



ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Utilização de GoPro para a observação do comportamento de ingestão de ovelhas em pastoreio

Ângela Pires Candeias

Orientação:

Professora Doutora Maria Elvira Lourido Sales-Baptista

Professor Doutor Alfredo Manuel Franco Pereira

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2018

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

Utilização de GoPro para a observação do comportamento de ingestão de ovelhas em pastoreio

Ângela Pires Candeias

Orientação:

Professora Doutora Maria Elvira Lourido Sales-Baptista

Professor Doutor Alfredo Manuel Franco Pereira

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2018

Aos meus pais e família

Dedico.

Agradecimentos

À Prof.^a Elvira Sales-Baptista, por me ter aceitado no Projeto Eco-SPAA, pela orientação durante o processo que foi a construção deste documento e por me ter apoiado e incentivado nos momentos menos positivos.

Ao Prof. Alfredo Pereira, por ter aceitado fazer parte da orientação da construção desta dissertação e por toda a aprendizagem ao longo destes anos de formação académica.

Aos professores José Castro, João Serrano e Manuel Cancela D'Abreu, pelos momentos passados em campo e por todos conhecimentos transmitidos ao longo da minha formação.

Quero agradecer aos meus pais, que me são tudo. Quero agradecer-vos pelas oportunidades que nunca me negaram, pelo incentivo, pelo suporte. São sem dúvida os meus pilares. E aquilo que sou hoje a vocês o devo. Sei que graças a vocês, vou achar o meu lugar ao sol, e espero que estejam lá, ao meu lado.

Às amizades algarvias, “babe”, “manas”, Dário e Minda, que tiveram ao meu lado, basicamente a maior parte da minha vida, e me mostraram que a distância não apaga nada. Às amizades eborenses, Raquel, Rita, Alface, Poli, que partilharam estes 5 anos maravilhosos. Tornaram tudo um pouco (muito) mais fácil. Obrigado.

À minha colega de casa maravilhosa, Mafalda, por me fazeres sentir em casa e que a família também existe em Évora. Não podia ter tido maior sorte do que partilhar casa contigo.

Um agradecimento especial às minhas *Vulpia geniculatas*. Meninas, posso dizer que esta dissertação é 1/3 vossa. Não tenho palavras suficientes para agradecer todo o companheirismo, força e amizade que me deram. Um grande obrigado.

A todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para a conclusão desta etapa da minha vida.

Muito obrigada.

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para Ciência e Tecnologia no âmbito do Projeto Estratégico UID / AGR / 0115 / 2013, através da call interna ICAAM_Eco-SPAA (2016).

Título: Utilização de GoPro para a observação do comportamento de ingestão de ovelhas em pastoreio

Resumo

Para compreender a plasticidade do comportamento de pastoreio é necessário estudar simultaneamente a pastagem e as diferentes atividades de pastoreio. O objetivo deste trabalho foi compreender as relações entre as atividades de pastoreio e a estrutura da ingestão usando câmaras GoPro. O uso deste tipo de equipamento permite identificar os elementos da pastagem que são ingeridos, bem como a hora em que ocorreram os comportamentos. Foram usados 15 ovinos numa pastagem biodiversa, dos quais 5 foram equipados com câmaras, um dia por semana, durante 11 semanas no período de abril a junho. À medida que a pastagem se modificava ocorreram modificações quer nas atividades de pastoreio, quer na dieta dos ovinos. Apesar da duração do pastoreio não ter tido diferenças significativas entre semanas, os animais aumentaram o tempo de repouso a partir da sétima semana em que o tempo de repouso passou de 30% para representar mais de 60% das atividades totais. As características estruturais das plantas afetaram a sua ingestão sendo as leguminosas, plantas verdes e plantas altas as preferidas. O tipo de planta influenciou o número de dentadas, mas não a sua duração. Os resultados obtidos com as GoPro permitiram evidenciar a adaptação do comportamento de ingestão às modificações dos recursos alimentares ao longo do período experimental, designadamente através da alteração do tempo despendido nas várias atividades de pastoreio, e da alteração das preferências pelas diferentes espécies botânicas. A utilização de câmaras colocadas no animal permite observar o comportamento de pastoreio de um ponto de vista individual e com uma proximidade impossíveis de obter de outra forma.

Palavras-chave: Microestrutura da ingestão, biomassa, preferências, feeding station, dentadas

Título: Use of GoPro to assess foraging behaviour of grazing sheep

Abstract

To understand the plasticity of grazing behaviour, it is necessary to simultaneously study pasture and different grazing activities. The objective of this work was to understand the relationships between grazing activities and the structure of intake using GoPro cameras. The use of this type of equipment allows identifying the pasture elements that are ingested, as well as the time at which the behaviours occurred. Fifteen sheep were used in a biodiverse pasture, of which 5 were equipped with cameras, one day per week, during 11 weeks from April to June. As grazing changed, there were changes in grazing activities and sheep diet. Although the duration of grazing was not significant between weeks, the animals increased resting time from the seventh week in which the rest of the time went from 30% to represent more than 60% of the total activities. The structural characteristics of the plants affected their intake, with legumes, green plants and tall plants being preferred. The plant type influenced the number of bites but not its duration. The results obtained with the GoPro showed the adaptation of the ingestion behaviour to the modifications of the alimentary resources throughout the experimental period, namely by altering the time spent in the various grazing activities and changing the preferences of the different botanical species. The use of chambers placed in the animal allows observing grazing behaviour from an individual point of view and with a proximity impossible to obtain otherwise.

Key words: ingestive microstructure, biomass, preferences, feeding stations, bite

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	v
Abstract	vii
Abreviaturas	x
Glossário	xi
Índice de tabelas	xiii
Índice de Figuras	xiv
1. Introdução	16
2. Revisão bibliográfica	18
2.1 Relação animal-pastagem	18
2.2 Organização hierárquica espacial e temporal do pastoreio	19
2.3 Comportamento de pastoreio	27
2.3.1 Fatores que afetam o pastoreio	31
2.4 Comportamento da ingestão.....	35
2.4.1 Influência das características do alimento na ingestão	36
2.5 Utilização de vídeo como método de observação	39
3. Materiais e métodos	42
3.1 Visão geral do procedimento experimental.....	42
3.2 Dados meteorológicos	44
3.3 Pastagem.....	46
3.4 Animais	47
3.4.1 Peso dos animais	48
3.5 Captação de imagens com as GoPro Hero 2	48
3.6 Análise de dados	49
3.6.1 Software de observação do comportamento.....	49

3.7 Variáveis em estudo	51
3.8 Análise estatística	52
4. Resultados e discussão.....	53
4.1 Localização dos animais na pastagem.	53
4.2 Composição botânica	55
4.4 Atividades de pastoreio.....	58
4.4.1 Efeito do animal na duração do pastoreio	60
4.4.2 Efeito da semana na duração do pastoreio	60
4.4.3 Efeito do período na duração do pastoreio	61
4.4.4 Locais de alimentação (<i>Feeding stations</i>)	62
4.5 Preferências alimentares	65
4.6 Avaliação do número de dentadas por FS	67
5. Conclusão	71
6. Referências bibliográficas	73

Abreviaturas

ASG	Alta-Seca-Gramínea
AVED	<i>Animal-borne video and environmental collection systems</i>
AVG	Alta-Verde-Gramínea
AVL	Alta-Verde-Leguminosa
AVO	Alta-Verde-Outras
BSG	Baixa-Seca-Gramínea
BSO	Baixa-Seca-Outras
BVG	Baixa-Verde-Gramínea
BVL	Baixa-Verde-Leguminosa
BVO	Baixa-Verde-Outras
FS	<i>Feeding station</i>
G	Gramínea
GNSS	Global Navigation Satellite System
ha	Hectares
IIR	Taxa de ingestão instantânea
Kg	Quilograma
L	Leguminosa
MS	Matéria seca
MVT	Marginal Value Theory
O	Outras
OFT	Optimal foraging theory
PB	Proteína Bruta
s	Segundos

Glossário

Biomassa	Peso de organismos vivos (plantas e/ou animais) num ecossistema ou numa área num determinado momento, expresso como matéria verde ou seca (e.g. kg/ha).
Comportamento	Atividades que conseguimos identificar a partir das reações de um animal num determinado ambiente que se traduzem em repouso, movimentos e posturas.
Composição botânica	Proporção relativa das várias espécies de plantas em relação ao total existente numa área predefinida. Pode ser expressa com base na matéria seca (MS), e como cobertura e/ou densidade.
Dentada Bite	Unidade do comportamento de ingestão, que engloba a preensão do alimento, utilizando os dentes para cortar o alimento através de movimentos dos maxilares. Em função da profundidade e da área que abrangem as dentadas podem variar de volume. Em brasileiro é designado como bocado.
Disponibilidade de forragem	Porção das plantas forrageiras expressa como peso de forragem por unidade de área que é acessível para consumo (e.g. kg/ha x utilização).
Episódio de ingestão (Bout)	Um episódio de ingestão resulta do agrupamento de um conjunto de <i>feeding stations</i> e normalmente ocorre numa mancha de pastoreio (<i>patch</i>). O tamanho dos <i>bouts</i> reflete fatores pré-ingestivos relacionados com a palatabilidade. O número de <i>bouts</i> reflete fatores pós ingestivos que inibem o comportamento.
Estrutura da pastagem	Distribuição e arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade que resulta de um crescimento dinâmico das suas partes no espaço.
Folha (Paddock)	Área cercada e onde constam plantas forrageiras sendo utilizadas diretamente como alimento pelos animais.
Fotoperíodo	Período diário de exposição à luz.

Ingestão	Atividade que envolve a aquisição de forragem na boca, sua mastigação e subsequente deglutição
Local de ingestão (<i>Feeding Station</i>)	Semicírculo virtual de pastagem que está ao alcance do animal sem que este tenha de mover as patas dianteiras.
Mancha de pastoreio (<i>Patch</i>)	Cada zona de pastoreio é um agregado de manchas de pastoreio diferenciadas muitas vezes pela estrutura das plantas e pela composição florística das comunidades vegetais.
Microestrutura da ingestão	Sequência de episódios de ingestão (bouts) intervalados por um tempo de pausa superior a 10 segundos
Pastoreio	Atividade que inclui períodos curtos quando o animal não está a ingerir ativamente, mas está em atividades diretamente associadas com a alimentação, como procurar ou passar de um local de ingestão para outro.
Preferência	O que os animais comem quando existe opção de escolha e não existem constrangimentos físicos ou ambientais.
Refeição (<i>Meal</i>)	Uma refeição resulta do agrupamento de vários episódios de ingestão, e são distâncias umas das outras com intervalos superiores a horas.
Saciedade	Efeito de um alimento ou uma refeição no apetite após o término do seu consumo.
Valor biológico	Escala de graduação baseada na presença de proteínas, usada para determinar se determinada fonte nutricional é usada por um organismo de forma eficiente.
Zona de pastoreio <i>Feeding site</i>	Cada folha é um agregado de diferentes zonas de pastoreios com um foco comum, onde os animais procuram água, descanso, alimentação ou sombra, definidas muitas vezes por diferenças topográficas ou de comunidades vegetais.

Índice de tabelas

Tabela 1 Informação da colocação de câmaras nos animais	44
Tabela 2 Temperatura máxima, mínima e precipitação (média ± desvio padrão)	45
Tabela 3 Peso dos animais no período de maior carência alimentar.....	48
Tabela 4 Atividades registadas por observação	49
Tabela 5 Quadrícula onde se registou maior permanência dos animais. a) semana 5, b) semana 9, c) semana 11 A verde: quadrículas mais visitadas.....	54
Tabela 6 Composição botânica das quadrículas de maior permanência dos animais nas semanas 5, 9 e 11.....	55
Tabela 7 Número médio de dentadas por feeding station com base no alimento ao longo das semanas (média ± desvio padrão).....	69
Tabela 8 Número de dentadas por alimento e por semana (média ± desvio padrão)	
.....	70

Índice de Figuras

Figura 1 Denominação das diferentes escalas temporais e espaciais dos animais em pastoreio.....	19
Figura 2 Ordem de preferência pelas partes da planta.....	21
Figura 3 Modelo empírico da utilização da memória em escalas superiores de processo de pastoreio	22
Figura 4 Figura representativa de um animal a explorar uma feeding station	24
Figura 5 Efeitos da sazonalidade na qualidade das comunidades de plantas no comportamento de pastoreio nas FS	25
Figura 6 Sinal do transdutor da mandíbula produzido por uma vaca leiteira durante o pastoreio, mostrando uma diferença do padrão de onda produzido por morder e mastigar.....	27
Figura 7 Cronologia dos maiores avanços evolutivos da “crittercam”	40
Figura 8 Caranguejo-ferradura-do-atlântico, <i>Limulus polyphemus</i> , com uma camara de vídeo, CrabCam	40
Figura 9 Organograma do procedimento experimental	43
Figura 10 Gráfico termopluviométrico.....	45
Figura 11 Localização do procedimento experimental	46
Figura 12 Folha parcelada (1-60).	47
Figura 13 Animal com GoPro	47
Figura 14 Interface do programa BORIS a mostrar uma das filmagens em campo	50
Figura 15 Diagrama do tempo (s) de observação de cada comportamento (semana nº 5 – 2 de Maio)	51
Figura 16 Valores da biomassa (kgMS/ha), proteína bruta (g/100g MS) e NDF (g/100grMS) das recolhas semanais das zonas pastoreadas (médias e erro padrão)	57
Figura 17 Variação das atividades do comportamento de ingestão ao longo das semanas (todos os animais).....	59
Figura 18 Comparação e variação do tempo médio total(horas) por animal no tempo de observação ao longo das semanas (médias e erro padrão).....	61

Figura 19 Duração do pastoreio (s) por hora: a) manhã nas primeiras 6 semanas; b) tarde nas primeiras 6 semanas; c) manhã nas últimas 5 semanas); d) tarde nas últimas 5 semanas (16 de maio a 13 de junho).....	62
Figura 20 Tempo de permanência do animal em cada <i>feeding station</i> nas semanas 5, 9 e 11	63
Figura 21 Tempo (s) de permanência do animal na estação alimentar com base no tipo de alimento, nas semanas 5, 9 e 11 (média e erro padrão)	64
Figura 22 Preferência pelo tipo de plantas - Proporção relativa gramíneas/leguminosas/outras	65
Figura 23 Seleção de estações alimentares com base no tipo de alimento, verdura e altura nas várias semanas 5 (abril), 9 (maio) e 11 (junho). a) Verdura (verde e seca); b) Altura (alta e baixa)	66
Figura 24 Número médio de dentadas por tipo de alimento (G-gramineas, L-leguminosas, O-outras) ao longo das semanas	68
Figura 25 Duração média das dentadas por tipo de alimento (G-gramíneas, L-leguminosas, O-outras) ao longo das semanas	69

1. Introdução

O pastoreio é a forma mais simples e económica de converter materiais vegetais em produtos com valor económico acrescentado, como carne, leite ou lã, porém, a gestão do pastoreio está longe de ser um processo simples. O pastoreio é um sistema de elevada complexidade, uma vez que relaciona elementos como o solo, plantas e animais, cada um deles com especificidades e características que se influenciam mutuamente, criando relações distintas entre si. Um exemplo, é a relação entre a composição botânica e as preferências alimentares dos animais, que variam entre espécies e ao longo de um determinado intervalo de tempo.

Os animais deslocam-se com base nas experiências alimentares anteriormente aprendidas e procuram alimentos que possam suprir as suas necessidades nutricionais utilizando preferencialmente espécies botânicas que estejam disponíveis e que sejam do seu agrado. Esta seleção alimentar por parte dos animais, é condicionada por vários fatores que influenciam a interação entre os elementos do sistema, que por sua vez estão sujeitos a um padrão espacial (e.g., topografia, relevo, distribuição botânica), que pode estar associado a processos sistemáticos (e.g., ciclos sazonais intra-anuais) e estocásticos (e.g., a variabilidade interanual). Os animais aumentam a sua capacidade seletiva sempre que têm à sua disposição uma pastagem com elevada diversidade botânica, levando a uma maior manifestação do seu comportamento seletivo.

Para desenvolver práticas de manejo que mantenham uma vegetação com elevada diversidade botânica é importante compreender as interações animal x planta, de forma a criar uma produção sustentável. Este tipo de produção sustentável permite aos animais satisfazerem as suas necessidades nutricionais através de modificações adaptativas do comportamento de pastoreio face às alterações na oferta de recursos alimentares e ainda assegurar uma produção suficiente, contribuindo, simultaneamente para a manutenção do ambiente.

A observação do comportamento de pastoreio pode fornecer indicações sobre a qualidade e quantidade da dieta, bem como dos padrões adaptativos do

animal face às alterações da pastagem. No entanto, fazer uma observação clara e objetiva do comportamento da ingestão dos animais na pastagem é um trabalho moroso, que requer o tempo necessário para a habituação do animal à presença do observador (e não é garantido que o comportamento não seja influenciado pela presença humana). Além disso, é um procedimento árduo, que requer paciência e concentração, quaisquer que sejam as condições atmosféricas.

Por esses motivos, têm surgido alternativas que possibilitam o registo automatizado das observações comportamentais, como as filmagens e gravações de áudio, associados ainda a outros equipamentos (e.g. sensores de temperatura, acelerómetros). Para além das câmaras externas, que captam o animal no seu ambiente, as câmaras *point of view* são transportadas pelo próprio animal e captam uma imagem do seu campo de visão. Apesar de terem sido usadas em várias espécies nos seus habitats naturais (e.g. tartarugas, pinguins), tanto quanto sabemos a utilização destas câmaras em espécies zootécnicas exploradas em sistemas de produção extensiva nunca foi experimentada. Nesse sentido, pretendemos avaliar o potencial da utilização da câmara de vídeo GoPro (*action cameras*) para captar o comportamento de ovelhas em pastoreio. Este equipamento foi desenvolvido em 2002 para a captação de atividades desportivas, e dado as suas características de autonomia, qualidade de imagem e peso, são adaptáveis ao registo do comportamento de ingestão, pois permitem observar o comportamento do ponto de vista do animal, no seu ambiente natural, sem interferência humana.

Assim, o objetivo da presente dissertação foi o estudo do comportamento de ingestão das ovelhas em extensivo, através da utilização de câmaras GoPro, de forma a quantificar as atividades do comportamento de pastoreio e compreender as variações das preferências alimentares que ocorrem ao longo do tempo, quando as várias espécies pratenses se encontram em diferentes estados de maturação.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Relação animal-pastagem

O ecossistema pastoril é caracterizado por uma quantidade de inter-relações, onde se inclui a interface animal-planta, condicionada por relações de causa/efeito, onde as diferentes características da pastagem, determinam o padrão de comportamento e os níveis de desempenho produtivo dos animais.

Assim sendo, é necessário compreender as características inerentes às pastagens e ao animal para que seja possível prever os resultados ao nível do sistema (e.g., produtividade primária e secundária) (Chapman *et al.*, 2007).

A pastagem, por si só, é um sistema de elevada complexidade, condicionado por vários fatores, onde prevalecem o solo e o clima. Para além destes fatores abióticos, os animais são também fatores de variação o que pode condicionar as características da pastagem ao longo do espaço e do tempo. Assim, para compreendermos esta relação, é importante estar ciente da composição botânica e da variação do estado fenológico da pastagem ao longo do ciclo vegetativo, que determinam os reajustes no comportamento da ingestão.

Em ambientes mediterrânicos, particularmente no Alentejo, é bastante evidente a variação na quantidade e qualidade da pastagem, que se traduz numa produção sazonal com uma elevada variabilidade na quantidade e qualidade de biomassa ao longo do ano. A altura, o estado fenológico, a composição florística e o valor nutritivo, afetam o comportamento ingestivo do animal, influenciando o tempo de pastoreio, o tamanho e a taxa de dentadas.

Pode dizer-se então, que a pastagem e o animal têm uma relação muito estreita e quando a pastagem se altera, o animal responde com alterações do comportamento ingestivo.

2.2 Organização hierárquica espacial e temporal do pastoreio

O pastoreio baseia-se num conjunto de atividades pelas quais os animais procuram, selecionam, desfolham e ingerem o alimento na pastagem (Carvalho *et al.*, 2013). Cada uma destas atividades depende de decisões que podem ser analisadas numa perspetiva sintética ou analítica (Prache *et al.*, 1998a). A abordagem analítica explica os comportamentos a partir de relações de causa e efeito, associada a estímulos sensoriais desenvolvidas em experiências alimentares prévias. Já na abordagem sintética, os animais apresentam melhores performances, pois parte-se do princípio que, no melhor cenário possível, os animais têm mais hipóteses de selecionar o alimento sem restrições.

A interação do animal com a pastagem depende de decisões organizadas hierarquicamente, que se alteram em termos de escala (Figura 1) à medida que ocorrem modificações no animal a nível interno (e.g. saciedade) e/ou externo (e.g. depleção da FS) (Laca, 2000 citado por Carvalho *et al.*, 2006).



Figura 1 Denominação das diferentes escalas temporais e espaciais dos animais em pastoreio
Fonte: Pearn et al., (1997)

Estas decisões de pastoreio tal como, por exemplo, quando começar a pastar, qual a frequência e como distribuir os períodos de pastoreio pela pastagem, podem determinar como os animais balanceiam e alocam o tempo para atender às suas necessidades nutricionais (Gregorini *et al.*, 2017). As consequências das decisões que os animais tomaram vão afetar vários órgãos e tecidos (e.g. o rúmen, o cérebro e as reservas corporais), promovendo um “feedback em cascata” da escala maior para a mais pequena (Carvalho *et al.*, 2006) e o processo é integrado na memória dos animais.

Muitas das decisões estão dependentes da espécie animal. Os pequenos ruminantes têm bocas mais estreitas e maior flexibilidade dos lábios, o que lhes permite uma melhor seleção do alimento. Como necessitam de menos comida que os grandes ruminantes, conseguem ser mais seletivos e passar mais tempo à procura de alimento de qualidade mais elevada, como as folhas verdes em crescimento que tendem a ser mais tenras e palatáveis (Lyons & Machen, 2000). O estado vegetativo influencia a seleção e para além do valor nutritivo diminuir com o estado de maturidade, também a palatabilidade decresce (Figura 2).

Os animais aprendem por experiência e por condicionamento operante, relacionado quer com os reforços negativos, quer com os positivos. O processo de aprendizagem está também relacionado com a memória e os animais regressam mais facilmente a áreas com elevada concentração de nutrientes e utilizando-as mais frequentemente até sua depleção. (Carvalho *et al.*, 2006).

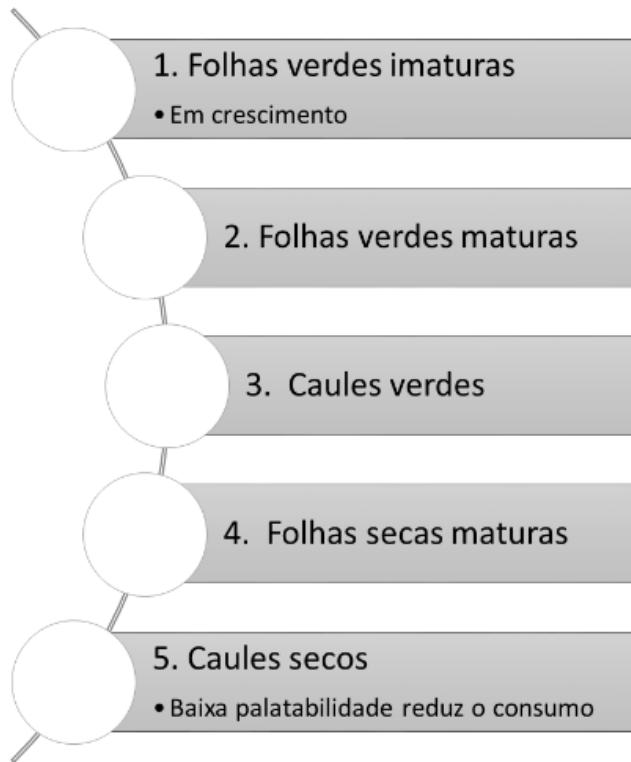


Figura 2 Ordem de preferência pelas partes da planta.

Adaptado de Lyons & Machen (2000)

Para melhor compreensão da escala hierárquica do pastoreio passaremos a explicá-la mais pormenorizadamente em seguida. Dada a vulgarização dos termos em inglês e também por semelhanças e diferenças nos termos em português e brasileiro, optou-se por utilizar as designações simultaneamente em português e em inglês:

a) Folha (*Paddock*): A maior escala espacial do processo de pastoreio diz respeito à folha delimitada por cercas destinada ao pastoreio (Allen *et al.*, 2011).

b) Zonas de pastoreio (*Feeding site*): representa um agregado de comunidades vegetais em áreas contíguas onde os animais se podem alimentar durante uma refeição e que é interrompida pela alteração de atividade, quer seja para descanso, deslocação ou ruminação. Uma refeição é definida por uma longa sequência de pastoreio, diferenciada por interrupções superiores a horas (Carvalho *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2013) com um foco comum, onde os

animais procuram água, descanso, ou sombra (Carvalho *et al.*, 2006), definidas muitas vezes por diferenças topográficas ou de comunidades vegetais.

Os sítios pobres em nutrientes são visitados no início de cada ciclo de memória de curto-prazo (20-21 dias) (Figura 3). Os valores de referência dos sítios de pastoreio são determinados pelo potencial de saciar os animais com base nos ajustes que fazem em função da distância da água, da topografia e pela possibilidade da presença de predadores. A partir da sua memorização, os animais conseguem escolher sítios alternativos com valores acima da média, fazendo com que o valor de referência aumente com o decorrer do tempo. À medida que o valor de referência aumenta, a visita a sítios ricos em nutrientes tende também em aumentar. Como a memória de referência vai desaparecendo à medida que o tempo vai passando, o valor dos sítios visitados aproxima-se do valor de referência. Ao fim dos 21 dias da visita inicial, o animal esquece-se do impacto negativo inicial e acaba por visitar novamente os sítios de pastoreio pobres em nutrientes e um novo ciclo começa.

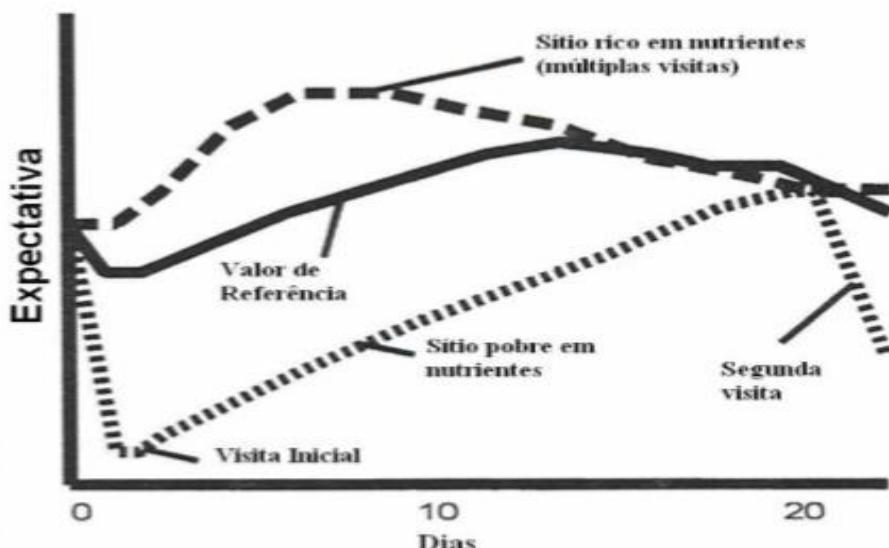


Figura 3 Modelo empírico da utilização da memória em escalas superiores de processo de pastoreio
Fonte: (Bailey *et al.*, 1996 citado por Carvalho *et al.*, 2005)

c) Episódio de ingestão (*Bout*): Uma refeição é composta por várias localizações espaciais do animal enquanto pasta, visitando várias comunidades vegetais. Um *patch* é um agregado de *feeding stations* (FS) (ver a definição abaixo pp.9) separado de outros *patches* por uma paragem na sequência de pastoreio que ocorre quando o animal se orienta para outro local (Bailey *et al.*, 1996 citado por Carvalho *et al.*, 2006).

Os *patches* podem variar amplamente na forma e no tamanho (desde uma única até várias FS). Podem ainda variar em termos de composição florística e estrutura das plantas. O que diferencia os *patches* não é o número de FS, mas estarem separados por caminhadas mais longas, superiores a 5 minutos (Roguet *et al.*, 1998a), enquanto as FS estão separadas por intervalos inferiores a esse tempo.

Os modelos iniciais de otimização da escolha de um *patch* pressupõem que o animal tem um conhecimento completo da localização e do valor de cada *patch* e pressupõe ainda que a localização e o valor do *patch* permanecem constantes ao longo do tempo, ou seja, que a disponibilidade de recursos do *patch* não diminui durante o tempo que o animal aí permanece. No entanto, em condições naturais a vegetação muda a sua qualidade com o tempo e o consumo de alimento pelos animais no *patch* altera a sua quantidade progressivamente (Roguet *et al.*, 1998a). Contudo, a primeira suposição é parcialmente refutada pelos limites das capacidades de discriminação e memória dos herbívoros que é definida por uma memória de curta duração (20 a 21 dias), tal como mencionado por Bailey *et al.*, 1996 citado por Carvalho *et al.*, 2005. As outras assunções, dificilmente são verdadeiras

A escolha do *patch* pode ser influenciada por fatores ligados às características da vegetação, distância à água, clima ou abrigo, fatores sociais ou predação. Considerando as características da vegetação, duas situações podem ser distinguidas: i) aquelas em que o animal pode expressar a sua preferência, ou seja, pode pastar o alimento preferido sem ter que explorar ii) aqueles em que as escolhas são afetadas por um custo para a exploração (Prache *et al.*, 1998b). Por sua vez, a intensidade de pastoreio em cada *patch* (tempo de pastoreio e ingestão) é positivamente relacionada com a riqueza de cada *patch* (Roguet *et al.*, 1998a).

Os animais geralmente preferem *patches* onde podem comer rapidamente (Distel *et al.*, 1995) e concentram o pastoreio em *patches* que oferecem maior potencial de consumo de energia. Este comportamento seletivo, permite que o animal aumente a sua taxa de ingestão alimentar (Prache *et al.*, 1998b), ao afetar diretamente o volume e massa da dentada (Carvalho *et al.*, 2013).

A depleção da pastagem no *patch* e a percepção ou expectativa de oportunidades de ingestão em outros *patches*, motivarão o animal a mudar de *patch*. O animal tem de fazer uma escolha entre continuar a pastar um *patch* onde está experimentando recompensas marginais decrescentes ou passar para outro *patch*, mesmo que isso implique um custo de tempo e energia (Prache *et al.*, 1998b).

Por isso, a seleção de dentadas dentro de um *patch* irá continuar enquanto a taxa de ingestão instantânea (IIR) permanece acima de um determinado limiar (Charnov, 1976). Quando a IIR cai, abaixo deste limiar, o animal seleciona outro *patch* e uma nova zona de pastoreio, com outras comunidades vegetais (Prache *et al.*, 1998b). À escala do *patch*, o parâmetro central para o estudo do consumo e do comportamento da ingestão é a taxa de ingestão de matéria seca (Gordon; Benvenutti 2006 citado por Carvalho *et al.*, 2013).

d) Local de ingestão (*Feeding Station*): Uma *feeding station* (Figura 4) é um semicírculo virtual em redor da boca quando o animal está a pastar, com a cabeça em baixo, que limita a pastagem que está ao alcance do animal sem que este tenha de mover as patas dianteiras (Ruyle & Dwyer, 1985 citado por Carvalho *et al.*, 2006). Outra definição é a área onde se observa uma agregação

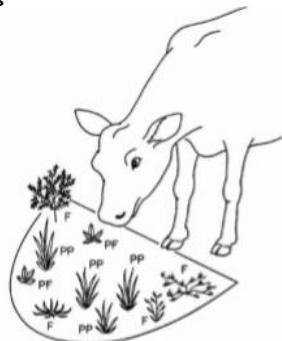


Figura 4 Figura representativa de um animal a explorar uma *feeding station*

espacial de dentadas que se caracteriza por uma IIR constante (Ilius & Gordon, 1999 citado por Carvalho *et al.*, 2006).

Ao explorar uma FS, o animal depara-se com um conjunto de decisões que tem que tomar (e.g. quais plantas e que partes das plantas comer). O processo torna-se mais complexo com a elevada heterogeneidade da pastagem. A diversidade botânica permite que os animais aumentem o volume de alimento por dentada, o que possibilita caminharem maiores distâncias entre FS, identificarem melhores FS e permanecerem por mais tempo em cada uma (Carvalho *et al.*, 2013).

De acordo com o consumo e as preferências dos animais, Stuth (1991) define as plantas em três classes: (i) Proporcionais - plantas de frequência elevada, que se encontram em maior quantidade e com uma maior distribuição espacial mas que são de qualidade intermediária. Os animais comem estas plantas na proporção em que as encontram, ou seja a seleção é feita com base na quantidade em vez da qualidade (Carvalho *et al.*, 2013) ; (ii) Preferidas - plantas favoritas, com elevada concentração de nutrientes e não muito frequentes, uma vez que sofrem uma intensidade de pastoreio superior às outras plantas; (iii) Forçadas - plantas normalmente não selecionadas mas que se vêm forçados a consumir em casos de escassez de alimento.

O tempo de permanência numa FS está relacionada com a sua abundância em alimento bem como com a sua qualidade. Quando a velocidade de ingestão numa FS se torna muito baixa, é selecionada uma nova FS e quando as FS preferidas se tornam escassas, um novo *patch* é selecionado. A Figura 5 representa o efeito da sazonalidade na qualidade da pastagem e no comportamento de pastoreio nas FS.

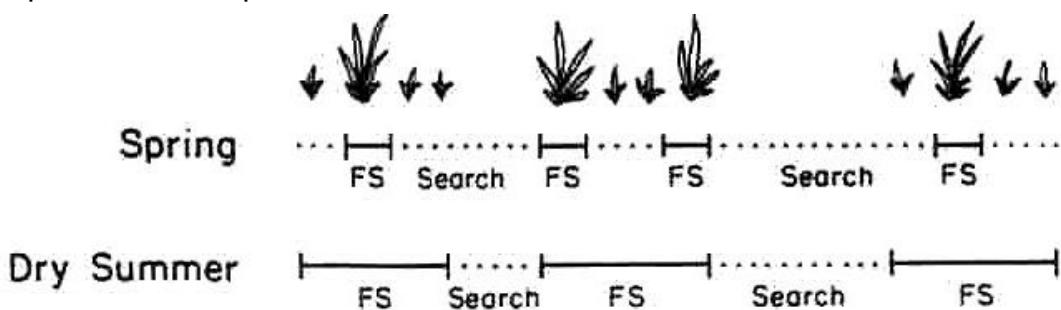


Figura 5 Efeitos da sazonalidade na qualidade das comunidades de plantas no comportamento de pastoreio nas FS

A permanência numa determinada FS continuará elevada até que a relação custo-benefício em explorá-la passe a ser menos interessante (Carvalho *et al.*, 2013). Quanto maior for a permanência numa FS menor será o número de FS/min de pastoreio. A quantidade de passos que são dados entre FS refletem o volume de massa da dentada colhida anteriormente. O número de passos entre FS tende a aumentar com a abundância da pastagem (Carvalho *et al.*, 2006).

e) Dentada (*Bite*): A dentada (*bite*) é a ação ou o ato de preensão da forragem com os dentes e representa a menor escala do processo de pastoreio. As dentadas, que resultam do movimento das mandíbulas, são por vezes acompanhadas por um movimento da cabeça, rápido e na vertical. Os animais ainda apresentam um outro tipo de dentadas, que possibilitam a mastigação, denominadas em inglês *chews* ou *mastication* (Figura 6). Resultam igualmente dos movimentos mandibulares e a partir do seu registo acústico (Laca, & WallisDeVries, 2000); sensores de pressão (Nydegger, et al 2010); acelerómetros (Rombach *et al.* 2018) podem ser diferenciadas das *bites* pela frequência e intensidade, mas frequentemente ocorrem em simultâneo.

Quando o animal inicia uma série de dentadas numa determinada FS, estas continuam até que a velocidade de ingestão baixe a partir de um determinado nível. A velocidade de ingestão é condicionada pelo intervalo de tempo entre duas dentadas consecutivas, que dependem da duração da mastigação entre dentadas.

À medida que os animais dão mais dentadas e dentadas maiores, há um aumento no tempo de permanência em cada FS (Carvalho *et al.*, 2006). A massa da dentada é a variável mais relevante nesta escala, sendo a profundidade da dentada o parâmetro mais determinante (Carvalho *et al.*, 2013). A profundidade da dentada está relacionada com a altura da pastagem. Quanto maior for a dentada em comprimento, em relação à pastagem, maior será a massa da dentada.

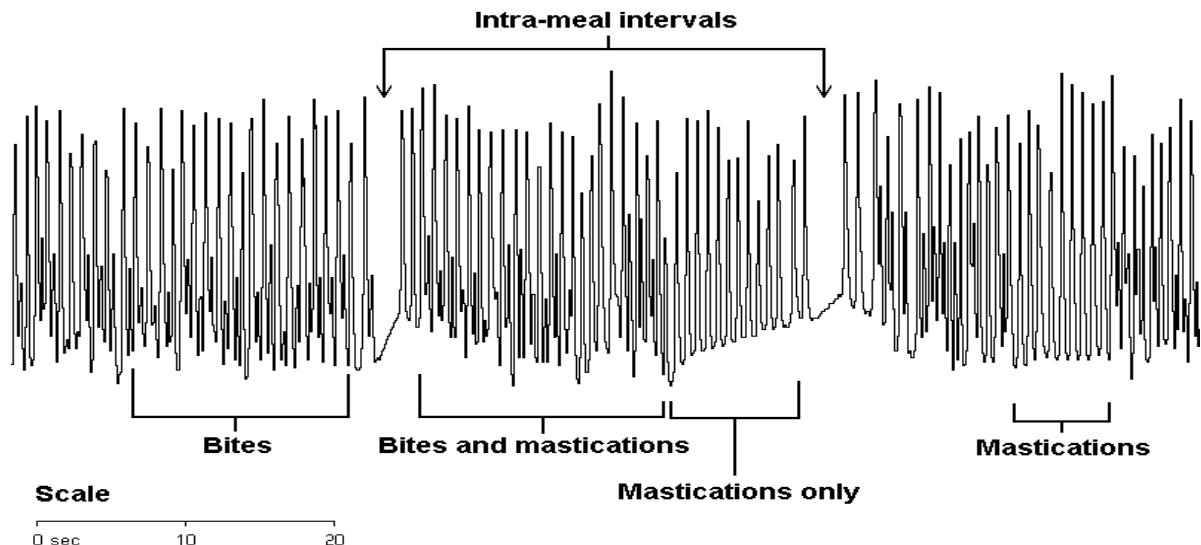


Figura 6 Sinal do transdutor da mandíbula produzido por uma vaca leiteira durante o pastoreio, mostrando uma diferença do padrão de onda produzido por morder e mastigar

2.3 Comportamento de pastoreio

O comportamento do pastoreio, ou seja, a seleção do local, da planta, da parte da planta, a sua preensão, remoção e frequência com que é feita, é um processo complexo e sujeito a variações que são determinadas por decisões sucessivas em relação ao espaço e ao tempo, como vimos anteriormente. Por exemplo, pastagens bio diversas são bastante heterogêneas em relação à biomassa, à altura e à sua composição química, o que leva a mudanças espaciais e temporais tanto na pastagem, como no comportamento de pastoreio (Chapman *et al.*, 2007; Gregorini *et al.*, 2017). O conhecimento do comportamento de pastoreio e a seleção da dieta determinam tanto a ingestão de nutrientes pelos animais, como o seu impacto sobre a vegetação. Este tipo de informação permite-nos delinear da melhor forma a gestão do efetivo, de modo a minimizar os impactos negativos na pastagem e tirar o maior partido da performance dos animais. Os animais exploram os recursos heterogêneos promovendo o pastoreio seletivo (Prache *et al.*, 1998a). A oportunidade de fazerem escolhas, depende da relação entre quantidade de alimento oferecido numa base diária, ao método pelo qual os animais são confinados a uma parcela e como são movidos de uma folha para outra (Chapman *et al.*, 2007).

Algumas das características que afetam o comportamento de pastoreio são função do animal (experiência, cognição, características individuais, como a idade e o estado fisiológico e a organização social) mas também são função das características ambientais, tais como restrições climáticas, topográficas (distância à água, abrigo) e predatórias. Outros fatores que influenciam o comportamento de pastoreio são de natureza trófica (quantidade e qualidade da forragem, espécies de plantas e distribuição) (Prache *et al.*, 1998b; Roguet *et al.*, 1998a). De todos eles, as preferências alimentares e as interações sociais são fatores determinantes na escolha da dieta (Roguet *et al.*, 1998b). Por exemplo, os animais comem uma espécie de planta mais rapidamente, ou porque a preferem (estímulo sensorial), ou porque querem otimizar o tempo de pastoreio (Prache *et al.*, 1998a).

Os conflitos entre as motivações sociais e alimentares, dependem também do conhecimento do ambiente por parte do animal. Sendo animais gregários, as suas motivações sociais mantêm-se fortes durante o pastoreio (Dumont & Boissy, 2000), e as ovelhas pastam mais tempo quando estão em grupos (Prache *et al.*, 1998a). O pastoreio dentro de um grupo pode apresentar vantagens, tais como, tirar proveito de experiências de outrem ou minimizar os riscos de predação. No entanto, o grau de sincronismo nas atividades dos animais está dependente da oferta de alimento (Carvalho *et al.*, 2013).

Dentro dos fatores inerentes ao animal, destacam-se o tamanho corporal e as capacidades relacionadas com o tamanho corporal (digestão, seleção e deslocação) (O'Reagain, 1993); as preferências alimentares (Dumont, 1997; Newman *et al.*, 1994); a saciedade relacionada com o estado fisiológico (Edwards *et al.*, 1994; Newman *et al.*, 1994), a largura da arcada dos incisivos e a força que o animal exerce ao morder (Prache *et al.*, 1998b), bem como, várias habilidades cognitivas tal como a percepção, a discriminação, a aprendizagem e a capacidade de memória (Prache *et al.*, 1998b; Roguet *et al.*, 1998a).

A seleção de dieta refere-se ao facto de os animais selecionarem dietas diferentes do que está à disposição ou seja, é definido por restrições ambientais e, portanto, origina um tipo de dieta que é influenciada por fatores ambientais e de maneio.

Já o termo preferência, refere-se à seleção que o animal concretiza quando as restrições de localizar e ingerir o alimento são mínimas (Parsons *et al.*, (1994) citado por Chapman *et al.*, (2007). Os bovinos têm uma maior capacidade de expressar as suas preferências em consequência da sua maior aptidão para aumentar a distância entre indivíduos (Bertrand *et al.*, 2002), o que já não acontece em ovinos que têm um instinto gregário muito forte. No entanto, os animais mostram uma capacidade considerável para alterar o comportamento de pastoreio quando pretendem alcançar determinados resultados de ingestão diária (Chapman *et al.*, 2007). Fazem-no aumentando o tempo de procura por alimento em resposta à estrutura da pastagem, caminhando mais rapidamente entre FS (Mezzalira, 2009; Roguet *et al.*, 1998a; Shipley & Spalinger, 1995), aumentando o tempo de pastoreio diário. Para essa adaptação é importante a aprendizagem que fazem sobre a localização dos alimentos relacionada com pistas visuais e o uso da sua memória espacial (Edwards *et al.*, 1996; Lyons & Machen, 2000). Os animais conseguem elevar a ingestão de alimento mastigando dentadas com maior massa, e mastigando enquanto caminham distâncias mais longas, conseguindo assim ter mais tempo para procurar zonas de pastoreio preferidos (Carvalho *et al.*, 2006). Em última análise, o animal pode ser mais seletivo sem perder a eficiência no deslocamento, otimizando o seu tempo.

Uma das explicações que suporta as adaptações do comportamento de ingestão é o nível de saciedade, que o animal obtém ao atingir um nível de ingestão diário que permita suprir as suas necessidades de manutenção. A ingestão é vista não como um processo de otimização, mas desde que seja suficiente para superar algum requisito mínimo para o animal. (Kennedy & Gray, 1993 citado por Prache *et al.*, 1998b). Para além da explicação fisiológica, um modelo que permite prever como o animal se vai comportar na procura de alimento, conhecido como *optimal foraging theory* (OFT- teoria da estratégia ótima da procura de alimento) é baseada no custo/benefício associado ao pastoreio, o que evidencia o aumento no curto prazo dos custos associados à taxa de ingestão como meio de compensação do tempo limitado de pastoreio (Iason *et al.*, 1999). Esta teoria assume que os animais selecionam geralmente locais de alimentação que lhes permitam ter a maior taxa de ingestão. A partir

do momento em que selecionam uma FS, permanecem no mesmo local até atingir um ponto ótimo de ingestão, porém, à medida que o tempo passa, a quantidade de alimento ingerido vai diminuindo, o que requer um novo reajuste comportamental. Se a esta ideia de custo/benefício for associada um outro conceito económico, o da teoria do valor marginal (MVT) que tenta explicar o valor de um bem com referência à sua utilidade marginal, ganha-se mais informação. Esta abordagem permite prever o período de tempo que o animal explorará a FS até que esta se esgote completamente, assumindo que o animal procura maximizar a taxa de ingestão de energia. Este tempo “ótimo” está sujeito a duas restrições: a ingestão de alimento na FS em relação ao tempo de pastoreio nessa mesma FS e a distância entre FS (Roguet *et al.*, 1998a). O MVT é apenas um dos modelos que permitem prever o comportamento e o impacto do pastoreio. Outro exemplo é um modelo desenvolvido por Baumont *et al.*, (2004), que combina a arquitetura da vegetação com as decisões de pastoreio e que possibilita predizer a massa de dentadas e a potencialidade da área de pastagem em fazer face às necessidades alimentares dos animais.

Estas ferramentas permitem predizer determinados comportamentos que depois de analisados, desencadeiam uma série de procedimentos possíveis que, auxiliam no manejo e na tomada de decisões na produção animal, tendo sempre em consideração o equilíbrio entre a pastagem e o desempenho animal.

Para medir o comportamento existem várias técnicas de amostragem e de registo que podem ser conjugadas para se aplicar a um determinado objeto de estudo. A amostragem do comportamento pode ser feita com vários métodos, tal como *ad libitum*, focal (focada num animal), em *scan* (varrimento de várias atividades e vários animais) ou todas as ocorrências (focada num comportamento). A forma de registo também pode variar e ser feita de uma forma contínua ou em intervalos. Para qualquer nível de descrição, os comportamentos podem ser quantificados usando várias formas de medição: frequências, durações, taxas, latências, (tempo de resposta a determinado estímulo), intervalos de tempo ou intensidades. Muitos dos componentes do comportamento alimentar são difíceis de observar e de registar, como é o caso da microestrutura da ingestão (dentadas, episódios de ingestão, intervalos) e

alguns equipamentos que foram sendo desenvolvidos auxiliam a recolha de informação, possibilitando a obtenção de dados em maior quantidade.

2.3.1 Fatores que afetam o pastoreio

Como já foi mencionado anteriormente, são vários os fatores que podem afetar o pastoreio, quer sejam relacionados com ambiente ou com o animal. Tanto a taxa de ingestão, como o tempo de pastoreio podem variar entre os animais, de modo a regular a ingestão diária, em resposta às suas necessidades de nutrientes. Neste tópico vamos desenvolver alguns deles.

2.3.1.1 Tempo disponível

O tempo que os animais dedicam ao pastoreio é um indicador da qualidade da pastagem por estar relacionado com a taxa de ingestão e o consumo diário de forragem (Trindade, 2011).

O período de tempo em que as refeições ocorrem difere claramente entre os tipos de animais e a duração das refeições está relacionada com a extensão do intervalo que a precedeu (Mayes & Dukan, 1986). Em climas temperados, os ruminantes têm 3 a 4 refeições principais por dia. Em pastoreio extensivo o total de horas gastas a pastar raramente é inferior a 6 ou superior a 12h e com um pico de atividade no final da tarde (Carvalho *et al.*, 2006). Este tempo total depende do tempo alocado a outras atividades, como ruminação, descanso, interações sociais, alerta de predadores, procura de parceiros sexuais, entre outros (Alvarez-Rodríguez *et al.*, 2016; Roguet *et al.*, 1998a).

O tempo de pastoreio diário total é o fator limitante à ingestão diária e à seleção da dieta (Iason *et al.*, 1999). Quando o tempo de pastoreio diário é elevado, pode estar associado a elevados deslocamentos, o que pode gerar maiores gastos energéticos (Trindade, 2011). Quando os requisitos alimentares aumentam, ou quando a disponibilidade de alimento diminui, os herbívoros, especialmente os de maior porte, revelam a capacidade de aumentar o seu tempo de pastoreio diário por forma a fazer face a esses constrangimentos (Iason *et al.*, 1999).

Os animais têm capacidade de ajustar o tempo de pastoreio, como foi evidenciado em ensaios com ovelhas em que o pastoreio foi restrinido. Nessas circunstâncias os animais aumentam a duração dos episódios de ingestão (*bouts*) e maximizam a taxa de ingestão de curto-prazo, à custa do aumento da dimensão das dentadas (Iason *et al.*, 1999), ou do número de dentadas (Alvarez-Rodríguez *et al.*, 2016).

O tempo para ingerir os nutrientes que irão suprir as suas necessidades pode ser uma grande restrição, e a sua organização temporal envolvem turnos de pastoreio que podem apresentar várias refeições (Mayes & Dukan, 1986).

Em pastoreio contínuo, sem restrições temporais, o tempo de pastoreio por hora tende a ser superior durante a noite, bem como a taxa de dentadas. Alvarez-rodríguez *et al.*, (2016) concluíram, que as ovelhas têm a capacidade de regular a ingestão voluntária no curto prazo através do aumento da taxa de dentadas sem causar consequências negativas significativas na performance.

A taxa de ingestão está sujeita a duas restrições: i) o tempo necessário para apreender e cortar uma porção de alimento; ii) o tempo necessário para mastigar o material colhido, que são limitados pela massa da dentada, que varia com as espécies de plantas e a maturidade das mesmas (Newman *et al.*, 1994; Prache *et al.*, 1998b). Através desses parâmetros a taxa de ingestão está relacionada como o tipo de alimento. Por exemplo, quando o alimento disponível é de baixa qualidade e de altura baixa, as dimensões da dentada são restrinidas e o animal compensa através do aumento do tempo de pastoreio diário e do aumento da taxa de dentadas (Spalinger & Hobbs 1992; Iason *et al.*, 1999). Devido ao tempo de cada dentada e mastigação, o animal não consegue compensar completamente a baixa massa com vista a aumentar a taxa de dentadas (Spalinger & Hobbs 1992), para além de que, quando o tempo é restrito, também dispõem de menos tempo para selecionar alimento de maior qualidade de forma a contrariar a quantidade reduzida (Iason *et al.*, 1999).

2.3.1.2 Fotoperíodo

O fotoperíodo tem sido referido como um fator que controla a atividade de pastoreio, criando padrões circadianos que oscilam ao longo do ciclo sazonal, afetando o consumo de forragem (Rhind *et al.*, 2002 citado por Gregorini *et al.*, 2017). A luz fornece uma pista ambiental que orienta o comportamento, sendo os ruminantes animais crepusculares, ocorrendo as maiores refeições ao amanhecer e ao crepúsculo, ou seja, os picos de pastoreio ocorrem com intervalos de 8 h (Champion *et al.*, 1994). Refeições mais curtas ocorrem entre estas refeições principais e podem ocorrer à noite. Estes eventos representam uma pequena percentagem do tempo de pastoreio diário e contribuem minimamente para a ingestão diária de forragem (O'Connell *et al.*, 1989; Krysl e Hess, 1993 citados em Gregorini *et al.*, 2017). A repetibilidade dos padrões diários pode ser alterada devido à chuva (Champion *et al.*, 1994).

O evento de pastoreio mais longo e intenso no crepúsculo também pode servir para manter uma liberação constante de nutrientes, mantendo um estado térmico e nutritivo mais confortável durante a noite. Sob o efeito da saciedade, que representa o fim de uma refeição até à ocorrência da seguinte, o animal rumina (Mangen, 1986 citado por Gregorini *et al.*, 2017).

As concentrações de matéria seca e de carbo-hidratos solúveis da pastagem aumentam ao longo do dia (Orr *et al.*, 2001b, Griggs *et al.*, 2005 citado por Gregorini *et al.*, 2017), principalmente nas camadas superiores do pasto (Delegarde *et al.*, 2000 citado por Gregorini *et al.*, 2017). O aumento das concentrações de carbo-hidratos não-estruturais favorece uma maior digestibilidade e uma melhor palatabilidade (Provenza *et al.*, 1998 citado por Gregorini *et al.*, 2017). Assim, as mudanças diárias na qualidade da forragem podem estimular a preferência por um pastoreio intenso prolongado ao entardecer, pois os animais podem preferir alimentos mais digeríveis ou mais ricos em macronutrientes (Provenza, 1996 citado por Gregorini *et al.*, 2017).

Um fator que também parece afetar o ritmo de alimentação dos animais é a temperatura ambiente. As ovelhas parecem não ter grande apetite nas horas de maior calor, em vez disso, preferem procurar abrigo para escapar à radiação

solar (Forbes, 2007) o que pode responder à preferência pelo período crepuscular e noturno para o pastoreio.

2.3.1.3 Distância entre zonas de pastoreio

A distância entre dois locais atrativos influencia a resposta comportamental dos animais. Os resultados obtidos em Dumont & Boissy, (2000) sugerem que uma ovelha ou um grupo de ovelhas só se moverá para um local de ingestão preferido se este ficar localizado próximo do seu grupo social. As ovelhas muitas vezes preferem ingerir uma forragem de má qualidade que esteja mais próximo, do que gastar energia a percorrer grandes distâncias até um novo local com uma forragem mais palatável.

Otimizar o movimento, implica reduzir a distância entre os *patchs* selecionados. É bastante improvável que o animal encontre a solução ótima. A solução “sub ótima” mais eficiente, consiste em caminhar até o *patch* preferido mais próximo (Roguet *et al.*, 1998a). Quando os locais estão mais distantes, alguns modelos pressupõem que o animal usa a sua memória, para se mover diretamente para os *patchs* preferidos. O animal também pode ainda escolher mover-se aleatoriamente até encontrar um local interessante (Roguet *et al.*, 1998a).

Em pastagens heterogêneas, a escolha do *patch* pode aumentar consideravelmente a distância percorrida, para satisfazer as suas necessidades nutricionais (Stuth, 1991), aumentando desta forma, o tempo alocado à atividade de pastoreio e à exploração total.

As respostas às restrições dietéticas do seu ambiente estão de acordo com as previsões qualitativas dos modelos de maximização da taxa de ingestão. Por exemplo, o tempo de pastoreio por local, aumenta com o valor biológico do local e/ou a distância entre os locais (Roguet *et al.*, 1998a). Quanto maior for a quantidade em aminoácidos e azoto num local, maior será o tempo de permanência.

2.4 Comportamento da ingestão

O comportamento da ingestão na pastagem é afetado pelo equilíbrio entre oferta e procura, a composição de pastagem e o método de pastoreio. Os animais do mesmo grupo fazem uso da vegetação de forma semelhante ano após ano, mas com diferenças nos padrões sazonais, de acordo com a disponibilidade da vegetação e as variações climáticas que interferem no consumo total (Dumont & Boissy, 2000).

Gibb & Orr (1997), demonstraram que a taxa de ingestão está sob controlo voluntário, uma vez que, as ovelhas geralmente, consomem erva a uma taxa mais baixa do que são capazes. Por exemplo, o trevo exige menos mastigações por unidade de alimento ingerido, quando comparadas com as monoculturas de azevém. Em pastagens à base de trevo, as ovelhas necessitaram menos mastigações por dentada relativamente às gramíneas, o que, juntamente com as massas de dentada levemente maiores encontradas para o trevo, resulta em taxas de ingestão mais altas além de necessitarem de tempos de ruminação mais curtos por unidade de trevo ingerido. A estrutura da pastagem está fortemente relacionada com a massa da dentada e tem mais importância do que o formato ou ângulo das dentadas (Combes *et al.*, 2011).

A ingestão voluntária também pode ser influenciada por condicionantes de custo/benefício, como o nível de parasitismo versus o valor nutritivo da pastagem (Hutchings *et al.*, 1999), ou ainda quando os recursos estão muito dispersos, a taxa de dentadas podem ser limitada pelo tempo necessário para se deslocar entre os locais (Spalinger & Hobbs., 1992).

Para além da quantidade ingerida, os animais selecionam a sua dieta expressando as preferências entre os recursos (espécies de plantas, partes de plantas com diferentes teores de fibra), e fazem trocas entre a quantidade e a qualidade dos alimentos que ingerem (Roguet *et al.*, 1998a). Este comportamento de seletividade manifesta-se, por exemplo, quando os animais selecionam um *patch*. Em pastagens heterogéneas quer em altura quer em densidade, os ovinos usualmente preferem o alimento que permite ingerirem mais rapidamente, que permite a maior taxa de ingestão, mesmo que a sua

qualidade seja pobre. A taxa de ingestão depende da disponibilidade de recursos do *patch*, mas também da facilidade de preensão que é determinada pela forma da arcada de incisivos (Roguet *et al.*, 1998a), que varia de acordo com a espécie animal e com a sua dentição, que se vai alterando com o tempo e pela mobilidade dos lábios (Carvalho *et al.*, 2013).

As experiências dietéticas, particularmente no início da vida, modulam o comportamento de pastoreio e a seleção da dieta, o que pode influenciar a variabilidade interindividual nas decisões de pastoreio (Provenza, 1995). Animais que são menos seletivos, apresentam uma maior taxa de ingestão em detrimento da qualidade da dieta, enquanto os animais que são mais seletivos favorecem a qualidade da dieta, mas penalizam a taxa de ingestão (Prache *et al.*, 1998b).

De entre os fatores externos, os riscos de predadores mesmo em espécies domésticas, limitam a maximização da taxa de ingestão através do custo de vigilância de tempo/energia, o que pode causar uma perda de precisão ao discriminar entre diferentes locais, uma vez que a habilidade de um animal para lidar simultaneamente com várias informações é limitada (Dukas & Ellner, 1993).

2.4.1 Influência das características do alimento na ingestão

A estrutura da pastagem tem sido usualmente definida como a disposição espacial da biomassa, ou seja, a distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade. A maneira como a comunidade de plantas se manifesta em relação ao seu crescimento e distribuição espacial, é regulada pela disponibilidade de fatores de crescimento no ambiente e pela forma como são manuseadas (Lemaire & Chapman, 1996 citado por Trindade, 2011). De forma geral, é descrita por variáveis que expressam a quantidade de forragem existente de forma bidimensional (e.g. kg MS/ha) e a dimensão vertical e horizontal da distribuição da MS no perfil da pastagem evidenciam a importância de variáveis como a massa de forragem disponível, altura, densidade de MS, etc., as quais têm sido motivo de vários estudos sobre a influência das características da pastagem sobre a ingestão de forragem (Carvalho *et al.*, 2001).

Assume-se que os animais têm a capacidade de escolher uma dieta dentro de certas limitações, tais como, o tempo total diário de pastoreio, a capacidade digestiva e a taxa de consumo (Belovsky1986; Owen-Smith 1993 citados por Iason *et al.*, 1999). Se o tempo disponível para o pastoreio for limitado, então seria de esperar que o animal ingerisse maiores porções e a uma maior velocidade, através do aumento da taxa de dentadas ou da massa de modo a manter a sua ingestão total diária. Devido a esta estratégia seria de esperar uma diminuição na qualidade da dieta selecionada (Iason *et al.*, 1999). Todavia, o consumo diário está associado em grande parte à abundância de alimento, à estrutura da pastagem, bem como da sua qualidade (Trindade, 2011).

A taxa de ingestão a curto prazo, é dependente da massa de cada dentada que é controlada pela forma como as características físicas das plantas interagem com a morfologia da boca (Spalinger & Hobbs, 1992; Gregorini *et al.*, 2017), ou seja, é afetada pela composição florística. Mesmo para comunidades de pastagem relativamente simples, como uma mistura de azevém perene (*Lolium perenne L.*) com trevo branco (*Trifolium repens L.*) as interações entre a oferta e procura, a composição de pastagem e o método de pastoreio não são completamente compreendidas.

Quando se oferece uma escolha livre entre estas espécies, as ovelhas não lactantes exibem uma preferência parcial pelo trevo em relação ao azevém, cerca de 70% e 30% respetivamente (Chapman *et al.*, 2007), contudo, depende do estado de maturidade entre espécies vegetais. Uma gramínea num estado fenológico avançado apresenta baixo valor nutritivo com elevados teores em fibra e com baixos níveis de energia e proteína. Por outro lado, a mesma espécie num estado fenológico inicial oferece valor nutritivo elevado com maiores níveis de energia e proteína. O trevo tem alta digestibilidade de MS e concentrações elevadas de proteína degradável no rúmen (Beever *et al.*, 1985, 1986, Williams *et al.*, 2005 citados em Chapman *et al.*, 2007) e a sua degradação ruminal rápida, pode levar a concentrações elevadas de amoníaco no líquido ruminal, que podem originar níveis elevados de amoníaco sanguíneo (Parker *et al.*, 1995 citado por Chapman *et al.*, 2007) que representa uma potencial ameaça de toxicidade para o animal (Symonds *et al.*, 1981).

Para além da composição florística, a altura da pastagem afeta a ingestão. Em pastagem natural, os padrões de ingestão, deslocamento e seleção dos ovinos são alterados com a altura da pastagem e verifica-se que a taxa de ingestão é maximizada quando a pastagem apresenta 9,5 e 11,4cm de altura (Gonçalves *et al.*, 2009 a,b,c citado por Trindade, 2011).

Em alturas superiores a 11,4 cm, a profundidade da dentada não é capaz de compensar a baixa densidade de forragem e a dispersão das folhas, forçando os animais a apreenderem menos folhas por dentada sendo a massa da dentada reduzida. Dessa forma aumenta a taxa de movimentos de mastigação e o tempo por dentada, reduzindo a taxa de ingestão de MS. Mesmo que a massa da dentada aumente, o resultado não se altera, porque o animal tende a procurar o seu alimento preferido e quando este se encontra em tão baixa concentração, o custo é superior ao benefício (Carvalho *et al.*, 2013).

Quando a altura da pastagem atinge os 40cm, a velocidade de ingestão decresce, pois começa a ser limitada pelo forte incremento do intervalo de tempo entre duas dentadas sucessivas e pela estabilização do incremento na massa da dentada (Carvalho *et al.*, 2006). Por outro lado a massa da dentada aumenta, o que se traduz numa enorme influência na taxa de dentadas e, como consequência, a taxa de ingestão (Gibb & Orr, 1997). A altura do pasto e a densidade aparente são as principais determinantes da massa da dentada e IIR (Burlison *et al.*, 1991). Nas ovelhas, quando a massa da dentada aumenta, o número de dentadas diminui à medida que a mastigação aumenta (Gibb & Orr, 1997).

Para além de influenciar a massa da dentada, o aumento da altura afeta os períodos de pastoreio o que diminui a ingestão da matéria seca, apesar de não afetar a digestibilidade (Iason *et al.*, 1999). Apesar das pastagens altas permitirem uma maior taxa de ingestão (Dumont & Boissy, 2000), pastagens muito altas ou muito baixas podem comprometer a taxa de consumo de nutrientes (Trindade, 2011). O tempo de pastoreio diminui linearmente com o incremento da altura da pastagem, o que está relacionado com a profundidade da dentada (Boval *et al.*, 2007 citado por Trindade, 2011) e com o incremento dos custos de procura (Carvalho *et al.*, 2006) o que leva a um maior gasto de energia e consequentemente a um menor ganho médio diário.

2.5 Utilização de vídeo como método de observação

A utilização de imagens como ferramenta para a observação do comportamento animal, remonta ao final do século XIX, quando Eadweard Muybridge, utilizou os primeiros registo fotográficos contínuos em movimento no estudo da locomoção em animais e humanos (Erickson, 2011).

Desde essa altura, a importância da utilização de câmaras tem vindo a aumentar, sobretudo em animais selvagens (Moll *et al.*, 2007), porque permitem monitorizar o comportamento de modo a perceber os movimentos e as características do ambiente circundante e, portanto, fornecer informações essenciais para a compreensão das decisões dos animais e interações com outros indivíduos.

A partir de 1987 surgiram progressos tecnológicos que nos permitiram realizar uma gravação contínua do comportamento na perspetiva do animal (*point of view*). Como não são câmaras fixas, fornecem informação que contribui para esclarecer componentes comportamentais de mais difícil observação como as de índole alimentar, reprodutiva ou relacionada com as interações entre espécies, importantes para o estudo integrado dos ecossistemas. Este tipo de equipamento pode estar associado a outros sensores sendo conhecidos por AVEDs - *Animal-borne video and environmental collection systems* (Moll *et al.*, 2007). Algumas das primeiras câmaras foram protótipos, como a *crittercam* usada na observação de animais marinhos no seu habitat natural (Marshall, 1998). A utilização deste tipo de câmaras requer alguns requisitos que passam pelo desenvolvimento de técnicas que permitam associar o equipamento às diferentes espécies animais, uma fonte de energia, um dispositivo de armazenamento e por fim, um método de recuperar e ler a informação armazenada.

A Figura 7 mostra a cronologia das câmaras *point of view*. Um dos principais avanços ocorreu em 1997, surgiu a primeira câmara de vídeo digital, que foi sofrendo alterações na capacidade de recolha e armazenamento de dados, sendo cada vez mais de tamanho reduzido e de maior resolução.

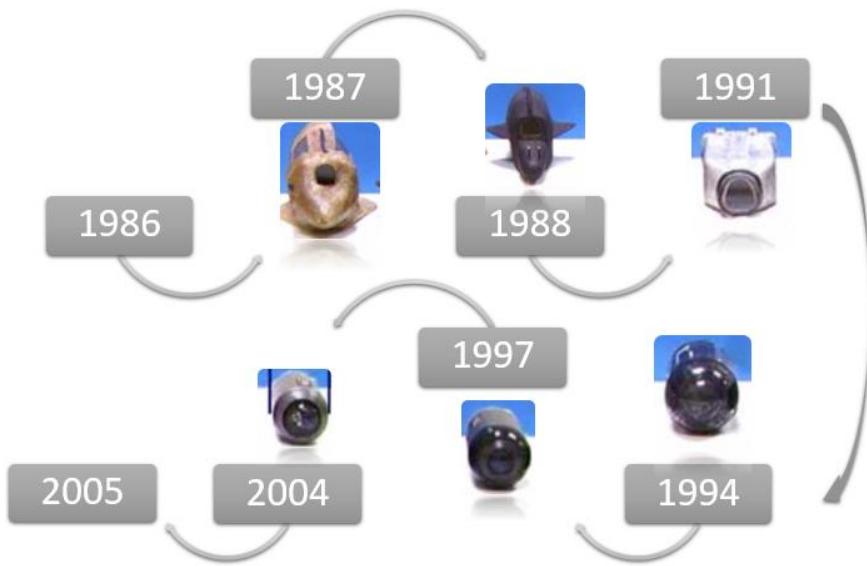


Figura 7 Cronologia dos maiores avanços evolutivos da “crittercam”

Fonte: (National Geographic, 2017)

A utilização de câmaras de vídeo em animais tem vindo a ganhar expressão e tem sido usada com várias finalidades. Desde estudos sobre os estímulos visuais e auditivos em caranguejos-ferradura-do-atlântico (Figura 8) (Passaglia *et al.*, 1997) até ao estudo do efeito do stress em aves (Sevignani *et al.*, 2005). Em ruminantes destacam-se o estudo do comportamento de ingestão em gazelas no habitat natural (Beringer *et al.*, 2004).



Figura 8 Caranguejo-ferradura-do-atlântico, *Limulus polyphemus*, com uma câmera de vídeo, *CrabCam*

Fonte: (Passaglia *et al.*, 1997)

Em 2002 surgiu a primeira GoPro, criada pela Woodman Labs, Inc., com a finalidade de ser usada em desporto, mais concretamente no surf, para captar com melhor qualidade imagens de movimento rápido, que passou a ser transversal a outras atividades físicas. Atualmente, a GoPro já conta com 6

versões e devido à sua elevada versatilidade e acessibilidade no mercado, tem sido utilizada nas mais diversas áreas, desde da área cirúrgica (Graves *et al.*, 2015), telecomunicação (Madden, 2011), estudos sociais e comportamentais humanos (Kindt, 2010) até ao comportamento animal, como é o caso da presente dissertação.

Relativamente ao comportamento animal, foram vários os estudos que utilizaram GoPro, mas nem todos as usaram como *point of view*. Temos como exemplos, estudos direcionadas para o comportamento alimentar do pepino do mar em cativeiro (Santos, 2016), em tartarugas no seu habitat natural (Thomson & Heithaus, 2014), em peixes de recife no seu habitat natural (Mattos, 2016), em locomoção de insetos (Edwards, 2011), no descarregamento de suínos com “umbilical outpouchings” (UOs) no matadouro até ao atordoamento a fim de identificar os comportamento e consequências clínicas desta condição (Schild *et al.*, 2015) e na avaliação comportamental da habituação de caprinos em produção extensiva para um sistema em regime intensivo (Miller *et al.*, 2017).

Estes tipos de câmaras acabam por ser um sistema de observação mais preciso e flexível, que permite a observação do mesmo comportamento repetidamente ao longo do tempo. Encurtam o tempo do procedimento experimental, dado que não é necessário um período de adaptação por parte dos animais à presença humana, e possibilita detetar comportamentos incomuns ou que não sejam naturalmente realizados devido à presença humana.

Após ensaios preliminares, efetuados pela mesma equipa envolvida neste estudo em 2013 (resultados não publicados), verificámos que era possível identificar quando, o quê e em quanto tempo o animal ingere, informação útil para entender o comportamento alimentar, apesar de não ser possível quantificar o alimento ingerido. O material filmado fornece um registo seletivo, mostrando apenas o que acontece no campo de visão da câmara e a observação é limitada pela capacidade de armazenamento e a autonomia da bateria. No mesmo ensaio preliminar, juntamente com as GoPro, utilizaram-se receptores para sistemas de navegação por satélite (Global Navigation Satellite System (GNSS)) (Sales-Baptista *et al.*, 2016). Quando integradas com outros sistemas de monitorização as câmaras *point of view* apresentam grande potencial na interpretação da atividade animal no seu contexto natural, como por exemplo,

monitorizar o deslocamento dos animais de acordo com o seu maior ou menor interesse em determinadas zonas das pastagens (Sales-Baptista *et al.*, 2016). A utilização do GPS pode tornar-se uma ferramenta que possibilita identificar as preferências alimentares e, de uma forma eficaz, delimitar os sítios de alimentação preferidos (Serrano *et al.* 2018).

3. Materiais e métodos

3.1 Visão geral do procedimento experimental

O procedimento experimental teve início a 4 de abril de 2016 e finalizou a 1 de junho de 2016. Durante esse período, todas as semanas, foram colocadas as GoPro nas ovelhas selecionadas. Nas primeiras 4 semanas apenas às 09:00 e, a partir dessa data, três vezes ao dia (9:00h, 13:00h 18:00h). Paralelamente, foram colocados os receptores GNSS nas ovelhas para associar à área de pastoreio em que permaneceram mais tempo, para que fossem recolhidas amostras da pastagem nesses locais.

Na Figura 9 está representado de forma esquemática e simplificada, os procedimentos que foram efetuados, no que diz respeito à recolha e processamento dos dados, que serão detalhados seguidamente.

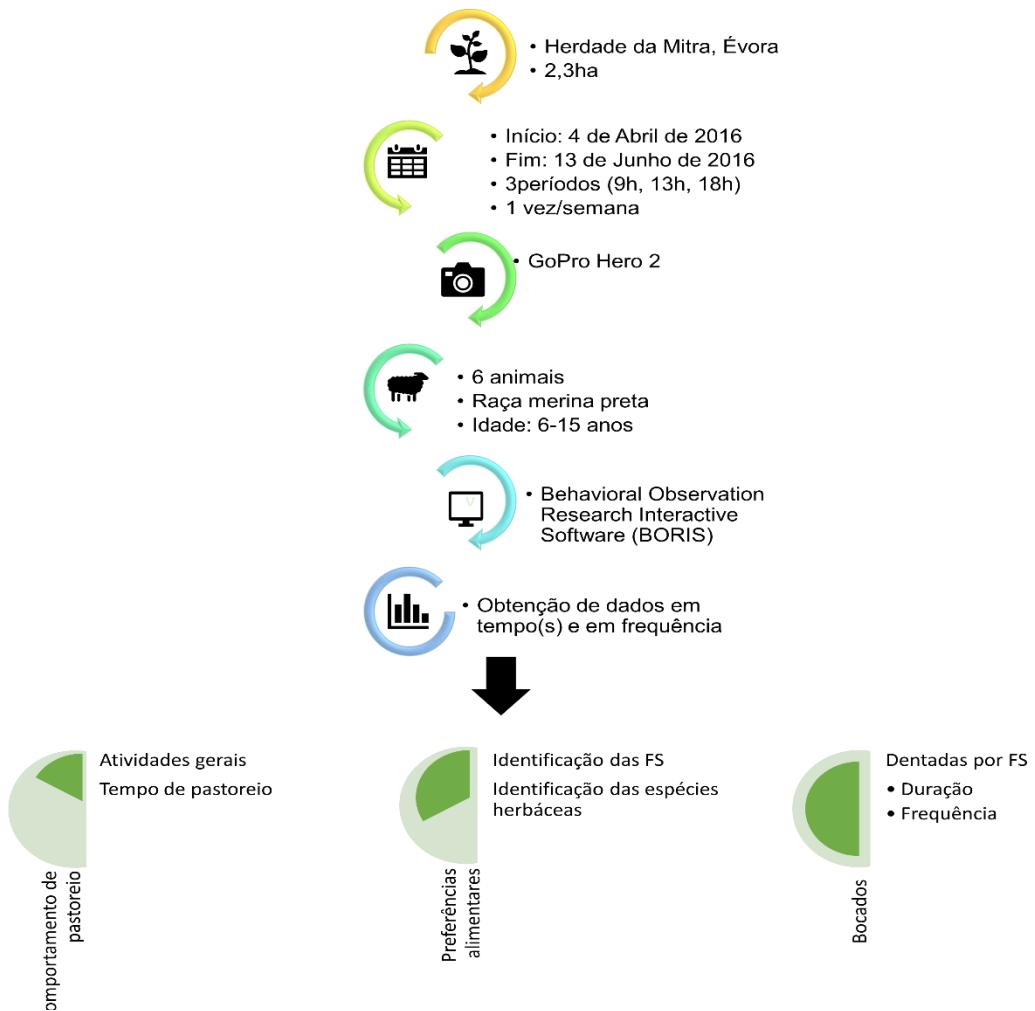


Figura 9 Organogramma do procedimento experimental

Na Tabela 1, pode verificar-se em que dias, horas e quais os animais em que foram colocadas as GoPro. Os animais foram identificados por cores diferentes de modo a facilitar a sua identificação. A encarnada, a amarela e violeta foram os animais com mais observações e pode verificar-se também que o período das 9h da manhã foi aquele com mais amostras repetidas.

Tabela 1 Informação da colocação de câmaras nos animais

Semana	Data	Hora inicio	Encarnada	Amarela	Violeta	Azul	Verde	Rosa
1	04/abr	09:00	X	X		X	x	X
2	11/abr	09:00	X	X	X		X	X
3	18/abr	09:00	X	X	X		X	X
4	26/abr	09:00	X	X	X		X	X
5	02/mai	09:00	X	X			X	
		18:00	X	X				
6	09/mai	09:00	X	X	X		X	X
7	16/mai	13:00	X	X	X	X		X
		18:00		X				
8	23/mai	09:00	X	X	X		X	
		18:00	X	X	X			
		09:00		X			X	X
9	31/mai	13:00		X	X			X
		18:00	X				X	
		09:00	X	X	X			
10	07/jun	13:00	X	X	X			
		18:00	X	X	X			
		09:00	X	X	X			
11	13/jun	13:00	X		X			
		18:00	X	X	X			
		09:00	X	X	X			
12	21/jun	13:00	X		X			
		18:00	X	X	X			

3.2 Dados meteorológicos

A Figura 10 apresenta, de acordo com o Centro de Geofísica de Évora, a variação das temperaturas máximas, mínimas e de precipitação que ocorreram nas datas da colocação das GoPro nos animais. A temperatura máxima, a partir do momento que começou a subir, foi aumentando gradualmente ao longo do tempo, exceto na semana 6 em que teve uma descida acentuada que correspondeu a uma precipitação de 2,6 mm.

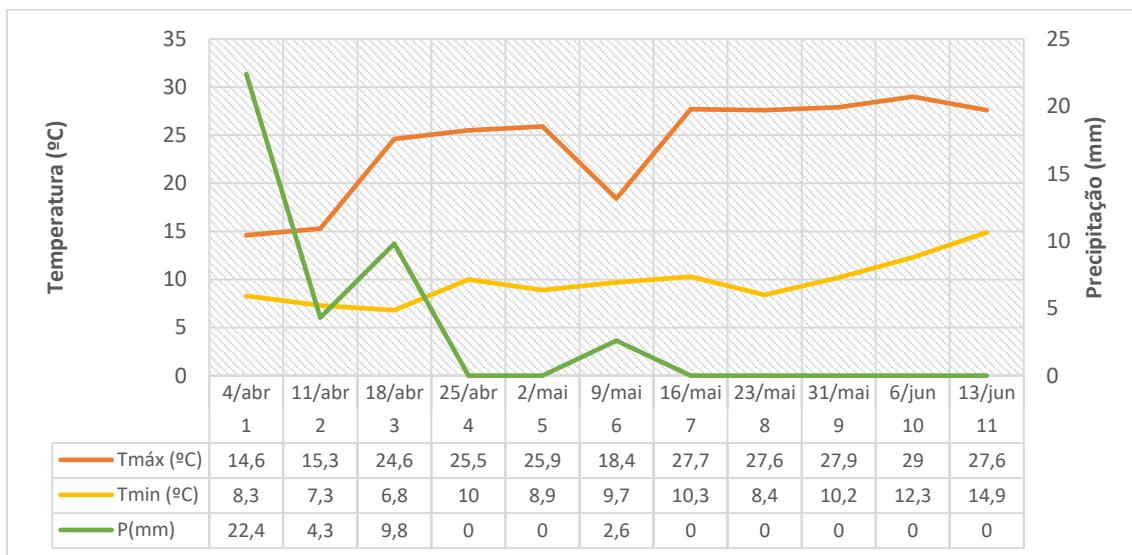


Figura 10 Gráfico termopluviométrico

Fonte: (CGE, 2017)

A temperatura máxima variou entre os 14,6°C e os 29°C, com valores médios na ordem dos $24,01 \pm 5,31$ °C, sendo que, as mínimas não ultrapassaram os 15°C. Relativamente à precipitação, esta é irregular, sendo que na primeira semana apresentou-se uma precipitação muito elevada, na ordem dos 22,4mm, que a partir da 7ª semana, foi nula até ao fim do procedimento experimental.

Tabela 2 Temperatura máxima, mínima e precipitação (média ± desvio padrão)

	Tmax (°C)	Tmin(°C)	Precipitação (mm)
Média	$24,01 \pm 5,31$	$9,74 \pm 2,30$	$3,55 \pm 6,96$
Máximo	29	14,9	22,4
Mínimo	14,6	6,8	0

3.3 Pastagem



Figura 11 Localização do procedimento experimental

A pastagem utilizada no presente estudo trata-se de uma pastagem semeada biodiversa de 2.3 ha, situada na herdade da Mitra ($38^{\circ}32'04.5''N$ $8^{\circ}00'17.0''W$), Évora. Foi semeada em 2010 com uma mistura Speedmix da Fertiprado para pastagens permanentes. Nesse mesmo ano, foi administrado adubo, o *Physalig 15*, na quantidade de 250Kg/ha e nos anos seguintes foi pastada por um efetivo de cerca de 60 ovelhas.

No dia 30 de maio (semana 9), foi feito um inventário da composição botânica existente em todo o *paddock*. Esta pastagem é caracterizada pela diversidade em espécies botânicas com uma variação quantitativa e qualitativa ao longo da pastagem e do tempo. Tendo sido semeada em 2010 com uma mistura de gramíneas e leguminosas, com o passar do tempo surgiram outras espécies que atualmente apresentam uma maior preponderância em relação às semeadas. O inventário de espécies botânicas (resultados não publicados) constatou uma elevada presença de gramíneas (*Agrostis stolonífera*, *Vulpia geniculata*), outras plantas (*Chamaemelum*, *Crepis capillaris*, *Ecium plantagineum*, *Tolpis barbata*) e trevos (*Trifolium vesiculosum*), para além de outras espécies.

A pastagem foi subdividida por uma grelha virtual que definiu 60 quadrículas de cerca de 400 m² (17 x 17m) (Figura 12).

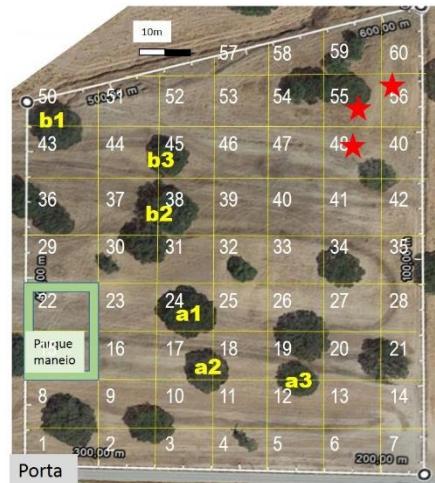


Figura 12 Folha parcelada (1-60).

3.4 Animais

Foi utilizado um grupo de 15 ovelhas de raça Merino preto, com idades compreendidas entre os 6 e os 15 anos. Destas, 6 foram selecionadas de acordo com a menor quantidade de velo entre ganachas. A excessiva quantidade de velo obstrui a lente da GoPro dificultando a visualização das espécies ingeridas. Os seis animais foram identificados com cores diferentes usando esponjas de banho, para facilitar a troca dos receptores de GNSS e câmaras. Os animais tinham um arreio onde se fixou o receptor GNSS e uma coleira onde se fixou a câmara (Figura 13).

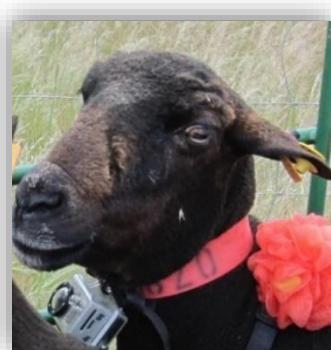


Figura 13 Animal com GoPro

As ovelhas permaneceram em pastoreio contínuo com acesso a toda a área de pastagem durante todo o período de ensaio. Os animais foram suplementados a partir do dia 12 de junho, com cerca de 460g/animal/dia, de concentrado comercial, distribuído uma só vez ou dividido em duas refeições.

3.4.1 Peso dos animais

As ovelhas foram pesadas no final do período experimental (Tabela 3). Estas pesagens foram realizadas no período em que a pastagem apresentava baixa qualidade. É de notar que o peso dos animais se manteve mais ou menos constante.

Tabela 3 Peso dos animais no período de maior carência alimentar

Indivíduo	27/06/2016	28/06/2016	12/07/2016	26/07/2016	06/08/2016	25/08/2016	06/09/2016
Azul	66,0	66,0	65,5	66,0	68,0	68,0	65,5
Amarela	73,0	72,0	70,0	69,0	69,5	69,5	68,0
Rosa	-	80,0	78,0	76,5	76,5	77,5	76,5
Violeta	64,5	64,0	57,0	61,5	62,0	59,5	62,5
Encarnada	72,5	74,0	73,0	73,0	70,0	72,0	70,0
Verde	64,5	63,5	62,0	63,0	63,0	64,0	63,0

3.5 Captação de imagens com as GoPro Hero 2

A GoPro hero 2 é uma câmara vocacionada para captar imagens de vídeo em WVGA (848x480) até 120fps; 1280x720p até 60fps; 1280x960p até 48fps; e FullHD 1920x1080 a 30fps e fotografias a 5, 8 e 11MP. Todos os modos funcionam com um ângulo de visão bem alargado de 170º, mas no modo *FullHD*

pode-se optar por ângulos mais reduzidos, de 127º e 90º. Com os acessórios adequados é possível anexa-la a qualquer superfície.

3.6 Análise de dados

Os registos vídeo foram descarregados e armazenados num disco externo (WD My Cloud-3TB). Os filmes foram analisados em três etapas (Tabela 4), correspondendo a diferentes níveis da hierarquia de pastoreio.

Tabela 4 Atividades registadas por observação

Observação	Atividade	Atividade	Atividade
	1ª	2ª	3ª
	Andar	Andar	Dentada
	Parada	FS	Outros
Pastar			
Deitada			

Na primeira, o comportamento de pastoreio foi classificado em várias atividades. Na segunda etapa, a partir dos registos originais foram feitos filmes apenas do comportamento de pastoreio. Estes filmes serviram para registar as FS e as interações dos animais com a dieta, de acordo com o tipo estrutural ou botânico das plantas que estavam a ser ingeridas. Num *subset* destes foram analisadas as dentadas (terceira etapa).

3.6.1 Software de observação do comportamento

Foram usados dois softwares, o BORIS e o Kinovea. A análise dos registos vídeo foi feita recorrendo ao BORIS (*Behavioral Observation Research Interactive Software*) que é um *software freeware* que permite codificar e analisar os comportamentos que pretendemos estudar, permitindo quantificar de uma forma mais precisa os comportamentos em relação ao seu período de tempo e

a que frequência. O vídeo pode ser analisado através de um *feed* ao vivo ou, posteriormente, recorrendo à gravação a partir de um arquivo de vídeo.

Tem uma interface (Figura 14) simples e de fácil utilização. Uma vez identificados os indivíduos e definidas as teclas chave, pode ser introduzida a observação efetuada. Tal como numa observação presencial, permite quantificar as observações em determinado período de tempo, as vezes que se entender. Contudo, aquilo que facilita muito o trabalho é poder passar o tempo para a frente e para trás, mais rápido ou mais lento. O que permite ter um maior controlo e precisão na observação. O programa gera *outputs* automáticos, que são exportados para folhas *excel*, com a duração total de cada comportamento, a duração e frequência de cada comportamento.

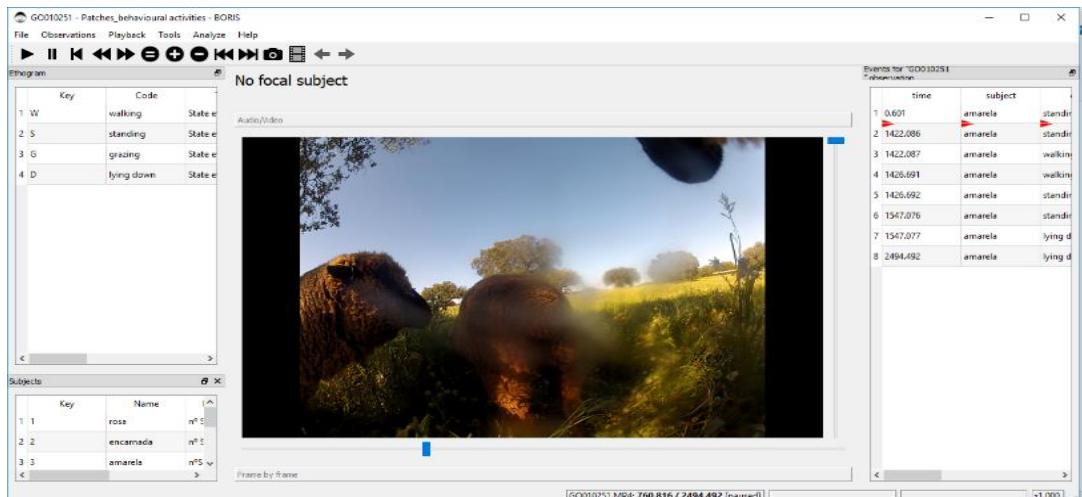


Figura 14 Interface do programa BORIS a mostrar uma das filmagens em campo

Em termos gráficos, a Figura 15 apresenta a distribuição dos comportamentos observados ao longo do tempo de filmagem. Podemos ver, por exemplo, que neste filme, o animal teve 3 períodos de pastoreio que se intervalaram com períodos de inatividade (parado).

Para fazer o corte dos vídeos em frações mais pequenas de modo a facilitar a visualização dos vídeos, foi utilizado o *software* Kinovea, que é um programa utilizado essencialmente para análise de movimentos em atividades desportivas.

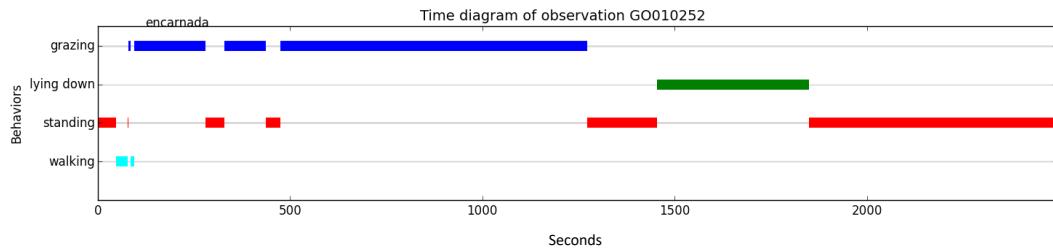


Figura 15 Diagrama do tempo (s) de observação de cada comportamento (semana nº 5 – 2 de Maio)

3.7 Variáveis em estudo

Os comportamentos monitorizados foram: andar (*walking*), pastoreio (*grazing*), estar parada (*standing*), e estar deitada (*lying down*). Os comportamentos foram identificados segundo os seguintes critérios: i) foi classificado como andar, o comportamento em que o animal faz deslocações a andar ou a correr desde que superiores a 3 passos; ii) foi classificado como pastoreio o comportamento que se inicia quando o animal fazia preensões do alimento e tinha uma necessidade continua em procurar alimento com deslocações inferiores a 3 passos entre as preensões; iii) no parado o animal não se desloca, e pode estar vigilante (a olhar em redor) ou mostrar atividade apesar de não se deslocar, como ruminção, interações com outro animal, com cercas, árvores ou até mesmo com ele próprio; iv) o deitado foi determinado assim que o animal colocava os joelhos no chão até se levantar, podendo estar a dormir, vigilante ou a ruminar. As visualizações dos registo foram realizadas de 10 em 10 segundos e quando se observava que o animal tinha alterado o estado comportamental, voltava-se para trás na observação até registar o momento da mudança.

Para a análise pormenorizada da estrutura do pastoreio foram identificadas as FS no *subset* de filmes mais curtos. Em cada período de pastoreio foi feita uma visualização de 2 minutos por cada 3 minutos de vídeo. A partir do momento em que o animal movia os membros anteriores, era considerado uma FS. Por sua vez para cada FS foi identificado o micro-habitat que o animal estava a utilizar. Foram definidos 12 micro-habitat de acordo com o tipo de vegetação onde os animais estavam a selecionar a sua dieta,

resultantes da combinação do tipo estrutural (altas ou baixas), grau de verdura (verde ou secas) e espécie botânica (gramíneas, leguminosas ou outras plantas). Relativamente a altura, foi definido como pastagem alta aquela cuja altura fosse sensivelmente superior a 30cm. É perceptível de acordo com a inclinação da cabeça do animal. Já a pastagem baixa, diz respeito àquela que obrigava o animal a pastar de cabeça baixa, muitas das vezes rente ao chão.

Para a análise da microestrutura da ingestão foram analisadas as dentadas (frequência, duração e número). Para tal foram selecionadas 3 semanas espaçadas no período experimental para refletirem diferenças sazonais na pastagem (semanas 5, 9 e 11). De entre estas semanas foram selecionadas 5 FS de cada micro-habitat de modo a quantificar o número e duração das dentadas por FS e relacionar com a composição botânica de cada FS.

3.8 Análise estatística

O estudo foi delineado como medidas repetidas num arranjo em split-plot, com os animais como blocos (6 réplicas). Cada bloco continha 3 sub-plots (período de pastoreio: 09:00h, 13:00h, 18:00h) e 16 blocos principais (semanas de pastoreio).

No entanto devido a perda de registos, que se deveu a avaria mecânica do disco externo onde estavam armazenados, optou-se no presente trabalho por análises univariadas, onde os efeitos foram analisados sem ser possível estudar a interação.

Todas as variáveis foram analisadas de modo a garantir os pressupostos da normalidade e homocedasticidade. O pressuposto da normalidade foi validado pelo teste *Shapiro-Wilk* e a homocedasticidade pelo teste de *Levene*. O comportamento de pastoreio foi analisado separadamente em função da semana (11 semanas) agrupando todos os períodos, ou em função do período (3 horas de pastoreio, agrupando todas as semanas). O efeito semana sobre as durações da atividade *pastar* foi analisado por ANOVA univariada. Para as atividades de

pastoreio *andar, parada, deitada* o efeito semana foi testado por testes não paramétricos (Kruskal-Wallis test). As semanas foram analisadas seguidamente em dois *subsets* de antes da tosquia (semanas 3 a 6; n=14) e depois da tosquia (7 a 11; n=20).

O efeito da semana nas preferências alimentares foi testado para 4 grupos (semanas 2-4;5-6;7-9;10-11) e nas dentadas para 3 semanas por análise univariada.

Em todas as análises de variância, foram considerados como valores significativos aqueles cuja probabilidade de ocorrência foi superior a 95% ($p<0.05 = \text{sig}^*$), a 99% ($p<0.01 = \text{sig}^{**}$) e 99.9% ($p<0.001 = \text{sig}^{***}$) e não significativos, aqueles cuja probabilidade de ocorrência foi inferior a 95% ($p>0.05 = \text{n.s.}$).

4. Resultados e discussão

4.1 Localização dos animais na pastagem.

Vários autores defendem que os animais memorizam as FS ou as comunidades vegetais de acordo com os *feedbacks* das experiências vivenciadas anteriormente (Edwards *et al.*, 1996; Lyons & Machen, 2000; Roguet *et al.*, 1998a). Utilizando o sistema GNSS determinaram-se as localizações dos animais na pastagem e essa informação está sintetizada na Tabela 5. Algumas das localizações foram visitadas mais de uma vez.

Tabela 5 Quadrícula onde se registou maior permanência dos animais. a) semana 5, b) semana 9, c) semana 11 A verde: quadrículas mais visitadas

Data	Parcelas		
7/abr	50	52	53
14/abr	1	10	7
21/abr	21	14	7
28/abr	46	40	32
5/mai (a)	48	55	56
13/mai	9	33	26
19/mai	36	43	44
25/mai	2	3	48
2/jun (b)	44	51	52
8/jun	46	47	53
16/jun (c)	2	3	20

Se o dia 7 de abril corresponder ao dia 1 do ciclo de memória dos animais estudados, de acordo com Lyons & Machen, (2000) seria de esperar que o animal repetisse a mesma parcela de 20 a 21 dias. Tal situação parece verificar-se em alguns casos, tal como na quadrícula 2 e 3 (25 de maio e 16 de junho), na 48 (5 de maio e 25 de maio) e na quadrícula 7, dentro desse mesmo período, a qual foi visitada em duas semanas seguidas. As visitas à quadrícula 7 poderão estar relacionadas com o facto de esta zona ser rica em leguminosas. Nesta fase do ano em que as gramíneas tendem a apresentar uma redução do seu valor alimentar, com crescentes níveis de fibra e diminuição acentuada de proteína, os animais tendem a preferir mais as leguminosas devido à sua maior digestibilidade da MS e percentagens inferiores de proteína (Chapman *et al.*, 2007).

4.2 Composição botânica

Na Tabela 6 está representado as espécies presentes nas quadrículas preferidas pelos animais nas semanas 5, 9 e 11 uma vez que foram essas as semanas analisadas ao nível das FS, preferências e dentadas.

Tabela 6 Composição botânica das quadrículas de maior permanência dos animais nas semanas 5, 9 e 11.

Tipo Botânico	Nome comum	Semana	5			9			11		
		Quadrícula	48	55	56	44	51	52	2	3	20
		Grau de Presença									
<i>Vulpia geniculata</i>		G	*	**		**	**	**	**	*	
<i>Lolium multiflorum</i>		G			*					*	
<i>Agrostis stolonifera</i>		G	**	**	**	**	**	**			
Avena	Aveia	G		*							*
Trifolium	Trevo	L	*		*				**	**	*
Biserrula		L							*	*	
Chamaemelum	Malmequer branco	O		*					**	**	*
Tolpis barbata		O	*	**		**	**	**	*	*	*
Crepis capillaris	Malmequer amarelo	O	*	**			**	**	*	*	
Echium plantagineum	Chupa mel	O	*				*	*	*	*	
Hordeuem	Cevada dos Ratos	O							*	*	
Carduus tenuiflorus	Cardo	O		*		*	*	*			

Erodium moschatus	Garfos	O	*									
Diplotaxis catholica	Couve	O				*	*					
Galactites tomentosus		O		*								
Scirpoides holoschoenus	Junco	O		*								

Legenda: * presente ** muito presente; G- Gramínea; L- Leguminosa; O- Outras

4.3 Biomassa e valor nutritivo da pastagem

Ao longo das semanas do procedimento experimental a proteína dos locais selecionados pelos animais para pastar passou de 15 para 10% de PB, o que reflete as alterações fenológicas da pastagem. Por outro lado, os animais conseguiram sempre suprir as necessidades nutritivas, tendo escolhido locais que lhes permitiram um aporte de proteína, sem grandes oscilações. Com o NDF os valores mais baixos foram nas 6 primeiras semanas, tendo passado de uma média de 48% nas primeiras 6 semanas para valores de 60% na segunda metade do ensaio. Mais uma vez os animais escolheram locais que lhes permitiram poucas oscilações de valor nutritivo. Isto pode dever-se ao facto de que os animais tentam satisfazer as suas necessidades procurando áreas com maior valor biológico (Lyons & Machen, 2000) e de maior palatabilidade, confirmado pelos valores similares dos teores de PB e NDF nas zonas pastoreadas. Este facto revela não haver grandes diferenças no teor de PB e NDF nas zonas pastoreadas.

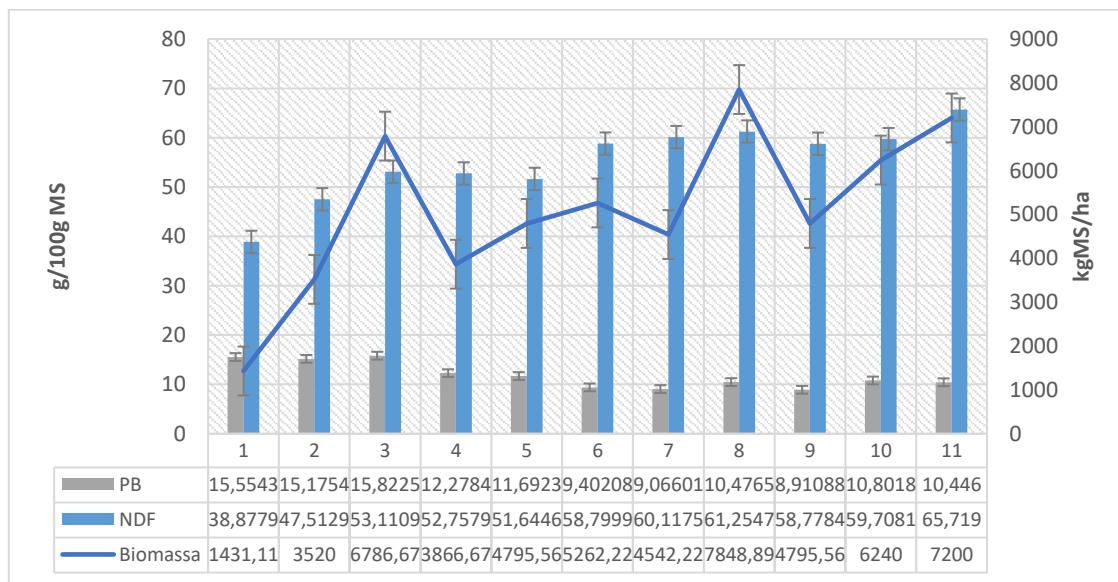


Figura 16 Valores da biomassa (kgMS/ha), proteína bruta (g/100g MS) e NDF (g/100grMS) das recolhas semanais das zonas pastoreadas (médias e erro padrão)

A matéria seca passou de valores iniciais de 1400 kg MS/ha para valores superiores a 7000 kg MS/ha, quase que duplicando o valor anterior nas 3 primeiras semanas.

O valor elevado na biomassa na semana 3, também pode significar um excesso de biomassa devido à pastagem se encontrar no seu pico de crescimento. Neste caso, a taxa de crescimento da pastagem foi superior à ingestão acumulada da pastagem neste período. Contrariamente, na semana 1 a biomassa disponível é reduzida uma vez que corresponde à fase de crescimento inicial da pastagem e, portanto, a pastagem acumulada tende a ser menor. Já o elevado valor na semana 8, poderá indicar o início do período de seca em que as plantas começam a reduzir a percentagem de água e aumentar a matéria seca.

4.4 Atividades de pastoreio

Os comportamentos dos animais na pastagem foram muito diferentes entre semanas (Figura 17) mas esta diferença não foi significativa para o estado comportamental estar deitado ($P=0,159$). O pastoreio apresentou uma diferença entre semanas significativamente diferente ($P=0,001$). Entre semanas o andar teve uma significância de $P=0,031$ e o estar parado de $P=0,002$. Nos períodos observados, que por animal representavam 2,5h (160 minutos), o comportamento “deitada” foi o que teve mais expressão, cerca de 45.23% com uma média total de $4291.636(s)\pm3223.157(s)$. A grande percentagem do comportamento “deitada” era esperada, uma vez que neste comportamento estão incluídas as atividades de ócio e também de ruminação. O crescente aumento da percentagem deste comportamento evidencia por um lado, um maior tempo despendido a ruminar devido à maior quantidade de fibra na dieta e também a comportamentos adaptativos devido ao aumento da temperatura do ar.

Depois, o comportamento “parada” representou 32.94% do comportamento total com um valor médio de $3125.698(s)\pm2959.082(s)$. No que diz respeito ao “Andar”, este teve menos expressão 1.51% contudo, diz respeito a deslocações evidentes, onde não havia pastoreio intercalado com o andar. Relativamente ao pastoreio, representou cerca de 20.32% do comportamento total, com uma média de $1927.721(s)\pm1281.071(s)$, o que corresponde a cerca de 32 minutos.

Este tempo não diz respeito a todo o tempo de pastoreio diário dos animais, apenas à distribuição de tempo por vários estados comportamentais nos períodos de visualização.

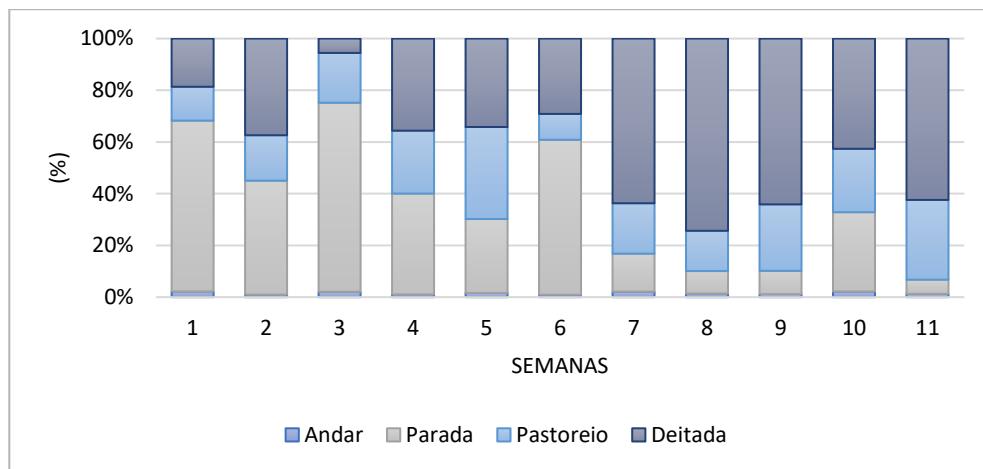


Figura 17 Variação das atividades do comportamento de ingestão ao longo das semanas (todos os animais)

As semanas foram posteriormente subdivididas em duas “épocas” distintas, uma da primeira à sexta semana (4 de abril a 9 de maio) e outra da sétima à décima primeira semana (16 de maio a 13 de junho), que correspondem a uma fase inicial e final da primavera, para a análise do comportamento. Estes dois grupos de semanas permitiram observar de uma forma mais pormenorizada, as alterações dos comportamentos dos animais ao longo da primavera. Observou-se alterações nas características da pastagem, em termos de valor nutritivo e nas condições meteorológicas e ao analisá-los em separado, reduzimos o erro experimental. A primeira época foi marcada por temperaturas máximas na ordem dos $20,72^{\circ}\text{C} \pm 4,78$ e mínimas de $8,50^{\circ}\text{C} \pm 1,17$ com alguma precipitação ($6,52\text{mm} \pm 7,83$) contrastando com a segunda época onde não se verifica qualquer precipitação e as temperaturas máximas atingiram uma média de $27,96^{\circ}\text{C} \pm 0,53$ e as mínimas de $11,22^{\circ}\text{C} \pm 2,22$.

4.4.1 Efeito do animal na duração do pastoreio

Em qualquer uma das épocas, os animais não apresentaram diferenças individuais significativas no tempo de pastoreio ($P>0,05$). Este fenómeno pode ser explicado através do comportamento gregário que está bastante presente nas ovelhas, onde as motivações sociais e o grau de sincronismo das atividades dos animais depende em grande parte da disponibilidade de alimento (Carvalho *et al.*, 2013; Dumont & Boissy, 2000).

Este sincronismo dos animais é estimulado pela tendência de o grupo imitar um dos indivíduos que tendem a exibir alguma liderança, que evoluiu de forma que o grupo tire proveito de determinadas experiências individuais e diminui o risco de predação (Prache *et al.*, 1998b)

4.4.2 Efeito da semana na duração do pastoreio

O efeito da semana parece ter sido apenas significativo nas primeiras 6 semanas ($P=0,042$) em que houve uma diferença entre a semana 5 e 6.

A sexta semana foi marcada por uma diminuição abrupta do tempo de pastoreio que poderá estar relacionado com a diminuição das temperaturas máximas (18°C) e do surgimento de alguma precipitação (2.6mm). De acordo com Champion *et al.*, (1994), a chuva modifica o padrão diário do comportamento de pastoreio. Contudo, nada indica que a chuva determine por si uma tendência para a diminuição do tempo de pastoreio. No caso de a chuva coincidir com baixas temperaturas pode haver a necessidade acrescida de produzir calor para manter a temperatura corporal e por isso é necessária uma maior ingestão (Forbes, 2007). O facto de que a tosquia ter sido realizada entre a semana 5 e 6, também não justifica o grande decréscimo no tempo de pastoreio pelos mesmos motivos anteriormente referidos (Gibbons, 1996). Eventualmente, o desconforto causado pela chuva terá originado um maior tempo de permanência parado o que poderá ter provocado um aumento do tempo de pastoreio noturno em alturas em que não ocorria precipitação.

A outra eventual explicação para esse decréscimo pode estar relacionada com a ocorrência das observações por animal ao longo das semanas (Figura 18), devido à perda de algumas filmagens. Comparando a semana 6 com a semana 5 houve apenas 3 horas de observação. A falta de horas de observação do comportamento dos animais terá certamente acentuado as diferenças, devendo estes resultados ser analisados com alguma percepção pelo menor rigor e evidentes ocorrências.

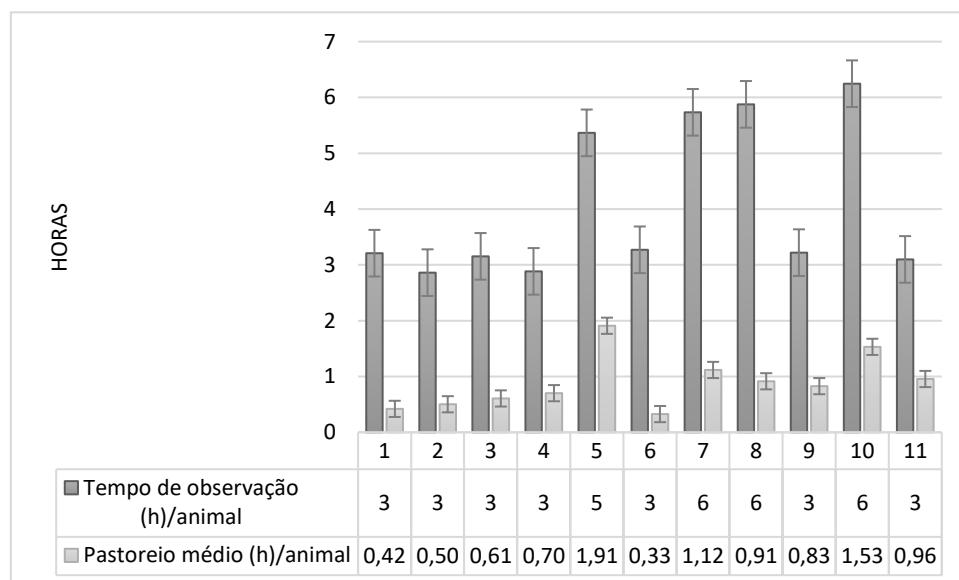


Figura 18 Comparaçao e variação do tempo médio(horas) por animal no tempo de observação ao longo das semanas (médias e erro padrão)

4.4.3 Efeito do período na duração do pastoreio

Nas primeiras 6 semanas não houve diferenças significativas entre os períodos de amostragem (manhã- 9h e tarde- 18h) ($P>0,05$). O mesmo não se verifica nas últimas 5 semanas de estudo, onde o período afeta significativamente o tempo de pastoreio ($P=0,012$), havendo diferenças entre o período de pastoreio na parte da manhã e tarde. É possível que esta diferença entre períodos esteja relacionada com o aumento da temperatura do ar, uma vez que os ovinos apresentaram um comportamento adaptativo de permanência à sombra nas horas de temperaturas mais elevadas (Forbes, 2007). Esse

comportamento é visível na Figura 19 a) e c), em que o tempo de pastoreio ao meio dia, tende a diminuir e passa a ter mais expressão no final do dia d).

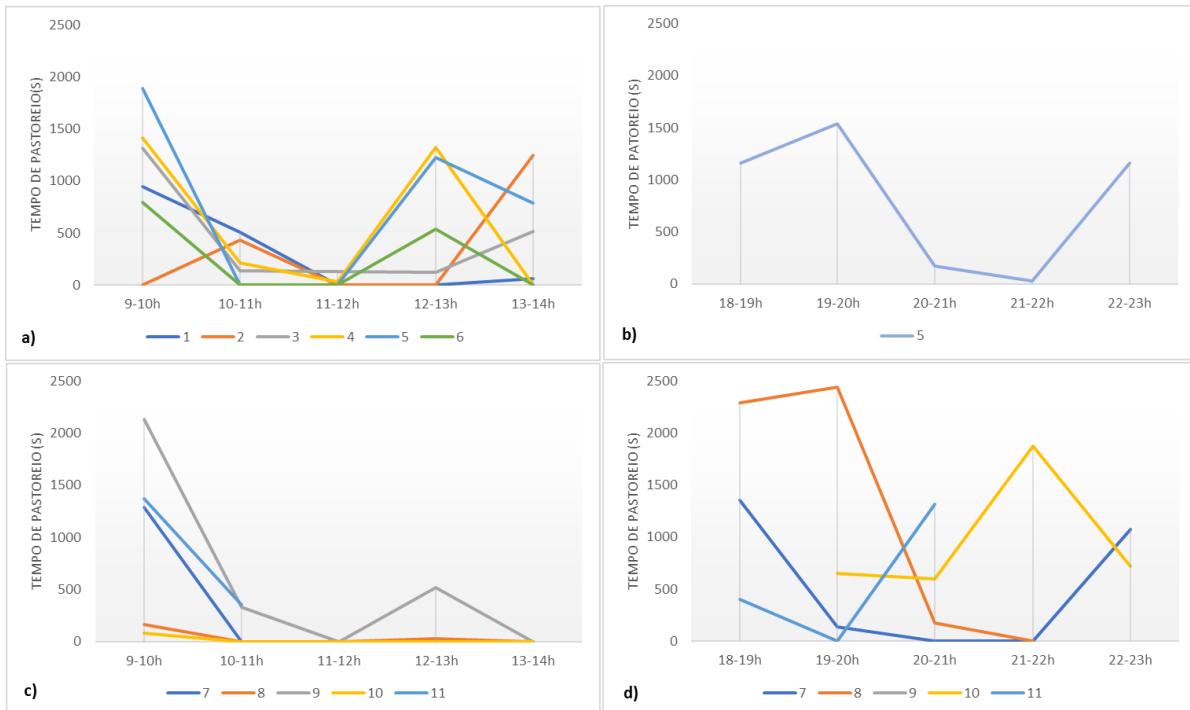


Figura 19 Duração do pastoreio (s) por hora: a) manhã nas primeiras 6 semanas; b) tarde nas primeiras 6 semanas; c) manhã nas últimas 5 semanas); d) tarde nas últimas 5 semanas (16 de maio a 13 de junho).

4.4.4 Locais de alimentação (*Feeding stations*)

4.4.4.1 Efeito da semana na duração das FS

Relativamente ao tempo médio de permanência nas FS, houve uma diferença crescente entre as semanas 5, 9 e 11. Com o avançar do estado fenológico da pastagem e à medida que o alimento ficou de pior qualidade, as FS tiveram maior duração (Figura 20), independentemente do tipo de micro-habitat vegetal, de 12.3s na semana 5, 14.4s na semana 9 e 16.3s na semana 11. Contudo, as diferenças não foram significativas ($P>0.05$).

Na semana 11, a pastagem já se encontrava na sua grande maioria seca. Constatou-se uma tendência para um aumento do tempo de permanência numa mesma FS à medida que alimento fica de pior qualidade. A razão talvez esteja associada que a partir do momento em que selecionam uma determinada FS os ovinos tentam tirar o máximo partido para ingerirem o alimento, que mesmo que não seja de boa qualidade, está disponível em quantidade suficiente evitando

que realizem grandes deslocamentos para procurarem alimento eventualmente de melhor qualidade. Desta forma, ocorre uma maior poupança de energia e a correspondente eficiência energética. Outra explicação plausível, refere-se à duração da mastigação do alimento. Com o avanço da maturidade, o alimento torna-se mais fibroso e, portanto, é mais difícil segmentar durante a primeira mastigação, o que faz com que os animais permaneçam mais tempo em cada FS.

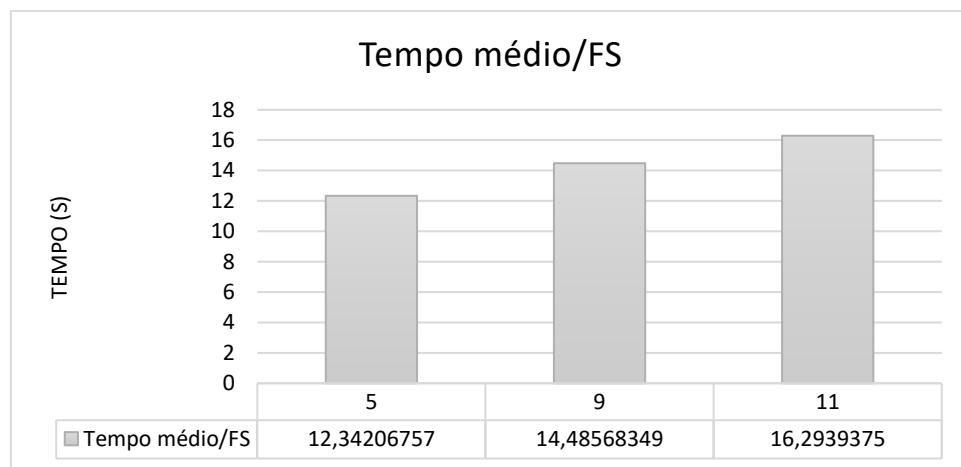


Figura 20 Tempo de permanência do animal em cada *feeding station* nas semanas 5, 9 e 11
(média ± desvio padrão)

4.4.4.2 Efeito do tipo de planta na duração nas FS

A duração das FS é também afetada pela estrutura dos recursos alimentares (Figura 21). Independentemente da semana, as FS que apresentaram durações mais elevadas foram as que ocorreram em micro-habitat de leguminosas baixas e verdes (27,3s), e as durações mais baixas foram para as gramíneas altas e verdes (9,7s). As FS tiveram maior duração para as plantas baixas (20s) do que para as altas (12.8s), diferença que foi significativa ($P<0,01$). Também tiveram maior duração quando as plantas estavam secas (18.6s) do que verdes (15.9s) mas essas diferenças não foram significativas ($P>0,05$). No que diz respeito ao grupo botânico as FS foram em média para as leguminosas de 18,4s, seguidas das outras herbáceas com 18,1s e com valores mais baixos para as gramíneas (13,5s), valores que não foram significativos ($P>0,05$). É importante não esquecer que as espécies botânicas definem estruturas

tridimensionais distintas, mais abertas ou fechadas, mais altas ou mais prostradas.

Como se pode ver na Figura 21, o aumento do tempo médio de permanência foi superior na semana 9 e 11, onde os animais passaram mais tempo em FS com alimentos baixos, verdes e secos, onde gastavam mais tempo a comer leguminosas, apesar de já não terem tanta expressão nesta altura do ano, como alguns trevos, e outras plantas como, malmequeres brancos ou chupa-mel.

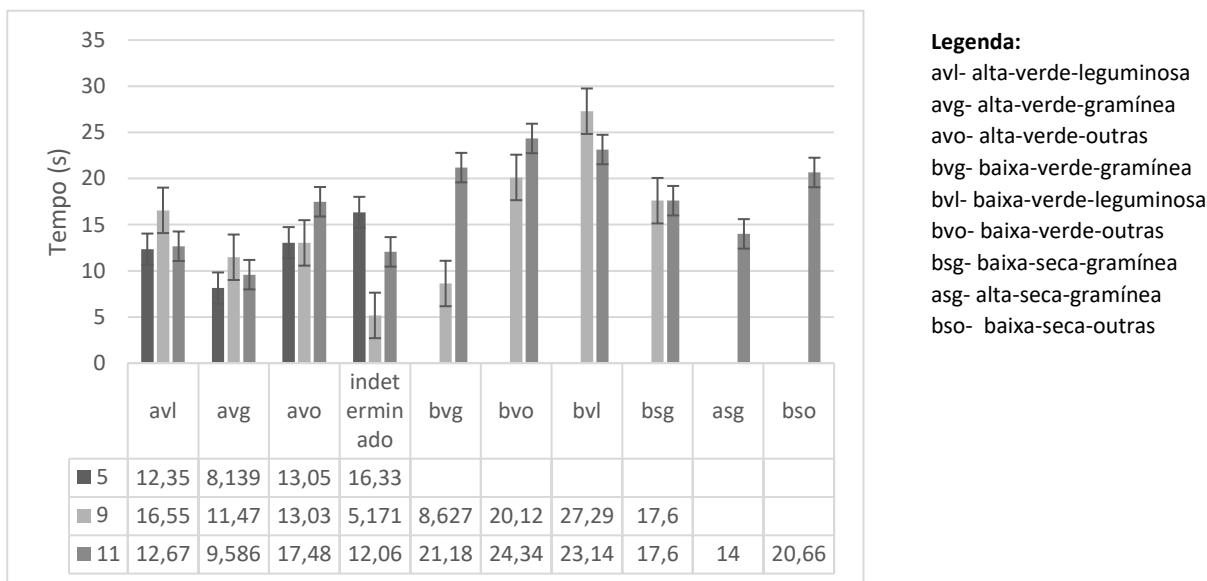


Figura 21 Tempo (s) de permanência do animal na estação alimentar com base no tipo de alimento, nas semanas 5, 9 e 11 (média e erro padrão)

O tempo despendido pelo animal numa determinada FS pode estar relacionado com vários fatores, mas os mais relevantes são a composição e características das espécies botânicas presentes e a preferência alimentar do animal. Dividindo o alimento em três grupos, com base no tipo de alimento (gramínea, leguminosas e outras), na altura (altas ou baixas) e na verdura (verde ou seca). Parece que a altura é o fator cuja diferença no tempo médio de permanência nas FS são mais significativas ($P<0,01$), sendo que o tipo de alimento e a verdura não parecem ter um efeito significativo no tempo de permanência nas FS ($P>0,05$).

4.5 Preferências alimentares

As preferências alimentares foram determinadas a partir da frequência de FS em determinados micro-habitat. Os animais ao longo do estudo mostraram comportamentos de seleção e adaptativos ao longo das semanas. Sabemos que o animal tem a capacidade de selecionar o alimento com base em experiências positivas ou negativas do passado, variando as percentagens relativas das plantas em relação ao total da dieta. A Figura 22 representa a relevância de cada tipo de alimento na dieta dos animais. De uma maneira ou de outra, os animais sabem o que querem e selecionam os alimentos com base no seu valor biológico e necessidade nutricionais atuais.

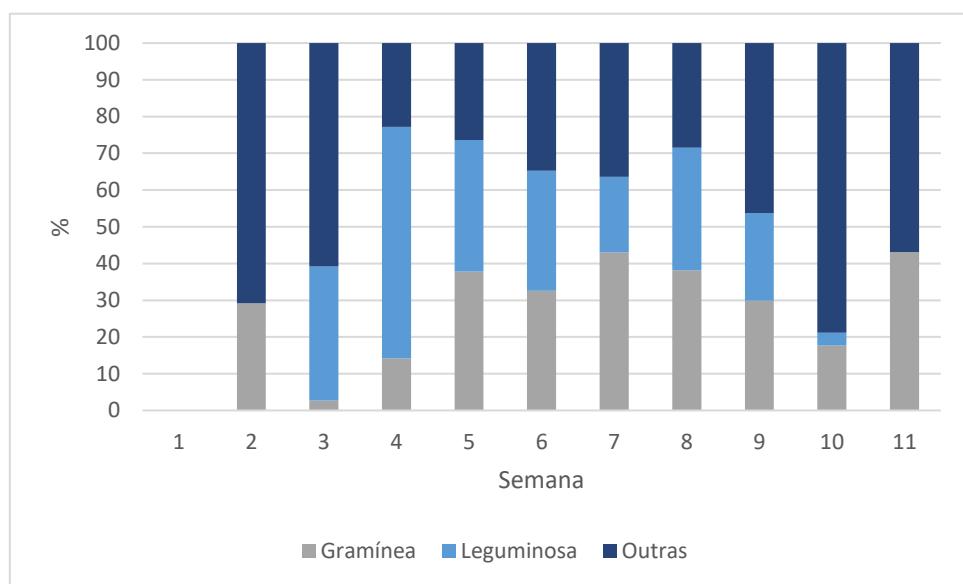


Figura 22 Preferência pelo tipo de plantas - Proporção relativa gramíneas/leguminosas/outras

É de salientar que o grupo das outras plantas (não gramíneas ou leguminosas) têm um peso relevante na dieta dos animais e acabam por compensar a escassez de leguminosas, especialmente na semana 2 (11 de abril), 10 e 11 (6 e 13 de junho, respetivamente), ou de gramíneas, bastante evidente na semana 3 (18 de abril).

Pode ainda verificar-se relativamente ao tipo de alimento, que no final de abril e início de maio (semana 3, 4 e 5), a preferência por leguminosas foi aumentando, o que coincide com a floração da maior parte dos trevos. Contudo,

as gramíneas mantiveram um grau de preferência notável ao longo das semanas, representando uma parte muito importante da dieta. A preferência por gramíneas ou leguminosas poderá estar relacionada com o ciclo vegetativo de cada grupo. A seleção por gramíneas, leguminosas e outras plantas não varia suficientemente entre as semanas, contudo, importa considerar que à medida que o alimento é mais selecionado num período ele poderá já não estar disponível no período seguinte, razão pela qual aparece como preferido na dieta ($P>0,05$).

Numa pastagem bio diversa, existe uma elevada diversidade de espécies que se diferenciam umas das outras pela sua composição química, palatabilidade e morfologia. Essas características podem fornecer pistas aos animais que os orientam na sua seleção, tal com a verdura ou a altura (Figura 23). Durante o ensaio existiu uma preferência por alimentos verdes (Figura 23a) e altos (Figura 23b) e o consumo de alimentos secos e baixos só começa a surgir no final de maio, início de junho. Da sétima semana à décima primeira, aquando do final da maturação das várias espécies aliado à falta de água e à maior temperatura (na ordem dos 28°C) verifica-se o final do ciclo das plantas anuais o que teve impacto na pastagem que começou a mudar de cor e a “acamar”. Assim os animais confrontaram-se com alimentos mais fibrosos e prostrados. A semana parece apenas ter influência na verdura da pastagem ($P=0,023$), em que existem diferenças significativas entre as semanas 7,8 e 9 com as semanas 10 e 11, que diz respeito ao final do mês de maio com o início de junho (Figura 23 a).

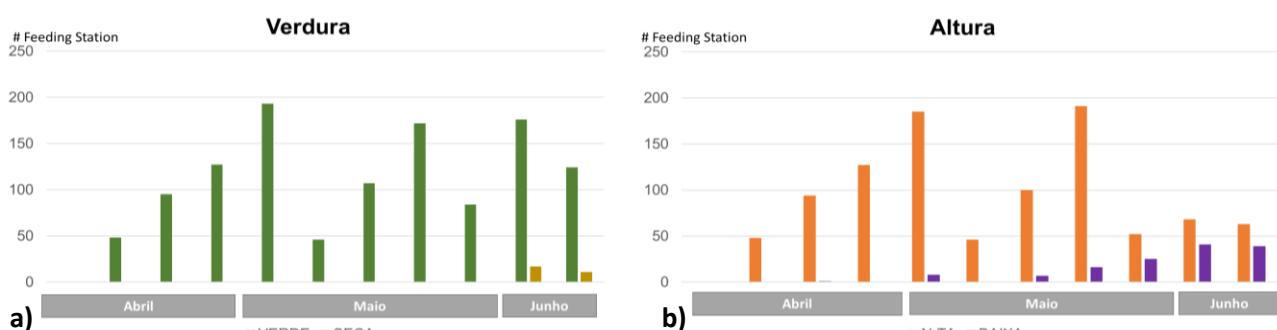


Figura 23 Seleção de estações alimentares com base no tipo de alimento, verdura e altura nas várias semanas 5 (abril), 9 (maio) e 11 (junho). a) Verdura (verde e seca); b) Altura (alta e baixa)

Segundo (Newman *et al.*, 1995) a preferência por vegetação alta é o reflexo de uma estratégia que permite ao animal estar atento a possíveis

ameaças. Além disso, as pastagens altas, permitem o aumento da taxa de ingestão (Dumont & Boissy, 2000) bem como dos períodos de pastoreio (Iason *et al.*, 1999). Mas já Boval *et al.*, (2007) citado por Trindade (2011) contraria Iason *et al.*, (1999), ao referir que o tempo de pastoreio diminui linearmente com o incremento da altura da pastagem uma vez que a ingestão está relacionada com a facilidade de preensão, profundidade da dentada e a dimensão da dentada. Tal não foi confirmado pelos nossos resultados.

Comparando as Figura 17 e Figura 23 (b), verifica-se que o aumento da preferência por pastagem alta aumenta paralelamente o tempo de pastoreio. O mesmo acontece para a situação inversa, em que quando a altura da pastagem diminuiu, o tempo de pastoreio também decresce.

De salientar que na semana 11, durante o tempo de pastoreio observado foi a deslocação dos animais até à pedra de minerais disponível no telheiro junto ao parque de maneio pelo menos duas vezes, onde permanecerem entre 14,249 e 31,417 segundos, salientando o apetite aumentado por sais minerais à medida que o valor alimentar da pastagem diminuiu.

4.6 Avaliação do número de dentadas por FS

Relativamente ao número de dentadas por FS ao longo das semanas 5, 9 e 11 (Figura 24), verifica-se que as leguminosas apresentaram um maior número de dentadas/FS na semana 5 ($7,33 \pm 5,033$). Ao longo do tempo as leguminosas foram desaparecendo das FS, já não havendo registo destas nas semanas 9 e 11. Verifica-se uma nítida diferença na seleção alimentar entre as semanas, em concordância com a forte capacidade de adaptação dos animais à alteração da pastagem. Na semana 9, em função do desaparecimento de grande parte das leguminosas, o número de dentadas associados às gramíneas começa a ganhar mais expressão, que se acentua na semana 11 passando de $3,33 \pm 2,875$ dentadas/FS para 9 ± 0 . Ao longo das semanas verifica-se a importância das outras plantas na dieta dos ovinos, apesar de que o número médio de dentadas/FS ter decrescido drasticamente da semana 5 para a 9. Em

suma, verifica-se que a variedade de alimento ($P=0,0444$) e a semana ($P=0,007$) têm influência significativa no número de dentadas.

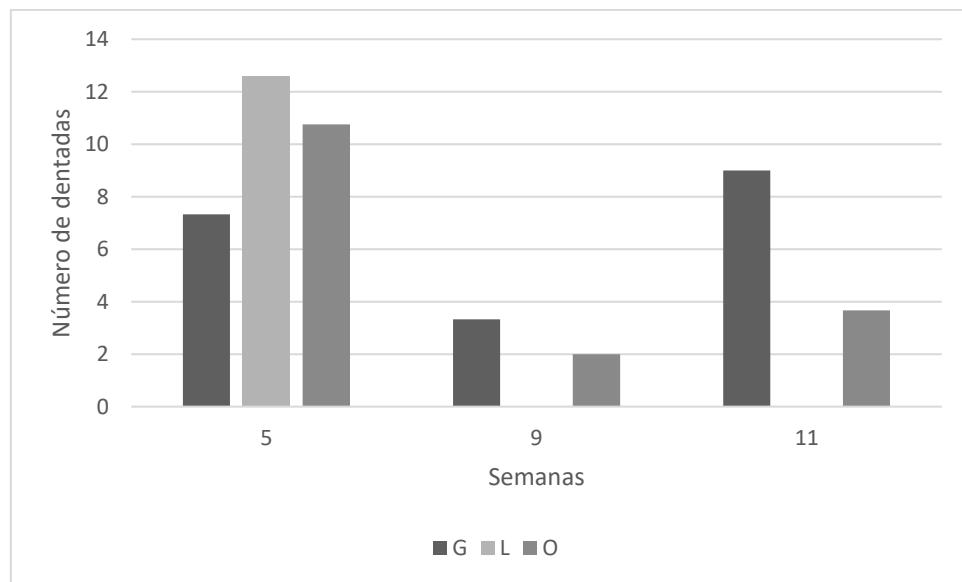


Figura 24 Número médio de dentadas por tipo de alimento (G-gramíneas, L-leguminosas, O-outras) ao longo das semanas

Parson (1994) citado por Chapman *et al.*, (2007) afirma que o trevo exige menos mastigações por unidade de volume de alimento quando comparada com azevém. Contudo, o facto de na semana 5 (Figura 24) haver mais dentadas por FS nas leguminosas, pode indicar que o intervalo entre dentadas era inferior, possibilitando assim, maior número de dentadas por unidade de tempo o que vai ao encontro ao observado por Gibb & Orr, (1997).

O número de dentadas, para além de estar ligado ao estado de maturidade de cada espécie (efeito semana) e ao tipo de alimento, pode ser limitado pelo tempo necessário para a deslocação entre comunidades vegetais (Spalinger & Hobbs, 1992).

Tabela 7 Número médio de dentadas por feeding station com base no alimento ao longo das semanas
(média ± desvio padrão)

Semana	Alimento		
	Gramínea	Leguminosa	Outras
5	7,33±5,033	12,6±4,393	10,75±7,411
9	3,33±2,875		2±0
11	9±0		3,67±3,055

Na Figura 25 está representado a duração média das dentadas por tipo de alimento. Verifica-se que na semana 5, as leguminosas são as que originaram uma maior duração ($2,47s \pm 3,29s$), seguido das outras plantas e por fim das gramíneas. Apesar de não ter sido possível verificar as diferenças na duração das dentadas induzidas pelas leguminosas em função das semanas, é lícito supor que haja uma tendência para o seu aumento. As gramíneas parecem ser o tipo de alimento que induz uma dentada mais rápida comparativamente com as leguminosas e outras plantas. Porém, apresentam uma tendência para aumentar com o passar do tempo, provavelmente devido às alterações dos teores de fibra na sua constituição. Contudo o efeito, tanto do alimento como da semana, não foi significativo ($P>0.05$), na duração das dentadas.

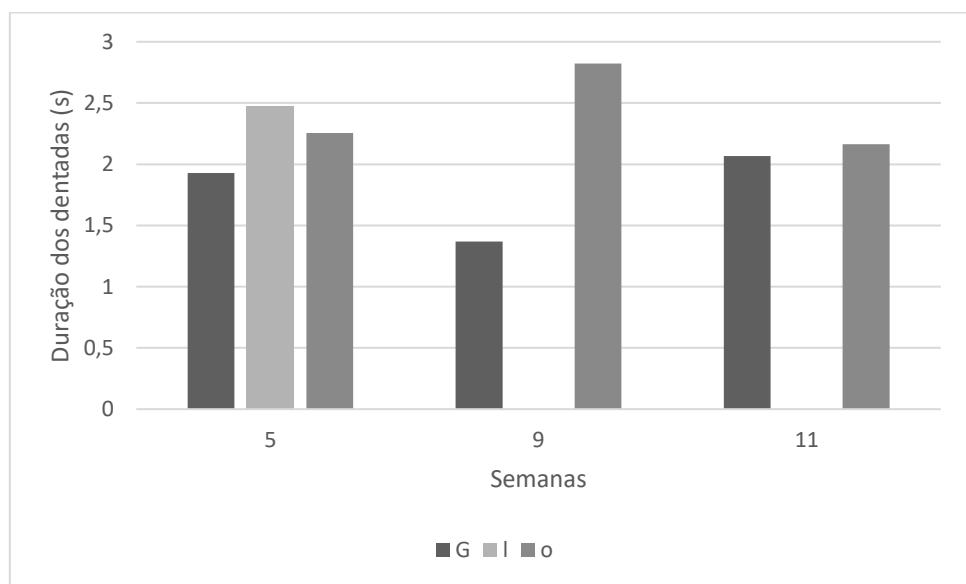


Figura 25 Duração média das dentadas por tipo de alimento (G-gramíneas, L-leguminosas, O-outras) ao longo das semanas

Tabela 8 Número de dentadas por alimento e por semana (média ± desvio padrão)

Semana	Alimento		
	Gramínea	Leguminosa	Outras
5	1,93±1,11	2,47±3,29	2,25±1,6
9	1,37±0,81		2,82±1,09
11	2,07±0,80		2,16±1,10

Relacionando o número e a duração das dentadas, através da comparação entre a Figura 24 e a Figura 25, parece haver uma relação negativa entre o número e a duração das dentadas à medida que a pastagem se altera para um estado de maturidade avançado. O número de dentadas é reduzido, mas a sua duração por dentada aumenta, o que evidencia uma maior dificuldade na fragmentação do material vegetal, associado provavelmente com o teor de fibra. O mesmo acontece na semana 11 com as outras plantas apesar de não ser tão evidente nas gramíneas.

5. Conclusão

A compreensão do comportamento animal baseia-se na monitorização dos animais, que é essencial para a evolução da eficiência da produção animal. Parte-se do pressuposto que é necessário proporcionar aos animais um ambiente alimentar onde não se restrinjam as suas estratégias de pastoreio, procurando otimizar o ecossistema pastoril e explorar a sua heterogeneidade como forma de garantir a sua conservação.

É importante conhecer as relações de causa-efeito que determinam o consumo diário dos herbívoros domésticos e as suas variações, para além de que, o comportamento ingestivo permite inferências sobre a qualidade do ambiente pastoril e o bem-estar nutricional dos animais em pastoreio.

O desenvolvimento das metodologias de observação providencia uma ferramenta de gestão poderosa para estimar a performance do animal e permitir ao produtor tomar decisões apropriadas.

A principal vantagem da utilização das GoPro na monitorização do comportamento animal passa pela possibilidade de relacionar as atividades de pastoreio com o comportamento ingestivo dos animais. Assim a quantidade e qualidade de pastagem, combinado com a identificação e caracterização dos locais escolhidos, permite o mapeamento funcional da vegetação ao longo do ano.

Os animais mudam o seu padrão de pastoreio com base na disponibilidade dos recursos alimentares de acordo com as condições climatéricas. Durante os períodos mais quentes, têm uma tendência para deslocarem os grandes períodos de pastoreio para o amanhecer ou anoitecer, que começa a ser mais evidente, a partir do aumento de temperatura, que neste caso se iniciou em maio.

Os animais demonstraram preferência por diferentes espécies de leguminosas e ainda por plantas mais altas e verdes. O tipo de alimento teve um efeito significativo no número de dentadas por FS mas não na sua duração.

Durante as onze semanas do ensaio foi notória a importância das outras herbáceas na composição da dieta dos ovinos.

Este projeto serviu para confirmar que os animais têm a capacidade de escolher as espécies vegetais em função das suas necessidades, atendendo aos nutrientes que são disponibilizados por cada espécie. O facto de se deslocarem propositadamente à zona da pedra de minerais, para suprir essa carência, num período em que a pastagem é fraca, é prova disso mesmo. Quando a pastagem está verde e supostamente apetecível, os ovinos optaram por ingerir alguma quantidade de folhas secas, de forma a compensar algum desequilíbrio numa pastagem que ainda estava numa fase muito inicial e, portanto, com muita percentagem de água e pouca de MS. Estas observações apenas foram possíveis graças à utilização das GoPro.

A utilização de GoPro para o estudo do comportamento da ingestão numa pequena escala revela-se eficaz. É um método que permite estudar a perspetiva do animal *in loco* e no tempo, não causando grande perturbação. Providencia dados visuais e auditivos e permitem analisar, posteriormente, os dados com diferentes abordagens e cumprindo diferentes objetivos de uma forma confortável. Porém, a análise de dados é um processo muito demorado que exige grande concentração e coerência pelo que deve ser realizada por profissionais especializados e treinados. O facto deste processo estar sujeito a interferências externas, como a luz, a chuva ou até mesmo a pastagem alta e densa, muitas vezes há obstrução do campo de visão, comprometendo a observação. No entanto, é uma metodologia que permite retirar muita informação o que se torna avassalador. É necessário definir, com clareza, o objetivo de estudo.

Como perspetivas para um futuro próximo, seria importante a existência de novos equipamentos com maior autonomia que permitam aumentar a duração das observações, uma vez que é um dos fatores mais limitantes para melhorar a coerência das observações. A utilização da energia solar poderá vir a ser uma boa opção como fonte de alimentação contínua para as câmaras de vídeo.

6. Referências bibliográficas

- Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., ... Sanderson, M. (2011). An international terminology for *grazing* lands and *grazing* animals. *Grass and Forage Science*, 66(1), 2–28. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
- Alvarez-Rodríguez, J., Sanz, A., Sanz, A., Delfa, R., Revilla, R., & Joy, M. (2016). Performance and *grazing* behaviour of Churra Tensina sheep stocked under different management systems ... Performance and *grazing* behaviour of Churra Tensina sheep stocked under different management systems during lactation, (April 2007). <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.09.011>
- Baumont, R., Cohen-Salmon, D., Prache, S., & Sauvant, D. (2004). A mechanistic model of intake and *grazing* behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. *Animal Feed Science and Technology*, 112(1), 5-28.
- Beringer, J., Millspaugh, J. J., Sartwell, J., & Woeck, R. (2004). Real-time video recording of food selection by captive white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*; 32(3), 648.
- Bertrand, D., Carrèreb, P., & D Hourc, P. (2002). Original article Foraging in *patchy* grasslands: diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species. *Anim. Res.*, 51, 367–381. <http://doi.org/10.1051/animres>
- Burlison, A. J., Hodgson, J., & Illius, A. W. (1991). Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of *grazing* sheep. *Grass and Forage Science*, 46, 29–38.
- Carvalho, P. C. D. F., Filho, H. M. N. R., Poli, C. H. E. C., & De, A. (2001). Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. MATTOS, Wilson Roberto Soares. (Org.). *Anais Da XXXVIII Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba, 1, 853–871.

Carvalho, P. C. de F., D. F., & Moraes, A. De. (2005). Comportamento ingestivo de ruminantes : bases para o manejo sustentável do pasto . Manejo Sustentável Em Pastagem, 1, 1–20.

Carvalho, P. C. de F., Gonda, H. L., Wade, H., Mezzalira, J. C., & Fonseca, M. (2006). Características Estruturais Do Pasto E O Consumo De Forragem : O Quê Pastar , Quanto Pastar E Como Se Mover Para Encontrar O Pasto.

Carvalho, P. C. F., Da Trindade, J. K., Bremm, C., Mezzalira, J. C., & Fonseca, L. (2013). Comportamento ingestivo de animais em pastejo. Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros'.(Eds RA Reis, TF Bernardes, GR Siqueira) pp, 525-545.

CGE. (14 de Setembto de 2017). Centro de Geofisica de Évora.

Champion, R. A., Rutter, S. M., Penning, P. D., & Rook, A. J. (1994). Temporal variation in *grazing* behaviour of sheep and the reliability of sampling periods. Applied Animal Behaviour Science, 42(2), 99-108.

Chapman, D. F., Persons, A. J., Cosgrove, G. P., Barker, D. J., Marotti, D. M., Venning, K. J., ... N., T. A. (2007). Impacts of Spatial Patterns in Pasture on Animal. Crop Science, (January). <http://doi.org/10.2135/cropsci2006.01.0036>

Charnov, E. L. (1976). Optimal Foraging , the Marginal Value Theorem. Theoretical Population Biology, 9, 129–136.

Distel, R. A., Laca, E. A., Griggs, T. C., & Demment, M. W. (1995). *Patch* selection by cattle: maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. Applied Animal Behaviour Science, 45(1-2), 11-21.

Dukas, R., & Ellner, S. (1993). Information Processing and Prey Detection Author (s): Reuven Dukas and Stephen Ellner Published by : Wiley on behalf of the Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1940064> REFERENCES Linked references are available on JSTO. Ecology, 74(5), 1337–1346.

Dumont, B. (1997). Diet preferences of herbivores at pasture B. Annales de Zootechinie, INRA/EDP Sciences, 46(2), 105–116.

Dumont, B., & Boissy, A. (2000). *Grazing behaviour of sheep in a situation of conflict between feeding and social motivations*, 49, 131–138.

Edwards, G. M. (2011). The Functional Morphology and Ecology of Jet Propulsion Swimming in Larval Dragonflies under Predation from Suction-Feeding Fish by The Functional Morphology and Ecology of Jet Propulsion Swimming in Larval Dragonflies under Predation from Suction-Feeding. University of Guelph.

Edwards, G. R., Newman, J. A., Parsons, A. J., & Krebs, J. R. (1994). Effects of the Scale and Spatial Distribution of the Food Resource and Animal State on Diet Selection : An Example with Sheep Author (s): G . R . Edwards , J . A . Newman , A . J . Parsons and J . R . Krebs Published by : British Ecological Society Stab. Journal of Animal Ecology, 63, 816–826.

Edwards, G. R., Newman, J. A., Parsons, A. J., & Krebs, J. R. (1996). The use of spatial memory by grazing animals to locate food patches in spatially heterogeneous environments : an example with sheep, 50(96), 147–160.

Erickson, F. (2011). Uses of video in social research : a brief history Uses of video in social research : a brief history. International Journal of Social Research Methodology, 14(3), 179–189. <http://doi.org/10.1080/13645579.2011.563615>

Forbes, J. M. (Ed.). (2007). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Cabi.

Gibb, M., & Orr, R. (1997). *Grazing Behaviour of Ruminants*.

Graves, S. N., Shenaq, D. S., & Langerman, A. J. (2015). Video Capture of Plastic Surgery Procedures Using the GoPro HERO 3+. Plastic and Reconstructive Surgery Global Open, 3(2), 1–4. <http://doi.org/10.1097/GOX.0000000000000242>

Gregorini, P., Tamminga, S., & Gunter, S. A. (2017). : Behavior and Daily Grazing of Cattle, 7446(May 2007). [http://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31095-0](http://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31095-0)

Hutchings, M. R., Kyriazakis, I., Gordon, I. J., & Jackson, F. (1999). Trade - offs between nutrient intake and faecal avoidance in herbivore foraging decisions: the effect of animal parasitic status, level of feeding motivation and sward nitrogen content. Journal of Animal Ecology, 68, 310–323.

- Iason, G. R., Mantecon, A. R., Gonzalez, J., SIM, D. A., Foreman, E., Bermudez, F. F., & Elston, D. A. (1999). Can grazing sheep compensate for a daily foraging time constraint. *Journal of Animal Ecology*, 68, 87–93.
- Iason, G. R., Mantecon, A. R., Sim, D. A., Gonzalez, J., Foreman, E., Bermudez, F. F., & Elston, D. A. (1999). Can grazing sheep compensate for a daily foraging time constraint. *Journal of Animal Ecology*, 68(1), 87-93.
- Kindt, D. (2010). Seeing through the eyes of the students : First impressions of recording in the classroom with a GoPro ® head-mounted camcorder. Nagoya University of Foreign Studies Journal of the School of Contemporary International Studies, 7, 179–200.
- Laca, E. A., & WallisDeVries, M. F. (2000). Acoustic measurement of intake and grazing behaviour of cattle. *Grass and Forage Science*, 55(2), 97-104.
- Lyons, R. K., & Machen, R. V. (2000). Interpreting *Grazing* Behavior. Texas FARMER Collection.
- Madden, E. J. (2011). Khaki fever: shooting a television show in South Africa.
- Marshall, G. J. (1998). Crittercam : An Animal-borne Imaging and Data Logging System. Marine Technology Society. *Marine Technology Society Journal*, 32(1), 11.
- Mattos, F. M. G. (2016). Uso de habitat e padrões comportamentais do peixe Stegastes fuscus nos recifes costeiros de Porto de Galinhas (PE). Universidade Federal de Pernambuco.
- Mayes, E., & Duncan, P. (1986). Temporal patterns of feeding behaviour in free-ranging horses. *Behaviour*, 96(1), 105-129.
- Mezzalira, J. C. (2009). O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Miller, D. W., Fleming, P. A., Barnes, A. L., Wickham, S. L., Collins, T., & Stockman, C. A. (2017). Behavioural assessment of the habituation of feral rangeland goats to an intensive farming system. *Applied Animal Behaviour Science*. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.11.001>

Moll, R. J., Millspaugh, J. J., Beringer, J., Sartwell, J., & He, Z. (2007). A new “view” of ecology and conservation through animal-borne video systems. *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol.22, 22(12), 660–668. <http://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.007>

National Geographic. (10 de 11 de 2017). Obtido de Crittercam Chronicles: <https://www.nationalgeographic.com/crittercam/about.html#b>

Newman, J. A., Parsons, A. J., & Penning, P. D. (1994). A note on the behavioural strategies used by animals to alter their intake rates. *Grass and Forage Science*, 49, 502–505. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02028.x>

Newman, J. A., Parsons, A. J., Thornley, J. H. M., Penning, P. D., & Krebs, J. R. (1995). Optimal Diet Selection by a Generalist *Grazing* Herbivore. *Functional Ecology*, 9(2), 255–268. <http://doi.org/10.2307/2390572>

Newman, J. A., Penning, P. D., Parsons, A. J., Harvey, A., & Orr, R. J. (1994). Fasting affects intake behaviour and diet preference of *grazing* sheep. *Animal Behaviour*, 47, 185–193. <http://doi.org/10.1006/anbe.1994.1021>

Nydegger, F., Gyga, L., & Egli, W. (2010). Automatic measurement of rumination and feeding activity using a pressure sensor. In International Conference on Agricultural Engineering-AgEng 2010: towards environmental technologies, Clermont-Ferrand, France, 6-8 September 2010. Cemagref.

O'Reagain, P. J. (1993). Plant structure and the acceptability of different grasses to sheep. *Range Manage*, 46(May), 232–236.

Passaglia, C., Dodge, F., Herzog, E., Jackson, S., & Barlow, R. (1997). Deciphering a neural code for vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(23), 12649–12654.

Peart, R. M., & Shoup, W. D. (Eds.). (1997). Agricultural systems modeling and simulation. CRC Press.

Prache, S., Gordon, I. J., Rook, A. J., Prache, S., Gordon, I. J., Rook, A. J., & Prache, S. (1998a). Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores To cite this version : in domestic herbivores.

Prache, S., Roguet, C., & Petit, M. (1998b). How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. *Applied Animal Behaviour Science*, 57, 91–108.

Provenza, F. D. (1995). Postigestive feedback as an elementary preference and intake in ruminants determinant of food. *J. Range Manage1*, 48, 2–17.

Roguet, C., Dumont, B., & Prache, S. (1998a). Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review Christine. *Ann. Zooech*, 47, 225–244.

Roguet, C., Prache, S., & Petit, M. (1998b). Development of a methodology for studying feeding station behaviour of grazing ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, 55, 307–316.

Rombach, M., Münger, A., Niederhauser, J., Südekum, K. H., & Schori, F. (2018). Evaluation and validation of an automatic jaw movement recorder (RumiWatch) for ingestive and rumination behaviors of dairy cows during grazing and supplementation. *Journal of dairy science*, 101(3), 2463-2475.

Sales-Baptista, E., Ferraz-de-Oliveira, M. I., dos Santos, M. B., de Castro, J. L., Pereira, A., da Silva, J. R. M., & Serrano, J. (2016). Low-cost GNSS technology for monitoring grazing sheep. *Revista de Ciências Agrárias (Portugal)*, 39(2), 251-260.

Santos, F. L. B. (2016). Estudo do comportamento alimentar do pepino do mar (*Holothuria grisea*), submetido a diferentes dietas e fotoperíodos. Universidade Federal do Ceará.

Schild, S. A., Brandt, P., Rousing, T., & Herskin, M. S. (2015). Does the presence of umbilical outpouchings affect the behaviour of pigs during the day of slaughter? *Livestock Science*, 176, 146–151.
<http://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.023>

Serrano, J., Sales-Baptista, E., Shahidian, S., da Silva, J. M., de Oliveira, I. F., de Castro, J. L., ... & de Carvalho, M. (2018). Proximal sensors for monitoring seasonal changes of feeding sites selected by grazing ewes. *Agroforestry Systems*, 1-15.

- Sevegnani, K. B., Caro, I. W., Pandolfi, H., & Moura, D. J. De. (2005). Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico nimal production : Image analysis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental, 9, 115–119.
- Shipley, L. A., & Spalinger, D. E. (1995). Influence of size and density of browse patches on intake rates and foraging decisions of young moose and white-tailed deer. Oecologia, 104(1), 112–121.
- Spalinger, D. E., & Hobbs, N. T. (1992). Mechanisms of foraging in mammalian herbivores: new models of functional response. The America Naturalist, 140(2), 325–348.
- Stuth, J.W. Foraging behavior. In: Heitschmidt, R.K., Stuth, J.W. Grazing management: An ecological perspective. Oregon: Timber Press, 1991. p.85-108.
- Symonds, H., Mather, D., & Collis, K. (1981). The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. British Journal of Nutrition, 46(3), 481-486. doi:10.1079/BJN19810056
- Thomson, J. A., & Heithaus, M. R. (2014). Animal-borne video reveals seasonal activity patterns of green sea turtles and the importance of accounting for capture stress in short-term biologging. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 450, 15–20.
- Trindade, J. K. (2011). Comportamento e consumo de forragem de bovinos de corte em pastagem natural complexa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.