARCHAR2(30)	Não obrigatório	nome do animal
altura_cernelha	INTEGER	Não Nulo	Altura de cernelha do animal
altura_garupa	INTEGER	Não Nulo	Altura de garupa do animal
perimetro_toracico	INTEGER	Não Nulo	Perímetro torácico do animal
profundidade	INTEGER	Não Nulo	Profundidade do animal
comprimento	INTEGER	Não Nulo	Comprimento do animal
peso	INTEGER	Não Nulo	Peso do animal
sexo	VARCHAR2(1)	Não Nulo	Sexo do animal
entrada		Não Nulo	Identifica se a entrada dos dados é M-Manual ou A-Automática
created_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi criado
update_at	DATETIME	Não Nulo	Data e hora que o registro foi atualizado
usuario_id	INTEGER	Não Nulo	Identifica o id do usuário, seja no modo manual ou automático da inserção dos dados

3.2.4 Módulo do programa para porta USB

O módulo do programa para leitura da porta USB foi criado para capturar as distâncias lidas pelos sensores, fez uso da biblioteca *Ruby-Serial-Port* que forneceu facilidades para comunicação do dispositivo e computador. Para o armazenamento dos dados no arquivo leitura.txt no computador, capturados pelo dispositivo, foram realizados os seguintes passos:

- Foi pesquisado no banco de dados do TMovCapri a configuração do dispositivo.

- Criou-se um processo de comunicação com a porta USB do computador em que são configurados os parâmetros (caminho da porta, taxa de envio, *bits* de início, *bits* de parada).
- O arquivo leitura.txt é aberto para escrita, em que são armazenados os dados lidos pelos sensores.
- Ao terminar a captura de dados de cada animal, é finalizada a comunicação com a porta USB e não ocorreu mais escrita no arquivo leitura.txt.

Na medição automática cada animal, ao ultrapassar o dispositivo, tempo de início e término deste ato, eram gravados na tabela de leituras do banco de dados do TMovCapri, a partir destes tempos foram obtidas as distâncias no arquivo leitura.txt. Na Tabela 11, está representado o conteúdo do arquivo leitura.txt, onde cada linha corresponde à data e hora da leitura e a distância (centímetros) a cada 10 milissegundos.

Tabela 11 – Data e hora da leitura e a distância salva no arquivo leitura.txt

Data e hora da leitura no formato inteiro	Distância em centímetros
1549304667	16,98
1549304668	16,10
1549304669	16,81

Durante o processo de mensuração não ocorreu contato físico com o animal. A Figura 25 ilustra o animal ao passar pelo dispositivo colocado na saída do brete, onde ocorreu a captura dos dados com uso do dispositivo móvel.

Figura 25 - Captura dos dados com uso do dispositivo móvel



3.2.5 Definição do modelo de regressão para o cálculo das medidas corporais

A coleta de dados foi importante no processo de automação das mensurações, pois permitiu definir o modelo de regressão para representar as medidas altura cernelha (AC), comprimento corpo (CC), perímetro torácico (PT) e o peso.

Foram realizadas mensurações em 40 ovinos da raça Dorper, com idade entre 12 a 48 meses no Colégio Técnico de Teresina/UFPI. Com auxílio do hipômetro, uma fita métrica, ambos marcando as medidas em centímetros, foram obtidas AC, AG, CC, PT, profundidade, o peso por meio de balança. Estas medições serviram para definição do modelo de regressão, antes de iniciarmos a coleta de dados com o dispositivo móvel.

Para avaliar a relação entre AG (obtida pelo sensor) e demais medidas quantitativas, foi utilizada a correlação de *Pearson*, calculando-se o valor do coeficiente de correlação de *Pearson* (r). Na Tabela 12 observa-se os dados correlacionados das medidas quantitativas entre AG e demais variáveis dependentes AC, CC, PT e peso. A correlação de AC com AG é muito forte, enquanto que com CC, PT e Peso são moderadas.

Tabela 12 - Correlação de AG com CC, PT e Peso

Medida corporal	Correlação de Pearson (r)
AC-AG	0,99
CC-AG	0,62
PT-AG	0,60
PESO-AG	0,65

Os dados coletados foram armazenados em planilhas eletrônicas e por meio do *software* R definiu-se o modelo de regressão linear simples e modelo de regressão polinomial de segundo grau, para obtenção das medidas AC, CC, PT e o peso a partir de AG. A Tabela 13, demonstra os modelos de regressão linear e polinomial.

Tabela 13 - Modelos de regressão linear e polinomial

Regressão Linear	Regressão Polinomial
$AC = 2,862 + (0,921 * AG)$	$AC = -56,234 + (2,943*AG) - (0,017* AG^2)$
$CC = 7,049 + (0,951 * AG)$	$CC = 45,935 - (0,379 *AG) + (0,011* AG^2)$
$PT = 14,733 + (1,121 * AG)$	$PT = -29,488 + (2,633 * AG) - (0,012 * AG^2)$
$PESO = -58,526 + (1,711*AG)$	$PESO = 51,138 - (2,015 * AG) - (0,031 * AG^2)$

AC = Altura de cernelha, AG = Altura de garupa, PT= Perímetro torácico, CC = Comprimento do corpo

Para definição do modelo de regressão adotado foi necessário a calibração (um conjunto de dados são observados) e validação (avaliação de desempenho do modelo). Na calibração, os parâmetros do modelo foram selecionados para realizar seu ajuste com base na

comparação entre os valores medidos manualmente e os preditos pelos modelos. Os valores desses parâmetros foram ajustados por um processo estatístico, para obtenção e otimização de um indicador. Dessa forma, foi verificada a acurácia dos modelo de regressão linear e polinomial, calculando a Raiz do Erro Quadrático Médio ou RMSE, de acordo com a (Equação 1), onde E_i = valor estimado, O_i = valor medido e n = número de observações (SANTOS et al. (2014).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2} \tag{1}$$

Foi utilizado a análise de variância (ANOVA – lidar com testes de médias populacionais). A partir desta, obteve-se o p-valor ($Pr(>F)$), representa a probabilidade da diferença observada entre os tratamentos ser devido ao acaso e não aos fatores estudados. Na Tabela 14 é representado o cálculo estatístico ANOVA, a variável y é predita, e \hat{y} = resíduo(erro) (WALPOLE, 2009).

Tabela 14 - Análise de variância (ANOVA)

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F calculado
Regressão	1	$SQR=SQT - SQE$	SQT/ gl	$QMReg/QMErro$
Erro (resíduo)	n-2	$SQE= \Sigma(y - \hat{y})^2$	$SQT/n -2$	-----
Total	n-1	$SQT = \Sigma(y - \bar{y})^2$	-----	-----

n = quantidade total de dados, y = predita, \hat{y} = resíduo, GL = Grau de liberdade, SQ = Soma dos quadrados, SQT = Soma de quadrados total, SQE = Soma de quadrados do erro, QM = Quadrados médios, QMReg = Quadrado médio da regressão, QMErro = Quadrado médio do erro

Fonte Walpole, 2009

Na resposta dos testes de hipóteses, um valor foi comparado com o valor do poder do teste, denominado p-valor (nível de significância observado), o que representa menor nível de significância em que H_0 seria rejeitada (BARBOSA, 2014). O p-valor foi obtido da amostra e o nível de significância de 5% (denotado como α) fixado antes da coleta dos dados. A Tabela 15 mostra o $Pr(>F)$ obtidos da análise de variância e RMSE para o modelo de regressão linear e polinomial.

Tabela 15 - Pr (>F) e Raiz do Erro Quadrático Médio

	Regressão Linear		Regressão Polinomial	
	Pr(>F)	RMSE	Pr(>F)	RMSE
AC	2,2e-16	1,2	<2e-16	1,4
CC	2,587e-06	3,6	3.445e-06	3,8
PT	4,728-06	4,8	6.222e-06	5,4
PESO	7,847e-07	5,9	1,181e-06	6,1

RMSE = Raiz do Erro Quadrático Médio, Pr(>F) = p-valor

O p-valor calculado foi maior que α , implicando na não rejeição de H_0 (igualdade das variâncias). Dessa forma, os modelos de regressão e polinomial são significativos ao nível de 5%. Verificando-se os valores do RMSE de AC, CC, PT e peso, vê-se que na regressão linear os valores são aproximadamente 17,0 % para AC, 5,6 % para CC, 12,5 % para PT e 3,5 % para o peso, menores que na regressão polinomial.

Com base nos modelos de regressão descritos, foi utilizado o modelo de regressão linear simples, pela eficiência na predição de AC, PT, CC e peso, a partir da altura de garupa do animal. Este modelo foi utilizado na codificação do módulo do programa que prediz as medidas corporais (AC, CC, PT e Peso), que foram calculadas a partir de AG. A altura de garupa (AG) foi calculada por meio da leitura do sensor (A8) instalado na parte superior do dispositivo, pois tem-se altura do dispositivo e a distância que foi lida pelo sensor, no arquivo leitura.txt. Para o cálculo de AG foi considerado o conteúdo da parte final do arquivo (25%), em virtude desta medida ser localizada na parte posterior do animal. A profundidade do animal foi conseguida da diferença da altura de cernelha (AC) e do valor lido do sensor da parte inferior do dispositivo (A7).

3.2.6 Classes do código fonte

As principais classes do código fonte do TMovCapri e suas funções básicas são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Principais classes de código fonte do TMovCapri

Classe	Função básica
leitura_serial	Ler os dados da porta USB e armazenou em arquivo formato txt
finalizar_processos	Finalizou a comunicação com a porta USB
gerar_arquivos_medida_base	Gerou um arquivo txt com as distâncias válidas do animal ao sensor.
predicao_medidas_corporais	Foram calculadas as medidas corporais
Configuração	Armazenou a altura e largura do dispositivo, usada na predição das medidas corporais.
Leitura	Armazenou a hora de início e fim dos dados capturados de cada animal
medida_corporal	Persistiu as medidas de cada animal no banco de dados
Usuário	Permitiu armazenar usuário e senha para acessar o sistema

3.3 Dispositivo móvel

Para o desenvolvimento do dispositivo móvel, foram testados sensores de vários fabricantes tais como o ultrassônico HC-SR04 e sensor infravermelho da Sharp. Ao calibrar o sensor, a leitura nunca alcançava a distância de atuação mencionada pelo fabricante.

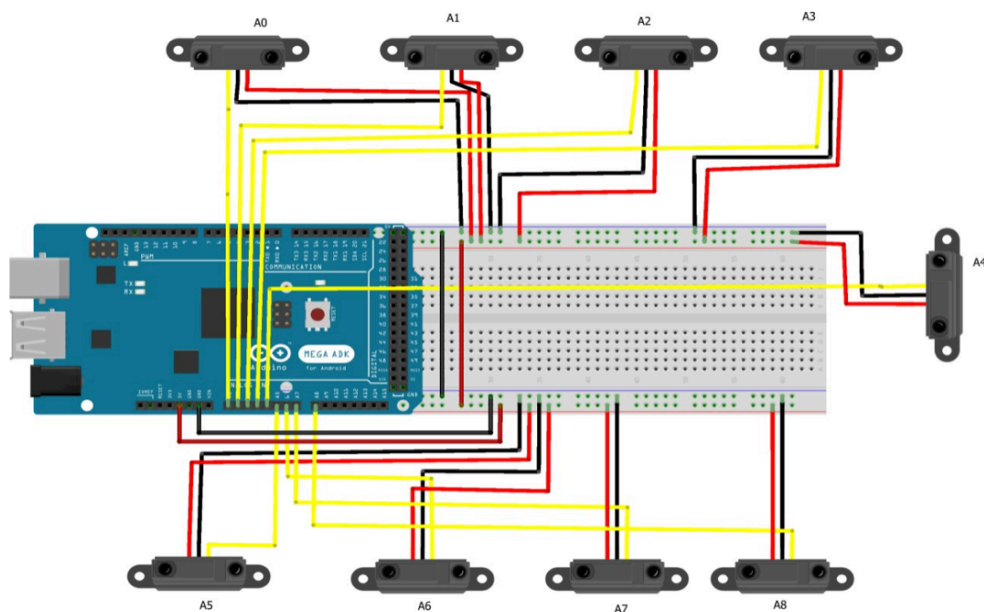
O dispositivo móvel para automação de medidas corporais em comunicação com o *software* WEB está representado na Figura 26. Este dispositivo foi desenvolvido de acordo com os seguintes componentes: canos de PVC de 40 milímetro (mm), caixa de plástico, joelhos de PVC 90° de 40 mmf, tê PVC 90° de 40 mm, sensor infravermelho da Sharp, placa Arduino Mega 2560, capacitor de 10 uF e fios de 0,50.

Figura 26 – Dispositivo computacional em comunicação com o software Web



A Figura 27 apresenta os sensores conectados a placa eletrônica Arduino Mega 2560 que fazem parte do dispositivo móvel para automação de medidas corporais.

Figura 27 - Sensores ligados a placa eletrônica Arduino Mega2560



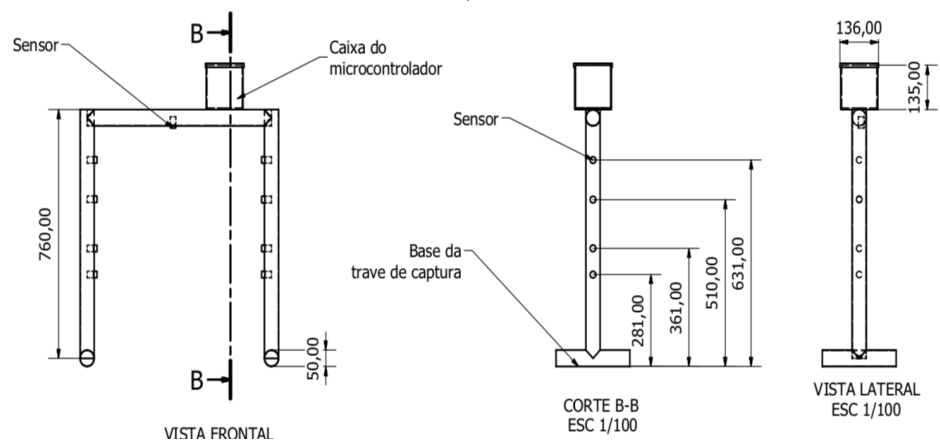
A Tabela 17, indica os sensores e as portas analógicas na placa Arduino Mega 2560, na qual estão conectados.

Tabela 17 - Sensores ligados às portas analógicas do Arduino MEGA 2560

Sensor	Porta analógica da placa Arduino
A8 (superior)	A8
A0 (1º lado direito)	A0
A6 (1º lado esquerdo)	A6
A2 (2º lado direito)	A2
A5 (2º lado esquerdo)	A5
A1 (3º lado direito)	A1
A10 (3º lado esquerdo)	A10
A3 (4º lado direito)	A3
A9 (4º lado esquerdo)	A9
A7 (inferior)	A7

A placa Arduino Mega 2560 encontra-se no interior de uma caixa de plástico acoplada ao dispositivo. Para reduzir o ruído, foi necessário instalar um capacitor de 10 uF entre o pino terra e a entrada de voltagem do sensor, que coleta as leituras em formato de tensão, ao encontrar animal em seu campo de alcance. O *software* embutido no Arduino Mega 2560 efetuou a conversão das tensões para distâncias em centímetros. A Figura 28 ilustra o dispositivo móvel para automação de medidas corporais em ovinos e caprinos.

Figura 28 - Dispositivo móvel para mensuração corporal em ovinos e caprinos (medidas em milímetros)



3.3.1 Calibragem do sensor infravermelho

Todo sensor possui um comportamento específico em decorrência da sua estrutura interna, o qual exige calibração. Para tanto, foi realizado a conversão dos valores de tensão para valores de distância (centímetros), por meio da medição da tensão que o sensor produziu entre certa distância. Utilizou-se o multímetro, mediante o qual foi possível obter os resultados de tensão no terminal V0 do sensor, quando houve variação da distância e obstáculo.

Uma série de medidas experimentais foram realizadas para verificar a curva característica do sensor, como o intervalo de distância medido de 10 a 60 cm, visto que não houve alteração na voltagem em distâncias maiores, entretanto, a distância do dispositivo até o solo foi de apenas 57 cm. Assim, foi realizada a calibração do sensor A8 até os 50 cm, pela inexistência de animal com altura de 7 cm.

De acordo com o *datasheet* do sensor e calibração do mesmo, foram realizadas medidas em voltagem (V) dos sensores que integram o dispositivo computacional, conforme apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18 – Voltagem durante o processo de calibração dos sensores

	Sensor A8	Sensor A6	Sensor A5	Sensor A10	Sensor A9	Sensor A0	Sensor A2	Sensor A1	Sensor A3
Distância (cm)	V	V	V	V	V	V	V	V	V
10	2,87	2,9	2,31	2,3	2,24	2,32	2,41	2,2	1,98
15	2,70	1,65	1,6	1,66	1,75	1,75	1,78	1,55	1,45
20	2,59	1,52	1,3	1,27	1,42	1,29	1,36	1,27	1,50
25	2,36	1,25	1,06	1,00	1,18	1,03	1,09	0,98	1,30
30	2,00	0,93	0,94	0,87	0,95	0,90	0,96	0,85	1,21
35	1,80	0,84	0,86	0,76	0,92	0,79	0,84	0,78	0,99
40	1,48	0,78	0,74	0,68	0,75	0,72	0,7	0,63	0,69
45	1,36	0,69	0,70	0,63	0,64	0,68	0,66	0,61	0,63
50	0,95	0,64	0,61	0,55	0,55	0,6	0,59	0,57	0,59
55	-----	0,61	0,55	0,46	0,39	0,55	0,56	0,54	0,53
60	-----	0,56	0,50	0,44	0,33	0,49	0,48	0,48	0,39

Distância = centímetros, Voltagem = V

Com base nesses dados, observa-se que quanto mais próximo do sensor estiver o animal a ser mensurado, maior é a tensão de saída do sensor, tornando-se, a relação entre a tensão de saída e a distância não linear. Dessa forma, foi obtida a equação da curva que apresenta semelhança ao comportamento (voltagem x distância) dos sensores, por meio do modelo de regressão não linear (do tipo potência). A curva da função foi ajustada por meio de uma ferramenta no Excel chamada de Linha de Tendência.

A Tabela 19, mostra a equação da curva para o cálculo da distância de cada sensor (A6, A5, A10, A9, A0, A2, A1, A3) do dispositivo. As equações foram usadas para escrever o código de programação no Arduino com o objetivo de obter a distância em centímetros.

Tabela 19 - Equação da curva para cálculo da distância de cada sensor do dispositivo móvel

Sensor	Equação da curva para cálculo da distância
A6 (1º lado esquerdo)	$d = 30,217xV^{-1,107}$ $R^2 = 0,98551$
A5 (2º lado esquerdo)	$d = 27,484xV^{-1,208}$ $R^2 = 0,99578$
A10 (3º lado esquerdo)	$d = 25,585xV^{-1,08}$ $R^2 = 0,99534$
A9 (4º lado esquerdo)	$d = 26,857xV^{-0,915}$ $R^2 = 0,93405$
A0 (1º lado direito)	$d = 27,131xV^{-1,161}$ $R^2 = 0,99632$
A2 (2º lado direito)	$d = 27,858xV^{-1,116}$ $R^2 = 0,99692$
A1 (3º lado direito)	$d = 25,291xV^{-1,176}$ $R^2 = 0,9953$
A3 (4º lado direito)	$d = 27,909xV^{-1,037}$ $R^2 = 0,89047$

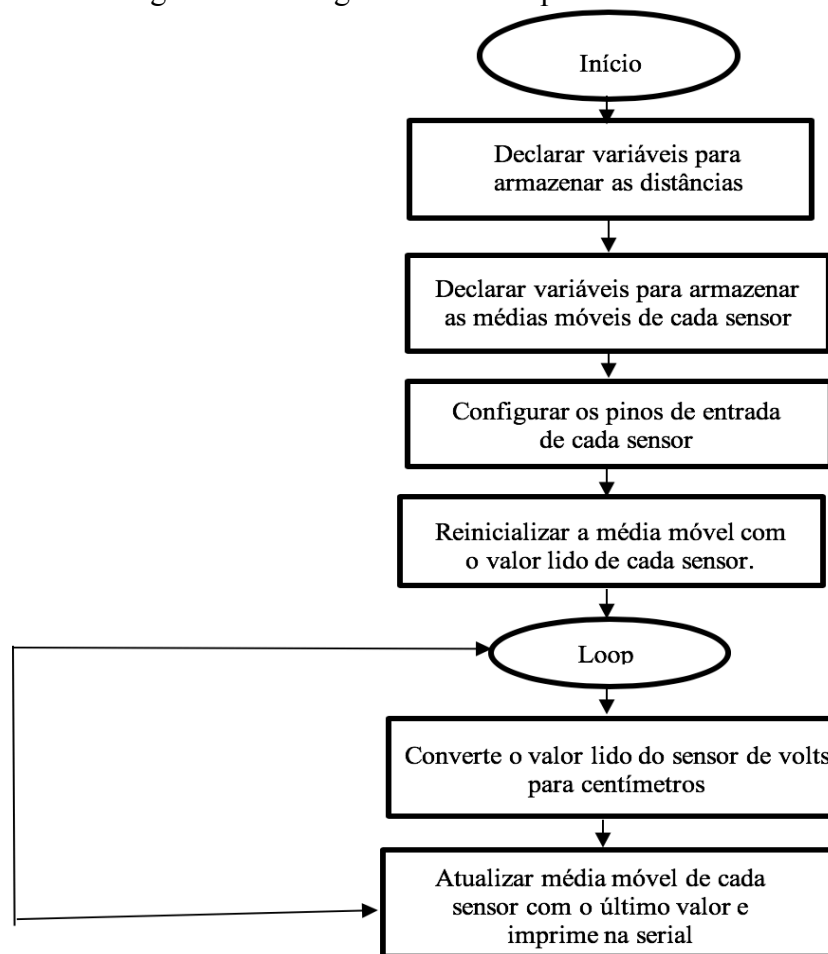
d = distância do sensor ao obstáculo, V = tensão, R^2 = coeficiente de determinação

O parâmetro R^2 (calculado no *software* R) é denominado de coeficiente de determinação, que tem por finalidade avaliar a qualidade da regressão, indica em porcentagem, o quanto o modelo é capaz de explicar os valores observados, podendo variar de 0 a 1. No caso do sensor A0, o R^2 igual a 0,9953, significa 99,53% da variável dependente, podendo ser explicada pelo regressor (variável explicativa) presente no modelo.

3.3.2 Fluxograma e código de programação no arduino

Para a melhor compreensão da lógica do algoritmo, no sentido de simplificar as etapas da programação do código embutido no Arduino, foi construído um fluxograma, ilustrado na Figura 29.

Figura 29 – Fluxograma do código embutido na placa eletrônica Arduino Mega 2560



Para a criação do programa (*sketchs*) foi necessária a execução da IDE Arduino no computador, sendo a programação do Arduino realizada conforme as seguintes etapas:

- A placa Arduino foi conectada a porta USB do computador;
- O código foi escrito na IDE, para que posteriormente a placa funcione;
- O *upload* do código escrito para a placa Arduino, por meio da conexão USB;
- O Arduino executa o programa escrito que está embutido.

Para o desenvolvimento do código de programação houve a necessidade da inclusão de biblioteca. Assim, foi adicionada a biblioteca média móvel exponencial *MovingAverage.h*, pois representa uma maneira simples de suavizar um sinal. A média móvel exponencial permite maior peso aos últimos valores no cálculo da média, possuindo uma maior importância, e não exclui os valores mais antigos, os quais desaparecem com o passar do tempo.

Segue o código de programa, o qual foi embutido no Arduino. Foi necessária a declaração de variáveis para armazenar valores durante a execução do programa, e instalados 9 sensores no dispositivo móvel, necessitando da declaração de variáveis para identificar

cada sensor, ligado a placa Arduino Mega 2560. As 9 portas de entrada dos sinais analógicos foram: A0, A1, A2, A3, A5, A6, A8, A9, A10.

```
int sensorCimaA8 = A8  
int sensorDireitaA0 = A0  
int sensorDireitaA2 = A2  
int sensorDireitaA1 = A1  
int sensorDireitaA3 = A3  
int sensorEsquerdaA6 = A6  
int sensorEsquerdaA5 = A5  
int sensorEsquerdaA10 = A10  
int sensorEsquerdaA9 = A9
```

Outras variáveis foram declaradas para armazenar a distância em centímetros, após a conversão dos valores de tensão calculados para cada dado recebido do sensor.

```
float distanciaSensorCimaA8  
float distanciaSensorDireitaA0  
float distanciaSensorDireitaA2  
float distanciaSensorDireitaA1  
float distanciaSensorDireitaA3  
float distanciaSensorEsquerdaA6  
float distanciaSensorEsquerdaA5  
float distanciaSensorEsquerdaA10  
float distanciaSensorEsquerdaA9
```

Para calcular a média móvel exponencial da leitura de cada sensor, foram declaradas 9 variáveis do tipo `MovingAverage`. Ajustou-se o parâmetro de coeficiente de redução de ponderação (α) para 0.9, usado para embaralhar o valor atual lido com o rastreamento de todos os valores precedentes. Quanto maior for o valor de α , maior a redução das observações mais antigas.

```
MovingAverage averageA8(0.9)  
MovingAverage averageA6(0.9)  
MovingAverage averageA0(0.9)  
MovingAverage averageA2(0.9)  
MovingAverage averageA5(0.9)  
MovingAverage averageA1(0.9)  
MovingAverage averageA10(0.9)  
MovingAverage averageA3(0.9)  
MovingAverage averageA9(0.9)
```

A função `void setup()` foi executada apenas no início do programa, ao ser energizada a placa, sendo utilizada para iniciar variáveis. Na função `pinMode` foi declarado o pino analógico como entrada de dados para cada sensor, por meio do parâmetro `INPUT`.

```

pinMode(sensorCimaA8, INPUT)
pinMode(sensorDireitaA0, INPUT)
pinMode(sensorEsquerdaA6, INPUT)
pinMode(sensorDireitaA2, INPUT)
pinMode(sensorEsquerdaA5, INPUT)
pinMode(sensorDireitaA1, INPUT)
pinMode(sensorEsquerdaA10, INPUT)
pinMode(sensorDireitaA3, INPUT)
pinMode(sensorEsquerdaA9, INPUT)

```

Ao iniciar a comunicação USB foi necessário definir a taxa de dados em *bits* por segundo, transmitida pela porta USB, por meio da qual foi executada a função *setup()*. O Arduino Mega 2560 foi conectado a porta USB do computador, configurado a taxa de transmissão de 9600 *bits* por segundo em *Serial.begin(9600)*. A média móvel exponencial foi inicializada por meio da função *reset()*, que recebeu como parâmetro o primeiro valor lido de cada sensor. Por meio da chamada *analogRead()*, foi informado o pino que recebeu o sinal analógico.

```

averageA8.reset(analogRead(sensorCimaA8))
averageA0.reset(analogRead(sensorDireitaA0))
averageA6.reset(analogRead(sensorEsquerdaA6))
averageA2.reset(analogRead(sensorDireitaA2))
averageA5.reset(analogRead(sensorEsquerdaA5))
averageA1.reset(analogRead(sensorDireitaA1))
averageA10.reset(analogRead(sensorEsquerdaA10))
averageA3.reset(analogRead(sensorDireitaA3))
averageA9.reset(analogRead(sensorEsquerdaA9))

```

Na função *loop()* ocorrem os laços consecutivos. Esta função refere-se ao processo de leitura, manipulação dos dados e da escrita. No interior de *loop()*, foi executado para cada sensor, a função *getDistancia* (**short int sensor, float distancia_sensor, float tensao_sensor**). Foram definidos três parâmetros, sendo, um para identificação do sensor, e dois, obtidos da calibração de cada sensor. Estes foram usados para calcular a distância em centímetros, do animal ao sensor e armazenou o valor da distância em uma variável.

```

distanciaSensorDireitaA0 = getDistancia(sensorDireitaA0, 27.131, -1.161)
distanciaSensorEsquerdaA6 = getDistancia(sensorEsquerdaA6, 30.217, -1.107)
distanciaSensorDireitaA2 = getDistancia(sensorDireitaA2, 27.858, -1.116)
distanciaSensorEsquerdaA5 = getDistancia(sensorEsquerdaA5, 27.484, -1.208)
distanciaSensorDireitaA1 = getDistancia(sensorDireitaA1, 25.291, -1.176)
distanciaSensorEsquerdaA10 = getDistancia(sensorEsquerdaA10, 25.585, -1.08)
distanciaSensorDireitaA3 = getDistancia(sensorDireitaA3, 27.909, -1.037)
distanciaSensorEsquerdaA9 = getDistancia(sensorEsquerdaA9, 26.857, -0.915)

```

No interior da função `getDistancia(short int sensor, float distancia_sensor, float tensao_sensor)` indicada, foi realizada a leitura do pino que recebeu o sinal analógico. Esta, ocorreu por meio da função `analogRead()`, que recebeu como parâmetro o pino do sensor a ser lido e armazenou o valor em uma variável do tipo float, denominada `valorSensor`. Esta variável, representa o dado enviado pelo sensor ao encontrar o obstáculo, que varia numa faixa de 0 e 1023. Para obtenção do valor em *Volts* foi declarada a variável `float volt` que armazenou a tensão, calculada por $5 * \text{valorSensor} / (1023.0)$. O número 5 representa a tensão máxima em volts e 1023, o valor máximo da faixa recebida do sensor. Considerando a distância em volts, realizou-se o cálculo para obtenção em centímetros, de acordo com a fórmula, `distancia_sensor * pow(volt, tensao_sensor)`.

```
float getDistancia(short int sensor, float distancia_sensor, float tensao_sensor ) {
    valorSensor = analogRead(sensor)
    float volt = 5*valorSensor/(1023.0)
    return valorEmCm = distancia_sensor * pow(volt, tensao_sensor) }
```

No entanto, foi necessário atualizar a média móvel de cada sensor com o novo valor lido, por meio da função `update()`, que recebe o valor em centímetros. Para que o valor fosse disponível na porta USB do computador, utilizou-se a função `Serial.print()`, recebendo como parâmetro o valor da média móvel, separado por “,”.

```
averageA8.update(distanciaSensorCimaA8)
Serial.print(averageA8.get())
Serial.print(",")
```

```
averageA0.update(distanciaSensorDireitaA0)
Serial.print(averageA0.get() )
Serial.print(",")
```

```
averageA6.update(distanciaSensorEsquerdaA6)
Serial.print(averageA6.get());
Serial.print(",")
```

```
averageA2.update(distanciaSensorDireitaA2)
Serial.print(averageA2.get())
Serial.print(",")
```

```
averageA5.update(distanciaSensorEsquerdaA5)
Serial.print(averageA5.get())
Serial.print(",")
```

```
averageA1.update(distanciaSensorDireitaA1)
Serial.print(averageA1.get())
Serial.print(",")
```

3.4 Métricas para avaliação das medidas corporais

Com os dados das medições manuais e automáticas foram calculados a média e desvio padrão. A partir do erro padrão verificou-se a confiabilidade da média amostral. Assim, com o erro relativo médio, foi comparada a medição manual com a automática. A acurácia média (exatidão) indica o grau de concordância entre o resultado da medição automática e o dito valor verdadeiro realizado na medição manual (sujeito a erros). Com o intervalo de confiança foi indicado a confiabilidade das medições manuais e automáticas. Com o teste T pareado, avaliou-se se há diferença significativa entre as médias da medição manual e automática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

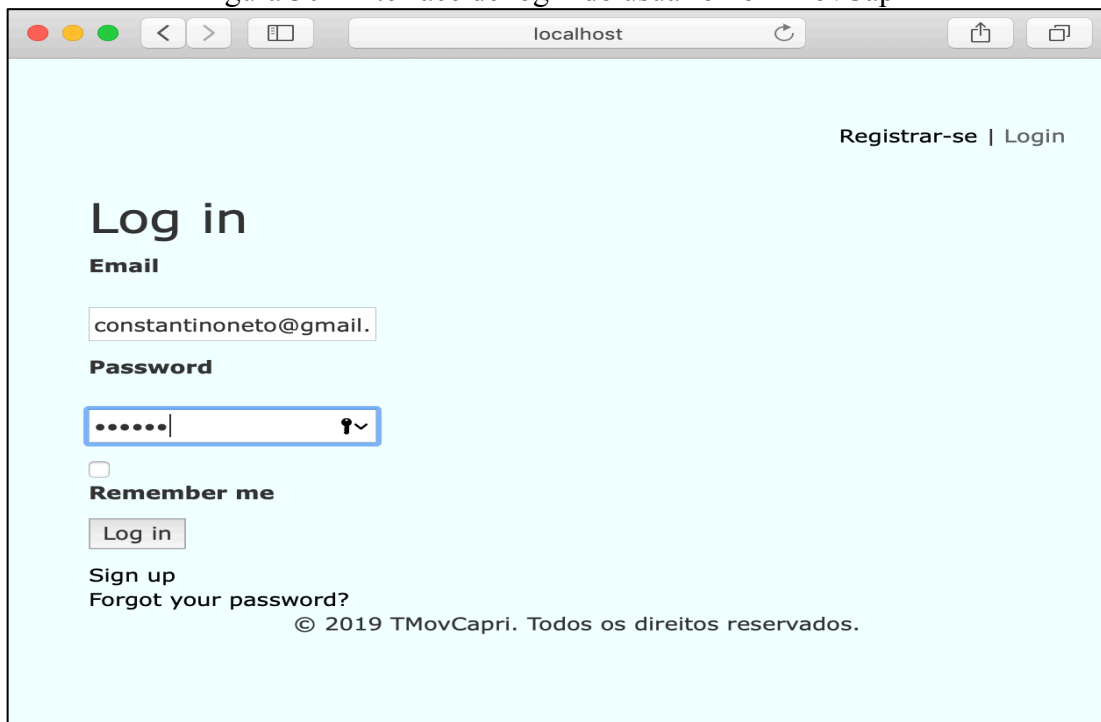
4.1 TMovCapri

O TMovCapri desenvolvido, constitui-se em um *software* específico para medidas corporais, que funciona mediante o uso do *browser* (navegador *web*), permitindo acessar as informações armazenadas no banco de dados. Para demonstrar os resultados obtidos com o desenvolvimento do *software*, são ilustradas as principais interfaces (telas), cada uma com sua função específica.

Para acesso ao TMovCapri, o servidor *web* necessita estar em execução e a aplicação pode funcionar no próprio computador, sendo acessível por meio do seguinte endereço eletrônico <http://localhost:3000>.

A Figura 30 ilustra a interface carregada no *browser*, com a tela de login, digita-se um usuário e senha válidos, medida de segurança para apenas pessoas autorizadas terem acesso ao sistema. Caso o nome do usuário e a senha sejam digitadas de forma diferente da armazenada

Figura 30 - Interface de login do usuário no TMovCapri



The image shows a browser window with the URL 'localhost' in the address bar. The page has a light blue background and contains the following elements:

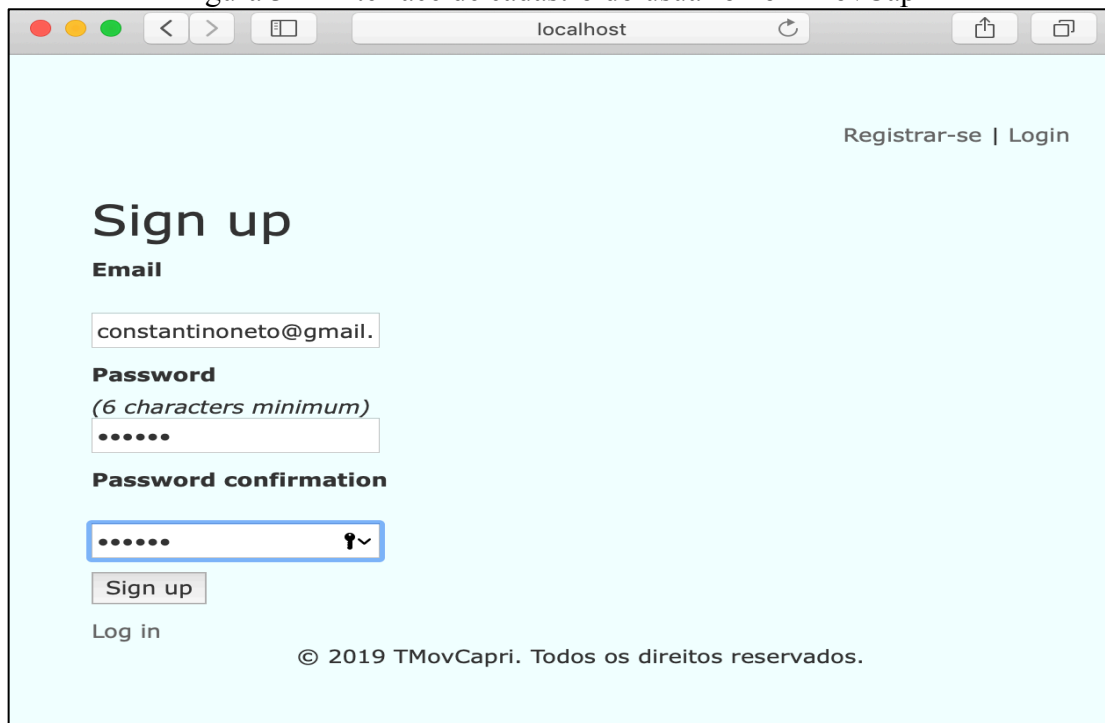
- Top right corner: 'Registrar-se | Login' link.
- Section header: 'Log in'.
- Form fields:
 - 'Email' field with the value 'constantinoneto@gmail.'
 - 'Password' field with masked characters '.....' and a visibility toggle icon.
- Checkbox: 'Remember me'.
- Buttons: 'Log in'.
- Links: 'Sign up' and 'Forgot your password?'.
- Footer: '© 2019 TMovCapri. Todos os direitos reservados.'

no banco de dados, não será possível acesso ao sistema e uma mensagem de email ou senha inválida juntamente com a mesma página de login será recarregada no *browser*. Caso não

exista o usuário, ao pressionar no *link* registre-se, uma tela de cadastro de novo usuário será carregada.

A Figura 31, ilustra o cadastro de usuário. Nesta tela, é necessário o preenchimento dos campos *email*, *password* e *password confirmation* e pressionar no botão *sign up*, a conta é criada e o acesso ao sistema foi habilitado.

Figura 31 - Interface de cadastro do usuário no TMovCapri



The image shows a browser window with the URL 'localhost'. The page has a light blue background and contains the following elements:

- Top right: [Registrar-se](#) | [Login](#)
- Section title: **Sign up**
- Form fields:
 - Email**:
 - Password**: (6 characters minimum)
 - Password confirmation**: with a dropdown arrow on the right.
- Buttons: and [Log in](#)
- Footer: © 2019 TMovCapri. Todos os direitos reservados.

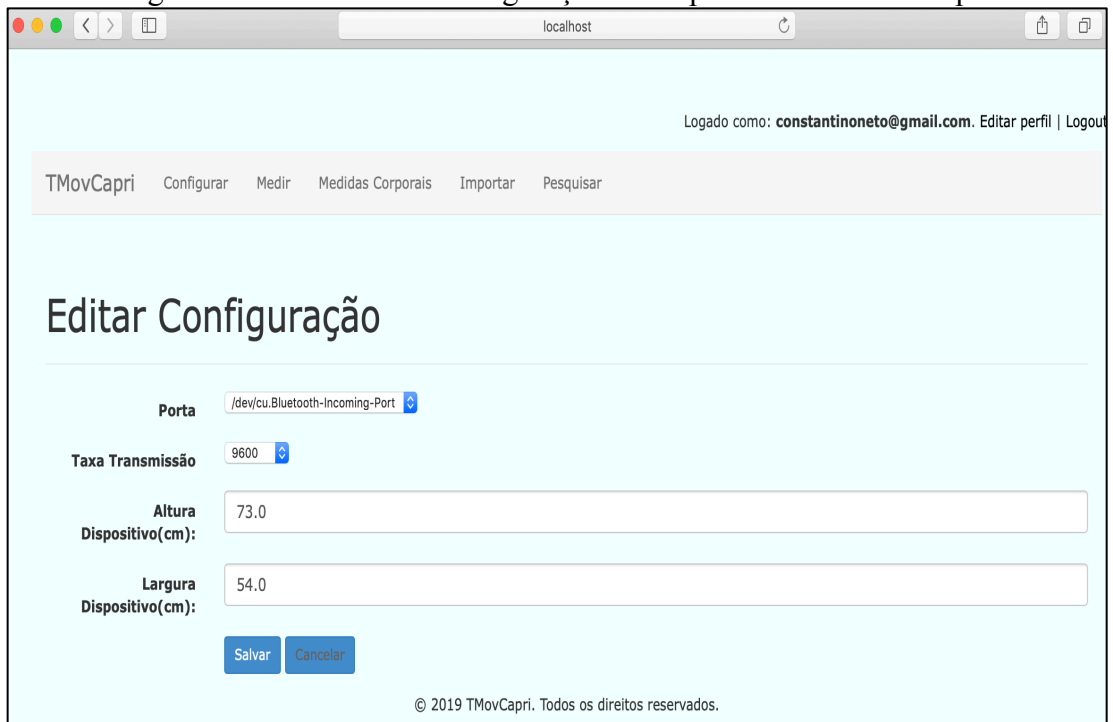
Na Figura 32 ao logar no sistema o menu é carregado, com as funcionalidades disponíveis, e o usuário dispõe da opção de editar o perfil e sair do sistema.

Figura 32 - Interface após autenticação no TMovCapri



A Figura 33 representa a interface de configuração do dispositivo. O usuário ao clicar no menu Configurar, a tela de configuração é carregada no *browser*. É preenchido o campo altura, com a distância do sensor (A8) fixado no dispositivo até o chão em centímetros, utilizado no cálculo da medida corporal AC e demais medidas corporais. Ao informar a largura do dispositivo em centímetros, porta a qual está conectado e taxa de transmissão (velocidade de transferência de dados para o computador, deve configura com 9600 *bits* por segundo), as alterações são efetuadas ao clicar no botão Salvar.

Figura 33 – Interface de configuração do dispositivo no TMovCapri



The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost'. The page is titled 'Editar Configuração' and is part of the 'TMovCapri' application. The user is logged in as 'constantinoneto@gmail.com'. The navigation menu includes 'Configurar', 'Medir', 'Medidas Corporais', 'Importar', and 'Pesquisar'. The configuration form contains the following fields:

- Porta:** A dropdown menu with the selected value '/dev/cu.Bluetooth-Incoming-Port'.
- Taxa Transmissão:** A dropdown menu with the selected value '9600'.
- Altura Dispositivo(cm):** A text input field containing the value '73.0'.
- Largura Dispositivo(cm):** A text input field containing the value '54.0'.

At the bottom of the form are two buttons: 'Salvar' and 'Cancelar'. The footer of the page reads '© 2019 TMovCapri. Todos os direitos reservados.'

A Figura 34 representa a interface de captura dos dados. Para capturar dados do animal foi necessário pressionar no menu Medir. O usuário pode pressionar o botão Iniciar e passar muito tempo para medir, ou pressionar o botão Parar, muito tempo depois que o animal passa pelo dispositivo. Como forma de evitar informações inconsistentes, o TMovCapri utiliza para o cálculo (valores que não sejam maior que a altura do dispositivo), cada registro salvo possui o campo entrada, armazenado com o valor Automático.

Figura 34 - Interface de captura dos dados no TMovCapri



Na Figura 35 as medidas dos animais são apresentadas, ao pressionar o menu Medidas Corporais.

Figura 35 - Medidas corporais de ovinos e caprinos no TMovCapri

Medida Corporal

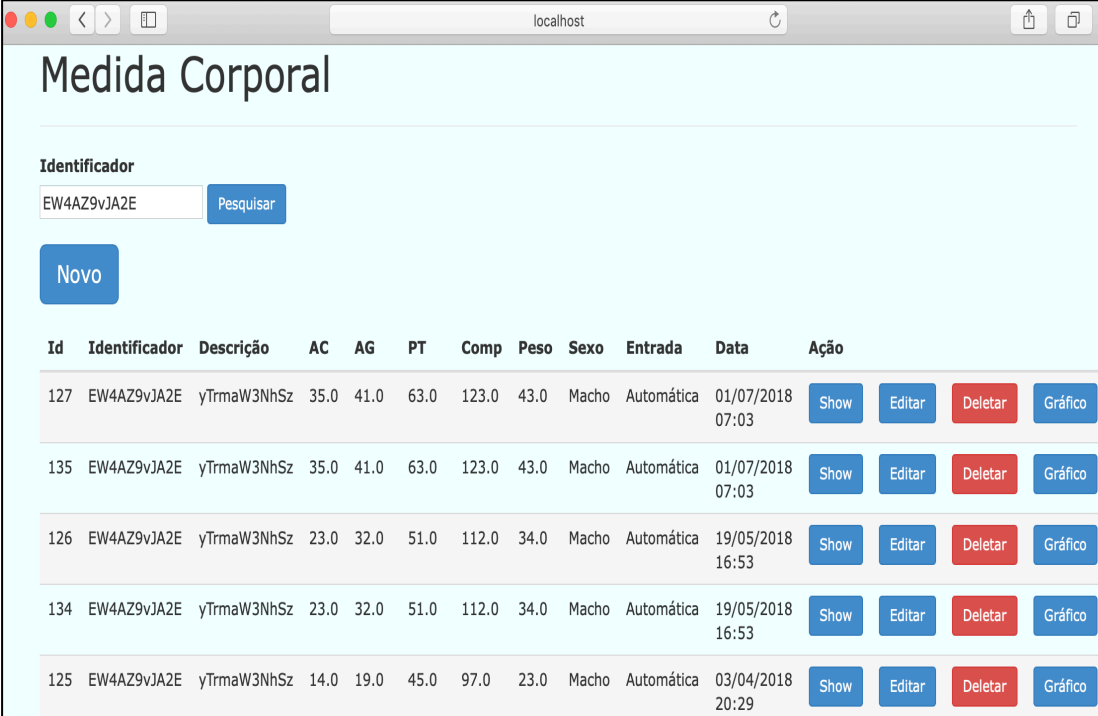
Identificador **Pesquisar**

Novo

Id	Identificador	Descrição	AC	AG	PT	Comp	Peso	Sexo	Entrada	Data	Ação
122	Xw9VWIKNFjj	xMX9uBXQkSs	55.0	56.0	80.0	61.0	38.0	Macho	Automática	13/06/2019 15:58	Show Editar Deletar Gráfico
121	X8vh+YT9AP0	/GcpKgkDKgD	52.0	53.0	77.0	58.0	33.0	Macho	Automática	13/06/2019 15:56	Show Editar Deletar Gráfico
120	EPgfjnXh9A5	hZMxehD3C8S	55.0	56.0	80.0	61.0	38.0	Macho	Automática	13/06/2019 15:54	Show Editar Deletar Gráfico
119	2+8e+/LGITB	cXBYiIDKEi	54.0	55.0	79.0	60.0	36.0	Macho	Automática	13/06/2019 15:51	Show Editar Deletar Gráfico
118	QYeUIG8E14z	nc85k/A11LG	43.0	43.0	65.0	48.0	16.0	Macho	Automática	13/06/2019 15:47	Show Editar Deletar Gráfico

Na Figura 36 o usuário pesquisa as medidas corporais ao digitar o identificador (número que identifica cada animal, gerado automaticamente, pode ainda ser digitado pelo usuário ou informado via *tags* RFID). Demonstra o resultado da consulta do animal com o identificador 'EW4AZ9vJA2E', e dispõe da opção de alterar as informações de um determinado animal, no botão Editar, ou apagar, ao pressionar o botão Deletar.

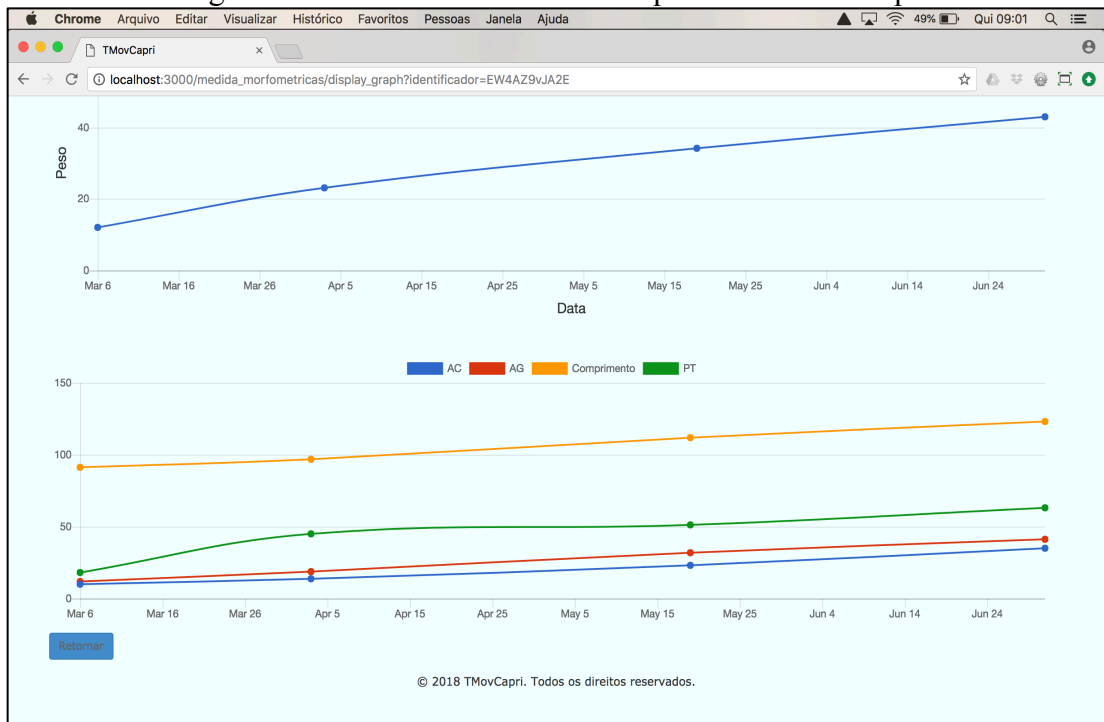
Figura 36 - Consulta de um animal específico no TMovCapri



Id	Identificador	Descrição	AC	AG	PT	Comp	Peso	Sexo	Entrada	Data	Ação
127	EW4AZ9vJA2E	yTrmaW3NhSz	35.0	41.0	63.0	123.0	43.0	Macho	Automática	01/07/2018 07:03	Show Editar Deletar Gráfico
135	EW4AZ9vJA2E	yTrmaW3NhSz	35.0	41.0	63.0	123.0	43.0	Macho	Automática	01/07/2018 07:03	Show Editar Deletar Gráfico
126	EW4AZ9vJA2E	yTrmaW3NhSz	23.0	32.0	51.0	112.0	34.0	Macho	Automática	19/05/2018 16:53	Show Editar Deletar Gráfico
134	EW4AZ9vJA2E	yTrmaW3NhSz	23.0	32.0	51.0	112.0	34.0	Macho	Automática	19/05/2018 16:53	Show Editar Deletar Gráfico
125	EW4AZ9vJA2E	yTrmaW3NhSz	14.0	19.0	45.0	97.0	23.0	Macho	Automática	03/04/2018 20:29	Show Editar Deletar Gráfico

A Figura 37 representa o histórico de evolução do animal, ao pressionar o botão Gráfico, carrega-se a interface *web*, visualizando o históricos das medidas realizadas no período de Março a Junho de 2019. O primeiro gráfico ilustra a evolução do peso, enquanto o segundo mostra AC, AG, CC e PT.

Figura 37 - Histórico de medidas corporais no TMovCapri



A Figura 38, ilustra a interface ao pressionar o botão Novo. O usuário informa os dados de forma manual no sistema, ao preencher os campos (identificador, altura de cernelha, altura de garupa, perímetro torácico, comprimento, profundidade e peso), o campo descrição é opcional, ao clicar no botão Salvar as informações são armazenadas.

Figura 38 - Interface com dados de medida corporal no TMovCapri

Logado como: constantinoneto@gmail.com. Editar perfil | Logout

TMovCapri Configurar Medir Medidas Corporais Importar Pesquisar

Editar Medida Corporal

Identificador: EW4AZ9vJA2E

Descrição: yTrmaW3NhSz

Altura Cernelha: 35.0

Altura Garupa: 41.0

Perímetro Torácico: 63.0

Comprimento: 123.0

Profundidade: 46

Peso: 43.0

Sexo: Macho

Salvar Cancelar

A Figura 39 mostra a interface de pesquisa medida corporal por período. O usuário escolhe a data início e a data fim da pesquisa, ao pressionar no botão Pesquisar as medidas corporais são visualizadas.

Figura 39 - Interface de consulta por período no TMovCapri

Identificador	Descrição	AC	AG	PT	Comprimento	Profundidade	Peso	Sexo	Data Inserção
sKINeR76v6H	8Hmol+iEqHr	53.0	54.0	78.0	59.0	40	34.0	Macho	13/06/2019 17:22
cRVWeNv2OKt	skfnzBrUFz4	55.0	56.0	80.0	61.0	34	38.0	Macho	13/06/2019 17:26
s3N+kzf857L	WHRJEbb3gHb	48.0	49.0	72.0	54.0	22	26.0	Macho	13/06/2019 17:30
hCZumlaWZ0C	n5Izg9AOstU	52.0	53.0	77.0	58.0	31	33.0	Macho	13/06/2019 17:34
U2d2xFIKoe/	gta2v07lv5i	48.0	49.0	72.0	54.0	28	26.0	Macho	13/06/2019 17:37
yXMsbtuOjN	ypStSjM2++j	48.0	49.0	72.0	54.0	40	26.0	Macho	13/06/2019 17:40
M3yUSdC24mF	Mv4WYMGwEu	48.0	48.0	71.0	53.0	25	24.0	Macho	13/06/2019 17:43
hfNzzSrCIUc	hx1zjD1BnDj	47.0	47.0	70.0	52.0	34	22.0	Macho	13/06/2019 17:46
tJVCPIfZaj7	OQ5cyf40M2R	54.0	55.0	79.0	60.0	24	36.0	Macho	13/06/2019 17:49
NZSwn9G5Z8n	HFT3I+b628+	53.0	54.0	78.0	59.0	23	34.0	Macho	13/06/2019 17:52
AHxZrOB5eRY	SAAdATUnscow	52.0	53.0	77.0	58.0	28	33.0	Macho	13/06/2019 17:55

A Figura 40 representa o arquivo gerado no formato *Portable Document Format* (PDF), o usuário pode imprimir ou salvar no computador o arquivo.

Figura 40 - Listagem em formato pdf das medidas corporais no TMovCapri

TMovCapri - Listagem de Medidas Corporais
 Período: 06/01/2019 a 06/09/2019
 Data Impressão : 06/09/2019 10:46
 Quantidade de Medidas : 36

Identificador	Descrição	AC	AG	PT	Comprimento	Profundidade	Peso	Sexo
sKiNeR76v6H	8Hmol+IEqHr	53.0	54.0	78.0	59.0	40	34.0	M
cRVWeNv2OKt	skfnzBrUFz4	55.0	56.0	80.0	61.0	34	38.0	M
s3N+kzf857L	WHRJEbb3gHb	48.0	49.0	72.0	54.0	22	26.0	M
hCZumlaWZOC	n5lzg9AOstU	52.0	53.0	77.0	58.0	31	33.0	M
U2d2xFIKoe/	gta2v07lv5i	48.0	49.0	72.0	54.0	28	26.0	M
yXMsbtuOjN	ypSISjM2++j	48.0	49.0	72.0	54.0	40	26.0	M
M3yUSdC24mF	Mv4WYyMAGwEu	48.0	48.0	71.0	53.0	25	24.0	M
hfnzzSrCiUc	hx1zjD1BnDj	47.0	47.0	70.0	52.0	34	22.0	M
tJVCPlfZaj7	OQ5cyf40M2R	54.0	55.0	79.0	60.0	24	36.0	M
NZSw9G5Z8n	HFT3I+b628+	53.0	54.0	78.0	59.0	23	34.0	M
AHxZrOB5eRY	SAdATUnscow	52.0	53.0	77.0	58.0	28	33.0	M
CvjVl0n53h	sVg1H6ZafgB	53.0	54.0	78.0	59.0	26	34.0	M
b8cFpfdKjLT	LxTX++HQfBX	49.0	50.0	73.0	55.0	34	28.0	M

O *software* TMovCapri possibilita calcular as medidas corporais de ovinos e caprinos de forma automática, permitindo acompanhar por meio de gráficos a evolução do crescimento do animal. Entretanto, o *software* CapriOn desenvolvido por Bezerra (2014), permite apenas rastrear a produção de ovinos e caprinos, em uma fazenda. Já o Capriovi (BORGES, 2017) representa um sistema de informação para gestão de rebanhos de fazenda, orientando acasalamentos de caprinos e ovinos, em uma propriedade. O MOBCAPRI (SOUSA; CARVALHO; SOUSA JÚNIOR, 2017) avalia os parâmetros reprodutivos em caprinos.

Quanto às funcionalidades desses *softwares* muitas vezes não permitem a utilização por parte dos pequenos produtores, e não possibilitam calcular as medidas corporais de ovinos e caprinos de forma automática, característica de grande diferencial em relação ao TMovCapri, que possibilita recuperar as informações e representar graficamente, facilitando as atividades do pequeno produtor.

4.2 Dispositivo móvel

O dispositivo móvel permite automatizar a mensuração das medidas corporais. Dessa forma, com sua utilização foram obtidas as medidas nos ovinos. A Tabela 20, demonstra os dados estatísticos comparativos das medições manuais e automáticas.

Tabela 20 - Medidas manuais e automáticas em centímetros

Parâmetro	Medidas manuais			Medidas automáticas			Erro relativo médio (%)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	
AC	57,12	2,89	0,51	53,53	2,90	0,51	7,44 %
AG	58,25	2,90	0,51	54,53	3,14	0,55	7,61 %
PT	78,09	6,03	1,06	78,50	3,61	0,63	7,19 %
CC	60,15	4,04	0,71	59,50	3,04	0,53	6,45 %
Peso	36,65	6,20	1,24	36,26	4,38	0,87	13,48 %
Profundidade	29,28	2,07	0,39	31,14	4,39	0,83	10,76 %

AC = Altura de cernelha, AG = Altura de garupa, PT= Perímetro torácico, CC = Comprimento do corpo

Observa-se que a média e o desvio padrão das medições automáticas, são próximos das medições manuais. O erro relativo médio foi de 7,44 % para AC, 7,61 % para AG, 7,19 % para PT, 6,45 % para CC, 13,48 % para peso e 10,76 % para profundidade. Os resultados de AG e CC se assemelham aos encontrados por Zhang et al. (2018) em ovinos. Dessa forma, o nível de precisão observado em dados de campo, pode ser considerado adequado para substituir o sistema de medição manual.

Observa-se na Tabela 21 o intervalo de confiança de 95 % para medição manual e automática.

Tabela 21 - Intervalo de confiança para medição manual e automática em centímetros

Parâmetro	Intervalo de confiança	
	Medidas manuais	Medidas automáticas
AC	56,12 a 58,12	52,53 a 54,53
AG	57,25 a 59,25	53,45 a 55,61
PT	76,01 a 80,17	77,25 a 79,78
CC	58,76 a 61,54	58,45 a 60,55
Peso	34,22 a 39,08	34,58 a 37,94
Profundidade	28,47 a 30,09	29,42 a 32,86

AC = Altura de cernelha, AG = Altura de garupa, PT= Perímetro torácico, CC = Comprimento do corpo

Constata-se que os valores dos intervalos de confiança de PT, CC e peso, sobrepõem as médias manuais e automáticas, não existindo diferença significativas. Já AC, AG e profundidade possuem intervalos das medidas automáticas fora do intervalo das medidas manuais, então há diferença estatística entre essas médias.

Na Tabela 22 está indicada a acurácia média das medições automáticas em relação as medições manuais e o teste T pareado. Verifica-se que todos os parâmetros analisados mostram uma acurácia média acima de 86,52 % chegando até 92,56 %. Estes resultados são bastantes expressivos, visto que o animal ultrapassa o dispositivo computacional e não há

como determinar com exata precisão o local da altura de garupa, uma vez que o animal está em movimento. Os valores (p-valor) de PT, CC e peso apresentam nível de significância maior que 5% não ocorrendo diferenças significativas entre a medição manual e automática, enquanto os valores de AC, AG e profundidade diferiram estatisticamente.

Tabela 22 - Acurácia média das medições automáticas e teste t pareado

Parâmetro	Acurácia média (%)	p-valor
AC	92,56 %	$5,858 \times 10^{-6}$
AG	92,39 %	$6,90403 \times 10^{-6}$
PT	92,81 %	0,745
CC	93,55 %	0,466
Peso	86,52 %	0,797
Profundidade	89,24 %	0,050

AC = Altura de cernelha, AG = Altura de garupa, PT= Perímetro torácico,
CC = Comprimento do corpo

Em algumas das mensurações realizadas, foi necessária a repetição da medição manual na altura de garupa do animal, pela postura incorreta. Isso gerou ruídos nas amostras dificultando a correlação entre o automático e manual.

As características técnicas dos sensores utilizados podem ter limitado a precisão dos resultados, mas não inviabilizaram o protótipo, e possível melhoria na eficiência, ocorreria a partir da evolução desses sensores ou do uso de outros. Os resultados relativos às medidas manuais e automáticas mostraram que a mensuração com o dispositivo móvel torna-se viável. Já Menesatti et al. (2014) avaliaram o tamanho e o peso corporal de ovelhas, com um sistema que utiliza câmera digital para processamento de imagens, não sendo possível armazenar medidas em banco de dados, além de demandar um grande poder computacional. No entanto, o TMovCapri permite salvar as medidas corporais em banco de dados, possibilitando o acompanhamento do histórico de crescimento do animal, e o computador requerido para o funcionamento do *software* não demanda grande poder de processamento. Já, Zhang et al. (2018) calculando medidas corporais por captura e processamento de imagem, utiliza diversos equipamentos, requerendo, assim, uma solução de alto custo. Além disso, o animal permanece preso em um tronco, para as medições, causando estresse.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento e adoção de sistemas embarcados na agropecuária tem sido primordial e essencial para uma maior produtividade. O uso de microcontroladores e sensores contribui para o surgimento de equipamentos cada vez menores com a possibilidade de obter informações de forma rápida e automatizada.

O *software* TMovCapri (Registro INPI BR5120118051640-8) e o dispositivo computacional representam uma alternativa economicamente viável para automatizar a medição e o armazenamento das medidas corporais. As medições corporais realizadas de forma automatizada, permitem maior agilidade nas mensurações, em relação às medidas tradicionais, que exigem muito trabalho com o animal em postura correta de medição e demanda tempo.

No processo de mensuração com o dispositivo computacional desenvolvido, não há necessidade de contato físico com o animal, evitando, assim, o estresse ao mesmo, o que é desejável ao produtor visando maior produtividade no seu rebanho. O dispositivo é de fácil manuseio e transporte, constitui uma ferramenta computacional de alta aplicabilidade social, por facilitar o acesso dos produtores de ovinos e caprinos.

O conjunto, dispositivo móvel e *software* TMovCapri, representa uma solução tecnológica inovadora e de grande impacto, permitindo ampliar o acesso de pequenos produtores, a uma tecnologia desenvolvida pela academia, demonstrando a importância e o alcance da pesquisa. Com isso, ganha-se agilidade, permitindo auxiliar os criadores no manejo do rebanho.

REFERÊNCIAS

- ABLACHIM, D. I., PATRU, G. C., FLOREA, I. M., ROSNER, D. **Monitoring device for culture substrate growth parameters for precision agriculture: Acronym: MoniSen**, 2016 15th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research, Bucharest, 2016, pp. 1-7.
- AFFONSO, E. P.; HASHIMOTO, C. T.; SANT'ANA, R. C. G. Uso de tecnologia de la información en la agricultura familiar: Planilla para gestión de insumos. **Biblios: Journal of Librarianship and Information Science**, Brasília, n. 60, p. 45-54, 2015. Disponível em: <<https://biblios.pitt.edu/ojs/index.php/biblios/article/view/221/233>>. Acesso em: 02 set. 2016.
- ALCANTRA, C. A.; ALVES, F.; TEIXEIRA, P. M. K. N.; VANESSA, B.; PASSOS, W. **Medição de Distância dos obstáculos utilizando sensores de infravermelho e plataforma arduino**, Salvador, Bahia, 2013. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAF8gYAF/medicao-distancia-dos-obstaculos-utilizando-sensores-infravermelho-plataforma-arduino>>. Acesso em: 17 ago. 2018.
- ALMEIDA, F. B. **Capacitores**; Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- ALMEIDA, M. R; MAESTA, D. E. **Desenvolvimento de uma Lixeira Automatizada para Deficientes Físicos Utilizando Arduino**. ETIC 2016 - Encontro de Iniciação Científica, Presidente Prudente-SP, Vol. 12, No. 12, 2016. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2016/trabalho-1000023331.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- ALVES, J. F. **Desenvolvimento de um sistema para educação e cultura**. 2017. 62f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Computação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Tecnologia, Campina Grande, 2017.
- ARDUINO. Disponível em <<http://arduino.cc/en>> Acesso em: 23 Mar. 2017.
- ARDUINO MEGA 2560. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>> . Acesso em: 15 Jun 2018.
- ASSIS, C. C. **Software para estimativa da eficiência energética na produção de suínos**. 2017. 32 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agropecuária) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2017.
- AZEVEDO JÚNIOR., D. P.; CAMPOS, R. Definição de requisitos de *software* baseada numa arquitetura de modelagem de negócios. **Produção**, v. 18, n. 1, p. 26-46, 2008.
- BANZI, M. **Primeiros passos com o arduino** (Primeira ed.). São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora Ltda. 2010
- BARBOSA, M. E. **Teste de Hipótese e Aplicações**. 2014. 31f. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Bacharelado em Estatística- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

BATISTA, A.S.N.; SILVA, A.C.F.; ALBUQUERQUE, L.F. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Essentia**, Sobral-CE, v.15, n.1, p.185-200, 2013.

BEZERRA, A. C. **Programa de Rastreabilidade animal para caprinos e ovinos de corte**. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

BORGES, L. P.; DORES, R. C. **Automação Predial Sem Fio utilizando Bacnet/Zigbee com Foco em Economia de Energia**. 2010, 76f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BORGES, L. da S. **Capriovi - software para controle zootécnico, genético e orientação de acasalamentos em caprinos e ovinos: atualização e aprimoramento**. 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

CAMPOS, R.; CAMPOS, K. Diagnóstico técnico econômico da ovinocaprinocultura no estado do Ceará. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo-RS v. 19, n. 40, p. 126-152, 2013.

CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; SOUZA JÚNIOR, A. A. O.; SILVA, A. G. S.; SANTOS, F. N.; SANTOS, P. F.; PAIVA, S. R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.991-998, 2007

CASTRO JÚNIOR, A. **Perfil do Consumidor de Carne Caprina e Ovina na Região Metropolitana do Recife**. 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

CHEN, P.P., **The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data**, *ACM Trans, on Database Systems, Vol. 1, No. 1*, March 1976, pp. 1–36

CORRÊA JÚNIOR, D. **Desenvolvimento e Validação de um Sistema Embarcado para Monitoramento de Operações Agrícolas com Tratores**. 2017. 87f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

COSTA, D. dos S. Medidor de frequência cardíaca e temperatura cutânea para pequenos ruminantes. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2014.

CUNHA FILHO, L.F.C.; REGO, F.C.A.; BARCA JUNIOR, F.A.B.; STERZA, F.A.M.; OKANO, W.; TRAPP, S.M. Predição do peso corporal a partir de mensurações corporais em ovinos texel. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.13, n.1, p.5-7, 2010.

DATASHEET, GP2Y0A02YK0F, Distance Measuring Sensor, Sharp Microelectronics of the Americas. Disponível em: < http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

DEASSIS, J. B.; DELAAT, D. M.; PEIXOTO, M.G.C.D.; BEREMANN, J.A.G.; FONSECA, C. G., CARVALHO, M. R.S. Genetic diversity and population structure in Brazilian Mangalarga Marchador horses. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, p. 1519-1524, 2009.

DECKER, S.; FERNANDES, D.; GOMES, M. Gestão Competitiva na Produção de Ovinos. **Revista de Gestão do Agronegócio da Unipampa**, Dom Pedrito-RS, v. 1, n. 1, p. 113- 122, 2016.

DESOUSART, O. **Dados sobre as carnes ovinas e caprina no mundo**. 2011. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/OslerDesouzart/dados-sobre-as-carnes-ovina-e-caprina-no-mundo>>. Acesso em: set. 2019.

DIAS, I. A. **Materiais elétricos**. Foz do Iguaçu, 2010. Disponível em: <<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downcompendio/compendiov5.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**. Ed. Person Education, do Brasil, 2011.

EMERECIANO NETO, J. V.; DIFANTE, G. dos S.; FERNANDES, L.S; COSTA, M. G; ARAÚJO, C.G.F de; LUNA, A. A. **Economic evaluation of the production of sheep meat in cultivated pastures**, 2016. Disponível em: <http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:AgGb_jun0-gJ:scholar.google.com/+baixo+niveis+de+tecnologia+na+ovinocultura&hl=pt-BR&as_sdt=0,5&as_ylo=2017>. Acesso em: ago. 2018.

EASLEY, J.; SHASA, D.; HACKETT, E. Vaginoscopy in Ewes Utilizing a Laparoscopic Surgical Port Device. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 30, n. 2, p. 290, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017 FaoStat. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

FERNANDES, J. D. **Sistema embarcado para monitoramento de variáveis físicas do rotor de máquinas elétricas**. 2017. 103f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

FERNANDES, J. B. **Qualidade da carçaca e da carne de ovinos em confinamento alimentados com diferentes níveis de inclusão de feno de jurema preta (mimosa tenuifolar (Wild.) (Poir.))**. 2018. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Campina Grande, 2018.

FONSECA, J. F. da; CRUZ, R. do C.; OLIVEIRA, M. E. F.; SOUSA-FABJA, J. M. G. de; VIANA, J. H M. **Bioteecnologias aplicadas à reprodução de ovinos e caprinos**. Brasília-DF: Embrapa, 2014. 108 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1027956/1/LivroBioteecnologiasaplicadascompleto.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

FREITAS, A.; LIMA, A.; SANTOS, M. Protótipo de Bengala Inteligente de Baixo Custo para o Auxílio de Deficientes Visuais. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. Vol. 5. No. 1. 2016.

GIRAFFA, L.; MARCZAK, S.; PRIKLADNICKI, R. PDS-E: Em direção a um processo para desenvolvimento de Software Educacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25., 2005, São Leopoldo, RS. *Anais...* Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2005. p. 2833-2841.

GOMES, O. A. **Sistema de aquisição de sinais de eletromiografia com comunicação sem fio**. 2016. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

GONÇALVES, C. R. **Unidade de Controle e Automoção para Gestão de Sistemas de Irrigação Utilizando Energia Solar e Redes IEEE 802.11**. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Pontifícia Universidade Católica, Campinas-SP, 2016.

HAKIMI, A.; HASSAN N.; ANWAR, K.; ZAKARIA, A.; ASHRAF. A. **Development of real-time patient health (jaundice) monitoring using wireless sensor network**, 2016 *3rd International Conference on Electronic Design (ICED)*, Phuket, 2016, pp. 404-409.

HEATH, S. *Embedded System Design*, 2. ed. Oxford: Newnes, 2003.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal 2017**. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 2008 a 2017. [Rio de Janeiro, 2017e]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939> Acesso em: 01 out. 2018.

KAMALUDDIN, M. U.; SHAHBUDIN, S.; ISA, N.M.; ABIDIN, H. Z., **Teaching the Intel 8051 Microcontroller with hands-on hardware experiments**, 2015 *IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, Kanazawa, 2015, pp. 100-105.

KASSIM, M.; HARUN, A. **Applications of WSN in agricultural environment monitoring systems**, 2016 *International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Jeju, 2016, pp. 344-349.

KHOJASTEHKEY, M.; ASLAMINEJAD, A. A.; SHARITI, M.M., et al., 2016. Body size estimation of new born lambs using image processing and its effect on the genetic gain of a simulated population. **Journal of Applied Animal Research** 44 (1), 326–330.

KOOMPAIROJN, S.; PUITRAKUL, C.; BANGKOK, T.; RIYAGOON, N.; RUENGITTINUN, S. **Smart tag tracking for livestock farming**, 2017 *10th International Conference on Ubi-media Computing and Workshops (Ubi-Media)*, Pattaya, 2017, pp. 1-4.

KOPNIAK, P.; BOCIAN, K. **Differentiating horse walk and trot on the basis of inertial motion capture**, 2016 *9th International Conference on Human System Interactions (HSI)*, Portsmouth, 2016, pp. 270-276.

KORITIAKI, N. A.; RIBEIRO, E. L. de A.; FERNANDES JUNIOR, F.; SOUZA, C. L.; CONSTANTINO, C. Predição do peso vivo a partir de mensurações corporais em cordeiros Santa Inês. In: **Synergismus scyentifica** UTFPR, Pato branco, 2 0 1 2.

KUMBHAR, H. **Wireless sensor network using Xbee on Arduino Platform: An experimental study**, *2016 International Conference on Computing Communication Control and automation (ICCCUBEA)*, Pune, India, 2016, pp. 1-5.

LÔBO, R. N. B.; PEREIRA, I. D. C.; FACÓ, O.; MCMANUS, C. M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semiarid Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 96, p. 93-100, 2011.

LOPES, E. J. C. **Ovinocultura de Corte da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul: Caracterização Produtiva e das Transações**. 2017. 127f. Tese (Doutorado em Agronegócio). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MACEDO, A. B. L.; SPINOLA, R. Ciclos de vida do software: conhecendo os bastidores. **Engenharia de Software Magazine**, n.36, p. 21-28, 2013.

MARTINS, V. N.; MARCHETTI, M. E.; GARCIA, R. G. Qualidade da carne de ovinos: depende do bem-estar do animal na produção. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/Construção e Tecnologia**, v. 4, n. 6, 2015.

MATIJEVIC, M., CVJETKOVIC, V., **Overview of architectures with Arduino boards as building blocks for data acquisition and control systems**, *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, Madrid, 2016, pp. 56-63.

MATIN, M.; ISLAN M. **Overview of Wireless Sensor Network**, 2012. Disponível em: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/38793/InTechOverview_of_wireless_sensor_network.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2017.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**, Editora Novatec, 2015.

MENESATTI, P.; COSTA, C.; ANTONUCCI, F.; STERI, R.; PALLOTTINO, F.; G. CATILLO, G. A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep. **Computers and Electronics in Agriculture**. v.103, p.33–38, 2014

MURRAY, C. J. Why 8-bit mcus refuse to go away: new peripherals are paving the way for the continued success of the 8-bit microcontroller. **Design News**, 2015.

OLIVEIRA, C. E. **Bengala Digital e Boné Digital à Serviço da Pessoa com Deficiência Visual**. 2015. Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, 2015.

OLIVEIRA, D. P.; OLIVEIRA, C., A. P.; MARTINS, E. N.; VARGAS JÚNIOR, F.; FERREIRA, M.; SENO, L.; OLIVEIRA, J.; SASA, A. Caracterização morfoestrutural de fêmeas e machos jovens de ovinos naturalizados Sul-mato-grossenses “Pantaneiros”. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 973-986, 2014.

OLIVEIRA, N. B. B.; MONTEIRO, P. F.; QUEIROGA, S. L. M. Aplicabilidade dos microcontroladores em inovações tecnológicas. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE

- PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas, TO. **Anais...** Palmas: IFTO, 2012.
- OLIVEIRA, R. **Desenvolvimento de Sistema de Segurança Veicular a Baixo Custo Contra Acidentes por Abertura de Porta**. 2015. 95f. Dissertação (Mestrado em Gestão Organizacional), Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2a ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, 82p. 2005.
- PACHECO, V. S.; MATOS, L. J.; CATALDO, E; MEZA, W. D. T. Setorização e Filtragem de Média Móvel na Análise Estatística do Sinal Rádio Móvel. **Engvista**, v. 19, n. 2, p. 520-533, 2017.
- PALHARI NETO, C. **Relação entre a morfometria in vivo e as características da carcaça de ovinos comerciais**.2018. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.
- PEREIRA, L. A. M.; CARVALHO, F. R.; BORTOLUCCI, T.; MORAES, M. H.; Software Embarcado, o Crescimento e as Novas Tendências deste Mercado. **Revista de Ciências e Exatas da Terra**, v. 6, • n.6, p.85-94, abr, 2011.
- PRESSMAN, R. **Engenharia de Software**. Oitava Edição, Bookman, 2016.
- PROAKIS, J. G.; MANOLAKIS, D. G. **Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications**. 4th ed. Prentice Hall, 2007.
- RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. **Database management systems**. Osborne/McGraw-Hill, 2000.
- RAMOS, D. **Uso de um Banco de Dados Orientado a Documentos para Suporte a Aplicações de Big Data: Um Experimento utilizando Dados da Web 2.0**. 2014. 82f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Graduação em Sistemas de Informação – Universidade de Palhoça, Santa Catarina, 2014.
- RASTOGI, A.; PAL, A.; RYUH, B, S. **Real-time teat detection using haar cascade classifier in smart automatic milking system**, *Control System Computing and Engineering (ICCSC) 2017 7th IEEE International Conference on*, pp. 74-79, 2017.
- REGO NETO, A. de A. **Estrutura genética e associação genômica ampla para características de tamanho corporal em ovinos da raça Santa Inês**. 2017. 89 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.
- RIBEIRO, C.V.D.M.; OLIVEIRA, D.E.; JUCHEM, S.O. et al. **Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.121-137, 2011 (suplemento especial)
- RIZZO, V. H. D. **Sistema de Aquisição e Processamento Digital de Sinais para Sons Corporais**. 2014. 96f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Elétrica- Universidade de Tecnologia Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

ROMERO, F. P. **Métodos para a eliminação de flutuações de linha base em sinais de eletrocardiograma: estudo comparativo**. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

ROY, S., NENE, M. **A security framework for military application on infrastructure based wireless sensor network**, *2015 IEEE International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)*, Kolkata, 2015, pp. 369-376.

SALES-BAPTISTA, E., FERRAZ DE OLIVEIRA, M., SANTOS, M., LOPES DE CASTRO, J., PEREIRA, A., SILVA, J. e SERRANO, J. (2016). Tecnologia GNSS de baixo custo para monitorização de ovinos em pastoreio. **Revista de Ciências Agrárias**, 39(2), 251-260.

SANTOS, M. A. da S. **Capacitores**; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>>. Acesso em 21 out. 2018.

SANTOS W. O.; SILVA, K. B. Da; COELHO, D. Da. C. L.; SILVA, K. M. P.; SOBRINHO, J. E.; SILVA, P. C. M. Da; BATISTA, R. O. Variabilidade espacial e temporal das precipitações para a Microrregião de Pau dos Ferros-RN. **Revista Brasileira de Geografia e Física**. v. 07, n. 3, p. 434-441, 2014.

SAÑUDO C.; CAMPO M.M.; MUELA E.; OLLETA C. J.L.; DELFA, B. R.; JIMÉNEZ, B. R.; J. A.A.M., HORCADA I. A.; OLIVEIRA, I.; CILLA, I. 2012. Carcass characteristics and instrumental meat quality of suckling kids and lambs. **Spanish Journal of Agricultural Research** 10, 690-700.

SAÑUDO, C.; MUELA, E.; CAMPO, M. M. 2013. Key factors involved in lamb quality from farm to fork in europe. **Journal of integrative agriculture** 12, 1919-30.

SHARMA, B.; KOUNDAL, D. **Cattle health monitoring system using wireless sensor network: a survey from innovation perspective**, in *IET Wireless Sensor Systems*, vol. 8, no. 4, pp. 143-151, 8 2018.

SIDERI, A.; TSIOLI, V. **Ultrasonographic examination of the musculoskeletal system in sheep**. *Small Ruminant Research*, v. 152, p. 158-161, 2017.

SILVA, C. L. de N; COSTA, A. C.; LAGE, R. P.P; FERRO, T. B. de M.; COSTA, H. H. A.; LIMA, L. D.; BATISTA, A. S. M.; LANDIM, A. V. Medidas biométricas da carcaça de cordeiros de diferentes grupos genéticos criados no semiárido brasileiro. **IX Congresso Nordeste de Produção Animal - CNPA**, 2014.

SILVA JÚNIOR, M. M. **Sistema de Auxílio ao Diagnóstico para Inspeções por Ultrassom Implementado num Processador Digital de Sinais**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Salvador, Salvador, 2015.

SILVA, V. F. **Projeto de um sistema de reencaminhamento de chamadas de interfone para dispositivos móveis**. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SNEHA, A.; ABIRAMI, A.; ANKITA, E.; PRAVEENA, R.; SRIMEENA, R. **Agricultural Robot for automatic ploughing and seeding**, *2015 IEEE Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, Chennai, 2015, pp. 17-23.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**, Pearson Education do Brasil, 9. Edição, 2011.

SOUSA, S. B.; CARVALHO, M. A. M.; SOUSA JÚNIOR, A. **Dispositivo móvel e software embarcado em circuito microcontrolador para avaliação reprodutiva de caprinos**. BR1020150313705. 13 de jun. de 2017. Rio de Janeiro, n. 2423, p.1674.

SOWAND, O.S.; SOBOLA, O.S. Body measurements of West African Dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. **Tropical Animal Health and Production**, v.40, p.433-439, 2008.

TANAKA, R. K.; BERNUY, M. A. C. Aplicações de programação básica e microcontroladores. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 17., 2012, Curitiba. **Anais...** Cornélio Procópio: UTFPR, 2012. 8 p.

TEIXEIRA, I.; GOMES, R.; CASTAGNINO, D.; FIGUEIREDO, F.; HÄRTER, CARLA, J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, SIMONE, P.; RIVERA, A. Inovações Tecnológicas na Caprinocultura. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.104-120 jan./mar., 2013

TORROJA, Y.; LÓPEZ, A.; PORTILLA, J.; RIESGO, T. **A serial port based debugging tool to improve learning with arduino**, *2015 Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS)*, Estoril, 2015, pp. 1-4.

ULTRASONIC RANING MODULE HC-SR04. Elecfreaks. Datasheet. Disponível em: <<http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/HCSR04b.pdf>> Acesso em: 23 Mar. 2017.

VASTA, V.; LUCIANO, G. **The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality**. *Small Ruminant Research*. Doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.035

VIANA, J. G. A.; SOUZA, R. S. de. **Price tendency of sheep products in the state of Rio Grande do Sul from 1973 to 2005**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 1, p. 191-199, 2007.

WALPOLE, R. E., MYERS, R.H., MYERS, S. L., YE, K. **Probabilidade e Estatística para engenharia e ciências**. [Tradução Vianna, L. F. P.]. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ZHANG, A. LINA; WU, B. PEI; WUYUN, C. TANA; JIANG, D. JINHUA, XUAN E. CHUANZHONG; MA, F., YANHUA. **Algorithm of sheep body dimension measurement and its applications based on image analysis**. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 153, p. 33-45, 2018.

ZELENOVSKY, R. **MICRO CONTROLADORES**. 2005. Disponível em: <<http://hal9k.ifsc.usp.br/~smaira/Graduação/7º%20Semestre/Microprocessadores%20II/Apostilas%20e%20Tutoriais/Apostila.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

ZOUBIR, A. **Signal Processing: Is it Time to Change the Society's Name?** [From the Editor]," in *IEEE Signal Processing Magazine*, 31, n. 4, p. 4-4, July 2014.

ANEXO A – Certificado de registro de programa de computador

DIAS NETO, Constantino Augusto Dias; CARVALHO, Maria Acelina Martins; SOUSA JÚNIOR, Antonio de. “**SOFTWARE DE MORFOMETRIA DE OVINOS E CAPRINOS COM TELEMETRIA MÓVEL - TMovCapri**”, 2018

			
<p>REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS</p>			
<h3>Certificado de Registro de Programa de Computador</h3>			
<p>Processo Nº: BR512018051640-8</p>			
<p>O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 09/04/2018, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.</p>			
<p>Título: SOFTWARE DE MORFOMETRIA DE OVINOS E CAPRINOS COM TELEMETRIA MÓVEL- TMovCapri</p>			
<p>Data de criação: 09/04/2018</p>			
<p>Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ</p>			
<p>Autor(es): CONSTANTINO AUGUSTO DIAS NETO; MARIA ACELINA MARTINS CARVALHO; ANTÔNIO DE SOUSA JÚNIOR</p>			
<p>Linguagem: RUBY</p>			
<p>Campo de aplicação: AG-01</p>			
<p>Tipo de programa: CD-04; FA-01; SO-02</p>			
<p>Algoritmo hash: SHA-512</p>			
<p>Resumo digital hash: eebb0ec7de94680afe9ae0ccb1660780022a35cac8abf276c8ec828b9112ab3ab711c4bfc05e98f1a470d066ccaa03af051c58c172588a5f641f6c6519da3715</p>			
<p>Expedido em: 25/09/2018</p>			
<p>Aprovado por: Liane Elizabeth Caldeira Lage Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos</p>			
			
			

ANEXO B – Requerimento para análise e de pedido de depósito de patente

DIAS NETO, Constantino Augusto; CARVALHO, Maria Acelina Martins; SOUSA JÚNIOR, Antonio de, SARMENTO, José Lindenberg Rocha. “Dispositivo Móvel para Automação de Medidas Corporais em Ovinos e Caprinos”, Pedido Solicitado ao NINTEC/UFPI, 2019.



REQUERIMENTO

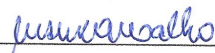
Ao Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí:

O requerente solicita análise da documentação técnica e formal para fins de depósito/registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI.

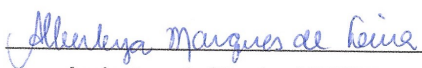
1. Dados do Requerente			
Nome civil completo: Maria Acelina Martins de Carvalho			
Centro/Unidade: Centro de Ciências Agrárias - CCA		Departamento: Morfofisiologia Veterinária	
Fone institucional: 86-3237-2245	Celular: 86 - 99982-8365	E-mail: mcelina@ufpi.edu.br	
2. Dados do Objeto de Proteção			
O que o requerente deseja proteger? Marque com um “x” a opção desejada.			
(X) Patente () Marca () Programa de Computador () Desenho Industrial			
Título do Objeto de Proteção: DISPOSITIVO MÓVEL PARA AUTOMAÇÃO DE MEDIDAS CORPORAIS EM OVINOS E CAPRINOS			
3. Documentos anexados a este formulário			
Informar quantidade de folhas de cada documento ou de CD's necessários para depósito/registro.			
Documento	Qde.	Documento	Qde.
Relatório de Invenção	10 fls.	Resumo (Patente)	1 fls.
Dados dos Inventores	fls.	Solicitação de Registro de <i>Software</i>	fls.
Termo de Ciência	1 fls.	Declaração de contrato de Trabalho ou Vínculo Institucional (<i>software</i>)	fls.
Relatório Descritivo (Patente)	5 fls.	Termo de Cessão (<i>software</i>)	fls.
Desenhos (Patente)	3 fls.	CD (código-fonte / <i>software</i>)	unid.
Reivindicações (Patente)	1 fls.	Outro:	
3.1. Total de folhas anexadas (referentes ao campo 3): 21 fls.			
4. Declaro:			
4.1 que a documentação técnica referente ao objeto de proteção foi elaborado de acordo com as Leis, Atos Normativos e Resoluções do INPI referentes à matéria do presente requerimento;			
4.2 sob penas da Lei, que todas as informações apresentadas neste formulário e em documentos anexos são completas e verdadeiras.			

Nestes termos, pede deferimento.

Teresina, 23 de Outubro de 2019
Local e Data


Assinatura do Requerente

Recebido: 29/10/2019


Assinatura do Técnico-NINTEC

ANEXO C – Declaração de Tramitação do Pedido de Depósito de Patente no NINTEC/UFPI



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Setor de Convivência L09 e L10
Bairro Ininga CEP: 64049-550 - Teresina-PI Fone/Fax (86)3237-1638

DECLARAÇÃO

O Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC, órgão da Universidade Federal do Piauí, através deste instrumento, DECLARA para as finalidades de direito, a requerimento de CONSTANTINO AUGUSTO DIAS NETO – Doutorando, que se encontra em nosso poder solicitação para depósito de pedido de PATENTE, com data de entrada neste órgão em 29/10/2019, cujo título denomina-se “**DISPOSITIVO MÓVEL PARA AUTOMAÇÃO DE MEDIDAS CORPORAIS EM OVINOS E CAPRINOS**”, do qual a solicitante participa como inventor (a), e que está em fase de análise dos requisitos necessários à sua formalização junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

Informamos ainda que para a consecução da postulação pretendida, o objeto deste pleito deve necessariamente atender às seguintes fases:

- a) pré-análise à patenteabilidade da criação;
- b) busca de anterioridade para verificação do estado da técnica;
- c) envio do resultado da busca de anterioridade, juntamente com cópias de pedido já requerido no Brasil e em outros países, bem como orientações para a redação do pedido de patente (IN 031/13 e LPI 9.279/96 – INPI);
- d) solicitação de pagamento das taxas de depósito e abertura de processo no Protocolo Geral para depósito de pedido;
- e) apreciação e assinatura da Reitoria da UFPI.
- f) encaminhamento da documentação ao INPI para depósito.

Salientamos ainda que, para cada fase acima descrita, é necessário tempo hábil para as respostas, a fim de cumprir com fidelidade e segurança a pretensão perquerida.

Por ser verdade, firmo a presente.

Teresina (PI), 29 de outubro de 2019.

Prof.^a. Dr.^a. Maria Rita de Moraes Chaves Santos
 Coordenadora do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFPI

ANEXO D –Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil; CEP: 64049-550
Telefone (86) 3215-5734 _e-mail: ceeapi@ufpi.edu.br

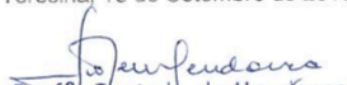


CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada “Dispositivo Móvel de Telemetria para uso no melhoramento Genético Animal- DMTGenAni”, registrada nº 225/16, sob a responsabilidade da Profa. Dra. MARIA ACELINA MARTINS DE CARVALHO–Morfofisiologia Veterinária/CCA/UFPI que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de Pesquisa Científica- encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **Aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) da Universidade Federal do Piauí, em Reunião na presente data **16/09/2016**.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da Autorização	Novembro/ 2016 à Abril/ 2020
Espécie/Linhagem/raça	Ovinol <i>Dorper</i>
Nº de Animais	80
Peso/ Idade	25 a 60 kg/ 6 a 36 meses
Sexo	40 machos e 40 fêmeas
Origem	Colégio Técnico de Teresina-UFPI

Teresina, 16 de Setembro de 2016.


Prof.^a Ivete L. de Mendonça
Comitê de Ética em Experimentação Animal-UFPI
Coordenadora