

Análise dos percursos diários de um rebanho de caprinos na aldeia da Moimenta, Serra de Montemuro (Portugal)

Amanda Patrícia Marcos

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Recursos Florestais no âmbito da dupla diplomação com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Orientada por

Professor Doutor José Manuel Correia dos Santos Ferreira de Castro

Professora Doutora Marina Meca Ferreira de Castro
Professora Doutora Fabiani Das Dores Abati Miranda

Bragança
2024

Dedico este trabalho à minha família, minha mãe Iraci, meu pai Valdecir e a minha irmã Halana que me apoiaram incondicionalmente. E a Deus, que esteve comigo a todo momento.

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará. Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas.”

(Salmo 23:1-2).

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores José Castro, Marina Castro e Fabiani Miranda por acreditarem em mim, pela paciência, atenção e por todo o apoio neste trabalho.

Especialmente agradecer a José Castro e Marina Castro que proporcionaram a valiosa oportunidade de conhecer melhor seu grupo de pesquisa e projeto PASTOPRAXIS e também por me proporcionarem conhecer o local de estudo na Serra de Montemuro e ter um contato mais profundo com o estudo.

Aos meus queridos familiares, Iraci Wogiski, Valdecir Marcos e Halana Marcos que foram fundamentais nesse processo. Vocês sempre estiveram ao meu lado, me incentivando a seguir em frente e me ensinando o verdadeiro significado de nunca desistir dos meus sonhos. Mesmo com a distância e a saudade apertando o coração, eu sempre senti o apoio incondicional de vocês. Sou muito grata por tudo que fizeram e fazem por mim. Vocês estão sempre em meu coração e nas minhas orações.

Gostaria de agradecer ao meu namorado, que, ao longo dessa jornada, acabou se encantando pelo meu sonho e fez desse o dele também. Sua decisão de vir para Portugal cursar o mestrado ao meu lado me mostrou o quanto somos parceiros nessa caminhada. Sou imensamente grata por ter você comigo, me apoiando em cada passo, e por compartilhar essa história comigo.

Agradeço ao meu orientador de quase todo o meu percurso acadêmico, Eleandro Brun, que me guiou e ensinou ao longo dessa jornada. Sem suas orientações e sem você acreditar em mim e no meu trabalho, com certeza não teria chegado até aqui da mesma forma. Agradeço de coração por todas as oportunidades. É um imenso orgulho ter participado do GPSIS.

Sou grata ao Estado brasileiro por me proporcionar uma educação de qualidade e totalmente gratuita, pelas bolsas de estudo que recebi ao longo dos anos e pela incrível oportunidade de realizar a dupla diplomação no IPB em Portugal. E ao IPB por me receber.

Quero agradecer também aos meus amigos e todos que acreditaram em mim, pelo incentivo, compreensão e bons momentos.

E a Deus que esteve comigo em todos os instantes e sempre me guiou como um pastor.

RESUMO

A pastorícia extensiva aproveita recursos escassos, contribui para a segurança alimentar, conserva biodiversidade e previne incêndios, mas enfrenta desafios como êxodo rural e pressão econômica. Por isso, é fundamental promover a valorização dessa prática, apoiar políticas públicas que incentivem o uso sustentável das pastagens e implementar tecnologias de precisão que aumentem a eficiência e a rentabilidade da atividade. Assim, o objetivo do presente estudo é analisar os percursos de um rebanho caprino na Serra de Montemuro, considerando fatores temporais, sazonais e físicos do terreno para identificar padrões de movimento e suas influências nas rotas escolhidas. A recolha de dados foi realizada com dispositivos GNSS em cerca de 300 caprinos em 2023, e as informações foram processadas no software QGIS, focando em variáveis como altitude e Índice de Umidade Topográfica (TWI). A Análise de Componentes Principais (PCA) permitiu correlacionar essas variáveis, revelando como o ambiente montanhoso influencia as rotas escolhidas pelo rebanho. A Análise de Componentes Principais (PCA) revelou padrões significativos que influenciam os percursos do rebanho de caprinos na Serra de Montemuro, simplificando a complexidade dos dados e agrupando variáveis-chave. A análise identificou três componentes principais (PC1, PC2 e PC3), destacando a influência de variáveis sazonais e temporais nos deslocamentos dos animais. Os resultados indicaram que, na primavera, com melhores condições climáticas e maior disponibilidade de pasto, o rebanho percorre distâncias maiores, enquanto no inverno, a movimentação é restrita a áreas mais próximas devido ao clima rigoroso. A altitude e a umidade também se mostraram determinantes, com o rebanho buscando pastagens de maior qualidade. Os padrões diários de deslocamento do rebanho, influenciados pela temperatura e disponibilidade de alimento, demonstram uma rotina previsível, crucial para a gestão sustentável. O estudo destaca como variáveis sazonais e a experiência do pastor moldam os percursos de caprinos, enquanto dados GPS registram padrões, validam saberes tradicionais e promovem manejo sustentável.

Palavras-chave: Percursos de caprinos; Serra de Montemuro; Pastoreio extensivo.

ABSTRACT

Extensive pastoralism utilizes scarce resources, contributes to food security, conserves biodiversity, and prevents wildfires, yet faces challenges such as rural exodus and economic pressures. Therefore, it is crucial to promote the value of this practice, support public policies that encourage the sustainable use of pastures, and implement precision technologies to enhance the efficiency and profitability of this activity. Thus, the aim of the present study is to analyze the movement patterns of a goat herd in the Serra de Montemuro, considering temporal, seasonal, and physical terrain factors to identify movement trends and their influence on route choices. Data collection was conducted using GNSS devices on approximately 300 goats in 2023, and the information was processed in QGIS software, focusing on variables such as altitude and Topographic Wetness Index (TWI). Principal Component Analysis (PCA) correlated these variables, revealing how the mountainous environment influences the routes chosen by the herd. PCA identified significant patterns affecting the goat herd's movement in the Serra de Montemuro, simplifying data complexity and grouping key variables. The analysis highlighted three principal components (PC1, PC2, and PC3), emphasizing the influence of seasonal and temporal variables on the animals' movements. Results indicated that, in spring, with better climatic conditions and greater pasture availability, the herd covers longer distances, while in winter, movements are confined to nearby areas due to harsh weather conditions. Altitude and moisture also proved critical, with the herd seeking higher-quality pastures. The herd's daily movement patterns, influenced by temperature and food availability, demonstrate a predictable routine, essential for sustainable management. The study highlights how seasonal variables and the shepherd's expertise shape goat herd routes, while GPS data records patterns, validates traditional knowledge, and promotes sustainable management.

Keywords: Goat routes; Serra de Montemuro; Extensive grazing.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IX
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XII
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origem e evolução do pastoreio.....	4
3.2 Sistemas de produção de caprinos	6
3.3 Pastoreio de Percurso	10
3.4 Serviços Ecosistêmicos em Sistemas Silvopastoris	16
3.5 Desafios e Oportunidades do Setor Caprino	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Caracterização da Área de Estudo	21
4.2 Recolha de dados geográficos	27
4.2.1 Limpeza dos dados	32
4.3 Análise do Sistema Físico	34
4.4 Preparação dos dados para as análises	40
4.5 Análise dos Padrões de Movimento do Rebanho com base na Análise de Componentes Principais (PCA)	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Interpretação dos Componentes Principais	45
5.2 Análise das Variáveis Sazonais e Temporais	51
5.3 Influência do Terreno e da Qualidade do Pasto	52
5.4 Padrões Diários de Deslocamento	54

5.5 Comparação com outro estudo similar em outra região	56
6 CONCLUSÕES	57
7 REFERÊNCIAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cabra-Montês (<i>Capra pyrenaica</i>)	5
Figura 2 – Pastoreio extensivo	7
Figura 3 – Sistema intensivo de produção de caprinos	8
Figura 4 – Sistema semi-intensivo de produção	9
Figura 5 – Pastoreio de percurso	11
Figura 6 – Cães pastores do rebanho de Moimenta	12
Figura 7 – Balanço populacional na área de Interesse Comunitário Serra de Montemuro	19
Figura 8 – Aldeia de Moimenta	21
Figura 9 – Localização da aldeia de Moimenta na Serra de Montemouro	22
Figura 10 – Esboço Hipsométrico da Serra de Montemuro	23
Figura 11 – Carta de ocupação do solo em 2000 na Serra de Montemouro	24
Figura 12 – Incêndios no conselho de Castro Daire	26
Figura 13 – Paisagem Pós-queimadas de 2024 na Serra de Montemuro	26
Figura 14 – Caprinos na aldeia de Moimenta	27
Figura 15 – Autora e dois pastores dos caprinos em Moimenta	28
Figura 16 – Retorno dos caprinos a Aldeia e pastora	28
Figura 17 – Coleira com dispositivo GNSS aplicada a pequenos ruminantes	29
Figura 18 – Coleira com dispositivo GNSS	30
Figura 19 – Interface da plataforma online Domodis mostrando os dados de monitoramento de Moimenta	31
Figura 20 – Interface do software Qgis com os dados vetoriais	32
Figura 21 – Interface do software Qgis com os dados vetoriais selecionados na tabela de atributos para limpeza	33
Figura 22 – Interface do software Qgis com os dados vetoriais selecionados para exclusão (limpeza)	34
Figura 23 – Utilizando a ferramenta <i>Basic Terrain Analysis</i> para análise do terreno	35
Figura 24 – Mapa de elevação da área de estudo	36
Figura 25 – Mapa de posição de declive relativo da área de estudo	37
Figura 26 – Cálculo das medianas de altitude, TWI e RSP utilizando <i>group stats</i>	38

Figura 27 – União de camadas pelo valor do campo utilizando a ferramenta <i>Unir Atributos pelo Valor do Campo</i>	39
Figura 28 – Interface do QGIS exibindo a tabela de atributos consolidada pronta para exportação	40
Figura 29 – Interface para obter resultados da análise PCA no software Past	42
Figura 30 – Interface para obter resultados da análise PCA no software Past	43
Figura 31 – Variáveis mais influentes no PC1	46
Figura 32 - Variáveis mais influentes no PC2	47
Figura 33 - Variáveis mais influentes no PC3	48
Figura 34 - Biplot: Contribuições das variáveis em PC1 e PC2	49
Figura 35 - Biplot: Contribuições das variáveis em PC1 e PC3	50
Figura 36. Biplot: Contribuições das variáveis em PC2 e PC3	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dieta de caprinos em pastagem nativa	13
Tabela 2 – Dieta de caprinos em pastagem nativa no Nordeste de Portugal	14
Tabela 3 – Resultados da Análise de componentes principais	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Categoria	Abreviatura	Significado
Funções Matemáticas	COS	Cosseno
	SEN	Seno
Plataformas e Ferramentas de Informação Geográfica	GIS	Geographic Information System (Sistema de Informação Geográfica)
	QGIS	Quantum Geographic Information System
	DEM	Modelo Digital de Elevação (Digital Elevation Model)
	DOMODIS	Plataforma de Monitoramento de Dados
Sistemas de Navegação e Posições	GNSS	Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegação por Satélite)
	GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
	UTM	Universal Transverse Mercator
	UTC	Tempo Universal Coordenado
Índices e Métodos de Análise	PCA	Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis)
	PC1	Primeiro componente principal
	PC2	Segundo componente principal
	PC3	Terceiro componente principal
	RSP	Posição Relativa da Declividade (Relative Slope Position)
	TWI	Índice Topográfico de Umidade (Topographic Wetness Index)
Missões de Topografia e Instituições	SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
	IPB	Instituto Politécnico de Bragança
Formatos de Arquivo	CSV	Valores Separados por Vírgula (Comma-Separated Values)

1 INTRODUÇÃO

A pastorícia extensiva é uma prática tradicional importante em zonas rurais especialmente desfavorecidas, com solos pouco férteis, onde a capacidade de adaptação dos pequenos animais se torna fundamental para aproveitar recursos naturais escassos. Esta atividade não apenas valoriza terras que poderiam permanecer sem uso por práticas agropecuárias intensivas, mas também gera renda familiar e fornece uma fonte de proteína de alto valor nutricional, contribuindo assim para a segurança alimentar e a fixação da população nessas regiões (Zygoyiannis, 2006; Silva, Cruz, & Barbosa, 2007).

Além de sua importância econômica, a pastorícia extensiva desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade e na prevenção de incêndios, sendo insubstituível para a gestão do espaço rural. No entanto, a atividade enfrenta desafios significativos, como as pressões econômicas. O estudo e a adoção de tecnologias de precisão pode ser um caminho promissor para a sustentabilidade e rentabilidade das explorações (Gill et al., 2010; Comissão da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, 2018).

A nível global, a intensificação da agricultura representa uma ameaça a biodiversidade, trazendo por consequência a busca por uma produção de alimentos sustentável e a preservação da biodiversidade. Essas questões nas áreas agrícolas são questões essenciais na conservação global, como mostram o Acordo Verde Europeu e as iniciativas das Nações Unidas. Uma solução proposta é aproveitar pastagens menos produtivas, para encontrar um equilíbrio entre alimentar a população e proteger o meio ambiente (Jakobsson et al., 2024). Desse modo, o pastoreio extensivo pode ser uma alternativa sustentável para produção de carne e outros produtos derivados da criação animal.

Nesse sistema de pastoreio extensivo, uma das modalidades praticadas é o pastoreio de percurso, em que o rebanho é supervisionado por um pastor. O pastor desempenha um papel essencial na alimentação dos animais, escolhendo as áreas de pastagem ao longo do trajeto, todos os dias. A partir da sua experiência ele consegue identificar as melhores áreas para pastoreio, levando em consideração as características do terreno quanto as necessidades dos animais em cada estação do ano (Rebollo, 1996).

Regionalmente, um dos fatores que mais ameaçam o pastoreio extensivo de percurso é o êxodo rural. A análise populacional realizada por Azevedo et al. (2009) na

região da Serra de Montemuro apontou um acentuado declínio populacional em Moimenta. Essa redução demográfica pode colocar em risco a continuidade da criação de caprinos na região, ameaçando não apenas essa atividade tradicional, mas também a sustentabilidade socioeconômica local.

Estudos voltados para essa temática podem valorizar a prática, oferecer orientações para novos pastores e fomentar políticas públicas que promovam sua continuidade. Por ser uma atividade alinhada às demandas globais por sustentabilidade, o pastoreio extensivo merece maior destaque, tornando-se essencial aprofundar pesquisas nessa área.

Sendo assim, o presente estudo busca compreender os padrões de deslocamento do rebanho, valorizando tanto a prática quanto o trabalho dos pastores. Os resultados podem fornecer informações que ajudem a embasar ou apoiar a criação de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos naturais, fortaleçam a economia rural e garantam a preservação dessa tradição, além de criar novas oportunidades de desenvolvimento para as comunidades locais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- O estudo tem como objetivo analisar os percursos de um dos rebanhos de caprinos em uma aldeia na Serra de Montemuro considerando as variáveis temporais, sazonais e físicas do terreno para identificar padrões de movimento e entender como esses fatores influenciam a rota escolhida pelo pastor.

2.2 Objetivos específicos

- Examinar como a topografia influencia os percursos do rebanho, observando de que maneira a altitude e a umidade do solo impactam as rotas percorridas;
- Analisar como as variações sazonais afetam a extensão das rotas e o percurso do rebanho, levando em conta as condições climáticas e a disponibilidade de pastagem;
- Avaliar como as práticas tradicionais de pastoreio ajudam o rebanho a se adaptar às condições ambientais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A análise dos percursos diários de um rebanho de caprinos na aldeia de Moimenta, situada na Serra de Montemuro, Portugal, abrange uma série de temas interligados que ajudam a compreender tanto as práticas tradicionais de pastoreio quanto os desafios enfrentados pelo setor.

A revisão bibliográfica a seguir começa com a origem e evolução do pastoreio, seguindo com a análise dos sistemas de produção de caprinos, com ênfase nos diferentes modelos de criação. Em seguida, dedica-se uma seção ao pastoreio de percurso, destacando suas características e o contexto rural. A importância dos serviços ecossistêmicos em sistemas silvopastoris é abordada, evidenciando os benefícios ambientais gerados por essa prática. Por fim, são discutidos os desafios e oportunidades do setor caprino, considerando as questões econômicas, ambientais e sociais. Este conjunto de tópicos oferece uma base teórica essencial para a compreensão do contexto do presente estudo.

3.1 Origem e evolução do pastoreio

Em toda a história antiga, também citados na mitologia e na arqueologia, os caprinos são citados em registros antigos como animais de companhia e apoio ao ser humano (Vieira de Sá, 1990). Taxonomicamente, a cabra é classificada como pertencente à Classe Mammalia, Ordem Ungulata, Subordem Artiodactyla, Família Bovidae, Subfamília Ovinae, Gênero Capra (Lopes, 2013).

A domesticação de animais como ovelhas e cabras começou há cerca de 11.000 anos, provavelmente em regiões ao norte e leste dos principais centros agrícolas do Próximo Oriente. Nesse contexto, já se havia iniciado a domesticação de cevada e trigo, seguida pelas cabras e ovelhas, com a domesticação de porcos e gado ocorrendo cerca de 10.000 anos depois. Em Portugal, os caprinos domésticos descendem da cabra dos Pirenéus, pertencente ao tronco europeu “*Capra pyrenaica*” (Figura 1 abaixo) (Hancock, 2021).



Figura 1. Cabra-Montês (*Capra pyrenaica*). Fonte: Biodiversity4All, 2024.

Em território português, por volta de 5.500 cal a.C. o período Neolítico iniciou-se com a chegada de embarcações com grupos agropastoris pequenos da região do mediterrâneo oriental. Esses colonizadores, que conviveram com os últimos caçadores-coletores da Península Ibérica, introduziram práticas como a agricultura temporária e pastoreio de ovinos, caprinos e bovinos. Essa troca cultural foi fundamental para transformar os modos de vida, iniciando assim uma nova era de desenvolvimento social e econômico (Aguiar & Pinto, 2007).

O sistema agropastoril se consolidou em aproximadamente 4.000 e 2000 a.C. em Portugal, trazendo um impacto significativo na paisagem vegetal, havendo um aumento considerável da atividade humana, marcado por construção de estruturas. Sendo caracterizado por uma tendência crescente das comunidades humanas de se fixarem em um lugar, e conseqüentemente gerando uma maior dependência da agricultura e da pastorícia, resultando no aumento da oferta de alimentos. (Aguiar & Pinto, 2007).

A partir da segunda metade do século XX, transformações no território rural de Portugal alteraram profundamente a relação entre as comunidades e os espaços naturais. A perda do uso multifuncional do território, especialmente das florestas, inverteu a tradicional

relação entre o pastoreio e os recursos florestais, de forma que as florestas passaram de fornecedoras de recursos a serem usadas principalmente para atividades econômicas menos sustentáveis (Castro, et al., 2018).

A industrialização e o crescimento populacional intensificaram a produção animal. Essa transformação resultou em uma redução da multifuncionalidade do território pela expansão das monoculturas, alterando a relação entre pastores e o ambiente natural que se reflete nas áreas tradicionalmente usadas para pastoreio (Castro, 2016).

Foi possível notar neste capítulo a longa história do pastoreio de caprinos, com transformações significativas ao longo dos séculos. No entanto, a industrialização e as mudanças no uso do território no século XX alteraram a relação entre a atividade e o meio ambiente, impactando diretamente as práticas tradicionais. A seguir, serão discutidos os sistemas de produção de caprinos, com foco nas abordagens atuais.

3.2 Sistemas de produção de caprinos

Os sistemas de produção são normalmente divididos em três categorias: extensivos, semi-intensivos e intensivos. Essa divisão leva em conta o nível de especialização das explorações, ou seja, como elas são organizadas e geridas. Ela considera as técnicas utilizadas, os métodos de gestão alimentar e reprodutivo, além da quantidade de mão de obra necessária para operar cada sistema (Caldeira, 2019).

O pastoreio extensivo (Figura 2 abaixo) é um método de produção animal mais familiar que se baseia na mobilidade dos animais em terras de pastagens privadas, públicas, ou comunitárias, geralmente utilizado por famílias que produzem com baixa atividade tecnológica e uma mão de obra mais intensa (Dahl & Hjort, 1976).



Figura 2. Pastoreio extensivo. Fonte: A autora.

Nesse contexto, a produção extensiva se destaca pela tradicionalidade, pois envolve a criação de animais em pastagens naturais ou através do pastoreio em percursos. Esse sistema permite que, em períodos de baixa disponibilidade de alimentos, como no inverno e no verão, os pequenos animais sejam guiados por pastores em terrenos com diversidade de forragens. Assim, caracteriza-se como um modelo predominantemente familiar, com custos operacionais baixos e rendimentos limitados. (Caldeira, 2019).

Por outro lado, o sistema intensivo de produção (Figura 3 abaixo) funciona de maneira diferente, mantendo o rebanho em confinamento total. No entanto, essa abordagem requer um alto investimento e o uso de tecnologias avançadas para obter melhores resultados, prevalecendo em rebanhos comerciais (Oliveira, s/d.).



Figura 3. Sistema intensivo de produção de caprinos. Fonte: Cursos CPT, 2013.

Entre os dois sistemas, o sistema semi-intensivo (Figura 4 abaixo) apresenta uma combinação das características dos métodos intensivo e extensivo. Neste modelo os animais são criados em pastagens, mas na fase final de engorda, podem ser alimentados tanto em pasto com suplementos quanto em confinamento (Selaive-Villarroel & Osório, 2014). A adoção de técnicas racionais de exploração, como adequações sanitárias, suplementação mineral e melhoramento das pastagens, além da divisão do rebanho conforme sexo, idade e peso, são aspectos essenciais desse sistema (Santos et al., 2022).



Figura 4. Sistema semi-intensivo de produção. Fonte: VET Profissional, s/d.

Adicionalmente, é importante considerar o comportamento dos animais nos sistemas de produção. Animais criados individualmente, sem contato social, podem desenvolver estresse e frustração, favorecendo o surgimento de estereotípias e prejudicando o desenvolvimento físico dos animais (Broom & Molento, 2004; Oliveira & Azevedo, 2005; Vieira & Shields, 2016).

Além disso, o uso de pastagens como principal fonte de alimento para os animais e é a opção mais econômica. Nesse sentido, o método extensivo oferece diversas vantagens, beneficiando os animais, e o ecossistema contribuindo significativamente para a sustentabilidade, reforçando a viabilidade do sistema (Restle et al., 2007).

Dentro do método extensivo de produção, há tipos de pastoreio que são classificados de acordo com o padrão de movimentação dos rebanhos. O pastoreio de deslocamentos contínuos segue um estilo nômade, onde os animais são constantemente movidos em busca de novas pastagens. O pastoreio sazonal, também conhecido como transumância, envolve a movimentação dos rebanhos, levando em consideração a mudança

das estações para procurar as áreas com maior disponibilidade de pastagem. Enquanto que o pastoreio diário, sendo ele livre ou de percurso, caracteriza-se por rotas geralmente curtas, que se iniciam ao nascer do dia e retornam para o abrigo à noite (Khazanov, 1994).

Esses sistemas de pastoreio extensivo são claros exemplos da necessidade de conciliar as questões de viabilidade econômica, social e ambiental. O foco principal reside na relevância da compatibilização desse tipo de sistema de produção, frequentemente localizado em áreas comunitárias, muitas vezes ecologicamente relevantes, com os objetivos de uma ocupação adequada do território e da conservação do meio ambiente (Aguiar, 2015).

3.3 Pastoreio de Percurso

O pastoreio de percurso é uma prática tradicional que permite a mobilidade dos rebanhos em terrenos não agrícolas, garantindo o acesso à vegetação nativa e a subprodutos de culturas. Essa abordagem proporciona uma alimentação nutritiva para os animais, promove a gestão sustentável e possibilita o uso de áreas agrícolas após a colheita, que, de outra forma, ficariam sem uso. Dessa maneira, essa técnica otimiza os recursos disponíveis, ajuda a preservar a biodiversidade e contribui para a saúde do solo (Barbosa & Portela, 1999).

Tradicionalmente, os pastores abrem os seus currais todas as manhãs para conduzir seus rebanhos por um mosaico complexo de área de vegetação natural e seminatural, o seu domínio de pastoreio, até o fim do dia, quando todas as necessidades forrageiras dos animais devem estar atendidas e o rebanho retorna ao abrigo para descanso e proteção durante a noite (Castro et al. 2021).

Nesse sistema, o rebanho é supervisionado por um pastor (Figura 5 abaixo), que desempenha um papel crucial tanto na alimentação dos animais quanto na escolha das áreas de pastagem. Com sua experiência, o pastor sabe identificar as melhores áreas para o pasto, levando em conta tanto as características do terreno quanto as necessidades dos animais em diferentes estações do ano (Rebollo, 1996).



Figura 5. Pastoreio de percurso. Fonte: PastoPraxis 2024.

O pastor utiliza cães para ajudar no direcionamento do rebanho (Figura 6 abaixo), para conduzir mais rapidamente a parte da pastagem que considerar ter forragens para suprir as necessidades dos animais (Allsopp et al., 2007).



Figura 6. Cães pastores do rebanho de Moimenta. Fonte: A autora.

O trajeto diário do pastor com seu rebanho é cuidadosamente planejado para se adaptar às oportunidades de pastagem disponíveis. Por exemplo, o monte é utilizado preferencialmente de manhã, enquanto as pastagens mais verdes são deixadas para o final da tarde. Isso acontece porque a vegetação arbustiva do monte está mais macia pela manhã, após uma noite de maior umidade e temperaturas mais baixas. Além disso, é essencial que o rebanho esteja bem alimentado ao final do dia, garantindo que suportem o período de recolhimento até a manhã seguinte (Barbosa & Portela, 1999; Krätli et al., 2022).

A Tabela 1 abaixo, apresenta a partir de estudos de Borges e Gonçalves (2002) como a dieta dos caprinos em pastagens nativas varia conforme as estações. Na meia estação chuvosa, árvores e arbustos dominam (51,4%). Com o início da seca, ervas passam a ser principais (54,2%). No final da seca, gramíneas compõem 44,1% da dieta, garantindo nutrição constante.

Tabela 1. Dieta de caprinos em pastagem nativa.

ESTUDO DA DIETA DE CAPRINOS OBTIDA POR MEIO DE OBSERVAÇÕES DIRETAS EM PASTAGEM NATIVA (% MS Ingerida)			
Tipo da forragem	½ estação chuvosa	Início das secas	Final das secas
Árvores + arbustos	51,4	17,4	10,2
Gramíneas	22,1	22,9	44,1
Ervas	26,5	54,2	45,7
Folhagem no chão	-	5,5	-

Fonte: Borges & Gonçalves, 2002.

Em estudo realizado por Castro e Fernández-Núñez (2016), foi analisada a alimentação de vegetação de ovinos e caprinos na zona montanhosa do nordeste de Portugal. A pesquisa revelou a escolha é diversa ao longo das estações. Por exemplo, *Cisto psilosepalus* e *Quercus suber* foram consumidos apenas no outono, enquanto *Citrus scoparius* e *Dafne gnídio* foram consumidos no verão e no inverno, respectivamente. A tabela 2 abaixo apresenta um resumo dos dados obtidos.

Tabela 2 . Dieta de caprinos em pastagem nativa no Nordeste de Portugal (%).

	Species	Cod	Gmts			
			Aut	Win	Spr	Sum
Herbaceous	<i>Avena sp.</i>	Av	-	-	-	-
	<i>Hordeum vulgare</i>	Hv	-	-	-	-
	<i>Sorghum sp.</i>	So	24.5	-	-	7.80
	<i>Vigna unguiculata</i>	Vu	-	-	-	-
	Forbs + Grasses	Cv	14.4	41.9	57.2	11.2
	Other forage	Ot	0.80	-	0.50	3.20
	Cereal fallow	Ba	3.20	-	1.70	-
	Meadow	M	2.60	-	9.30	15.3
	Stubble	Re	1.20	-	-	-
Shrubs	<i>Cistus ladanifer</i>	Ci	8.00	18.8	5.70	7.20
	<i>Cistus pilosepalus</i>	Cp	1.40	-	-	-
	<i>Cytisus multiflorus</i>	Cm	0.40	6.90	11.1	-
	<i>Cytisus scoparius</i>	Cs	-	-	-	1.90
	<i>Daphne gnidium</i>	Dg	-	0.40	-	-
	<i>Erica sp.</i>	Er	2.00	5.30	-	5.90
	<i>Genista hystrix</i>	Gh	-	1.90	1.60	6.70
	<i>Lavandula pedunculata</i>	Lv	0.40	2.50	0.90	-
	<i>Rubus sp.</i>	Ru	4.20	0.90	1.80	10.7
	<i>Alnus glutinosa</i>	Al	4.70	-	-	5.30
Trees	<i>Crataegus monogyna</i>	Cr	0.60	-	-	-
	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fr	3.80	-	-	3.00
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo	0.60	-	-	-
	<i>Olea europaea</i>	Ol	1.40	18.3	-	2.40
	<i>Quercus faginea</i>	Qf	-	-	-	-
	<i>Quercus rotundifolia</i>	Qr	21.0	2.90	10.0	17.8
	<i>Quercus suber</i>	Qs	2.50	-	-	-
	<i>Ulmus glabra</i>	Ul	0.70	-	-	1.40
Total			100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Castro e Fernández-Núñez (2016).

Os pequenos animais conseguem selecionar muito bem seus alimentos, se destacando dentre eles, os caprinos, pela alta habilidade seletiva, tanto em pastoreio quanto em confinamento. Estudos mostram que essa preferência está ligada à busca pelas partes mais macias e palatáveis das plantas, como folhas em vez de caules, e é comum que eles escolham partes com melhor valor nutritivo, evitando as mais fibrosas (Borges & Gonçalves, 2002).

Os sistemas de pastoreio em ecossistemas mediterrâneos são dependentes das áreas de pastagem para sustentar a criação de animais em determinados períodos do ano, como no verão e no início do outono. Nesses momentos, a quantidade e a qualidade da forragem se mostram restritas ou insatisfatórias (Hackney et al., 2021).

Em estudo de Barbosa (2000), foi possível estabelecer o calendário de alimentação dos rebanhos na região de Trás-os-Montes em quatro épocas do ano, alinhado às estações e às principais atividades agrícolas da região. No inverno, geralmente o gado pastoreia no campo e no monte, aproveitando a pouca vegetação disponível, devido às geadas. À tarde, as cabras se alimentam em lameiros. Em invernos rigorosos, o pastor pode fornecer feno ou palha. O pastoreio é restrito nos lameiros a partir de fevereiro, sendo que na zona montanhosa do Noroeste, essa restrição ocorre em março, devido à maior disponibilidade de água e forragem.

Durante a estação das chuvas, as cabras costumam percorrer a área ao redor do lago e em encostas, alternando entre esses locais. Enquanto pastam, elas podem pular obstáculos no caminho. À medida que se alimentam da grama, suas barrigas se enchem e elas precisam parar e descansar para continuar se movendo (Sujit, 2023).

Todos os dias, os rebanhos guiados por pastores fazem um percurso, que possui extensão variada de acordo com a época do ano, para manejar ao máximo os recursos disponíveis nos diferentes mosaicos de paisagem. O plano do percurso é desenvolvido pelo pastor a partir de sua análise sobre o território disponível, considerando limitações ambientais, como a distância até fontes de água, locais de descanso, além dos fatores logísticos, como a localização de estábulos e trilhas (Castro & Castro, 2003).

O sistema de pastoreio das montanhas do norte de Portugal permite que pastores acessem livremente áreas não cultivadas privadas ou comunitárias, promovendo a democratização do uso da terra, conforme a Lei n.º 75/2017. Isso favorece pessoas menos privilegiadas, proporcionando acesso a recursos básicos. Além disso, os animais ajudam a controlar a vegetação combustível, reduzindo o risco de incêndios (Seripieri, 2023).

Ser pastor pode ser uma tarefa desafiadora, caracterizada por um modo de vida exigente. Isso se deve à necessidade de sair diariamente com o rebanho, sem desfrutar de feriados ou finais de semana e especialmente pela necessidade de conduzir mesmo com condições climáticas totalmente adversas (Barbosa, 2000; Castro, 2016).

O sistema tradicional de pastoreio favorece uma interação constante entre o homem, os animais e as plantas, ressaltando sua importância ambiental. Esse sistema se destaca como um modelo sustentável, com o papel do pastor sendo fundamental na gestão dos

recursos naturais. As decisões sobre o uso do espaço e do tempo são complexas e dinâmicas, com a escolha das rotas sendo influenciada pela disponibilidade dos recursos., fatores estruturais, como a localização de estábulos e fontes de água, além de restrições geográficas (Castro, 2016).

A prática de pastoreio de percurso, uma abordagem tradicional essencial para a gestão sustentável de rebanhos, oferece benefícios tanto para os animais quanto para o meio ambiente. Esse sistema, que envolve a movimentação dos rebanhos por territórios variados, contribui para o equilíbrio ecológico e a preservação da biodiversidade. No próximo capítulo, serão abordados os serviços ecossistêmicos em sistemas silvopastoris, explorando como essas atividades podem gerar impactos positivos no ambiente e nas comunidades locais.

3.4 Serviços Ecossistêmicos em Sistemas Silvopastoris

O pastor e o pastoreio de percurso desempenham um papel fundamental na conservação do ambiente e da paisagem. Ao não utilizar fatores de produção intensivos, a demanda por energia e agroquímicos é diminuída, tornando essa atividade benéfica do ponto de vista ambiental. Esse tipo de pastoreio realiza uma função de controle e limpeza da vegetação em pousios, áreas incultas e matas, ajudando a reduzir o risco de incêndios. A presença dos animais proporciona a fertilização do solo, que em muitos lugares não teria outra alternativa para a melhoria (Barbosa & Portela, 1999).

As espécies arbóreas colaboram para a melhoria na qualidade da água, reduzem a lixiviação e o escoamento superficial de águas que poderiam conter pesticidas e sedimentos contaminantes (Lin et al., 2011). As árvores também são excelentes na capacidade de melhorar a qualidade do ar por absorção de gases poluentes como o gás carbônico, ozônio e o enxofre, por meio dos estômatos de folhas e lenticelas, e também pela deposição de material particulado em sua parte aérea (poeira) (Nicodemo & Primavesi, 2019).

O uso de resíduos agrícolas como alimento para os animais, auxilia no retorno de nutrientes ao solo por meio da produção de estrume e urina. Quando bem manejados, isso pode melhorar a fertilidade e a estrutura do solo, aumentando os níveis de húmus e, conseqüentemente, a produtividade agrícola (Rosa García et al., 2012). Além disso, essa atividade é considerada um modelo alimentar sustentável, pois utiliza os recursos naturais, como alimentos, em vez de depender de combustíveis fósseis. (Comunidade Intermunicipal do Tâmega & Sousa, 2022).

A atividade pastorícia é percebida como uma “atividade vantajosa” dentro do conjunto de estratégias para a gestão de combustível, conforme a Presidência do Conselho de Ministros (2015). Os animais são protagonistas em relação ao controle de materiais combustíveis, que agravam o risco de incêndio, colaborando assim, para a redução do risco (Seripieri, 2023). Por isso, pode-se dizer que o pastoreio e o risco de incêndio competem pelo material vegetal que pode servir de combustível, dependendo da disposição dos pastores e também da capacidade do pastoreio de fazer essa remoção (Simões, 2018).

Em estudo por Castro, Castro e Sal (2009), a biomassa herbácea em bosques *Quercus pyrenaic* foi avaliada. A pesquisa comparou áreas que eram pastoreadas com áreas não pastoreadas por animais. Como parte dos resultados obtidos nessa pesquisa, concluiu-se que sem o pastoreio havia maior acumulação de combustíveis finos no sub-bosque, podendo variar entre 445 e 1773,3kg/ha. Sendo assim, foi possível afirmar que o pastoreio reduz parcialmente a biomassa herbácea.

Segundo Castro (2016), o sistema tradicional de pastoreio também é fundamental na gestão de combustíveis e na prevenção de incêndios e um eventual pagamento pelos serviços prestados aos pastores serviria como uma compensação pelo controle da vegetação, contribuindo para a redução dos custos associados aos incêndios. Um modelo desse tipo atuaria como um prêmio por resultados alcançados, promovendo a integração do pastoreio com a instalação de pastagens e fortalecendo, assim, tanto a sustentabilidade ambiental quanto a economia local.

Sendo assim, o sistema Silvopastoril é a forma mais barata e também eficaz para diminuir a biomassa inflamável do sub-bosque (principalmente as ervas e lenhosas de pequeno porte), aumentando o retorno econômico dos agricultores, uma vez que os animais pastam em campos naturais, geralmente de alta qualidade de forragem (Rigueiro Rodríguez et al., 2009).

No entanto, o setor caprino enfrenta desafios que vão desde questões econômicas até a adaptação às mudanças climáticas e demandas de mercado. No próximo capítulo, serão analisados esses desafios e as oportunidades.

3.5 Desafios e Oportunidades do Setor Caprino

Dados da FAOSTAT mostram que a Ásia lidera em número total de caprinos, seguida pela África, com crescimento de 14,06% na Ásia e 34,54% na Oceania entre 2002

e 2011. Em contrapartida, a Europa registrou queda de 6,27% no mesmo período. Em Portugal, o efetivo caprino teve um decréscimo de 26,64% e as projeções indicam que essa redução deve continuar (Lopes, 2013).

Segundo o mesmo autor, em Portugal, o rebanho caprino tem sofrido uma redução ao longo das últimas décadas, com uma tendência de queda persistente. A situação também se mostra preocupante em relação ao número de produtores de caprinos, pois a quantidade de pessoas que deixam a atividade ultrapassa o nível considerado ideal.

As opções produtivas nas áreas de montanha mediterrânica sempre foram limitadas devido a suas restrições abióticas. As baixas temperaturas no inverno e a aridez no verão restringem atividades agrícolas mais lucrativas, enquanto a baixa qualidade do solo, resultado de processos erosivos naturais, intensifica essas desvantagens. Além disso, o isolamento histórico dificultava as trocas comerciais e exigia autossuficiência. Assim, a prática do pastoreio nesta região se mostra uma ótima alternativa (Castro, 2004).

A figura 7 abaixo mostra o balanço populacional na área de Interesse Comunitário Serra de Montemuro (Azevedo et al., 2009). As áreas em vermelho indicam declínio populacional, e Moimenta, destacada em vermelho, apresenta grandes maiores perdas. Esse cenário reflete o êxodo rural, o que agrava a redução de produtores de caprinos na região. Com a diminuição da população residente, há menos pessoas para manter as atividades agrícolas, acelerando o abandono da produção. A tendência de queda continua ameaçando a sustentabilidade da pecuária local.

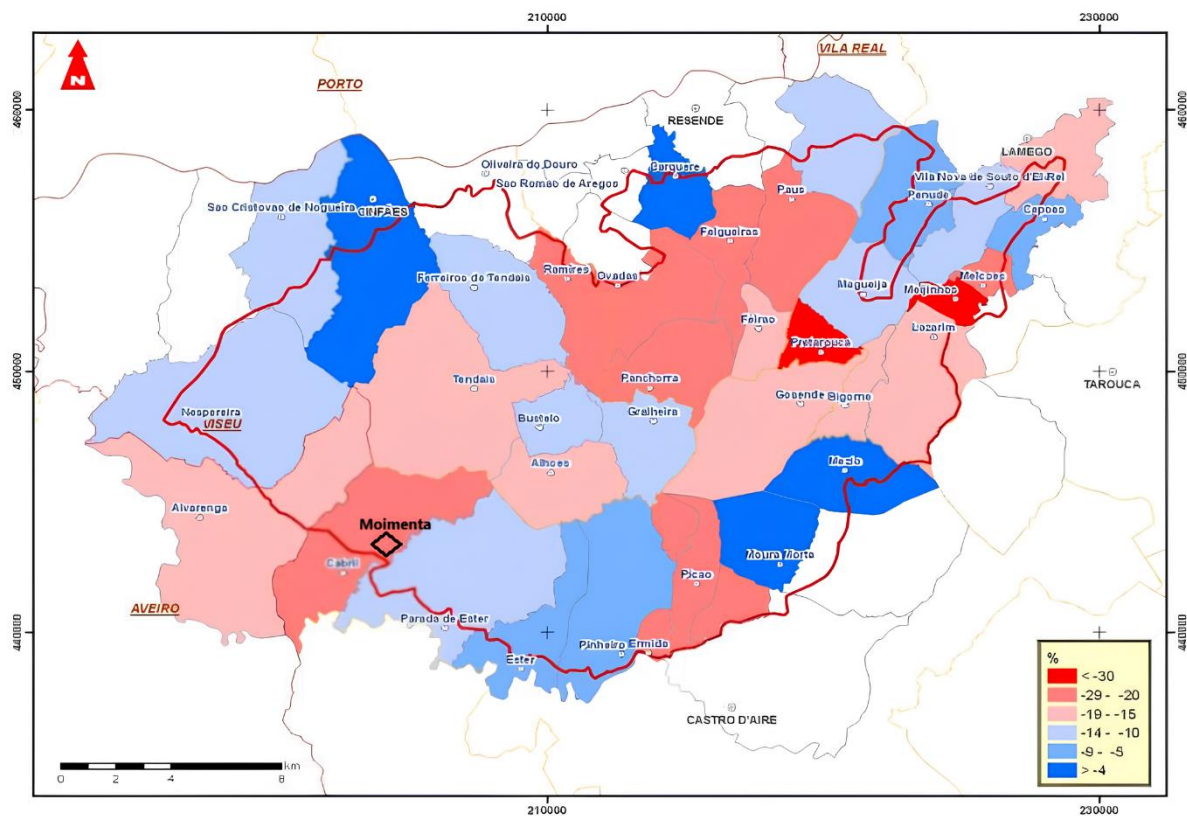


Figura 7. Balanço populacional na área de Interesse Comunitário Serra de Montemuro. Fonte: Adaptado de Azevedo et al., 2009.

Diversos fatores políticos, sociais e econômicos têm impulsionado o despovoamento rural. A falta de políticas agrárias coerentes gera desorganização e mudanças desreguladas no meio rural, agravando uma crise de confiança devido à instabilidade política. Conflitos de interesse surgem pela ausência de uma visão territorial integrada, além de problemas no acesso à terra e nos direitos de propriedade. Esses desafios dificultam o ordenamento Silvopastoril e alimentam conflitos, resultando em incêndios graves (Aguiar, 2015).

A preocupação crescente com o meio ambiente e o bem-estar animal está levando o setor a se adaptar. Com o aumento da população, a demanda por produtos de origem animal vai crescer, o que significa que novas tecnologias e melhorias na eficiência se tornarão essenciais. Para competir com carnes mais baratas, como as de frango e porco, o setor precisa se destacar pela qualidade e pela consistência dos produtos, agregando valor ao que oferece (Montossi et al., 2013).

A mudança climática e a futura escassez de água representam alguns dos maiores desafios para a humanidade. A importância das cabras cresce em períodos de falta cíclica e imprevisível de alimentos, como nas secas. No Sahel, por exemplo, houve uma

substituição de bovinos por dromedários e de ovinos por caprinos após as secas da década de 1980 (Rosa García et al., 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O presente estudo baseia-se no rastreamento de rotas diárias realizadas pelos caprinos, guiados por pastores, na aldeia de Moimenta (Figura 8 abaixo). A aldeia localiza-se na Serra de Montemuro (Figura 9 abaixo), a aproximadamente 28 km da Vila de Castro Daire e pertence à freguesia de Cabril, no Distrito de Viseu (Município de Castro Daire, s.d.).



Figura 8. Aldeia de Moimenta. Fonte: Barbeiro, 2020.

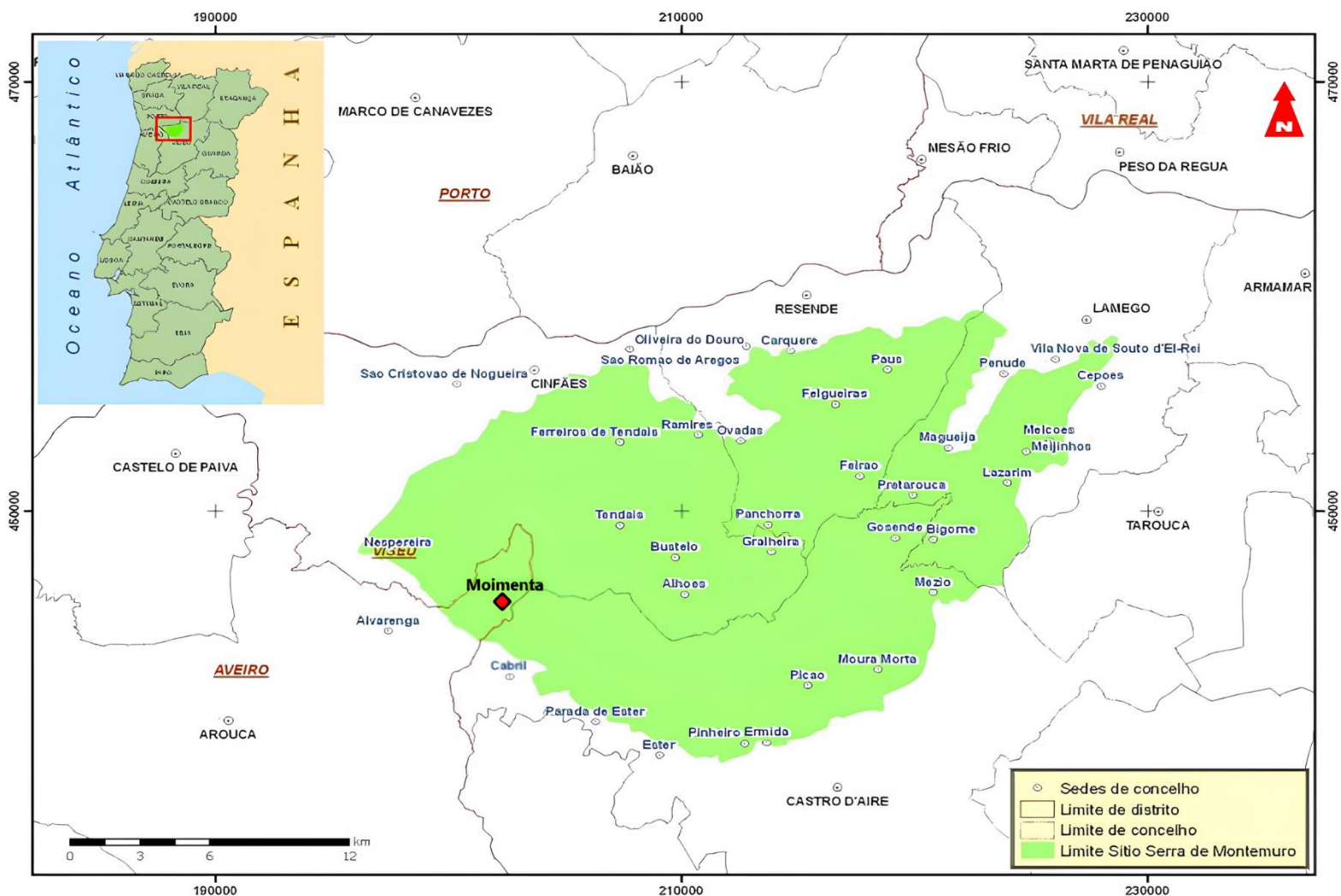


Figura 9. Localização da aldeia de Moimenta na Serra de Montemuro. Fonte: Adaptado de Azevedo et al., 2009.

Conforme observado por Marta-Costa et al. (2013), a área é delimitada ao norte pelo Rio Douro, enquanto os rios Paiva e Ribeiro Balsemão definem os limites a oeste e ao sul, respectivamente. O Ribeiro Balsemão, assim como o Rio Bestança, nasce no interior dessa região. Esta abrange partes dos municípios de Castro Daire (50%), Cinfães (35%), Resende (17%), Lamego (15%) e Arouca (3%).

O clima da Serra de Montemuro é moldado pela sua geografia, se encaixando no chamado “clima de montanha”, uma variante do clima atlântico. As temperaturas médias ficam abaixo de 10°C, com invernos longos e frios, e a precipitação varia bastante, indo de 1500 mm a 3000 mm por ano, incluindo períodos de neve. O maciço montanhoso, junto com outras serras, atua como uma barreira que bloqueia o ar do mar, resultando em uma dissociação climática na região (Girão, 1940; Ribeiro, Lautensach, Daveau, 1988).

A proximidade com o Atlântico traz uma umidade considerável, e a quantidade de chuvas é principalmente resultado da "ascensão compulsiva" das massas de ar atlântico ao encontrarem a barreira física de Montemuro. Além disso, os vales dos rios Douro e Paiva ajudam a direcionar o ar, influenciando a distribuição das chuvas, que tende a ser mais intensa nas áreas elevadas (Vieira, 2008).

No setor nordeste da serra, onde a altitude é menor, o clima é mais seco e apresenta características mais continentais. Isso contrasta com o setor ocidental, que é mais úmido e recebe mais precipitação devido à sua proximidade com o Oceano Atlântico (Ramos, 2012).

Nas áreas acima de 1000 metros de altitude (Figura 10 abaixo), o clima é mais rigoroso, com alta precipitação e temperaturas mínimas abaixo de 0°C. A vegetação arbórea é quase inexistente, exceto em áreas próximas a cursos de água, predominando solos pobres em nutrientes e vegetação arbustiva e herbácea, como giestas, urzais e gramíneas, afetadas por queimadas para renovação de pasto. Em altitudes mais baixas, a paisagem se diversifica, com bosques e espécies nativas como carvalhos e castanheiros, além de áreas de eucalipto e pinheiros (Girão, 1940).

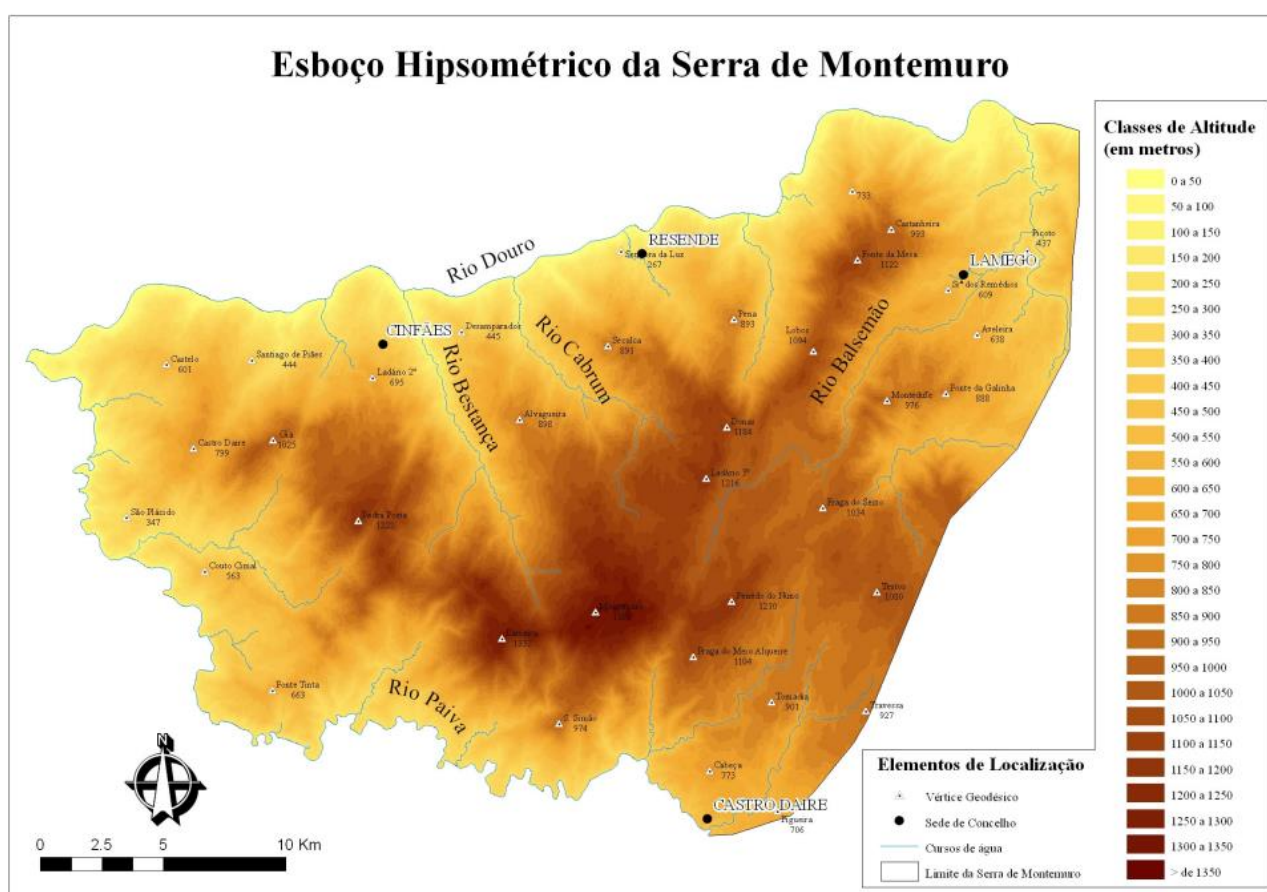
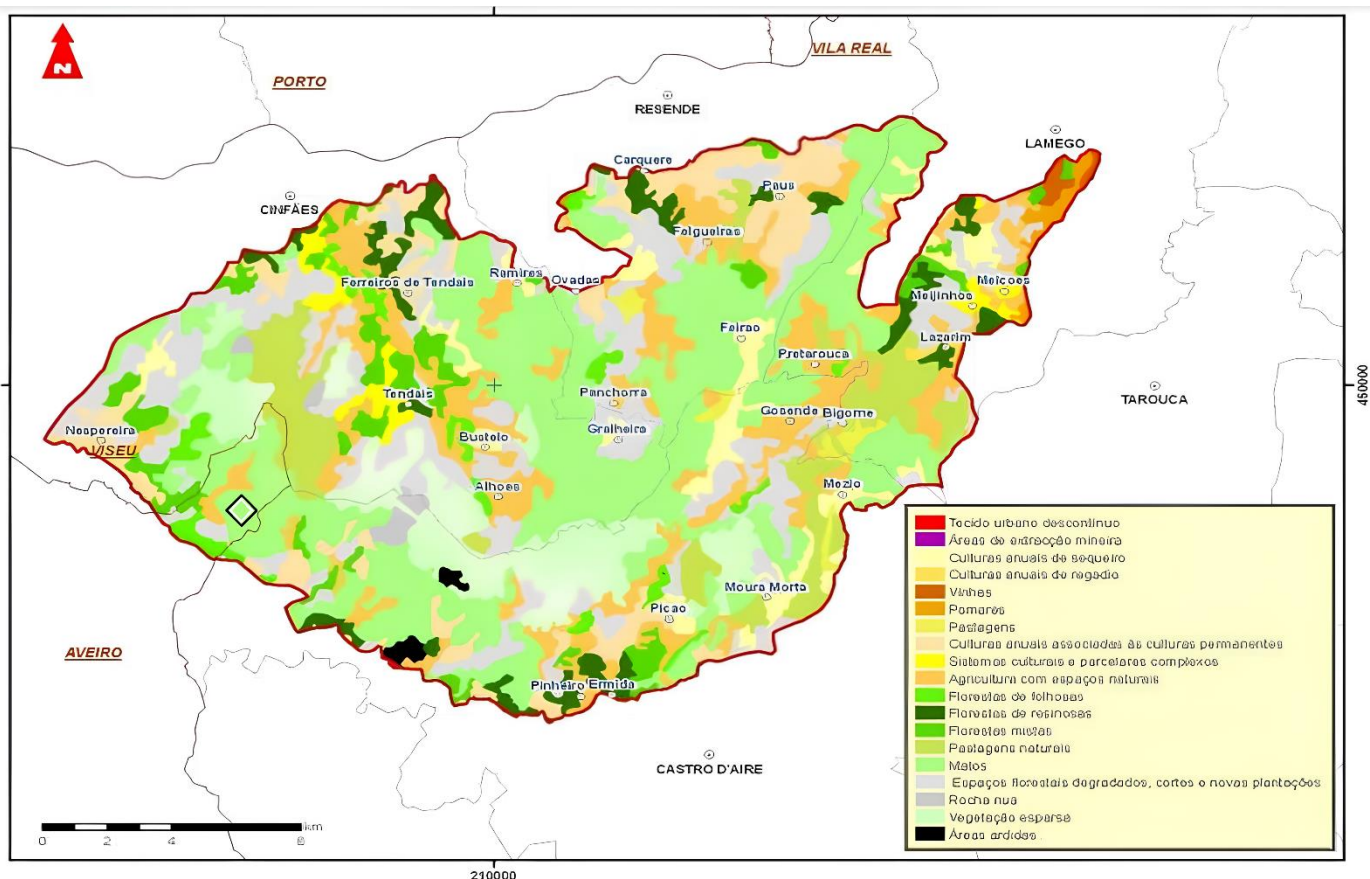


Figura 10. Esboço Hipsométrico da Serra de Montemuro. Fonte: Vieira, 2007.

Na aldeia Moimenta, local do presente estudo, a altitude média anual de 2023 dos percursos diários analisados foi determinada em 953 metros. Os dados mostraram uma grande variação, com altitudes entre um mínimo de 600,5 e um máximo de 1107,5m.

Mesmo com a baixa fertilidade dos solos da Serra de Montemuro para a agricultura, a pecuária, especialmente a criação de bovinos da raça Arouquesa e de outros animais, associada a culturas permanentes, forma a base da atividade econômica local. No entanto, tanto a agricultura quanto a criação de animais estão em declínio na região. Nesse cenário, é possível identificar tendências que caracterizam as mudanças nessas atividades locais (UTAD, 2008a).

O pastoreio de percurso realizado em Montemuro aproveita as variadas áreas de pastagens (Figura 11 abaixo) proporcionadas pelo ambiente montanhoso, desde as encostas às pastagens elevada altitude (Ribeiro 1991).



* Localização da aldeia de Moimenta representado dentro do símbolo ◇

Figura 11. Carta de ocupação do solo em 2000, na Serra de Montemuro. Fonte: Adaptado de CLC, 2000.

A aldeia de Montemuro, conforme a Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de 2018, continua a apresentar a predominância na paisagem de matos, como mostrado na representação da figura 11, elaborada no ano 2000.

As pastagens permanentes para pastoreio representam a maior parte da Superfície Agrícola Útil (SAU), mas a redução da SAU e da produção pecuária está diminuindo essas áreas, substituídas por matos e terrenos incultos. Embora as explorações sejam pequenas, a criação de bovinos Arouquesa e outros animais são a principal fonte de renda local. O abandono da pecuária ameaça práticas tradicionais como o pastoreio extensivo, a vezeira, e a manutenção dos lameiros, prejudicando a conservação da natureza e da biodiversidade. (Azevedo et al., 2009).

As zonas com potencial silvopastoris, que combinam atividades agrícolas, pecuárias e florestais, são muito importantes na Serra de Montemuro, especialmente para a alimentação de bovinos, caprinos e ovinos. Contudo, o abandono da agropecuária está transformando essas áreas. O êxodo rural e o abandono da agricultura têm contribuído para o crescimento de matagais. Além disso, a orografia e as condições edafo-climáticas não favorecem a prática agrícola na região, com apenas 3.373 hectares de Superfície Agrícola Utilizável (SAU), menos de 10% da área total do local, enquanto a área florestal ocupa 73% (ICN, 2006).

Entre 1990 e 2007, a evolução da área de povoamento florestal na região da Serra de Montemuro mostra que, segundo a Carta de Ocupação de Solo de 1990, aproximadamente 25.000 hectares eram ocupados por floresta, com 9.582 hectares arborizados. Apesar disso, tanto a propriedade privada quanto a comunitária sofreram severa regressão florestal, especialmente com a significativa redução do pinheiro bravo, que perdeu cerca de 4.000 hectares em 15 anos, em grande parte devido a incêndios florestais recorrentes que dificultam a regeneração natural (Marta-Costa et al., 2013).

Montemuro é marcado por um elevado risco de incêndios, especialmente nas encostas sul e sudoeste, abrangendo as áreas de Castro Daire e Arouca (Azevedo et al., 2009). Esse risco, foi evidenciado também em 2024, quando a freguesia de Moledo foi atingida por um grande incêndio (Figura 12 abaixo), com seis frentes ativas, mobilizando mais de 800 operacionais e devastando cerca de 75% da região, causando grandes prejuízos (Costa, 2024).



Figura 12. Incêndios no concelho de Castro Daire. Fonte: Lusa, 2024.

Em visita a Serra de Montemuro, em Moimenta, verificamos pessoalmente a extensão dos incêndios (Figura 13 abaixo).



Figura 13. Paisagem Pós-queimadas de 2024 na Serra de Montemuro. Fonte: A autora.

4.2 Recolha de dados geográficos

A coleta dos dados geográficos para este estudo foi obtida através do monitoramento de um rebanho de aproximadamente 300 caprinos (Figura 14 abaixo), de várias raças na aldeia de Moimenta, na freguesia de Cabril no ano de 2023 (dia 1 de janeiro a dia 31 de dezembro).



Figura 14. Caprinos na aldeia de Moimenta. Fonte: A autora.

Os caprinos pertencem a diferentes donos residentes na aldeia, mas são levados juntos para o pastoreio. Os pastores (Figura 15 e 16) se revezam nos dias de supervisão, seguindo um rodízio que considera o número de animais de cada proprietário.



Figura 15. Autora e dois pastores dos caprinos em Moimenta. Fonte: A autora.



Figura 16. Retorno dos caprinos à Aldeia e pastora. Fonte: A autora.

Em um dos caprinos uma coleira com dispositivo GNSS foi instalada (Figura 17 abaixo) para monitorar o percurso diário delas, já que andam todas juntas. Os dispositivos DOMODIS instalados utilizam tecnologia GPS para localização e GLOBALSTAR para transmissão dos dados, sendo alimentados por baterias de íons de lítio de 3,7 volts e 7,8Ah. A coleira (Figura 18) com o aparelho mede 11,5 cm de comprimento, 6,5 de largura e 4 cm de altura, pesando 750g, a relação entre o peso da coleira e o peso corporal dos animais é inferior a 1,5%, permitindo que se adaptem bem ao equipamento (Castro et al., 2022).



Figura 17. Coleira com dispositivo GNSS aplicada a pequenos ruminantes . Fonte: A autora.



Figura 18. coleira com dispositivo GNSS. Fonte: A autora.

As coleiras GNSS, são configuradas para registrar as coordenadas geográficas a cada 5 minutos, enviam os dados para uma plataforma online da empresa DOMODIS (Figura 19 abaixo) via satélite. Esse envio é contínuo e só é interrompido quando o animal está parado, no curral ou ainda quando apresenta algum problema técnico. De acordo com o relato dos pastores, o dispositivo precisa ser recarregado a cada dois meses.

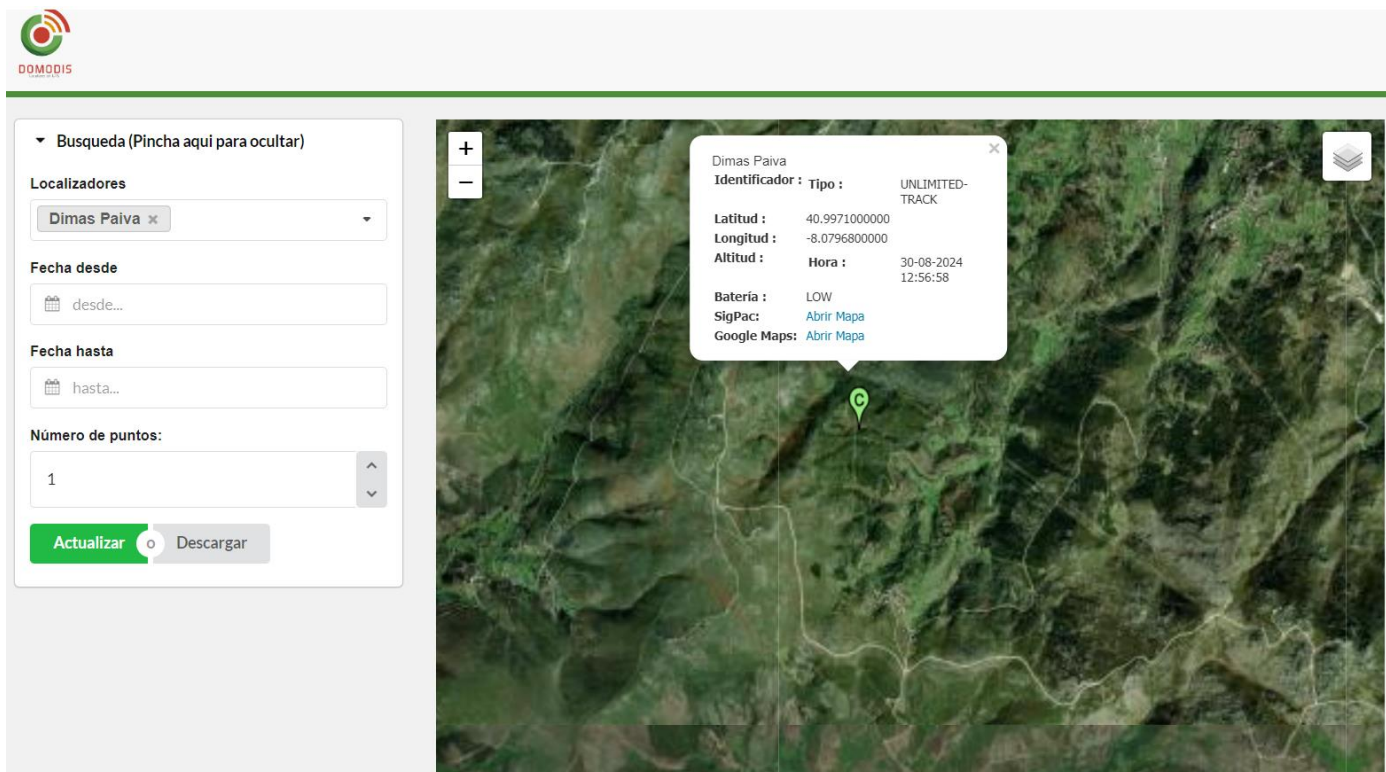


Figura 19. Interface da plataforma online Domodis mostrando os dados de monitoramento de Moimenta.
 Fonte: Domodis, 2024.

Através dessa plataforma online, foi possível baixar os dados geoespaciais em formato CSV, quais posteriormente foram transformados em dados vetoriais e categorizados por simbologia (Figura 20 abaixo) no software QGIS para posterior limpeza e análise dos dados.

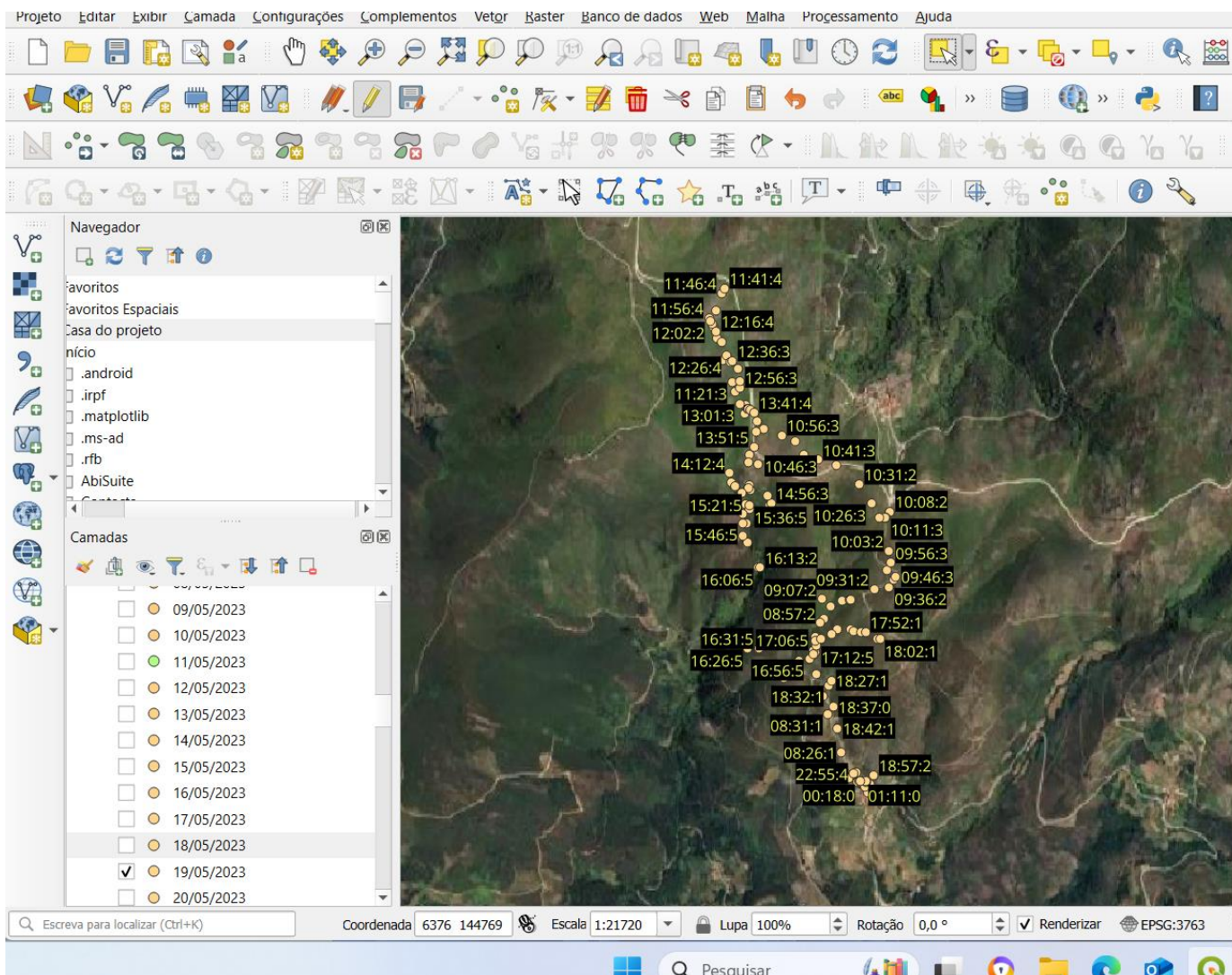


Figura 20. Interface do software QGIS com os dados vetoriais. Fonte: A autora.

4.2.1 Limpeza dos dados

Com os dados geoespaciais obtidas da coleira GPS nos animais e da transformação desses dados em vetoriais, foi necessário realizar o processo de limpeza dos dados para garantir maior precisão do estudo, isso porque as coleiras marcam pontos mesmo quando não estão em rota. Os pontos geográficos foram filtrados com base no primeiro horário de saída de cada dia e o último horário no retorno, para isso foi necessário observar ponto a ponto. Os pontos que não correspondiam aos horários em que o rebanho estava em rota guiada pelo pastor, foram excluídos (Figuras 21 e 22 abaixo mostram um pouco do procedimento).

pontos dimas novos — Total de feições: 37121, Filtrado: 136, Selecionado: 10

abc Disp = Excluir feições selecionadas

	Dispositiv	Latitud	Longitud	Fecha	Bateria	Data_1	hora
1	Dimas Paiva	40,9707099999...	-8,0779400000...	19-05-2023 00:23:06	LOW	19/05/2023	00:23:0
2	Dimas Paiva	40,9707099999...	-8,0779400000...	19-05-2023 00:18:06	LOW	19/05/2023	00:18:0
3	Dimas Paiva	40,9707300000...	-8,0779400000...	19-05-2023 00:33:01	LOW	19/05/2023	00:33:0
4	Dimas Paiva	40,9707300000...	-8,0779400000...	19-05-2023 00:28:01	LOW	19/05/2023	00:28:0
5	Dimas Paiva	40,9707799999...	-8,0779900000...	19-05-2023 01:01:24	LOW	19/05/2023	01:01:2
6	Dimas Paiva	40,9707000000...	-8,0777600000...	19-05-2023 01:11:01	LOW	19/05/2023	01:11:0
7	Dimas Paiva	40,9703099999...	-8,0774800000...	19-05-2023 04:29:43	LOW	19/05/2023	04:29:4
8	Dimas Paiva	40,9709500000...	-8,0785800000...	19-05-2023 07:45:17	LOW	19/05/2023	07:45:1
9	Dimas Paiva	40,9706899999...	-8,0773800000...	19-05-2023 07:40:17	LOW	19/05/2023	07:40:1
10	Dimas Paiva	40,9707300000...	-8,0776400000...	19-05-2023 07:35:17	LOW	19/05/2023	07:35:1
11	Dimas Paiva	40,9708200000...	-8,0778800000...	19-05-2023 08:11:21	LOW	19/05/2023	08:11:2
12	Dimas Paiva	40,9707300000...	-8,0776200000...	19-05-2023 08:06:21	LOW	19/05/2023	08:06:2
13	Dimas Paiva	40,9707300000...	-8,0777100000...	19-05-2023 08:01:21	LOW	19/05/2023	08:01:2
14	Dimas Paiva	40,9744900000...	-8,0800500000...	19-05-2023 08:36:18	LOW	19/05/2023	08:36:1
15	Dimas Paiva	40,9737200000...	-8,0797800000...	19-05-2023 08:31:18	LOW	19/05/2023	08:31:1
16	Dimas Paiva	40,9720500000...	-8,0790200000...	19-05-2023 08:26:18	LOW	19/05/2023	08:26:1
17	Dimas Paiva	40,9754399999...	-8,0804100000...	19-05-2023 08:41:15	LOW	19/05/2023	08:41:1
18	Dimas Paiva	40,9764199999...	-8,0805100000...	19-05-2023 08:46:14	LOW	19/05/2023	08:46:1
19	Dimas Paiva	40,9770600000...	-8,0804700000...	19-05-2023 08:51:24	LOW	19/05/2023	08:51:2
20	Dimas Paiva	40,9787000000...	-8,0801000000...	19-05-2023 09:07:25	LOW	19/05/2023	09:07:2
21	Dimas Paiva	40,9778400000...	-8,0800100000...	19-05-2023 09:02:25	LOW	19/05/2023	09:02:2
22	Dimas Paiva	40,9776700000...	-8,0801900000...	19-05-2023 08:57:25	LOW	19/05/2023	08:57:2
23	Dimas Paiva	40,9784000000...	-8,0796200000...	19-05-2023 09:11:30	LOW	19/05/2023	09:11:3

Filtro Avancado (Expressão) "Data_1" = '2023-05-19'

Figura 21. Interface do software QGIS com os dados vetoriais selecionados na tabela de atributos para limpeza. Fonte: A autora.

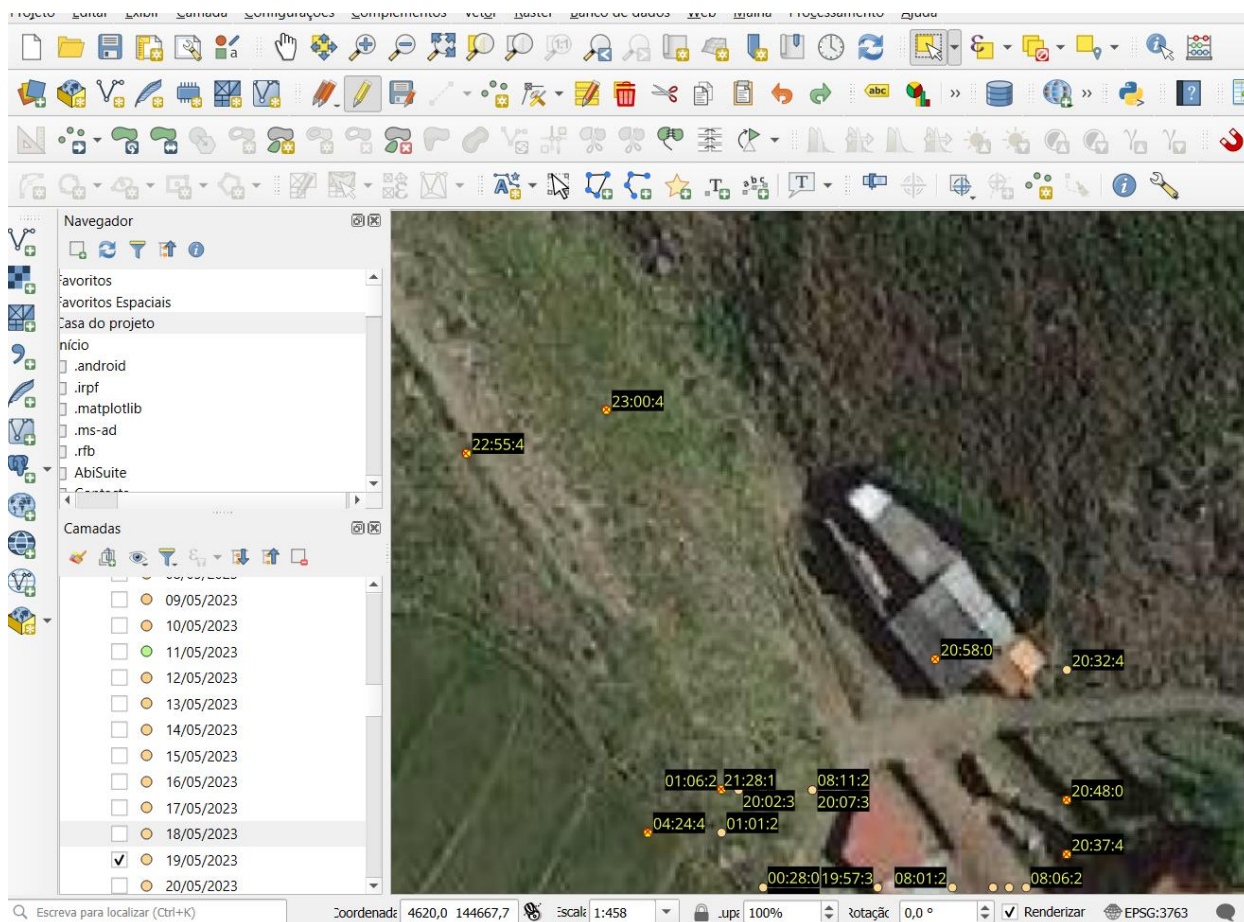


Figura 22. Interface do software QGIS com os dados vetoriais selecionados para exclusão (limpeza).

Fonte: A autora.

A recolha dos dados geográficos realizada ao longo de um ano (2023), contava com 38.742 registros recolhidos através do monitoramento do rebanho. Após a limpeza, o número total de registros foi reduzido para 34.282, resultando em 352 jornadas de pastagem, que correspondem aos dias em que os caprinos estiveram em percurso, em busca de pasto.

A partir do refinamento desses dados, foi possível proceder com as análises seguintes, que proporcionam uma compreensão mais detalhada dos fatores que influenciam os percursos diários do rebanho.

4.3 Análise do Sistema físico

Inicialmente, foi realizado o download do arquivo *dem_srtm_pt_25m* no formato *geotiff* relativo ao modelo digital de terreno de Portugal Continental, e recortado pela extensão da tela do projeto no QGIS. A partir dessa camada raster, utilizou-se a ferramenta

Basic Terrain Analysis (Figura 23) para calcular o *Topographic Wetness Index (TWI)* e o *Relative Slope Position (RSP)*, também delimitados pela extensão do projeto.

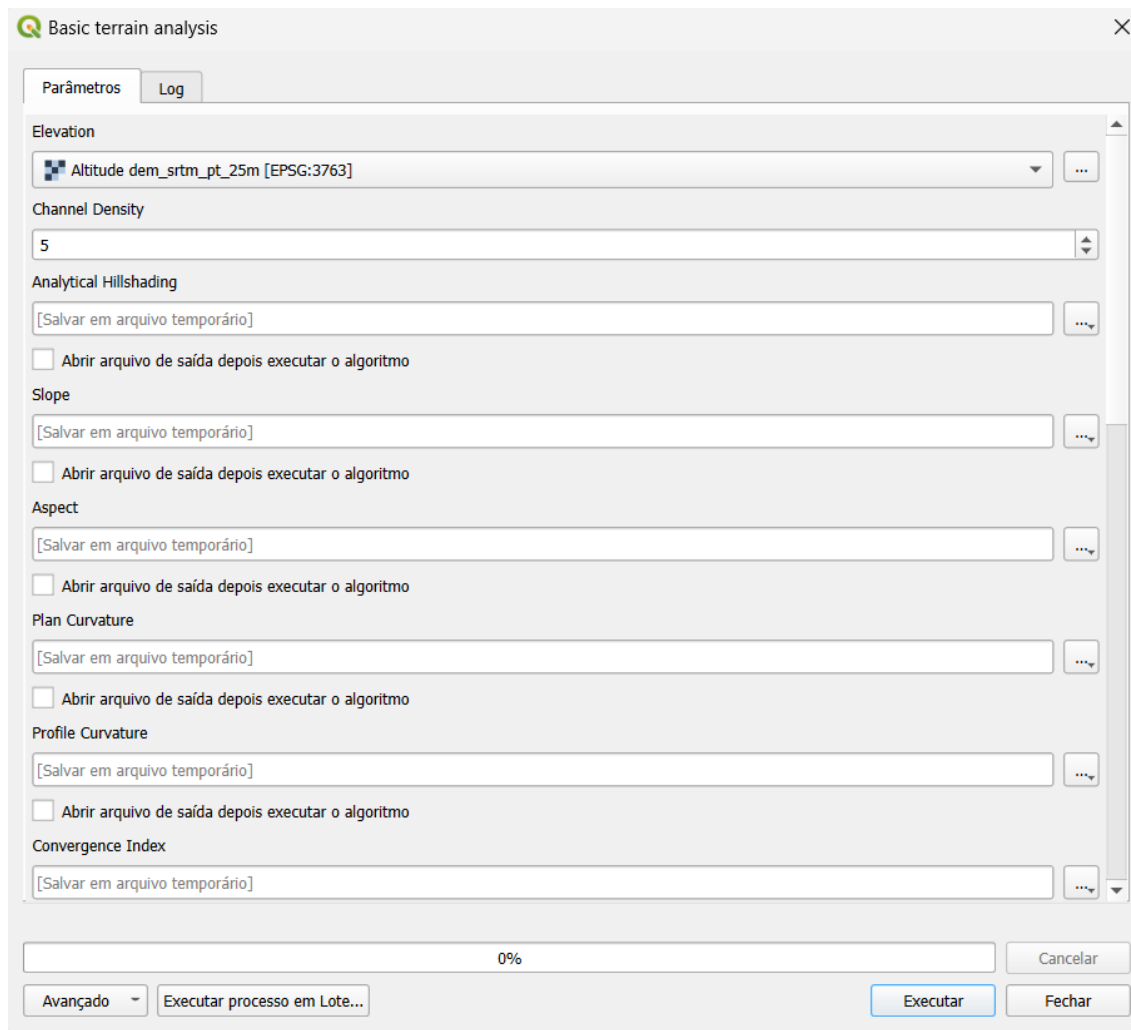


Figura 23. Utilizando a ferramenta *Basic Terrain Analysis* para análise do terreno. Fonte: QGIS, (2024).

Para associar esses valores a cada ponto do percurso, utilizou-se a ferramenta *Sample Raster Values*, que extraiu os valores de altitude, TWI e RSP dos arquivos raster correspondentes à localização específica de cada ponto. Assim, foi possível elaborar mapas para visualizar os percursos do rebanho em sobreposição em altitude (Figura 24) e RSP (Figura 25).

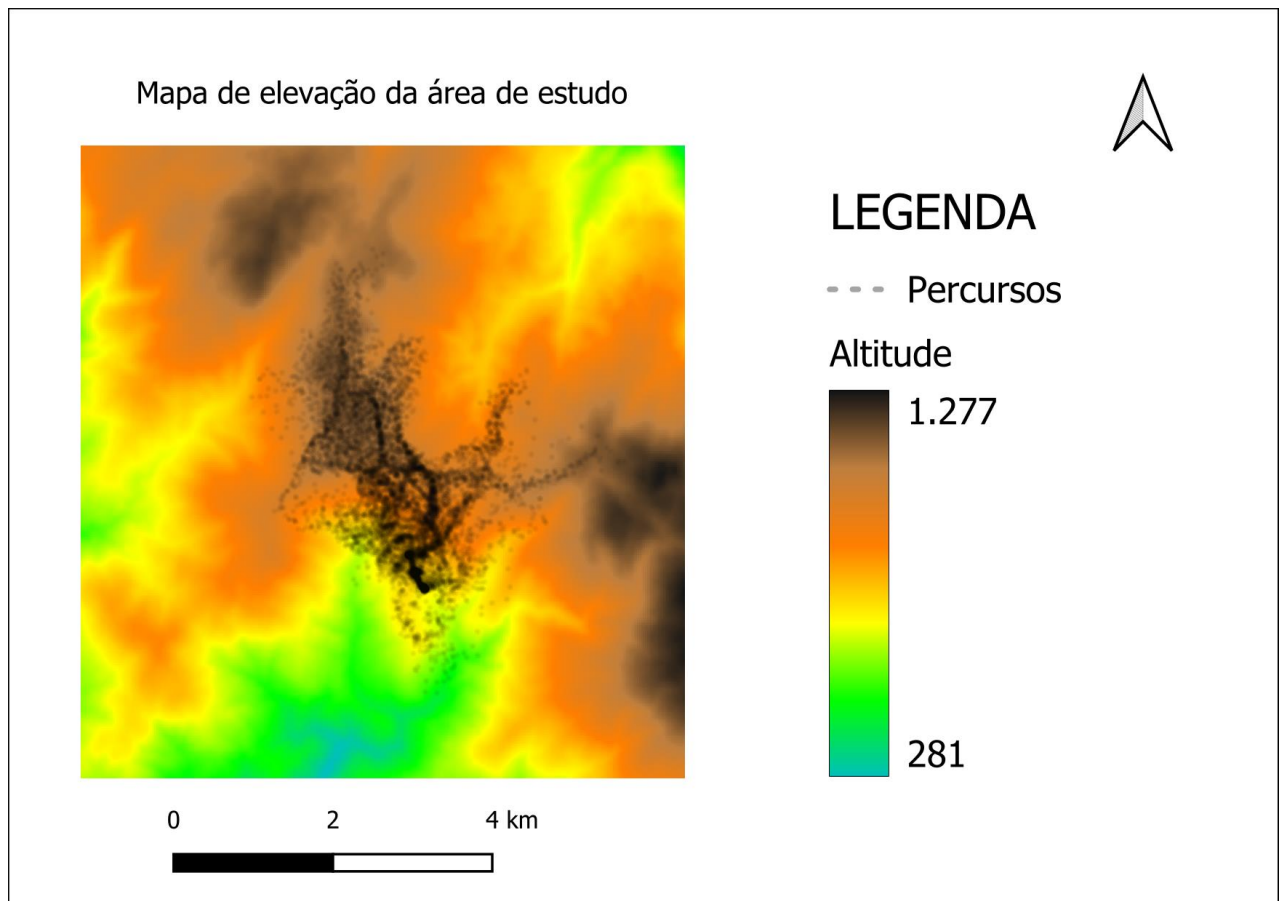


Figura 24. Mapa de elevação da área de estudo. Fonte: A autora.

A figura 24, que apresenta o mapa de elevação da área de estudo, evidencia os percursos diários dos caprinos e como eles interagem com o relevo da região. As diferentes elevações são representadas por uma escala de cores, onde os tons de marrom e laranja indicam altitudes mais elevadas, enquanto as áreas em verde e azul correspondem às partes mais baixas do terreno. As manchas mais escuras ao longo dos percursos indicam pontos de maior frequência de passagem, sugerindo que esses locais concentram uma quantidade significativa de rotas diárias dos caprinos.

Para associar esses valores a cada ponto do percurso, utilizou-se a ferramenta *Sample Raster Values*, que extraiu os valores de altitude, TWI e RSP dos arquivos raster correspondentes à localização específica de cada ponto. Assim, foi possível elaborar mapas para visualizar os percursos do rebanho em sobreposição em altitude (Figura 24) e RSP (Figura 25).

Mapa de posição de declive relativo da área de estudo

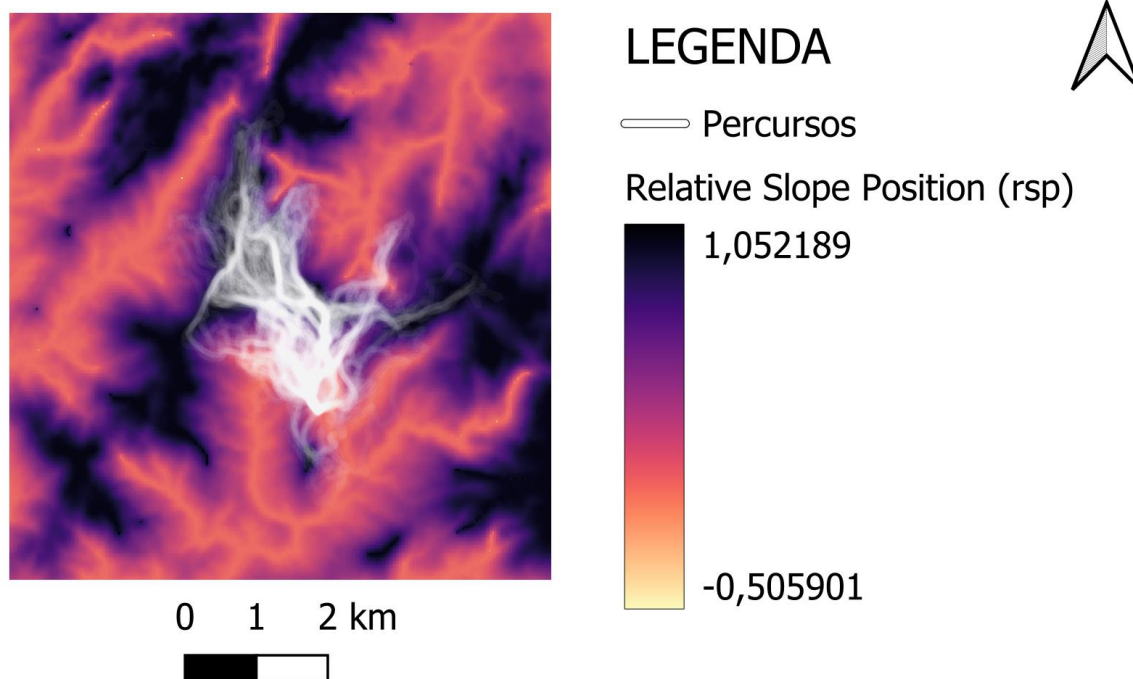


Figura 25. Mapa de posição de declive relativo da área de estudo. Fonte: QGIS, (2024).

A figura 25 acima mostra o Mapa de Posição de Declive Relativo da área de estudo (Relative Slope Position), destacando em linhas brancas os percursos diários dos caprinos do rebanho. A escala de cores para o relevo indica tons mais quentes para posições maiores.

Com os resultados dessa análise e extração dos valores, foram gerados arquivos que possibilitaram calcular, por meio da ferramenta *group stats*, as medianas de três variáveis – altitude, TWI e RSP– para cada um dos percursos diários, conforme mostrado na Figura 26 abaixo.

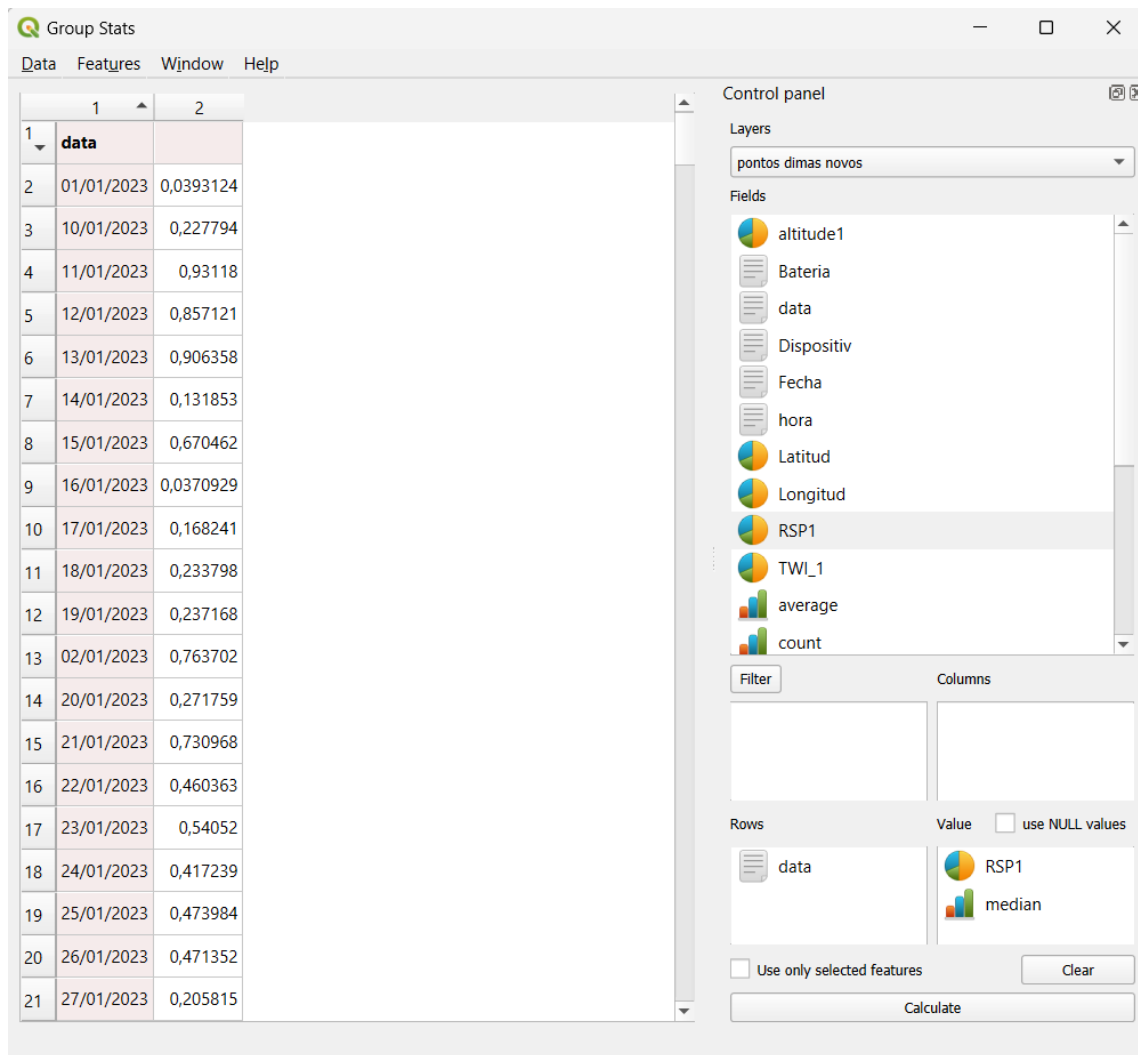


Figura 26. Cálculo das medianas de altitude, TWI e RSP utilizando *group stats*. Fonte: QGIS, (2024).

Esses resultados foram exportados para um arquivo CSV, organizados no Excel para uma melhor leitura e, posteriormente, importados para o QGIS utilizando a função *Camada de Texto Delimitado*.

Os horários, inicialmente armazenados em formato de texto, foram convertidos para formato de tempo, o que possibilitou a união dessas tabelas com a tabela dos trajetos diários. Com as tabelas contendo o horário de início e fim do percurso, além das medianas de altitude, TWI, RSP prontas, foi possível realizar a união dessas camadas utilizando a ferramenta *Unir Atributos pelo Valor do Campo* (Figura 27). Essa união foi feita de forma sequencial, unindo as tabelas uma a uma, conforme a correspondência de datas, respeitando uma relação um-para-um, em que cada registro em uma tabela possui exatamente um registro correspondente na outra.

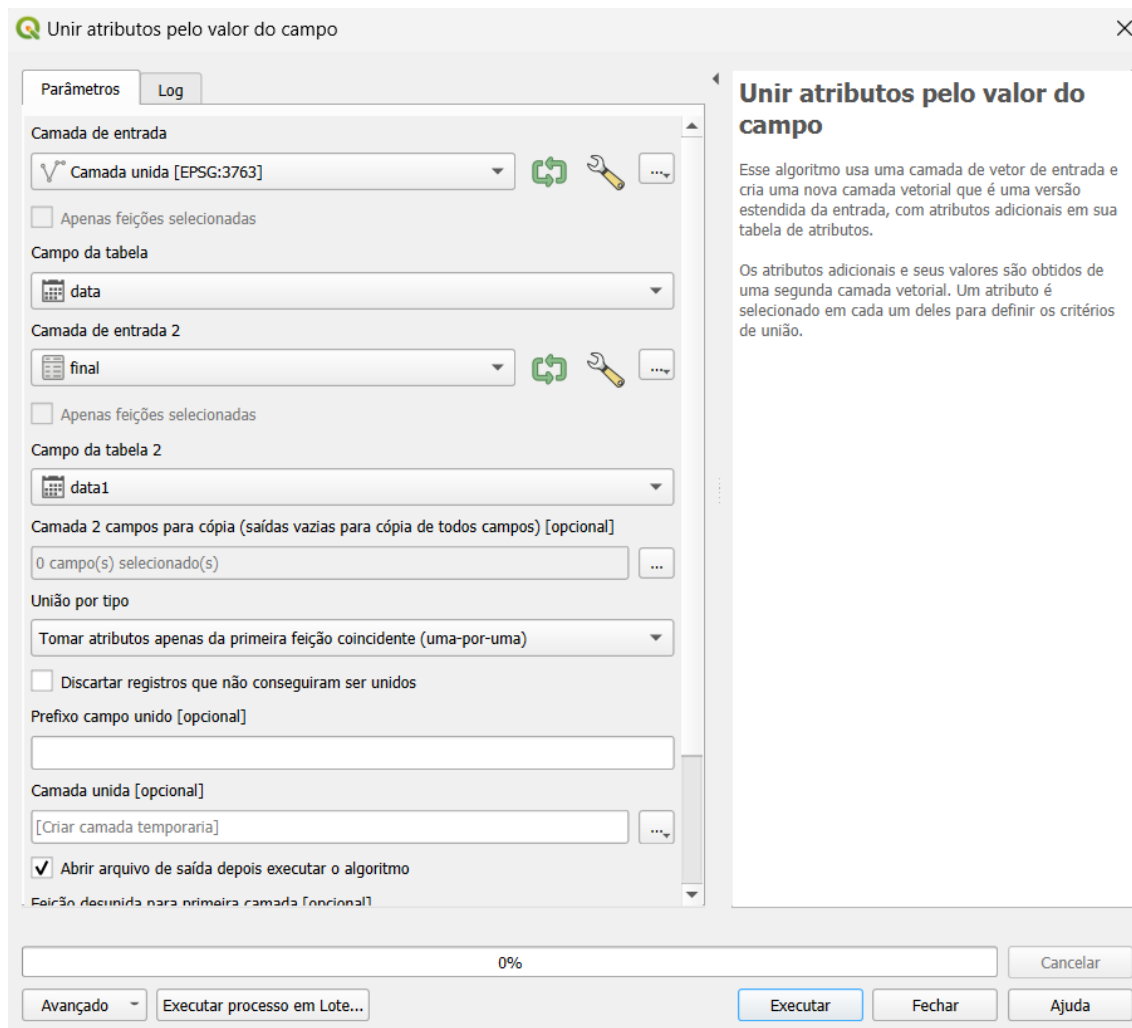


Figura 27. União de camadas pelo valor do campo utilizando a ferramenta *Unir Atributos pelo Valor do Campo*. Fonte: QGIS, (2024).

Uma tabela consolidada foi gerada contendo as informações de duração, extensão do percurso e as medianas das variáveis relacionadas ao terreno (altitude, TWI e RSP), conforme exibido na interface de atributos do QGIS (Figura 28). Essa tabela foi então exportada em formato CSV para ser utilizada nas etapas seguintes da análise.

Camada unida — Total de feições: 352, Filtrado: 352, Selecionado: 0

	data	begin	end	inicio	final	duracao	extensao	altitude	twi media	rsp median
1	01/01/2023	10:03:31.000	14:31:57.000	10:03:31.000	14:31:57.000	268.4333333333...	2588.58944194...	704,000000000...	8,92149E+15	0,039312398
2	02/01/2023	09:09:11.000	17:15:23.000	09:09:11.000	17:25:23.000	486.2	6687.92264789...	970,500000000...	6,84825E+15	0,763702393
3	03/01/2023	08:42:29.000	16:58:11.000	08:42:29.000	17:08:11.000	495.7	6469.97912075...	1027,500000000...	6,68378E+15	0,868851751
4	04/01/2023	08:43:22.000	17:17:54.000	08:43:22.000	17:22:54.000	514.5333333333...	7339.11577075...	984,000000000...	5,95629E+16	0,760491431
5	05/01/2023	08:32:10.000	17:24:34.000	08:32:10.000	17:24:34.000	532.4	6990.43667273...	940,000000000...	7,18945E+15	0,609042406
6	06/01/2023	08:25:47.000	16:50:47.000	08:25:47.000	16:55:47.000	505	7226.38710232...	963,000000000...	6,53833E+15	0,813177764
7	07/01/2023	09:49:36.000	15:07:53.000	09:49:36.000	15:17:53.000	318.2833333333...	3663.23272075...	769,000000000...	7,22223E+16	0,176430605
8	08/01/2023	10:39:22.000	15:07:28.000	10:39:22.000	15:07:28.000	268.1	1911.31340249...	737,500000000...	8,68124E+15	0,128490053
9	09/01/2023	09:09:07.000	17:10:01.000	09:09:07.000	17:10:01.000	480.9	5791.55654757...	968,000000000...	6,88893E+15	0,763016403
10	10/01/2023	09:47:13.000	16:42:25.000	09:47:13.000	16:42:25.000	415.2	4383.99572579...	763,000000000...	7,5021E+15	0,22779353
11	11/01/2023	09:49:47.000	17:25:32.000	09:49:47.000	17:35:32.000	455.75	8429.35896090...	1107,500000000...	6,396E+14	0,931179643
12	12/01/2023	08:53:37.000	17:09:00.000	08:53:37.000	17:09:00.000	495.3833333333...	6089.21813758...	1036,000000000...	6,28085E+15	0,857121348
13	13/01/2023	08:48:17.000	17:24:09.000	08:48:17.000	17:29:09.000	515.8666666666...	8651.33836701...	1093,500000000...	6,55949E+15	0,906357706
14	14/01/2023	10:19:07.000	17:13:37.000	10:19:07.000	17:13:37.000	414.5	3749.82196084...	772,000000000...	5,78551E+14	0,131853029
15	15/01/2023	09:23:31.000	16:54:23.000	09:23:31.000	16:54:23.000	450.8666666666...	5274.44799805...	960,000000000...	6,89495E+15	0,67046237
16	16/01/2023	10:09:50.000	15:05:51.000	10:09:50.000	15:15:51.000	296.0166666666...	3971.94634607...	702,000000000...	5,84792E+15	0,037092909
17	17/01/2023	10:10:55.000	16:11:51.000	10:10:55.000	16:11:51.000	360.9333333333...	3997.02262183...	653,000000000...	6,22393E+15	0,168241173
18	18/01/2023	10:17:29.000	16:32:17.000	10:17:29.000	16:32:17.000	374.8	3547.60297973...	646,000000000...	6,04767E+15	0,233797804
19	19/01/2023	10:19:01.000	16:00:09.000	10:19:01.000	16:10:09.000	341.1333333333...	3363.80410758...	615,500000000...	6,27375E+15	0,237167753
20	20/01/2023	09:55:20.000	17:05:48.000	09:55:20.000	17:15:48.000	430.4666666666...	4841.78262529...	815,000000000...	7,05961E+15	0,271759331
21	21/01/2023	09:32:04.000	17:26:23.000	09:32:04.000	17:26:23.000	474.3166666666...	6916.80643606...	945,500000000...	6,61974E+16	0,730968386
22	22/01/2023	09:03:37.000	16:58:40.000	09:03:37.000	17:08:40.000	475.05	5363.48355648...	911,000000000...	6,07217E+16	0,460363075
23	23/01/2023	08:48:31.000	17:23:53.000	08:48:31.000	17:23:53.000	515.3666666666...	5805.50809482...	922,000000000...	7,35723E+15	0,540520221
24	24/01/2023	09:05:50.000	17:36:05.000	09:05:50.000	17:36:05.000	510.25	5321.52013709...	885,000000000...	6,86332E+15	0,417238563

Mostrar todos os feições

Figura 28. Interface do QGIS exibindo a tabela de atributos consolidada pronta para exportação. Fonte: QGIS, (2024).

4.4 Preparação dos dados para análises

Os dados que foram reunidos no QGIS, foram salvos em um arquivo Excel, para facilitar a manipulação e transformação dos dados para as análises.

Os dados reunidos no QGIS foram exportados para um arquivo Excel, com o objetivo de facilitar a manipulação e transformação dos dados para análise. Tanto as horas do dia quanto os dias do ano apresentam uma periodicidade cíclica, ou seja, após um ciclo completo (24 horas ou 365 dias), retornam ao seu ponto inicial. Dessa forma, o 31 de dezembro (365° dia) está muito próximo do 1° de janeiro (1° dia), assim como 23h está muito próximo de 00h. Para capturar corretamente essa sazonalidade, é necessário tratar esses dados para evitar distorções.

O uso de seno e cosseno foi utilizado, portanto, para capturar essa periodicidade cíclica, pois geram valores que seguem um padrão circular. Enquanto o seno descreve o valor vertical de um círculo unitário, o cosseno representa a variação horizontal. Juntos fornecem uma representação bidimensional de uma variável circular. Ao converter as horas

ou os dias do ano em radianos e aplicar essas funções, é possível representar as variáveis de forma contínua, evitando a ruptura artificial que ocorreria se os dados fossem tratados linearmente.

No Excel, as horas foram convertidas em minutos e depois em radianos. Esta transformação é necessária para aplicar as funções trigonométricas seno e cosseno, que são essenciais para descrever uma variável circular com periodicidade diária. Isso foi realizado com as seguintes fórmulas:

*Para transformar em minutos =HORA*60+(MINUTO)*

*Para transformar em radianos = minutos *(2*PI ()) / (24*60)*

Para transformar radiano em Seno = SEN (radiano)

Para transformar radiano em Cosseno = COS (radiano)

O dia do percurso no ano foi tratado de maneira semelhante, atendendo à sua natureza também circular. Primeiro a data foi transformada em um número comum, que representava o dia no ano (1 a 365) e na sequência obtinha-se radiano desse número, seguindo para aplicação das transformações trigonométricas (seno e cosseno) para capturar a sazonalidade sem perder a continuidade dos dados. As fórmulas utilizadas foram:

Para transformar em dia do ano = (dd/mm/aa) - DATA (ANO (dd/mm/aa);1;0)

*Para transformar dia do ano em radiano = dia do ano *(2*PI ()) /365)*

Para transformar radiano em Seno = SEN (radiano)

Para transformar radiano em Cosseno = COS (radiano)

Após as transformações, as seguintes variáveis foram selecionadas e salvas em uma nova tabela: Data, Duração, Extensão, altitude, Seno do horário final, Cosseno do horário final, Seno do horário inicial, Cosseno do horário inicial, Resposta mediana, Seno do dia, Cosseno do dia.

4.5 Análise dos Padrões de Movimento do Rebanho com base na Análise de Componentes Principais (PCA)

A análise dos padrões de deslocamento do rebanho na Serra de Montemuro, utilizando dados recolhidos a partir da coleira com dispositivo GPS instalada no rebanho, foi realizada com a aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA) no software

Past (Figura 29 e 30 abaixo). O objetivo dessa análise foi entender como diferentes variáveis, relacionadas ao tempo e à topografia, influenciam as rotas diárias do rebanho.

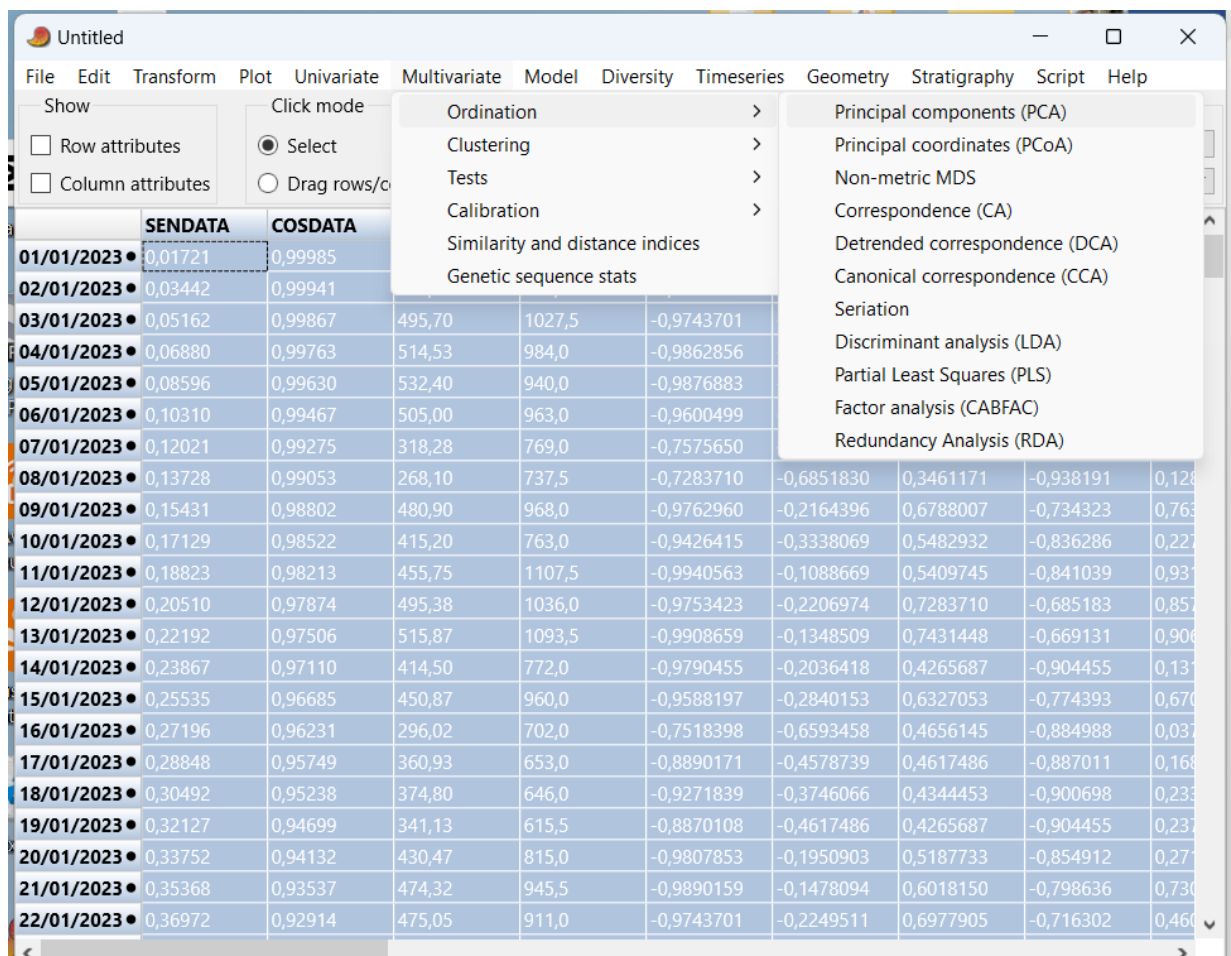


Figura 29. Interface para obter resultados da análise PCA no software Past. Fonte: Past, 2024.

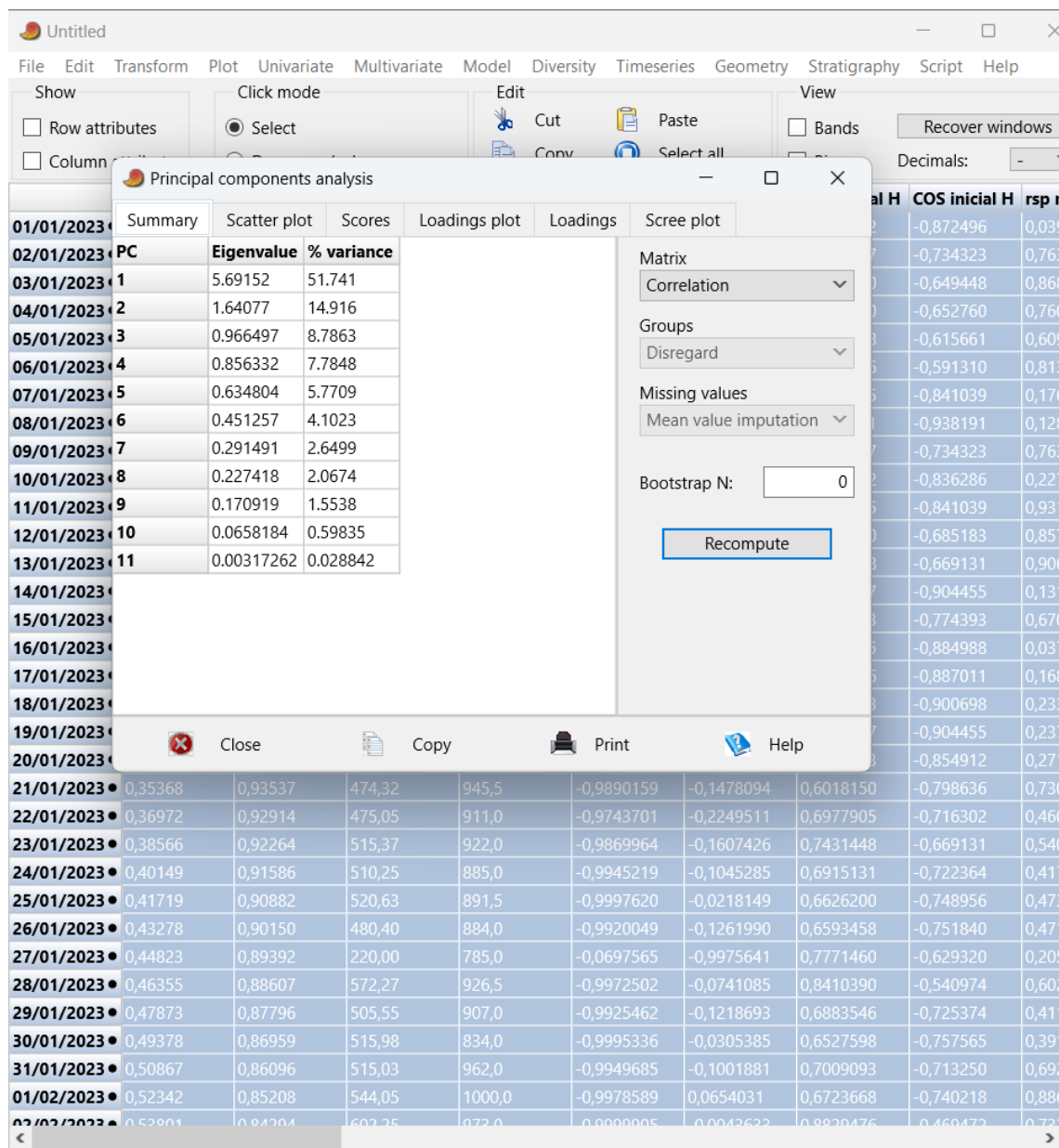


Figura 30. Interface para obter resultados da análise PCA no software Past. Fonte: A autora.

A PCA é uma técnica útil para reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar padrões. Para evitar confusões, recomenda-se que o modelo utilize tanto as variáveis cíclicas quanto informações temporais adicionais, como o ano, permitindo capturar a sazonalidade sem categorizar os dados (Varela, 2008).

Para tal, foram incluídas no modelo variáveis como COS e SEN (cosseno e seno), tanto para horários iniciais quanto finais das jornadas, que representam o ciclo temporal dos deslocamentos dos animais. Variáveis topográficas, como o índice TWI (Topographic Wetness Index) e, também foram adicionadas a fim de compreender a influência do relevo e da umidade do solo no percurso do rebanho.

Ao incluir os dados citados no software Past as seguintes configurações foram realizadas para gerar a análise dos componentes (assim como mostrados nas figuras 29 e 30 acima): Multivariate > Ordenation > Principal Components (PCA) > A Matrix: Correlation.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada para identificar padrões entre as variáveis que influenciam os percursos do rebanho de caprinos na Serra de Montemuro. Por meio dessa abordagem, foi possível reduzir a complexidade dos dados, agrupando as variáveis mais significativas em componentes principais (PCs). Essa simplificação facilita a compreensão das relações entre as diferentes variáveis e como elas afetam o deslocamento.

5.1 Interpretação dos Componentes Principais

A partir da aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA), foram identificados padrões significativos entre as variáveis analisadas. A tabela 3 a seguir apresenta os resultados das três principais componentes (PC1, PC2 e PC3), destacando as variáveis que mais influenciaram os percursos do rebanho de caprinos durante o estudo. Essa análise contribui para uma compreensão mais aprofundada das interações entre as variáveis e como elas moldam os percursos dos animais na Serra de Montemuro.

Tabela 3. Resultados da Análise de componentes principais.

Variáveis	PC 1	PC 2	PC 3
1 de abril	0,007522	0,58454	0,058521
1 de janeiro	-0,31023	0,23431	-0,07166
Partida 00h00	-0,126	-0,19958	0,91325
Regresso 00h00	0,35003	-0,14634	-0,20541
Partida 06h00	0,32932	-0,20186	0,04267
Regresso 06h00	0,33892	-0,3303	0,13435
Extensão	0,34303	0,23096	0,048776
Duração	0,3883	-0,21462	-0,13668
Cumeadas	0,33619	0,31958	0,17004
Umidade	-0,21124	-0,31565	-0,14372
Altitude	0,34044	0,30192	0,15724
Variância explicada acumulada	51,7%	14,9%	8,8%

Fonte: A autora, 2024.

Com base nos resultados apresentados acima na tabela 3, é possível verificar que cada um dos componentes principais (PC1, PC2 e PC3) reflete diferentes aspectos. O PC1, com 51,7% da variância, revela-se fortemente associado a "duração" (0,3883), "regresso 00h00" (0,3500), "extensão" (0,3430), "altitude" (0,3404) (figura 31 abaixo), indicando que elas têm uma forte influência na formação desse componente. Assim, os valores indicam que o PC1 representa um eixo que capta principalmente a variação relacionada a características físicas e topográficas.

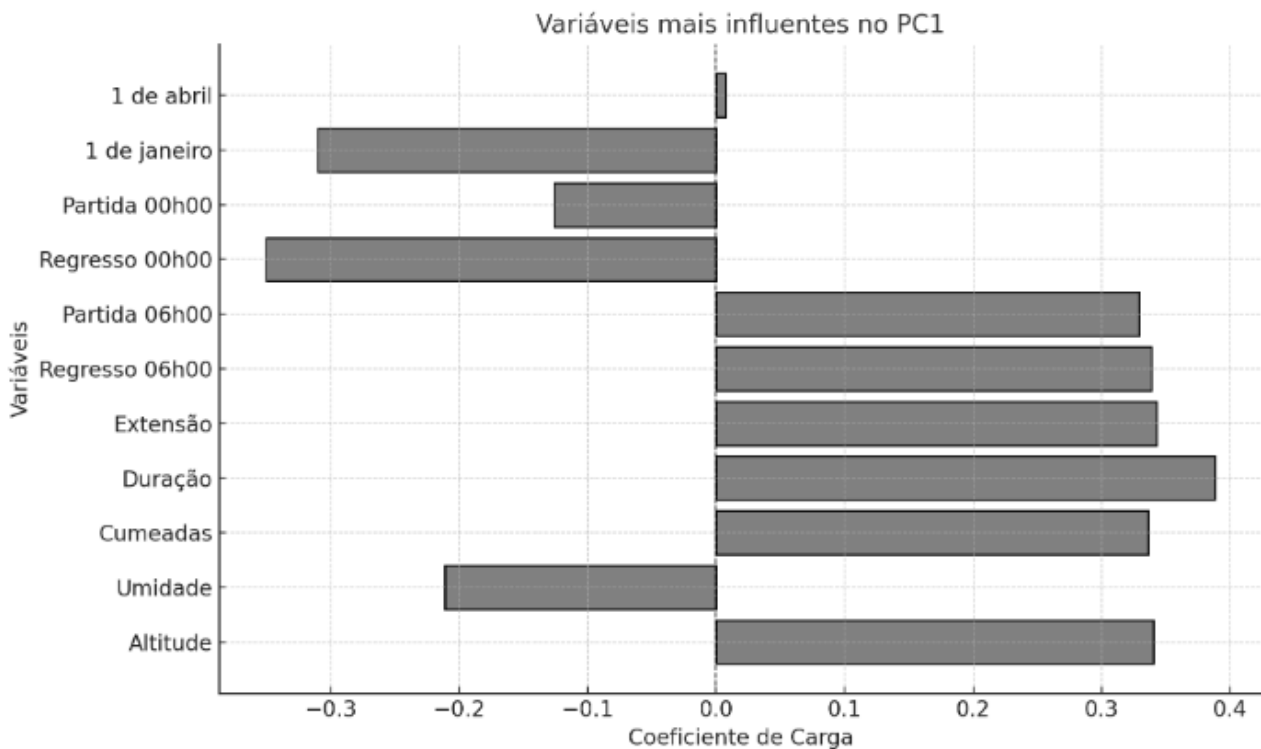


Figura 31. Variáveis mais influentes no PC1. Fonte: a autora.

O segundo componente principal (PC2) com 14,9% da variância explicada acumulada, infere as influências sazonais e temporais, com destaque às variáveis de “1 de abril” (0,58454) e “1 de janeiro” (0,23431) se destacam, mostrando que momentos específicos do ano tem grande influência no comportamento dos animais. Além disso, variáveis topográficas como "Cumeadas" (0,31958) e "Altitude" (0,30192), (figura 32) também contribuem para o PC2, indicando que a combinação entre a época do ano e a topografia moldam os caminhos percorridos.

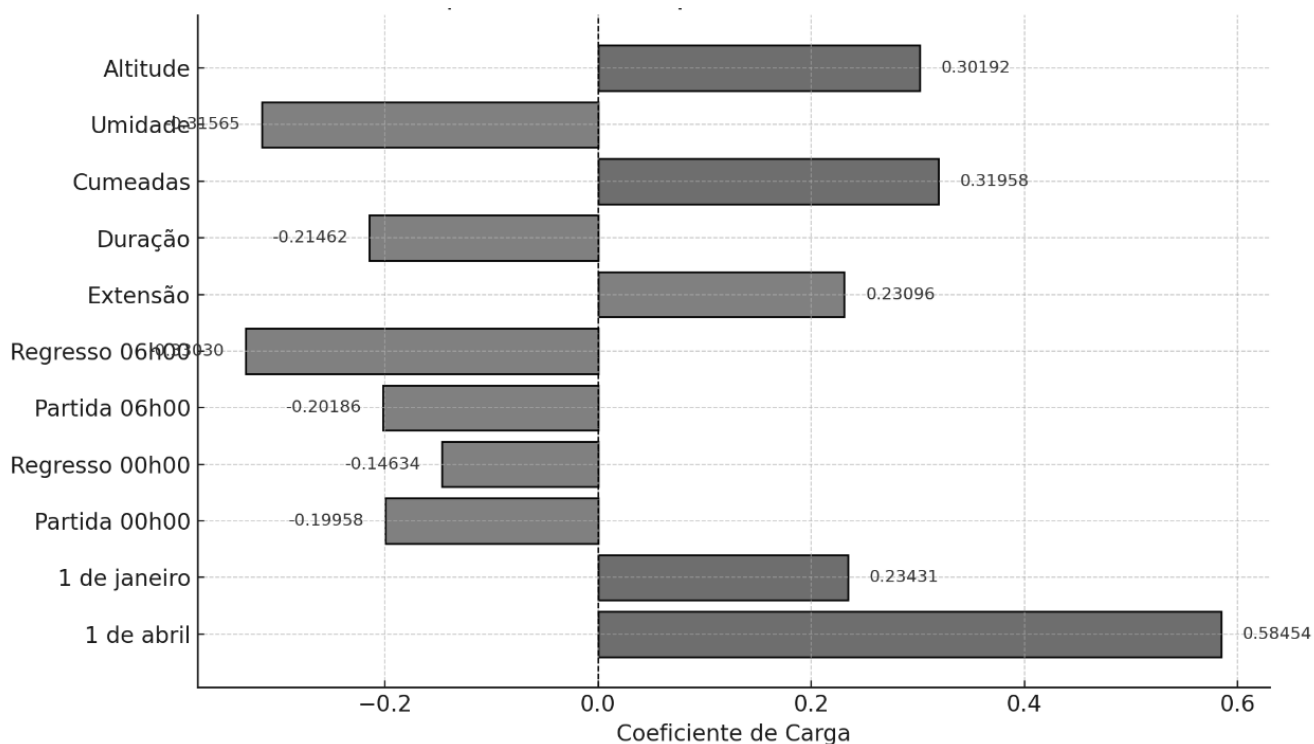


Figura 32. Variáveis mais influentes no PC2. Fonte: a autora.

O terceiro componente principal (PC3), com 8,8% da variância explicada (Figura 33 abaixo) contribui de forma menos relevante para a variância total do que o PC1 e PC2. A variável “Partida 00h00” (0,9133) representa um padrão de repouso noturno do rebanho nos currais. A variável “Regresso 06h00” (0,1343) indica, por outro lado, a iniciação das atividades antes de saírem para as atividades de percurso às 07h00. Além disso, as variáveis “Cumeadas” (0,17004) e “Altitude” (0,15724), representa que a topografia influencia no padrão de movimento e repouso do rebanho.



Figura 33. Variáveis mais influentes no PC3. Fonte: a autora.

Esses componentes juntos se apresentam de forma a entrelaçar fatores ambientais e práticas tradicionais de pastoreio que moldam as rotas diárias do rebanho ao longo do ano. As figuras 34, 35 e 36 abaixo demonstram por meio de gráficos biplot as variáveis dos componentes principais, onde a direção e a intensidade de cada seta representam a contribuição de cada variável.

A figura 34 abaixo mostra a relação entre o PC1 e o PC2, onde a topografia e a sazonalidade alteram as rotas definidas pelos pastores.

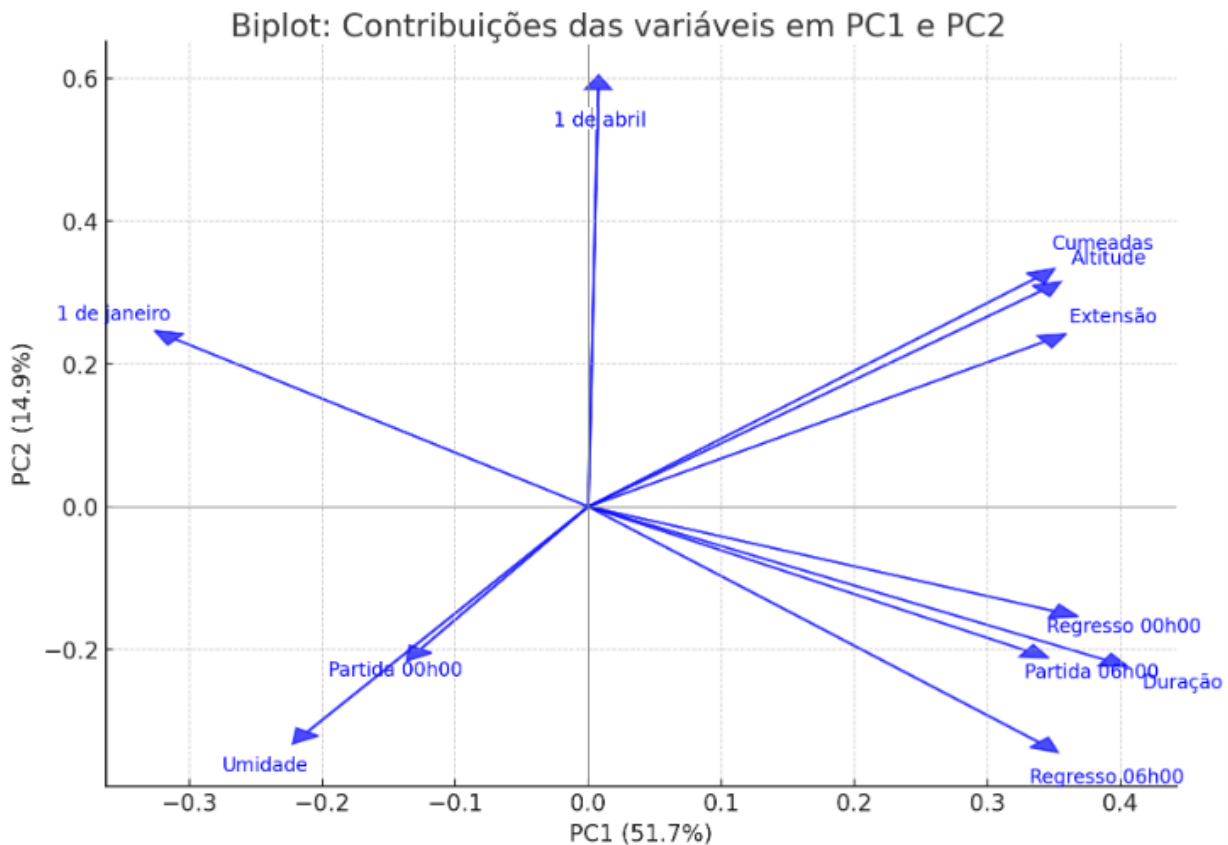


Figura 34. Biplot: Contribuições das variáveis em PC1 e PC2. Fonte: a autora.

A posição das variáveis na figura 34 acima, indica a relação entre elas, sendo que, as variáveis “cumeadas”, “Altitude” e “extensão” estão positivamente correlacionadas, posicionando-se no quadrante superior direito, indicando que o deslocamento do rebanho é influenciado pela topografia na escolha das rotas. Por outro lado, a variável “Umidade”, no quadrante inferior esquerdo, com uma correlação negativa com PC1, indica que percursos mais úmidos, estão relacionados a trajetórias menos extensas e menos acidentadas.

Além disso, a variável “partida 00h00” e apresentam valores negativos em PC1, enquanto “partida 06h00”, “regresso 00h00” e “regresso 06h00” valores positivos que sugerem o pastoreio em horários específicos para evitar temperaturas extremas ou condições desfavoráveis.

A relação entre a PC1 e a PC3 pode ser visualizada na figura 35 abaixo. A variável “00h00” (0,9133) mostra que o repouso noturno é um fator essencial para os movimentos do rebanho, passando a noite nos currais, que são em áreas mais baixas, ao pé de uma elevação antes do início das atividades no pela manhã, “Regresso 06h00” (0,1343), onde o

rebanho começa a se preparar para sair em seu percurso diário de pastoreio, geralmente subindo em direção às áreas mais altas.

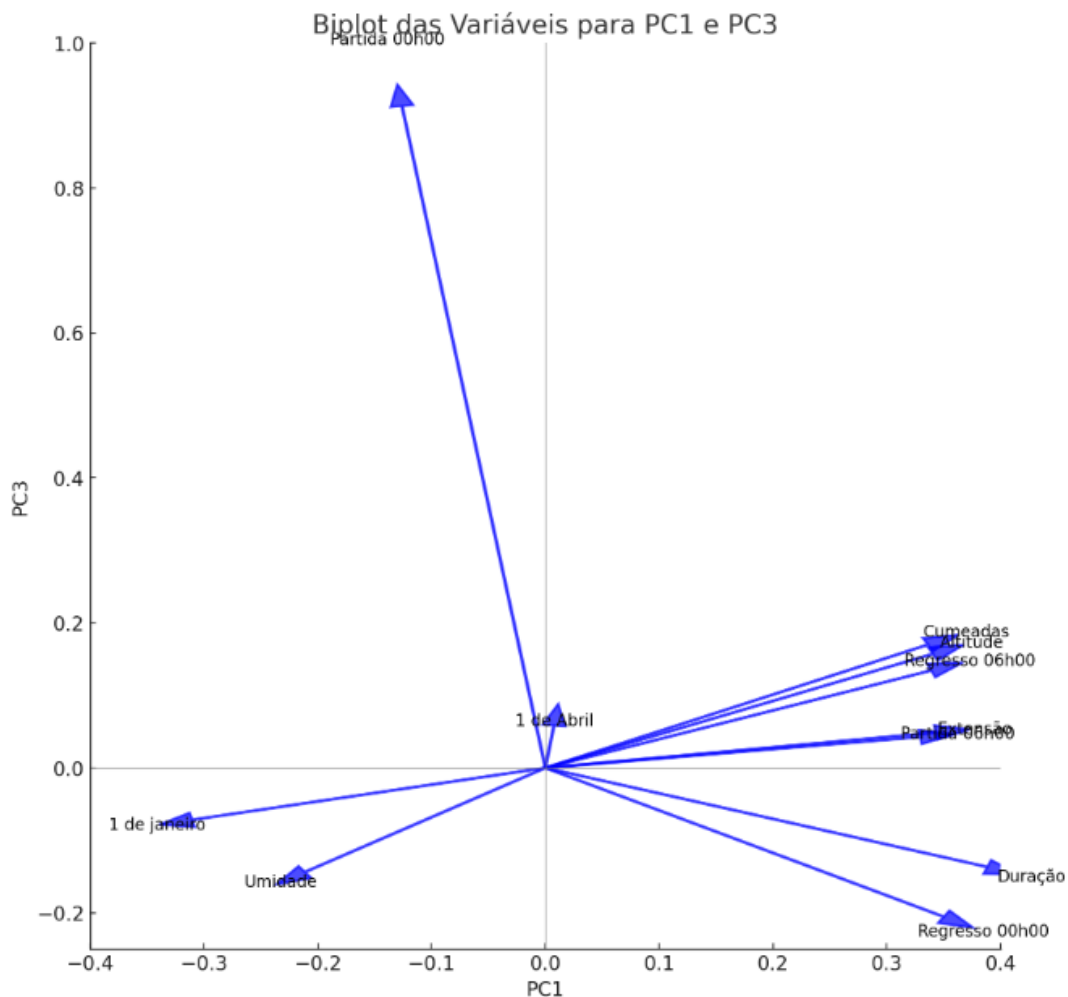


Figura 35. Biplot: Contribuições das variáveis em PC1 e PC3. Fonte: a autora.

Além disso, percebe-se na figura 35 acima que as variáveis “Cumeadas” (0,17004) e “Altitude” (0,15724) associadas ao PC3 reforça que o rebanho tende a percorrer regiões mais elevadas ao longo do dia, aproveitando as condições dessas áreas durante o dia. A dinâmica de subida e descida diária reflete uma adaptação ao terreno.

Quando analisa-se PC2 e PC3 (figura 36), pode-se verificar que variáveis relacionadas aos horários (como "Partida 00h00" e "Regresso 06h00") e às estações (como "1 de Abril" e "1 de Janeiro") tendem a influenciar diferentes direções nos componentes principais, sugerindo que o movimento do rebanho é afetado tanto pelo horário quanto pela estação.

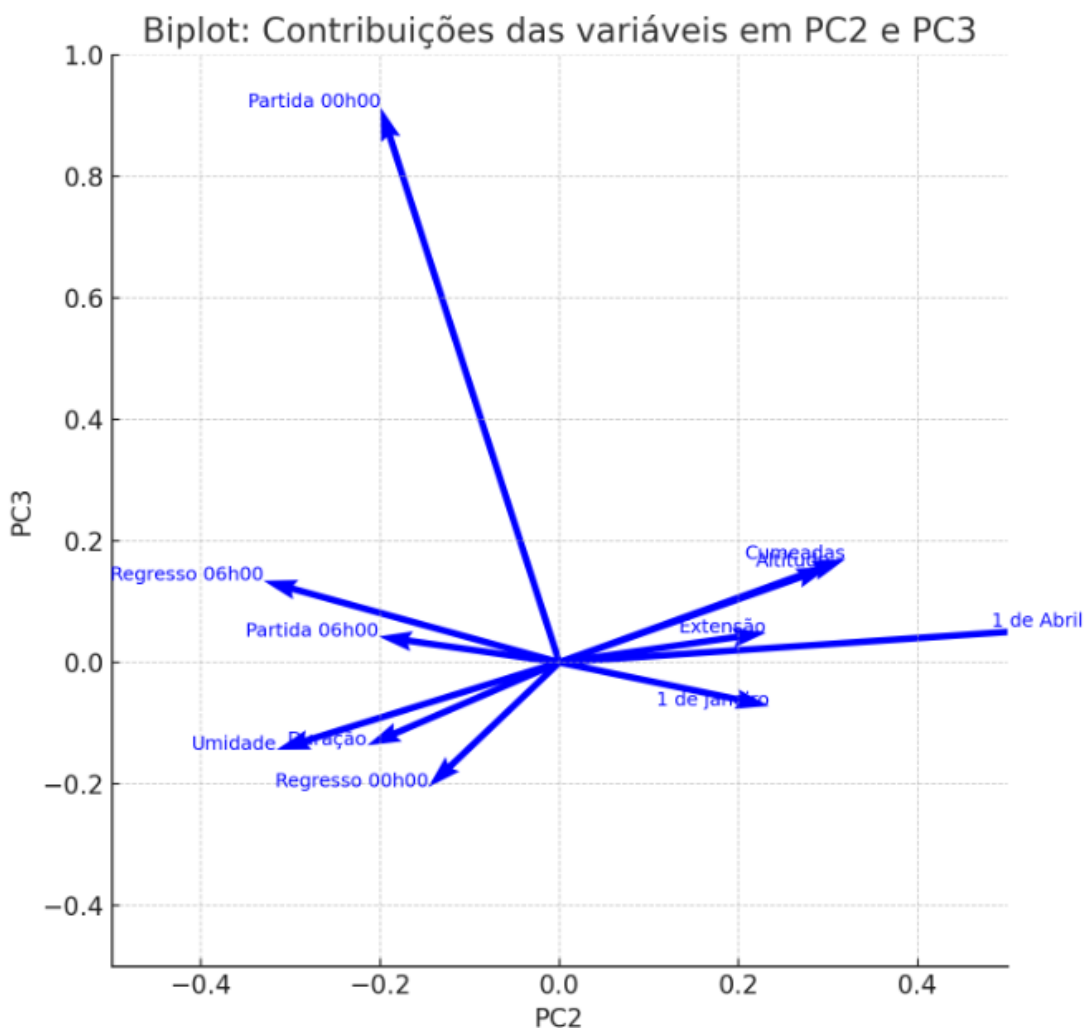


Figura 36. Biplot: Contribuições das variáveis em PC2 e PC3. Fonte: a autora.

Na figura 36 acima, observa-se que “1 de abril” apresenta uma contribuição bem positiva para PC2, com uma longa seta no quadrante direito, indicando que essa parte do ano (primavera) possui grande influência sobre o comportamento do rebanho. Esse resultado é proveniente da disponibilidade de pastagem e à condições climáticas típicas que favorecem o movimento do rebanho em maior extensão. O gráfico reforça ainda que “Cumeadas” e “altitude” são positivamente influentes, oferecendo vantagens em termos de espaço para movimentação.

5.2 Análise das Variáveis Sazonais e Temporais

Ao observar a tabela, nota-se que, por volta do mês de abril, o rebanho segue uma rotina inerente à maior disponibilidade de pasto e à melhoria nas condições climáticas. O

pastor, tende a optar por rotas que maximizam o uso das pastagens das cumeadas. É a primavera, e como era de se esperar, proporciona condições ideais que possibilitam percursos mais longos, de altitude e um aproveitamento máximo dos recursos naturais.

Por outro lado, por volta de janeiro, a situação é bastante diferente. A PC1 sugere que o ambiente desfavorável e o clima rigoroso limitam as opções do pastor. As rotas são mais curtas, como indicado pela oposição da variável "Duração" na PC1, e há uma tendência a optar pelas áreas com umidade, refletida no valor na variável "Umidade". Durante esse período, os caprinos enfrentam condições adversas, e o pastor reúne o rebanho nas áreas mais úmidas para utilizar essas pastagens mais próximas ao curral.

A influência dos horários é reforçada pelas funções matemáticas "seno" e "cosseno" utilizadas para representar esses horários ao longo do dia. Esses horários têm grande peso na organização dos dados nas primeiras componentes, indicando que percursos do rebanho seguem um ciclo diário claro e repetitivo.

5.3 Influência do Terreno e da Qualidade do Pasto

Os percursos do rebanho em áreas de pastagem, especialmente em regiões montanhosas como a Serra de Montemuro, é amplamente influenciado por fatores como a altitude, o relevo, e a extensão do período diurno para pastoreio. Essas variáveis representadas nos gráficos que ilustram como elas afetam o movimento do rebanho ao longo do tempo em relação às condições ambientais, permitindo compreender melhor as dinâmicas que orientam as rotas e a rotina de pastoreio dos animais.

Ao analisar o gráfico e a tabela apresentados, observam-se variáveis como "altitude", "extensão" e "cumeadas" se destacam nas primeiras componentes principais (PC1 e PC2), com um papel decisivo no percurso do rebanho.

A "altitude" apresenta valores influentes em ambas as componentes, 0,34044 na PC1 e 0,30192 na PC2. Isso pode ser atribuído à busca por melhores condições de pastagem em regiões mais altas, onde a vegetação é mais abundante ou, eventualmente, menos degradada. Contudo, a topografia acidentada pode restringir o movimento constante levando o rebanho a permanecer mais tempo em determinadas áreas montanhosas.

A variável "extensão" aparece próxima da "altitude" no gráfico, sugerindo uma relação significativa entre essas duas variáveis. Com um valor de 0,34303 para PC1 e 0,23096 para PC2, isso reforça a ideia de que áreas mais altas de pastagem são procuradas de forma mais intensa pelo rebanho. Regiões mais longínquas tendem a oferecer mais

oportunidades de pasto, especialmente em terrenos de altitude na primavera. Isso incentiva o rebanho a se deslocar mais, em busca de alimentos de melhor qualidade, aproveitando ao máximo as condições e os recursos oferecidos pelo território.

A variável "cumeadas" confirma a forte correlação entre as variáveis "altitude" e "extensão". Com valores de 0,33619 em PC1 e 0,31958 em PC2, ela sugere que a procura por pastagens de melhor qualidade conduz o rebanho para áreas mais altas e longínquas. Isso significa que o rebanho percorre distâncias maiores e permanece por mais tempo em locais onde a pastagem é mais nutritiva, como nas regiões montanhosas. Essas áreas, por sofrerem menos desgaste pelo pisoteio, proporcionam condições ideais para o pastoreio prolongado e eficiente.

No entanto, os percursos do rebanho tendem a variar conforme as estações. A variável "abril" sugere que nessa época do ano o rebanho percorre distâncias maiores e explora mais as áreas de pastagem. Abril, início da primavera, é um período em que a vegetação começa a se recuperar do inverno, oferecendo pastos mais abundantes e nutritivos. O rebanho aproveita essas condições favoráveis para se mover em busca de alimento, utilizando tanto as áreas mais extensas quanto as de maior altitude.

Em contrapartida, a variável "janeiro" mostra um comportamento oposto, indicando uma menor movimentação do rebanho. Durante o inverno, a disponibilidade de pastagem é limitada, e o terreno se torna mais desafiador. Nessas condições, o rebanho adota uma estratégia de conservação de energia, movendo-se menos e permanecendo em áreas mais próximas e acessíveis. A movimentação reduzida pode ser uma resposta às condições climáticas adversas, como o frio intenso e o solo úmido que dificultam o deslocamento.

Sendo assim, o pastor deve estar ciente da disponibilidade limitada de pastagem e do terreno mais desafiador, o que implica que as rotas de pastoreio precisam ser mais curtas e concentradas em áreas mais acessíveis e próximas ao curral. Essa adaptação ajuda a minimizar o esforço físico dos animais e a maximizar o uso das pastagens disponíveis, mantendo o rebanho saudável mesmo em condições desfavoráveis. O pastor também pode precisar considerar a suplementação alimentar ou a gestão de áreas úmidas, que oferecem um pasto de maior qualidade durante o inverno.

Em termos de estratégia, o pastor deve planejar com antecedência e estar atento às condições climáticas para otimizar o uso das áreas de pastagem e evitar sobrecarregar as zonas mais limitadas durante o inverno.

A variável "umidade" sugere que o rebanho tende a procurar áreas mais úmidas, em que a quantidade e qualidade da pastagem costuma ser superior. Esse conjunto de fatores contribui para que os animais prefiram estas áreas, onde há melhores condições para a alimentação e acessibilidade.

Outra variável relevante a "duração" do percurso, sugerindo que a permanência do rebanho em determinadas áreas é fortemente influenciada pela distância da pastagem e pela qualidade do terreno. Nas áreas com pastagens de maior qualidade e terrenos menos desafiadores, o rebanho tende a permanecer por mais tempo se alimentando. Por outro lado, em regiões de menor atratividade, como solos de baixa qualidade ou com desafios topográficos, o rebanho se desloca mais rapidamente e passa menos tempo no local.

Portanto, ao combinar todas essas variáveis, o gráfico e a tabela indicam que os percursos do rebanho são amplamente influenciados por fatores como o terreno, com variações claras de acordo com a estação do ano, as condições de umidade e os horários. Durante a primavera, o rebanho explora mais as áreas longínquas e de maior altitude, onde a pastagem estará com melhor qualidade, aproveitando as condições favoráveis dessa época. No inverno, por outro lado, o rebanho adota uma estratégia de conservação de energia, restringindo seus movimentos para áreas menores e menos desafiadoras, onde o deslocamento é mais fácil e as condições climáticas são mais severas.

5.4 Padrões Diários de Deslocamento

O comportamento diário do rebanho na Serra de Montemuro segue um ciclo natural de atividade e repouso que se ajusta às condições ambientais e às necessidades fisiológicas dos animais ao longo do dia. Esse padrão previsível de movimentação, pastagem e descanso ao longo das 24 horas do dia é influenciado por fatores como a temperatura, a disponibilidade de pasto, a luminosidade e a segurança. A análise dos dados recolhidos pelas coleiras GPS instaladas nos animais oferece informações valiosas sobre esses comportamentos diários, revelando como o rebanho organiza sua rotina de deslocamentos e como reage às variações do ambiente.

Durante a madrugada, observa-se que a movimentação do rebanho é mínima. Os dados de movimentação indicam que, em média, indicando que os caprinos permaneçam relativamente próximos a áreas onde podem se abrigar de condições climáticas adversas.

Às primeiras horas da manhã, os dados mostram um aumento considerável na movimentação do rebanho. Esse despertar para a atividade coincide com o amanhecer,

quando as condições climáticas estão mais agradáveis e a luz do sol começa a iluminar a paisagem, tornando tudo mais visível. Além disso, as temperaturas ainda estão amenas, criando um ambiente perfeito para os animais iniciarem o percurso. Nesse horário, os caprinos começam a explorar novas áreas em busca de pastagens frescas, especialmente nas regiões mais baixas.

O comportamento de busca por abrigo ao meio-dia também pode ser influenciado pela disponibilidade de água. Em dias mais quentes do verão, o rebanho pode se aproximar de áreas com fontes de água ou pequenos riachos para se refrescar, o que pode afetar levemente o padrão de movimentação nessa faixa de horário. Contudo, mesmo nessas circunstâncias, a distância percorrida tende a ser limitada, com os caprinos preferindo áreas de pastagem próximas a essas fontes de hidratação.

A variável "saída 00h00" indica que os horários estão fortemente correlacionados com a movimentação dos caprinos. Isso reflete um padrão claro de pastoreio próximo do amanhecer no verão, o que pode ser uma estratégia para aproveitar temperaturas mais amenas. Ao observar o valor da variável "saída 06h00" na PC2, nota-se que os caprinos mantêm uma rotina de pastagem matinal, mesmo em áreas montanhosas. Esse comportamento previsível demonstra que, apesar das variações nos fatores ambientais, existe um padrão regular de movimentação. Além disso, os animais ajustam suas atividades conforme seu ciclo de ruminação, que precisa de momentos de descanso e digestão após longos períodos se alimentando.

Assim, os padrões diários de comportamento do rebanho são moldados por uma combinação de fatores ambientais, climáticos e sociais que influenciam suas decisões sobre pastoreio e descanso. Esses padrões diários são cruciais e devem ser considerados em qualquer estudo relacionado a gestão de pastagens e ao comportamento animal.

5.5 Comparação com outro estudo similar em outra região

O estudo sobre os percursos do rebanho de caprinos no Parque Natural de Montesinho com a dissertação intitulada "*Characterization Of Grazing Patterns: Analyzing a Goat Herd Dynamics in Montesinho Natural Park*", de Issam Benmellouk (2024), traz informações interessantes sobre a dinâmica de pastoreio em diferentes condições e contextos. O estudo buscou compreender como as características do terreno, composições florísticas e transições entre estações influenciam o comportamento do pastoreio ao longo do ano naquela região.

Tanto o estudo citado de Benmellouk (2024) quanto o presente trabalho, fazem uso de tecnologias avançadas, como dados de coleiras GNSS, e aplicam ferramentas analíticas como PCA e SIG, para obter uma visão espacial detalhada dos percursos. Essas ferramentas permitem analisar fatores que influenciam as rotas de pastoreio, como variações de altitude, os tipos de vegetação e mudanças sazonais.

O estudo de Montesinho identificou que as variáveis topográficas e o uso da terra são determinantes na escolha dos percursos, principalmente em terrenos com menor umidade topográfica. Em áreas de maior altitude e menor umidade, os rebanhos tendem a permanecer por mais tempo e percorrer distâncias maiores, principalmente durante o verão e outono. Sendo assim, é notável que ambos os rebanhos ajustam seus percursos conforme as estações.

O rebanho de Montesinho alterna entre diferentes tipos de vegetação, aproveitando as florestas de carvalho e castanheiros conforme a disponibilidade sazonal. Em contrapartida, o rebanho da Serra de Montemuro, situado em uma área predominantemente composta por matos, não possui essa diversidade de vegetação. Assim, adapta a distância e a frequência dos percursos conforme o clima, limitando o movimento em períodos de inverno rigoroso e aproveitando ao máximo as pastagens durante a primavera.

Em ambos os estudos, a liderança do pastor se mostra essencial para ajustar as rotas diárias conforme as necessidades do rebanho e as variáveis ambientais de cada estação

6 CONCLUSÕES

Neste estudo, por meio da Análise de Componentes Principais (PCA), foi possível verificar detalhadamente os fatores que influenciam os percursos do rebanho de caprinos estudado na Serra de Montemuro. Os dados recolhidos via coleiras GPS não apenas identificaram padrões de movimentação associados às variações sazonais e temporais, como também demonstraram como as características do terreno e as decisões humanas influenciam diretamente o comportamento do rebanho.

As variáveis sazonais e temporais, como os meses do ano e os horários de movimentação, possuem um impacto nos percursos do rebanho. Na primavera, os caprinos seguem uma rotina conduzida pelo pastor em busca de pastagens de altitude de melhor qualidade, e mais distantes favorecidas pelas condições climáticas e pela vegetação mais nutritiva que surge nessa época do ano. Já no inverno, com o clima mais rigoroso, os caprinos enfrentam desafios maiores, como umidade excessiva, redução da pastagem devido ao clima e terrenos mais difíceis.

O estudo destaca a importância da experiência do pastor na adaptação das rotas às condições locais e sazonais. Ele não apenas gerencia as necessidades alimentares do rebanho, mas também promove estratégias que garantem a segurança dos animais e a conservação das pastagens. Um exemplo disso é a escolha de áreas de maior elevação, trajetos de maior extensão, durante as estações mais quentes, otimizando o aproveitamento da vegetação de melhor qualidade. Ao mesmo tempo, preserva estrategicamente os vales para os meses de inverno, quando o frio intenso, a umidade e as condições adversas tornam inviável o acesso às áreas montanhosas. Nessa estação, os percursos se concentram em distâncias menores, geralmente próximos aos currais. Essa prática revela um equilíbrio cuidadoso entre exploração e preservação, baseado em saberes tradicionais profundamente enraizados.

Além disso, a pesquisa aponta que o comportamento diário do rebanho na Serra de Montemuro segue um ciclo natural de atividade e repouso, ajustando-se às condições ambientais e às necessidades fisiológicas dos animais ao longo das 24 horas do dia. Durante a madrugada, o rebanho permanece com movimentação mínima, abrigado nos currais localizados em zonas mais baixas, onde encontram proteção contra condições climáticas adversas. Ao amanhecer, por volta das 6h, inicia-se um aumento significativo na

movimentação, momento em que os pastores começam a unir os caprinos para iniciar o percurso diário.

Ademais, no período do meio-dia, especialmente em dias quentes de verão, o rebanho ajusta sua rotina buscando abrigo ou proximidade com fontes de água, limitando a movimentação. À tarde, os caprinos retomam a atividade, equilibrando o pastoreio com os ciclos de ruminação e descanso necessários para a digestão. Assim, os dados evidenciam que os padrões regulares de comportamento do rebanho não são aleatórios, mas moldados por uma combinação de fatores climáticos, ambientais e sociais.

No entanto, mesmo que o pastor desempenhe um papel central, há espaço para integrar mais profundamente os dados de GPS com os saberes tradicionais. Essa interação permite vantagens significativas. Por exemplo, com o auxílio do GPS, os pastores conseguem maior liberdade na condução do rebanho, pois podem direcionar os percursos de forma mais eficiente e rastrear os animais rapidamente caso precisem se ausentar, reduzindo o tempo que antes era gasto procurando o rebanho. Além disso, o uso do GPS possibilita uma análise mais precisa e científica dos resultados.

Embora o pastoreio guiado pela experiência seja uma prática histórica amplamente reconhecida, os dados obtidos por GPS oferecem provas concretas de que essa gestão ainda é realizada de forma eficaz e consistente. Essa tecnologia não apenas valida o saber tradicional com dados objetivos, mas também ajuda a demonstrar, de forma mais clara, como a interação entre as práticas tradicionais e a modernidade pode contribuir para a preservação desse conhecimento, garantindo sua continuidade e relevância nas gerações futuras.

Por fim, a relevância das práticas pastorais fica clara não apenas no contexto ecológico, mas também em questões sociais e culturais. O fortalecimento das comunidades rurais, a valorização dos saberes tradicionais e a continuidade das práticas agrícolas locais dependem do reconhecimento da importância do manejo sustentável. Promover iniciativas que aliem conhecimento tradicional a abordagens inovadoras é essencial para atrair novas gerações para o campo, incentivando a permanência no território rural e garantindo o equilíbrio entre produção, cultura e preservação ambiental.

7 REFERÊNCIAS

- Aguiar, C., & Pinto, B. (2007). Paleo-história e história antiga das florestas de Portugal continental: até à Idade Média. In J. Silva (Ed.), *Árvores e florestas de Portugal: floresta e sociedade, uma história comum* (pp. 15-53). Lisboa: Jornal Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza. ISBN 978-989-619-104-7.
- Aguiar, C. (2015). *Trifolium: Pastoreio em territórios de montanha*, 6. Redação: Teresa Carita e Francisco Mondragão Rodrigues. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. ISSN 2183-5292. <https://sppf.pt/images/trifolia>
- Allsopp, N., Laurent, C., Debeaudoin, L. M. C., & Samuels, I. S. M. (2007). As percepções e práticas ambientais dos criadores de gado no Namaqualand Commons desafiam o manejo convencional de pastagens. *Journal of Arid Environments*, 70(4), 740–754. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.11.005>
- Andrade, C. M. S., Valentim, J. F., & Carneiro, J. da C. (2002). Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 574-582. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000200029>
- Azevedo, J., Tibério, L., Torres, F., Fonseca, C., Almeida, L., Capapé, A., ... & Bento, J. (2009). *Plano de gestão integrada do sítio PTCO0025 Montemuro: Relatório final-plano de acção*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.
- Barbosa, J. C., & Portela, J. (1999). *O pastoreio de percurso no sistema de exploração de ovinos em Trás-os-Montes*. In Colóquio "Montemuro: a última rota da transumância". Resumos. Viseu. Instituto Superior Politécnico de Viseu. <http://hdl.handle.net/10198/5456>
- Barbosa, J. C. B. do C. (2000). *O sistema tradicional de exploração de ovinos em Bragança*. Instituto Politécnico de Bragança.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., Morand-Fehr, P. (2000). How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 64, pp. 15-28
- Benmellouk, I. (2024). *Characterization of Grazing Patterns: Analyzing a Goat Herd Dynamics in Montesinho Natural Park* (Dissertação de mestrado). Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Portugal.
- Biodiversity4All. (2024.). *Capra pyrenaica* [Figura]. Biodiversity4All. <https://www.biodiversity4all.org/taxa/42350-Capra-pyrenaica>
- Borges, I., & Gonçalves, L. C. (2002). *Manual prático de caprino e ovinocultura*. Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais.

- Broom, D. M., & Molento, C. F. M. (2004). Animal welfare: Concept and related issues – Review. *Archives of Veterinary Science*, 9(2), 1–11.
- Bruno-de-Sousa C, Martinez AM, Ginja C, Santos-Silva F, Carolino MI, Delgado JV, Gama LT. 2011. Genetic diversity and population structure in Portuguese goat breeds. *Livestock Science* 135(2–3):131–139.
- Cabana, J. L. F. (2018). *Ovis gmelini musimon (muflón)* [Photograph]. Wikimedia Commons
- Caldeira. (2019). Tecnologia de Produção Animal - Carne. Ovinos e caprinos: sistemas de produção. Faculdade de Medicina Veterinária – Lisboa. Lisboa.
- Carvalho, M. M., Xavier, D. F., & Alvim, M. J. (2002). *Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens* (Embrapa Circular Técnica, 64). Embrapa Gado de Leite.
- Carvalho, M. M., Fernandes, E. N., Alvim, M., & Xavier, D. F. (2002). Experiências com sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. In Anais do 4º Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida (pp. 125-140). Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; [Campos dos Goytacazes]: Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Castro, M. e Castro, J.F. (2003) - Ocupação tradicional do território e os novos modelos de utilização do espaço: implicações na pastorícia extensiva. In: V Colóquio Hispano - Português de Estudos Rurais, Bragança, 13 p
- Castro, M. (2004). Análisis de la interacción vegetación-herbívoro en sistemas silvopastorales basados en *Quercus pyrenaica* (Tese de doutoramento). Universidade de Alcalá, Alcalá de Henares, Espanha.
- Castro, M., Castro, J., & Gómez Sal, A. (2009). Efeito da pastorícia tradicional na redução de combustíveis finos em bosques de *Quercus pyrenaica* = Effect of livestock grazing on combustibles decreasing in *Quercus pyrenaica* woodlands. *Silva Lusitana*, 17(2), 159-169. Unidade de Silvicultura e Produtos Florestais. <http://hdl.handle.net/10198/4354>
- Castro, M. (2016). Sistemas de produção animal em regiões de montanha em Portugal. In **Sustentabilidade da Montanha Portuguesa: Realidades e Desafios** (pp. 127-147). Instituto Politécnico de Bragança.
- Castro, M., & Fernández-Núñez, E. (2016). *Seasonal grazing of goats and sheep on Mediterranean mountain rangelands of northeast Portugal*. *Livestock Research for Rural Development*, 28(5), Artigo 91. <http://www.lrrd.org/lrrd28/5/cast28091.html>
- Castro, M., Fernández-Núñez, E., & Torres-Manso, F. (2018). *Pastores, pastoreio e risco de incêndio: aliados, cúmplices ou concorrentes?* In *Atas do VII Congresso de Estudos Rurais*. Escola Superior Agrária de Coimbra.

- Castro, J., Castro, M., & Gómez-Sal, A. (2021). Changes on the Climatic Edge: Adaptation of and Challenges to Pastoralism in Montesinho (Northern Portugal). *Mountain Research and Development*, 41(4), R29–R37. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00010.1>
- Comunidade Intermunicipal do Tâmega e Sousa. (2022). *Manual do Pastor do Douro, Tâmega e Sousa* (1.^a ed.). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Escola Profissional de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Marco de Canaveses.
- Costa, H., de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., & San-Miguel-Ayanz, J. (2020). European wildfire danger and vulnerability in a changing climate: Towards integrating risk dimensions (JRC PESETA IV project, Task 9 - Forest fires). *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/46951>
- Costa, P. S. (2024). Sete mortos, 166 feridos e 121 mil hectares de área ardida desde domingo. *Diário de Notícias*. <https://www.dn.pt/6017216830/sete-mortos-166-feridos-e-121-mil-hectares-de-area-ardida-desde-domingo/>
- Dahl, G., & Hjort, A. (1976). *Having herds: Pastoral herd growth and household economy*. Dept. of Social Anthropology. https://www.researchgate.net/publication/333802090_Having_Herds_Pastoral_Herd_Growth_and_Household_Economy
- DOMODIS. (2024). *GPS Ganado*. <https://www.loc.gpsganado.es/index.php>
- Euromontana. (2021). Pastoralism: A crucial way to tackle sustainability challenges in the EU and beyond. <https://www.euromontana.org/pastoralism-a-crucial-way-to-tackle-sustainability-challenges-in-eu-and-beyond/>
- European Committee of the Regions. (2021). *Pastoralism: A crucial tool to tackle sustainability challenges in EU and beyond*. <https://cor.europa.eu/en/events/Pages/pastoralism-a-crucial-way-to-tackle-sustainabilitychallenges.aspx>
- FALESI, I. C., & BAENA, A. R. C. (1999). Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. *Embrapa Amazônia Oriental, Documentos*, 4, 52 p. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtido de FAOSTAT – Global distribution of sheep. <http://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/sheep/en/>
- FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. (2001). *Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade*. Rio Branco: Embrapa Acre. 51 p. (Embrapa Acre. Documentos, 74).
- Ganteaume, A., Marielle, J., Corinne, L.-M., Thomas, C., & Laurent, B. (2011). Effects of vegetation type and fire regime on flammability of undisturbed litter in Southeastern France. *Forest Ecology and Management*, 261(12), 2223-2231. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.046>
- Gill, M., Smith, P., & Wilkinson, J.M. (2010). Mitigating climate change: The role of domestic livestock. *Animal*, 4(1), 323-333.
- Girão, A. de A. (1940). *Montemuro: a mais desconhecida serra de Portugal*. Coimbra: Coimbra Editora.

- Hackney, B., Rodham, C., Dyce, G., & Piltz, J. (2021). Pasture legumes differ in herbage production and quality throughout spring, impacting their potential role in fodder conservation and animal production. *Grass and Forage Science*, 76: 116– 133. <https://doi.org/10.1111/gfs.12525>.
- Hancock, J. (2021). *As Origens da Agricultura no Mundo* [Origins of World Agriculture]. (R. Albuquerque, Tradutor). World History Encyclopedia. Obtido de <https://www.worldhistory.org/trans/pt/2-1886/as-origens-da-agricultura-no-mundo/>
- ICN. (2006). *Plano sectorial Rede Natura 2000: Sítio Serra de Montemuro*. Lisboa: ICN.
- Instituto Nacional de Estatística. (2020). *Contas económicas da agricultura: Produção da agricultura por tipo de bens e serviços a preços constantes de 2016*. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_cnacionais2010b2016&contexto=cs&selTab=tab3&perfil=392023991&INST=391970297
- Jakobsson, S., Envall, I., Bengtsson, J., Rundlöf, M., Svensson, M., Åberg, C., & Lindborg, R. (2024). Effects on biodiversity in semi-natural pastures of giving the grazing animals access to additional nutrient sources: A systematic review. *Environmental Evidence*, 13, Article 18. <https://doi.org/10.1186/s13750-024-00343-4>
- Johnsen, K. I., Niamir-Fuller, M., Bensada, A., & Waters-Bayer, A. (2019). A case of benign neglect: Knowledge gaps about sustainability in pastoralism and rangelands. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. <https://www.grida.no>
- Khazanov, A. M. (1994). *Nomads and the outside world* (2^a ed.). University of Wisconsin Press.
- Krätli, S., Lottje, C., Mikulcak, F., Foerch, W., & Feldt, T. (2022). *Pastoralism and resilience of food production in the face of climate change*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23369.21604>
- Lopes, V. P. de S. (2013). *Contribuição para o estudo da raça caprina Serrana* (Relatório de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança (Portugal).
- Lusa. (2024). *Fogos em Castro Daire os únicos em curso à 09:15 em Portugal continental*. Correio da Manhã Canadá. <https://www.correiodamanhacanada.com/fogos-em-castro-daيرة-os-unicos-em-curso-a-0915-em-portugal-continental/>
- Marta-Costa, A. A., Pinto, R., Manso, F. T., Tibério, M. L., Carneiro, I., Fernandes, P., & Botelho, H. (2013). *Participação pública e gestão florestal na Serra de Montemuro: entre a percepção e a realidade*. Sodivir – Edições do Norte, Lda.
- Município de Castro Daire. (s.d.). Cabril. Município de Castro Daire. Recuperado em 3 de setembro de 2024, de https://www.cm-castrodaire.pt/?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=146
- Montossi, F., Font-i-Furnols, M., Campo, M. d., Julián, R. S., Brito, G., & Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science*, 95(4): 772-789.
- Nair, P. K. R. (2011). Agroforestry systems and environmental quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, 40(3), 784-790.
- Nicodemo, M. L. F., & Primavesi, O. (2019). Serviços ambientais em sistemas silvipastoris. In D. J. Bungenstab, R. G. de Almeida, V. A. Laura, L. C. Balbino, &

- A. D. Ferreira (Eds.), ILPF: Inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta (Cap. 10). Embrapa.
- Oliveira, T. K. de, Andrade, C. M. S. de, & Salman, A. K. D. (2012). Sistemas silvipastoris: conceitos, benefícios e métodos de implantação. In C. M. S. de Andrade, A. K. Salman, & T. K. de Oliveira (Eds.), Guia ARBOPASTO: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris (cap. 2, pp. 27-54). Brasília, DF: Embrapa. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964728>
- Oliveira, A. A., & Azevedo, H. C. (2005). *Criação de bezerras em sistemas de produção de leite*. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 1–6.
- Oliveira, A. (s.d.). *Produção de ovinos em diferentes sistemas*. Centro de Produções Técnicas. Recuperado de <https://www.cpt.com.br/artigos/producao-de-ovinos-em-diferentes-sistemas>
- PULINA, G., AVONDO, M., MOLLE, G., FRANCESCONI, A. H. D., ATZORI, A. S., & CANNAS, A. (2013). Models for estimating feed intake in small ruminants. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(9), 675-690. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000900010>
- Quinta da Bouça Agroturismo. (n.d.). *Saída com o pastor*. Recuperado de <https://bouca-agroturismo.com/pt/saida-com-o-pastor/>
- Rebollo, S. (1996). *Análisis de la estrategia de pastoreo de pequeños rumiantes domésticos considerando distintas escalas espaciales* (Tese de doutorado). Universidad de León.
- Restle, J., Vaz, F. N., Alves Filho, D. C., & Rosa, J. R. P. (2007). Influência das taxas de ganho de peso pré-desmame das vacas e do tipo de pastagem no período pós-parto sobre a eficiência biológica de vacas e de bezerros de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4), 874-880.
- Ribeiro, O. (1991). Montanhas pastoris de Portugal: tentativa de representação cartográfica. In *Opúsculos geográficos - IV volume: O mundo rural* (pp. 257-272). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Rigueiro-Rodriguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (2009). Agroforestry in Europe. *Advances in agroforestry*. Kluwer, The Netherlands.
- Ramos, M. S. G. (2012). *Para o estudo de Montemuro na Idade Média (Séculos V-XII): Entre a Serra e o curso médio do Bestança* (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras).
- ROCHETA, J. F. dos S. C. (2011). *A Pastorícia na Prevenção dos Fogos Rurais: uma estratégia para a Serra Algarvia*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- Rosa García, R., Celaya, R., García, U., & Osoro, K. (2012). Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research*, 107(2–3), 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.03.021>
- San-Miguel, A., 2005. In: Mosquera-Losada, M.R., McAdam J.H., and Rigueiro- -Rodríguez, A. (eds) *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*.
- Seripieri, V. H. M. (2023). *A transformação da paisagem pastoril no Parque Natural Montesinho (1995 – 2022)*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior Agrária de

- Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal. Obtida no âmbito da dupla diplomação com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- SANTOS, A. A. P., VIDIGAL FILHO, A. L., VIDIGAL, L. L. do V., PIACENTINI, M. T. S., & outros. (2022). Análise da rentabilidade do sistema semi-intensivo de engorda de bovinos com semiconfinamento. *Research Society and Development*, 11(4).
- Simões, O. (Coord.). (2018). Atas do VII Congresso de Estudos Rurais. Escola Superior Agrária de Coimbra. 23-24 março.
- Silva, F. M., Sousa, C., & Albuquerque, H. (2022). Modelo analítico para a estratégia de desenvolvimento de um território de baixa densidade: O Parque Natural de Montesinho. *Sustentabilidade*, 14(7), 4373. <https://doi.org/10.3390/su14074373>
- Sujit K. De. (2023). The goat search algorithms. *Artificial Intelligence Review*, 56(8), 8265–8301. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10341-y>
- Teixeira, S. (s.d.). Cordeiros - sistema de confinamento tem forte influência na qualidade da carne. CPT Cursos Presenciais. <https://www.cpt.com.br/artigos/cordeiros-sistema-de-confinamento-tem-forte-influencia-na-qualidade-da-carne>
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2011). *Methane sources*. Acesso em 18 de outubro de 2024, de <http://www.epa.gov>
- Varella, C. A. A. (2008). *Análise de componentes principais*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 38.
- Vieira de Sá, F. (1990). *A cabra*. Clássica Editora.
- Vieira, A. (2006). Patrimônio natural da Serra de Montemuro: Fator de potencialização de uma área de montanha. *Cadernos de Geografia*, (24/25), 161-170. Coimbra: Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra.
- Vieira, A. (2007). A morfologia granítica e o seu valor patrimonial: exemplos na Serra de Montemuro. In *VI Congresso da Geografia Portuguesa*, Lisboa, 17-20 de outubro de 2007.
- Vieira, A. (2008). *Serra de Montemuro: Dinâmicas geomorfológicas, evolução da paisagem e património natural* (Dissertação de Doutoramento em Geografia). Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- Vieira, F., & Shields, E. S. (2016). *Bem-estar na produção de bezerras leiteiras - Parte II*.