



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS MESTRADO
EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

EDYFRAN DE MEDEIROS FERNANDES

**IMPORTÂNCIA DO CABRESTO TÉRMICO COMO FERRAMENTA PARA
DETECÇÃO DO ESTRESSE EM CAPRINOS**

**POMBAL – PB
2019**

EDYFRAN DE MEDEIROS FERNANDES

**IMPORTÂNCIA DO CABRESTO TÉRMICO COMO FERRAMENTA PARA
DETECÇÃO DO ESTRESSE EM CAPRINOS**

Artigo apresentado ao Curso de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. D.Sc Joserlan Nonato Moreira

F363i Fernandes, Edyfran de Medeiros.
Importância do cabresto térmico como ferramenta para detecção do estresse em caprinos / Edyfran de Medeiros Fernandes. – Pombal, 2019. 25 f. : il. color.

Artigo (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Joserlan Nonato Moreira".
Referências.

1. Caprinocultura. 2. Comportamento animal. 3. Pecuária de precisão. I. Moreira, Joserlan Nonato. II. Título.

CDU 636.39(043)



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



CAMPUS DE POMBAL

**“IMPORTÂNCIA DO CABRESTO TÉRMICO COMO FERRAMENTA PARA
DETECÇÃO DO ESTRESSE CAPRINO”**

Artigo apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 03 / 10 / 2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Joserlan Nonato Moreira
Orientador

Ednaldo Barbosa Pereira Junior
Examinador Interno

Amélia Lizziane Leite Duarte
Examinadora Externa

RESUMO

O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial, no que diz respeito à produção de carne e leite caprino. Com as exigências do mercado os produtores buscam alternativas para melhorar seu sistema produtivo, a qualidade de seus produtos, reduzindo custos, melhorando oferecendo preços competitivos frente às alternativas que vem ganhando força no mercado, como a produção de frangos e suínos. Dentre os fatores de produção, estresse térmico é um dos fatores que preocupa os criadores, pois seus efeitos causam prejuízos como a perda de desempenho dos animais, reduzindo a produção de leite e dificultado o ganho de peso. Assim, sugerir o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de coletar e exibir dados dos caprinos, irá permitir o criador identificar sinais do estresse térmico que é de grande importância para auxiliar no manejo de seus animais, e servirá para colaborar com o melhoramento da infraestrutura de sua propriedade consequentemente aumentando sua produção e ainda podendo prevenir o surgimento de doenças e mortes prematuras. Neste contexto, este trabalho propõe demonstrar a importância de desenvolver um sistema destinado a coletar e exibir dados colhidos que facilite a análise de comportamento dos caprinos. Facilitando a análise do comportamento animal em relação à variação de sua temperatura corporal, com o objetivo de identificar traços do estresse térmico caprino. Para atingir este objetivo delineado usou-se uma pesquisa qualitativa, através do método de abordagem dedutivo, de natureza aplicada; e como técnica de pesquisa a bibliográfica e documental. Ao final, evidenciou-se que o criador poderá fazer uso da tecnologia para entender melhor o comportamento de seus animais, tomando decisões mais acertadas para o melhoramento da produção.

Palavras-chave: Pecuária de precisão. Comportamento animal. Georeferenciamento.

ABSTRACT

Brazil occupies a prominent position on the world stage with regard to the production of goat meat and milk. With an increasingly demanding market, producers are looking for alternatives to improve their production system, reducing costs, improving the quality of their products at competitive prices compared to alternatives that are gaining strength in the market, such as chicken and pork production. Thermal stress is one of the factors that worries breeders because its effects cause damage such as loss of performance of animals, reducing milk production and hampering weight gain. Thus, developing a tool capable of collecting and displaying goat data, allowing the breeder to identify signs of thermal stress is of great importance to assist in the management of their animals, helping to improve the infrastructure of their property consequently increasing their production and still being able to prevent the onset of disease and premature death. In this context, this work proposes to develop a system to collect and display data collected from goats. Facilitating the analysis of animal behavior in relation to the variation of its body temperature, aiming to identify traces of goat heat stress. To achieve this delineated objective a qualitative research was used, through the deductive approach method, of applied nature; and as a bibliographic and documentary research technique. In the end, it was evident that the breeder can make use of technology to understand better the behavior of his animals, making better decisions to improve production.

Keywords: Precision livestock. Animal behavior. Georeferencing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Arduíno Pro Mini.....	15
Figura 2 –	Leitor de cartão MicroSD.....	16
Figura 3 –	Giroscópio MPU6050.....	17
Figura 4 –	Sensor de temperatura DS18B20.....	18
Figura 5 –	Transmissor (direita) e receptor (esquerda) 433 MHz.....	18
Figura 6 –	Fluxograma.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA.....	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1 A IMPORTÂNCIA ECONÔMICO/SOCIAL DA CRIAÇÃO DE CABRAS.....	10
3.2 O ESTRESSE TÉRMICO CAPRINO E SEUS EFEITOS.....	11
3.3 MONITORAMENTO ANIMAL.....	13
4 PROPOSTA METODOLÓGICA.....	15
4.1 CRIAÇÃO DO CABRESTO.....	15
4.2 PROPOSTA DO APLICATIVO COLETOR DE DADOS.....	19
4.3 PROPOSTA DE FERRAMENTA PARA EXIBIÇÃO DOS DADOS.....	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

A produtividade ou mesmo a sobrevivência animal, depende principalmente de sua capacidade em manter a temperatura corporal dentro de certos limites. Este processo denomina-se homeotermia, ou seja, a manutenção da temperatura corporal em níveis constantes, independentemente de variações da temperatura ambiente (JOHNSON, 1987).

A adaptação dos caprinos às condições climáticas da região é de suma importância, pois esse é um fator fundamental para a produção de sua carne. Além de sua adaptação, o conforto térmico também é fundamental na eficiência produtiva, pois os mecanismos termorreguladores de dissipação de calor não precisam ser acionados (MOREIRA et al., 2014).

Desta forma, a orientação sobre os sistemas de produção de caprinos deve considerar as variações climáticas desta região, já que o Nordeste está situado na faixa tropical do planeta, definida como uma região semiárida quente, onde a maior parte do seu território encontra-se compreendido dentro do polígono das secas (CARTER, 1976; MASON, 1980), predominando ainda as altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente.

Mesmo que os caprinos sejam considerados um animal rústico, quando submetidos a altas temperaturas, radiação solar e elevada umidade de ar tendem a trazer prejuízos ao animal como o aumento cardíaco e a redução da sua produção (MOREIRA et al., 2014).

O estresse animal é algo que preocupa criadores não só de cabras, mas também de outros animais, como os bovinos. Um recente trabalho desenvolvido por Marcos (2018) mostra uma forma de monitoramento para os bovinos usando sensores de comportamento bem como sensores de temperaturas com o intuito de verificar o nível de estresse térmico nos bovinos. Tal trabalho foi de suma importância para o desenvolvimento deste, onde será mostrado uma alternativa para diminuir as perdas, dos produtores caprinos, de seus animais, usando o monitoramento animal.

Há um senso comum de que um ambiente estressante afeta diretamente no desempenho, saúde e comportamento geral do animal (BATISTA, 2012). Desta forma, como motivação para este trabalho, os criadores precisam de ferramentas que auxiliem na detecção e predição do estresse térmico, contribuindo para redução de perdas favorecendo o melhoramento do manejo (CÉSPEDES et al., 2007). Com um mercado cada vez mais competitivo, exigindo mais qualidade nos produtos, força os produtores a entenderem cada vez mais os seus animais e sua propriedade, aprimorando a forma de criar e produzir, aplicando os conceitos de pecuária de precisão que tem

como objetivo melhorar os processos produtivos reduzindo impactos ambientais aumentando a satisfação dos consumidores e por consequência ampliando seus lucros (OLIVEIRA, 2017).

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a importância de desenvolver uma ferramenta para acompanhar os padrões comportamentais de caprinos submetidos a diferentes condições ambientais, de forma a preservar a saúde do animal e orientar o produtor para a criação adequada.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa tomará como método de abordagem o **qualitativo dedutivo**, como método de procedimento o **Estudo de Caso**; Quanto a natureza da pesquisa e a forma de abordagem do problema é **aplicada**. Quanto ao procedimento técnico será **bibliográfica e documental**.

Nesta seção será apresentada a metodologia que será usada para solucionar o problema abordado, que engloba o desenvolvimento de três componentes distintos, confeccionados em três etapas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

1. A primeira etapa consiste na construção de um cabresto responsável pela coleta dos dados fisiológicos e de localização geográfica do animal.
2. Na segunda, o desenvolvimento de um aplicativo a ser utilizado para extrair os dados coletados pelo cabresto e sua calibração.
3. E por fim, na terceira etapa, a construção de um sistema web onde os dados coletados do cabresto serão exibidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A IMPORTÂNCIA ECONÔMICO/SOCIAL DA CRIAÇÃO DE CABRAS

A cabra foi um dos primeiros animais criados pelo homem, inicialmente não pela sua capacidade de produzir leite e, sim, pela sua carne, o que servia para o seu consumo. Desde os primórdios, a cabra foi uma das fontes de renda de subsistência na economia nordestina (IBGE, 2016).

O rebanho de caprinos no Brasil chegou, em 2016, ao seu mais alto patamar, em termos de quantidades de animais, nos últimos dez anos. Essa tendência de crescimento é uma das questões analisadas pela equipe da Embrapa Caprinos e Ovinos (SOBRAL, CE) na publicação “Análise da PPM 2016: evolução dos rebanhos ovinos e caprinos entre 2007 e 2016”, que traça considerações sobre os resultados da mais recente Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE, divulgada em setembro deste ano.

Segundo dados do IBGE (2016), a concentração dos rebanhos teve um aumento da participação da Região Nordeste nos últimos dez anos, de 91% no ano de 2007 para 93% em 2016. A concentração do rebanho caprino na região Nordeste está relacionada às questões culturais e de mercado, se refletindo na organização da atividade, denotando um caráter predominantemente regional.

Atualmente, com a diminuição do tamanho das propriedades rurais, o valor das terras e dos meios de produção, além da escassa mão de obra disponível, as atividades agropecuárias intensivas tiveram um grande incentivo. A partir desses fatores, a criação de cabras, em especial as cabras leiteiras, tornou-se uma possibilidade viável, pois, existe muitos aspectos favoráveis à sua criação, como a prolificidade da espécie, o curto intervalo de tempo entre os partos e o seu fácil manejo (PERDIGÃO et al., 2016).

A partir desse cenário a caprinocultura vem crescendo e se estabelecendo como atividade rentável além de gerar possibilidades para geração de emprego e renda no campo. A caprinocultura nordestina tem como característica o sistema extensivo de manejo, também conhecido como sistema tradicional. Nas áreas de cultivo geralmente são encontrados rebanhos compostos de cabras Sem Raça Definida (SRD) e por raças nativas (PERDIGÃO et al., 2016).

Um dos produtos comercializados pelos criadores de cabras é o leite caprino, pois é um produto com elevado valor nutricional, por apresentar, em sua composição química, proteínas com elevado valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de seu conteúdo mineral e vitamínico. Essas características nutricionais são de suma importância na alimentação infantil por causa de suas características de hipoalergenicidade e digestibilidade (COSTA, 2009).

Porém, para obter bons resultados na criação bem como na produção de caprinos é necessário observar as limitações que influenciam no desenvolvimento e no rendimento desses animais. É necessário observar elementos climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar, pois são fatores que podem ocasionar mudanças fisiológicas no animal e que dentre essas mudanças está o estresse (SOUZA et al., 2017).

3.2 O ESTRESSE TÉRMICO CAPRINO E SEUS EFEITOS

O estresse animal é um processo neuro-hormonal que os mesmos enfrentam ao tentar se adaptar as gerais mudanças em seu ambiente, e desta forma mantendo o seu estado de equilíbrio das suas funções e composições químicas (BATISTA, 2012).

Ao verificar, no animal, que o organismo deixou de responder adequadamente aos agentes estressores, ou ameaças, fazendo com que isso comprometa as funções imune, ganho de peso e desenvolvimento animal, constata-se que o animal está estressado (BATISTA, 2012).

Verifica-se no animal sob estresse térmico quando somado o calor gerado pelo metabolismo do animal com as cargas calóricas do ambiente como radiação solar, temperatura, umidade e velocidade do vento, excedem a capacidade de o mesmo de dissipar esta carga térmica para o ambiente, reduzindo a sua capacidade de se adaptar. Além disso, o estresse térmico acontece quando alterações indesejadas incidem no animal em decorrência da sua exposição a temperaturas ambientais acima da sua zona de termoneutralidade (COSTA, 2013).

Animais estressados, em sua maioria, apresentam características específicas, se tornando mais agressivos, mais agitados, com elevada frequência respiratórias além de caminharem mais que o de costume e são diversos os fatores que podem influenciar na alteração do comportamento animal, fatores climáticos, patológicos e fisiológicos. No Brasil um dos mais preocupantes são os fatores climáticos que têm forte influência na temperatura corporal, levando o animal a alterar seu comportamento na tentativa de manter a termorregulação nos casos de aumento da temperatura

ambiente, que na sua grande maioria, prejudica diretamente o desempenho produtivo e reprodutivo do caprino, trazendo prejuízos para o criador (SOUZA et al., 2017).

Quando os animais se encontram em pastagens sem o provimento de sombra gera um desconforto térmico levando conseqüentemente ao estresse calórico, que é proveniente das altas radiações em conjunto com as altas temperaturas e umidade relativa do ar (SOUZA et al., 2017).

Nos caprinos, ao passo que a temperatura ambiente sobe, também sobe o nível de sudorese deste animal, subindo também sua frequência respiratória, evitando o acúmulo de calor, evitando a perda no seu desempenho. Caprinos estressados reduzem a sua produção de leite, diminui a ingestão de alimentos, aumentam a ingestão de água e perdem peso (SOUZA et al., 2017).

Nos caprinos machos, o estresse térmico interfere diretamente na função reprodutiva do animal (SOUZA et al., 2017 *apud* PEREIRA, 2013). Uma alta temperatura, em torno de 34,51 °C, é prejudicial na formação de espermatozoides, bem como nas células que já estão formadas e em trânsito (ELOY; PEREIRA, 2013).

Nas fêmeas, a fertilidade diminui consideravelmente, quando exposta a uma situação de estresse calórico, pois esse estresse desencadeia uma série de anormalidades nos mecanismos de termorregulação, alterando e até mesmo inviabilizando as funções reprodutivas (SOUZA et al., 2017 *apud* PEREIRA, 2009).

Assim, o monitoramento e entendimento do comportamento animal vêm se tornando cada vez mais relevante para promover um melhoramento no manejo e por conseqüência, uma maior eficiência no sistema produtivo, proporcionando a redução de perdas, aumentando a qualidade dos produtos e ainda podendo oferecer ao criador informações para melhor gerir seu negócio em um mercado cada vez mais competitivo (VELONI et al., 2013).

Como afirma Batista (2012), o estresse térmico pode comprometer a função imune do animal. Assim, sua detecção, ainda não tratado por estas empresas, pode contribuir para este seguimento, pois, seus malefícios podem ser identificados de forma antecipada, não permitindo que o animal desenvolva uma doença, para aí sim ser detectada, como é o caso do alerta por alteração da temperatura corporal do animal. A doença que por ventura esteja provocando a alteração da temperatura, poderá ser evitada, se ela tiver como base para o seu desenvolvimento o estresse térmico.

3.3 MONITORAMENTO ANIMAL

Uma forma monitorar o animal se dá através do uso de sensores. Os sensores têm a função de responder a estímulos físicos e transmiti-los de forma mensurável, assim, uma vez coletados os dados lidos através dos sensores pode-se armazenar e analisar estes dados em busca de informações úteis ao produtor. O monitoramento e entendimento do estado da cabra são universalmente importantes para o manejo da propriedade em um estudo para detecção do período fértil de cabras utilizando com sensor de agitação (WATANABE, 2008).

Monitoramento animal visa acompanhar algumas variáveis observando seu comportamento ao longo do tempo. São exemplos de variáveis possíveis de monitorar a localização geográfica do animal e sua temperatura retal (DRAGO, 2017), movimento do tronco (Sant'Anna e Paranhos da Costa, 2010), a frequência respiratória e cardíaca. Com novas tecnologias em desenvolvimento, hoje, está se tornando cada vez mais comum a utilização da integração hardware e software no monitoramento destas variáveis, tornando possível armazenar dados que às represente, facilitando sua análise inserida em contextos variados (ZANIN et al., 2016).

Fernando et al. (2015) diz que com o monitoramento caprino o pecuarista pode melhorar o manejo de seus animais, aumentando seu bem-estar e a produção com base na análise do seu comportamento e que a pecuária de precisão, sendo definida pela gestão de caprinos fazendo uso da tecnologia da informação garantindo boas práticas de produção, pode contribuir bastante para este monitoramento.

A perda de peso do animal pode estar relacionada à sua inquietude, comportamento que pode estar relacionado ao aumento da temperatura corporal que por sua vez pode estar relacionada ao aumento da temperatura do ambiente ou mesmo a alguma doença em que o animal possa estar acometido (ZANIN et al., 2016).

Daltro (2014) diz que a temperatura retal dos caprinos é frequentemente utilizada como indicador de adaptabilidade do animal ao ambiente, caso esta ultrapasse os limites toleráveis, significa dizer que o animal não está conseguindo manter sua temperatura corporal dentro dos limites de conforto térmico fazendo uso dos mecanismos da termorregulação, evitando assim o estresse térmico. Os animais acometidos por estresse térmicos manifestam mudanças comportamentais e fisiológicas (ALVES et al., 2016). A temperatura retal e a frequência cardíaca

são as variáveis fisiológicas mais utilizadas na verificação do nível de conforto térmico animal, bem como a sua adaptabilidade ao ambiente em períodos de aclimação (DRAGO, 2017). Os animais acometidos por estresse térmicos reduzem a ingestão de alimentos que implicam diretamente na perda de peso, chegando até a morte em casos extremos (CÉSPEDES, 2007).

Também o estresse social decorrente de manejos inadequados pode influenciar negativamente na qualidade da carne, no ganho de peso e na reprodução dos animais (ALVES et al., 2016). Assim é de grande importância que a coleta dos dados fisiológicos e comportamentais dos bovinos seja feita de forma que não interfira no seu comportamento natural, desta forma se faz necessário o desenvolvimento de tecnologias específicas para este fim (CÉSPEDES, 2007).

Fazendo uso de tecnologias como sensores de temperatura, aceleração, localização geográfica, smartphone e meios de armazenamentos de dados como MicroSD, é possível desenvolver e pôr em prática um ciclo de coleta, armazenamento, exibição e análise de dados em caprinos. Como o objetivo de armazenar dados referentes ao seu comportamento permitindo sua posterior análise na busca de alterações que indiquem o desconforto ou estresse térmico, fornecendo ao produtor uma ferramenta capaz de auxiliá-lo no entendimento do bem-estar animal, contribuindo para tomada de decisões no manejo e infraestrutura da sua propriedade rural, como também servindo de ferramenta para auxiliar nas pesquisas buscando um maior entendimento do estresse térmico caprinos (JESUS, 2018).

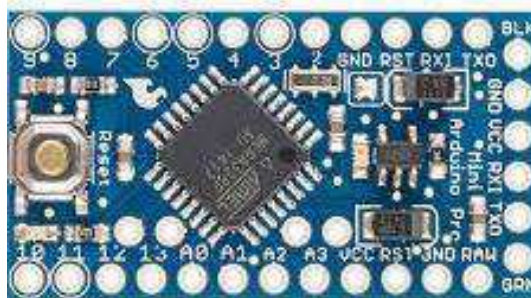
4 PROPOSTA METODOLÓGICA

4.1 CRIAÇÃO DO CABRESTO

Para capturar os dados que representem o comportamento dos animais, deverá ser confeccionado um cabresto capaz de coletar e armazenar informações geradas a partir do comportamento dos caprinos. Dados como a localização geográfica do animal e sua temperatura corporal terão que ser coletados e armazenados para, em seguida, serem enviadas para análise em um ambiente desenvolvido para este fim. Assim, o cabresto deverá ser equipado com um receptor GPS, um giroscópio, um leitor de cartão MicroSD, um módulo Bluetooth e um rádio receptor 433Mhz para receber a temperatura corporal coletada por um módulo coletor de temperatura que deverá ser desenvolvido separadamente.

No centro do cabresto é aconselhável introduzir um Arduino Pro Mini (figura 1), que conectará as interfaces responsáveis por coletar os dados e armazená-los. O Arduino Pro Mini surgirá neste projeto com a função de gerenciar todo funcionamento do cabresto, coletar os dados provenientes dos sensores e interfaces externas, aplicar um tratamento primário nos dados coletados, armazená-los em uma unidade de persistência (MicroSD) e transmiti-los para o aplicativo coletor de dados, quando solicitado.

Figura 1 – Arduíno Pro Mini



Fonte: www.arduino.cc

Para o desenvolvimento do software de controle, o Arduino Pro Mini contará com uma memória flash de 32KB onde fica gravado o programa, 2KB de memória SRAM para usos em geral e uma memória flash de 1KB para gravação de dados permanente durante a execução. O consumo do Arduino Pro Mini é de aproximadamente 0,2mA, contribuindo para utilização de uma bateria de tamanho reduzido sem comprometer a autonomia necessária para coleta de dados.

Com a necessidade de registrar a localização do animal, seria interessante conectar ao Arduino Pro Mini, via porta digital 02, um módulo GPS neo-6m da Ublox, esta porta pode ser programada para trabalhar como uma porta serial UART, visto que o Arduino Pro Mini possui apenas uma porta que está destinada a ser utilizado como canal de comunicação entre o cabresto e o aplicativo de coleta de dados, descrito mais adiante. O GPS neo-6m seria a melhor escolha por ser de baixo custo, com registo de uma nova posição a cada 1s e uma interface serial, facilitando a integração com o Arduino. Com precisão de 2,5m e um consumo de 37mA o GPS neo-6m fornece uma localização com erro aceitável, tamanho reduzido, 25mm x 35mm e um baixo consumo.

Os dados que serão gerados pelos sensores e interfaces deverão ser armazenados para evitar uma conexão constante para transmissão destes entre o cabresto e um sistema de armazenamento/análise os dados onde serão armazenados. Assim deve ser adotado, como meio de armazenamento, um cartão de memória MicroSD (figura 2), que será instalado localmente no cabresto, evitando a utilização de antenas e equipamentos que garantissem algum tipo de conectividade com o cabresto para extração dos dados gerados, facilitando a utilização do sistema independente do ambiente em que o animal esteja. Outra opção seria a utilização da memória flash interna do Arduino, porém, com apenas 1KB disponível o Arduino seria capaz de armazenar apenas alguns minutos de registros de dados, assim deve ser conectado a ele um leitor de cartão de memória com um MicroSD, com capacidade de armazenamento de 4GB, com isso o cabresto suporta 40 dias de coleta de dados a uma frequência de até 01 (uma) coleta por segundo.

Figura 2 – Leitor de cartão MicroSD

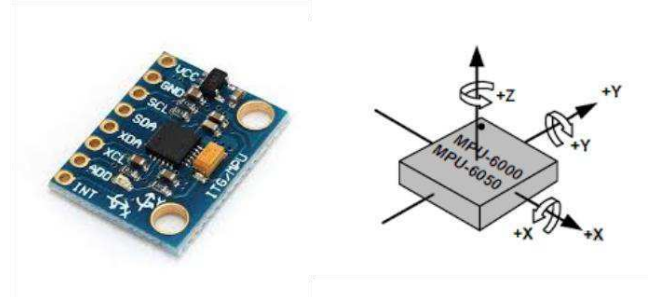


Fonte: www.electrofun.pt

Para tornar possível a identificação da agitação da cabeça do animal e determinar sua posição em relação ao horizonte é necessário a utilização de um módulo GY-521 que tem como componente principal a interface de movimento MPU6050 da InvenSense. O MPU6050 (figura

3) é rastreador de movimento que combina um giroscópio nos três eixos, x, y e z, um acelerômetro também nos três eixos e um processador digital de movimentos. Com o MPU6050 podemos ler através do seu barramento I2C as forças G aplicadas em cada um de seus eixos, podemos também ler o grau de inclinação em relação ao eixo x, y e z.

Figura 3 – Giroscópio MPU6050



Fonte: www.flipkart.com

Por possuir o tamanho reduzido (20mm X 15mm), baixo consumo, o MPU6050 deverá adotado para integrar o cabresto e desempenhar a função de sensor de posição da cabeça do animal, permitindo assim o registo do momento em que o animal está em posição pastando ou ereto.

Como canal de comunicação a ser utilizado para extrair os dados armazenados no cartão MicroSD, seria viável a utilização de um módulo Bluetooth HC-06 conectado a interface UART do Arduino Pro Mini. O módulo Bluetooth HC-06 é um conversor Bluetooth – Serial onde toda informação chegada em sua porta serial o módulo as envia por meio do seu protocolo para um dispositivo que a ele esteja conectado. A distância máxima de comunicação estável, sem obstáculos, é de aproximadamente 20 metros, sem obstáculos. Com essa distância é possível extrair os dados do animal sem a necessidade de plugar qualquer tipo de cabo ao cabresto, como também torna possível instalar coletores de dados, caso necessário, em pontos estratégicos onde o animal costumeiramente frequenta, como na ordenha por exemplo.

Um dispositivo de grande importância para este projeto é o sensor de temperatura interna do animal (figura 4). Como os pontos de coleta de temperatura possíveis são o reto ou a vagina (LUKONGE et al., 2014), o ponto mais seguro para a permanência do sensor foi a vagina do animal. Para a coleta da temperatura, o desenvolvimento de um dispositivo extensor do cabresto, com sensor de temperatura, bateria, transmissor de dados sem fio e um Arduino Pro Mini seria a melhor opção.

Figura 4 – Sensor de temperatura DS18B20



Fonte: www.espruino.com

Para recepção de dados do sensor de temperatura, deverá ser conectado ao pino digital 09 do Arduino o pino TX (pino de transmissão) do módulo receptor de radiocomunicação RF433Mhz (figura 5). Similar ao módulo Bluetooth, os módulos de comunicação RF433Mhz podem transmitir todos os dados apresentados em sua porta serial via rádio e vice-versa, estes rádios diferem do módulo Bluetooth principalmente por apresentar o módulo de transmissão separado do módulo de recepção permitindo sua instalação em pontos diferentes.

Figura 5 – Transmissor (direita) e receptor (esquerda) 433 MHz



Fonte: multilogica-shop.com

O Arduino Pro Mini dedicado a fazer a leitura do sensor de temperatura recebe a informação fornecida pelo sensor e as transmite para o cabresto através do rádio transmissor RF433Mhz, no cabresto o Arduino deste se encarrega de identificar a informação recebida fazendo o tratamento adequado para seu futuro armazenamento. O sensor de temperatura adotado foi o DS18B20 da Maxim Integrated, pois é capaz de medir temperaturas entre -55°C até $+125^{\circ}\text{C}$, com precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por meio da comunicação 1-Wire (utilizando apenas 1 fio para

comunicação), baixo consumo, baixo custo e de fácil aquisição tornado ele um componente eficaz e de fácil integração com o Arduino Pro Mini.

Com um invólucro em aço inox, o sensor DS18B20 se mostra bastante robusto para sua aplicação, sua comunicação 1-Wire facilita a sua implementação com o Arduino utilizando bibliotecas disponíveis para este fim.

4.2 PROPOSTA DO APLICATIVO COLETOR DE DADOS

Para coleta de dados e configuração do cabresto um APP capaz de conectar com a eletrônica embarcada deverá ser desenvolvido. Deverá ser adotado, como forma de comunicação, um cabo USB por onde os dados armazenados no MicroSD serão descarregados para um notebook, também por esse canal seria feita a configuração do cabresto.

Para não existir presença de fios, no qual só atrapalharia a movimentação do animal, sugeria a comunicação via bluetooth, facilitando o manuseio dos dados e configuração do cabresto. Como alternativa a utilização do notebook poderia ser desenvolvido um APP para que possa ser instalado em qualquer smartphone com sistema operacional Android. Nele o usuário poderia, a uma distância de até 20 metros, fazer o *download* dos dados salvos no cabresto e efetuar suas configurações evitando o estresse desnecessário para animal e garantindo uma distância segura para o operador.

O APP também assumiria a função de fazer um primeiro tratamento dos dados, permitindo que o Arduino do cabresto não fique encarregado de executar procedimentos que consumam seus recursos. Como exemplo destes procedimentos está à conversão da sequência de caractere em outros formatos como JSON, XML. Também pode-se fazer correções de fuso horário, pois o GPS informa a data e hora UTC.

Outra funcionalidade importante do APP possível de implementar é permitir a coleta de dados sem a necessidade de retirar o cabresto ou conter o animal, com isso reduzimos o contato com o animal, evitando manejo desnecessário. Fazendo a coleta desta forma o usuário pode através do smartphone enviar os dados coletados por e-mail ainda no campo, para que este possa ser analisado por uma outra ferramenta que será sugerida logo adiante.

4.3 PROPOSTA DE FERRAMENTA PARA EXIBIÇÃO DOS DADOS

Uma ferramenta para que o usuário possa dar semântica aos dados coletados, filtrando as informações necessárias para uma determinada análise e até cruzar dados coletados com mapas georreferenciado, permitindo tirar conclusões relacionadas ao desconforto térmico animal deveria ser desenvolvida, desta forma, objetivo desta ferramenta seria fornecer ao usuário mecanismos para avaliar se o animal está passando por estresse térmico.

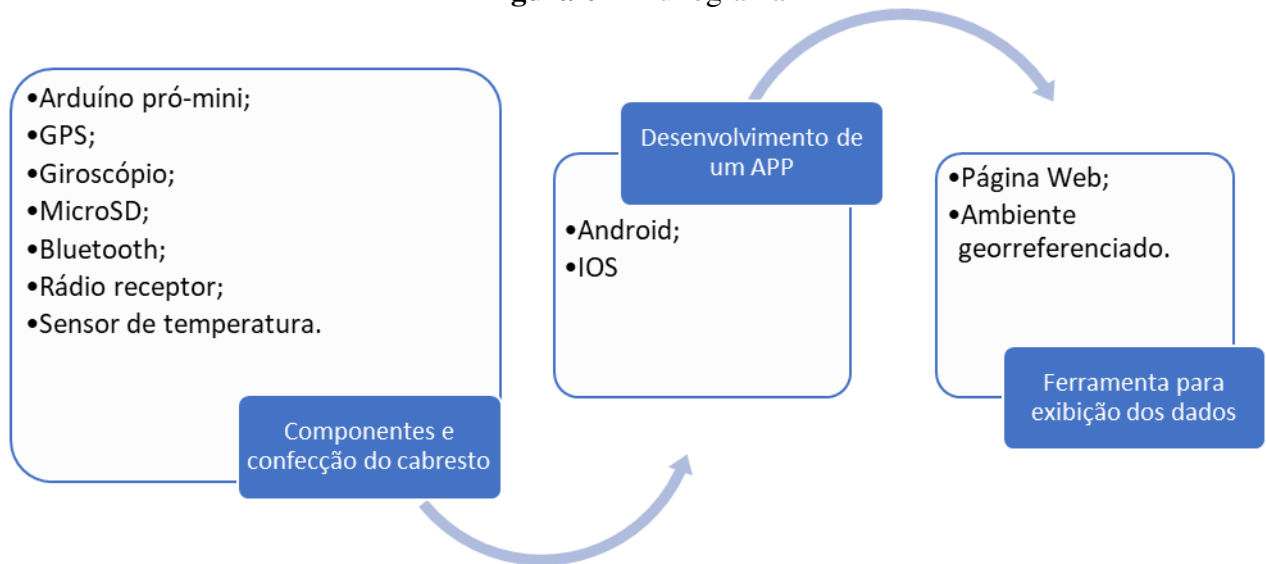
Como sugestão, para o desenvolvimento da ferramenta adotaria um sistema que opere na WEB onde o usuário possa enviar seu arquivo de dados coletados para o sistema aplicando diferentes formas de visualização das informações geradas. Seria interessante hospeda-lo em um VPS com processador de 1 núcleo, 512 MB de RAM, 20 GB de HD e 2 TB de tráfego, sistema operacional CentOS 7 v2.0.1, desenvolvido com a linguagem de programação JavaScript e hospedado no servidor web Apache versão 2.4.27.

Na página seria disponibilizado um menu onde o usuário poderá fazer o upload dos dados coletados e marcar alguns tipos de filtros. Ao lado do menu ficaria um mapa que exibiria as localizações do animal de acordo com os dados fornecidos pelo arquivo. Ao fazer o upload do arquivo e escolher um dos filtros o usuário poderá visualizar os dados que serão plotados no mapa. Para o estresse térmico, um filtro interessante é o da temperatura corporal, onde o usuário pode definir a temperatura limiar entre o estado normal e de estresse do animal. Feito isso, todas as marcações em verde plotada no mapa simboliza que o animal está com sua temperatura abaixo da definida pelo usuário e as marcações em vermelho com temperatura acima da definida usuário.

Para identificar as áreas de pasto seriam adicionados filtros que permitiria exibir os registros em que o animal permanece pastando ou ereto. Para cada ponto plotado no mapa o usuário poderia clicar exibindo mais informações daquele ponto, informação como temperatura corporal, data e hora. Desta forma, podem ser visualizadas as áreas de pastos que o animal prefere em determinada hora do dia, os pontos de sombra onde o animal se abriga nos momentos mais quentes do dia, em que períodos ele permanece pastando e as distâncias percorridas em busca de água ou sal, podendo assim chegar a conclusões em relação ao estresse térmico do animal.

Abaixo segue todo esquema resumido em um fluxograma mostrando as etapas bem como os componentes adequados para a confecção do cabresto térmico e demais ferramentas de suporte.

Figura 6 – Fluxograma



Portanto, o fluxograma acima deve ser seguido para que a ferramenta venha a ser desenvolvida de forma a atender a finalidade proposta pela mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a amplitude de processos corporais que são afetados em virtude do estresse, antecipá-lo é de suma importância para propiciar uma melhor eficiência dos sistemas de produção. Dessa maneira, é possível verificar o quanto é necessário buscar métodos que minimizem as temperaturas promovendo um melhor desempenho dos animais, já que é sabido que o estresse por calor influencia negativamente a caprinocultura.

Mesmo os caprinos sendo considerados animais rústicos, verifica-se que existe um prejuízo no desempenho produtivo em condições climáticas altas. Portanto, para uma melhor produção faz-se necessário monitorar a saúde desses animais tendo em vista o fator climático da região. Além disso, o manejo deve ser feito em um horário que o clima seja favorável, considerando além da produtividade, o bem-estar do animal.

Por esses fatores, sugere-se uma ferramenta capaz de auxiliar o criador na detecção do estresse térmico dos caprinos. Baseado principalmente na visualização da temperatura e localização geográfica de seus animais, seria possível identificar, não só características relacionadas ao estresse térmico, mas também identificar pontos passíveis de melhorias na infraestrutura no ambiente de criação, como disposição dos pontos de água, sal, cochos e outros.

Diante da necessidade de produzir a ferramenta objetivando ajudar os pecuaristas produtores de cabras e compreendendo o impacto causado pelo estresse térmico, aponta-se como sugestão para um próximo trabalho a criação do cabresto bem como o estudo de caso para verificar a o funcionamento do mesmo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R.; FIGUEIREDO JÚNIOR, J. P.; SANTANA, M. H. M.; ANDRADE, M. V. M.; LIMA, J. B. A.; PINTO, S. L.; RIBEIRO, L. M. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. **PUBVET**. v.10, n.6, p.448-459, Jun., 2016.
- BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 8, 6–10, Setembro, 2012.
- CARTER, E. D. **Project report**: a review of proposals for, strenghtening agricultural and livestock reserch with special reference to a goat and sheep project for North-East Brazil. Osmond: University Adelaide Gled Osmond, 1976. 20 p.
- CÉSPEDES, A. I. **Sistema Telemétrico de Monitoração de Temperatura para Bovinos**. BioEng. 1. 227-236. Dezembro. 2007.
- COSTA, R. F. **Estresse Calórico em Bovinos de Corte Criados à Pasto e Seus Efeitos na Sustentabilidade**. Graduação. UFG. Goiânia. 2013.
- COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.38, p.307-321, 2009.
- DALTRO, D. S. **Uso da Termografia Infravermelha para Avaliar a Tolerância ao Calor em Caprinos de Leite Submetidos ao Estresse**. Dissertação. UFRGS. Porto Alegre. 2014.
- DRAGO, E. L. **Fatores que Influenciam a Temperatura Corporal de Vacas da Raça Holandesa Lactantes**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2017.
- ELOY, A. M. X.; PEREIRA, E. P. Estresse na reprodução de caprinos machos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.37. n.2. p.56-163, 2013.
- FERNANDO, L.; LOMBA, D.; JESUS, L.; KARINA, H.; RUBINSZTEJN, S.; GONDA, L.; PIRES, P. P., **O uso de inteligência artificial na identificação do comportamento caprino**, Congresso Brasileiro de Agroinformática, 12, 1-10, outubro, 2015.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2016**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf. Acesso em: 24 jul. 2018.
- JESUS, L. **Utilização de técnicas de reconhecimento de padrões para estimar o comportamento de bovinos em função de variáveis ambientais**. Tese (doutorado) - Universidade Anhanguera, Uniderp, 2018.

JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279p.

LUKONGE, A. B., SINDE, R. S., & KAIJAGE, S. D. **Review of Cattle Monitoring System Using Wireless Network**. International Journal of Engineering and Computer Science, 3, 5819–5823. 2014.

MASON, I. L. Sheep and goat production in the drought polygon of Northeast Brazil. **World Animal Review**, Rome, v. 34, p. 23-28, 1980.

MOREIRA, L. A.; CARVALHO, W. F.; MOREIRA FILHO, M. A.; MOURA, R. L.; SOUSA, K. R. F. Fatores que influenciam no comportamento de caprinos em pastejo. **Revista eletrônica nutritime.**, 2014 Julho/Agosto; v.11; n. 04. p. 3607- 3616. Disponível em: www.nutritime.com.br. Acesso em: 15 jan. 2019.

NASCIMENTO JÚNIOR, M. J. **Desenvolvimento de uma ferramenta para auxiliar na detecção do estresse térmico bovino**. Dissertação. Centro de estudos e sistemas avançados do Recife – C.E.S.A.R. Recife. 2018.

OLIVEIRA, G. L. **Pecuária de Precisão como Fator do Desenvolvimento Local na Região do Alto Taquari**. Dissertação. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, 2017.

PERDIGÃO, N. R. O. F.; OLIVEIRA, L. S.; CORDEIRO, A. G. P. C. Sistemas de Produção de Caprinos Leiteiros In: 13 Workshop sobre produção de caprinos e ovinos, 2016. Sobral. **Anais [...]** Sobral: EMBRAPA-CNPC: 2016. p. 11-30. (EMBRAPA-CNPC. Documentos, 119). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1051053/1/CNPC2016Doc119.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SANT'ANNA, A. C.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Comportamento como indicador do temperamento de bovinos e aplicações na seleção genética. Encontro Anual de Etologia, v. 28, Dezembro, 2010.

SOUZA, B. B.; MASCARENHAS, N. M. H.; BATISTA, L. F.; SOUZA, F. M. Influência do estresse calórico sobre a reprodução de caprinos no semiárido. In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido – CONIDIS, 2., 2017, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: Realize Eventos & Editora, 2017. 1.

VELONI, M. L.; PRADO, P. L.; ARSSUFFI, B. M.; BALLESTERO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. G.; ABREU, B. P.; OLIVEIRA, L. G.; Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Garça, ano XI, número 21, Julho de 2013, periódico semestral. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/YhtnLpAFRYLxnCV_2013-8-14-15-23-47.pdf. Acesso em: 10 mar. 2019.

WATANABE, T.; KITAZAKI, K.; SAKURAI, A. Dairy Cattle Monitoring Using Wireless Acceleration-Sensor Networks. **Sensors**. 526–529. Outubro. 2008.

ZANIN, E.; BICHEL, A.; MANGILLI, L. G. Bem-estar de Vacas Leiteiras em Sistema Silvopastoril, **PUBVET.**, v.10. 381–387. Maio. 2016.