



Forragens conservadas para equinos em contexto de alterações climáticas

Daniela Alexandra Jorge Soares

Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadores: Prof^ª. Doutora Maria Teresa Gomes Afonso do Paço
Prof. Doutor João Rui Rolim Fernandes Machado Lopes

Júri:

Presidente: Doutora Maria do Rosário da Conceição Cameira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutor Luís Manuel Bignolas Mira da Silva, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutor João Rui Rolim Fernandes Machado Lopes, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos aqueles que permaneceram ao meu lado e que me apoiaram durante esta longa jornada que foi a elaboração da dissertação de mestrado.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Teresa Afonso do Paço por todos os conhecimentos e motivação transmitidos. A sua paciência, o seu apoio e toda a sua sabedoria permitiram que enriquecesse os meus conhecimentos quer a nível pessoal quer a nível académico. Agradeço os múltiplos incentivos que recebi da sua parte para elaborar trabalhos de cariz científico bem como toda a confiança que depositou em mim. O meu sincero obrigada.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. João Rolim agradeço toda a ajuda dada durante a elaboração da dissertação. De salientar que todo o tempo despendido na estruturação do trabalho assim como todo o auxílio prestado durante este processo foram indispensáveis para a elaboração desta dissertação. As suas palavras de encorajamento e toda a sua dedicação foram fulcrais.

À professora Dr.^a Maria João Fradinho que de forma tão simpática e profissional agarrou esta dissertação. Pelo tempo que despendeu, pelas motivações que me deu e por todos os conhecimentos transmitidos, obrigada. De referir que a sua ajuda e as suas palavras foram preciosas ao longo desta etapa.

Ao Engenheiro Tiago Abecasis, proprietário da Coudelaria Henrique Abecasis, agradeço por me ter facilitado a execução da componente prática bem como por toda a informação que me disponibilizou ao longo do estudo.

Ao Prof. Dr. Luís Teixeira, agradeço o tempo que despendeu e que, de forma tão paciente, me ensinou a utilizar o modelo ISAREG.

À professora Dr.^a Luísa Falcão quero agradecer o gosto que me incutiu pela alimentação animal bem como pela pessoa importante que se tornou para mim ao longo destes cinco anos no Instituto.

À Engenheira Cátia Martins, engenheira responsável pelo Laboratório Professor Pais de Azevedo, o meu sincero e profundo obrigada. Agradeço a forma carinhosa como me recebeu, e aproveito para referir que sem a sua crucial ajuda a elaboração desta dissertação não seria possível.

À Dona Helena Tomaz, agradeço o seu carinho e motivação dados durante este percurso.

À Sónia, quero agradecer pela sua paciência e disponibilidade para me ajudar. Saliento ainda a transmissão de conhecimentos e todo o carinho que me foi dado durante este período.

Às minhas amigas do coração, Mónica e Sara que são companheiras para a vida e que, sempre me deram força, acreditaram em mim e me motivaram, o meu imenso obrigada.

Aos grandes amigos que a faculdade me deu, Inês, Laura e Ivan obrigada pelos momentos de estudo e troca de conhecimentos, pelos momentos de diversão e, sobretudo, pelos laços de amizade conseguidos.

À minha madrinha de faculdade, Rita, agradeço pelo facto de ter acreditado em mim desde o primeiro minuto no Instituto bem como pelo carinho e força que me deu desde o primeiro ano de licenciatura.

Ao meu namorado, Rui, que ao longo destes cinco anos me motivou a continuar e a nunca desistir. Que acreditou em mim e nas minhas capacidades e que tanto ajudou sempre que foi preciso. Promoveu tantos momentos de gargalhadas ao longo desta dura etapa.

Aos meus pais, à minha irmã e ao meu cunhado, a todos vós que são o meu pilar, quero agradecer-vos pela educação que me deram e que me proporcionaram destacando a humildade, o respeito e amor pelo próximo. Por me terem ensinado a ser exigente de mim mesma. Aos meus pais, por terem investido na minha formação académica e à minha irmã e ao meu cunhado por me incentivarem a ser mais e melhor, obrigada.

Aos meus sobrinhos que são aquilo que tenho de melhor, obrigada. Farei por vós tudo aquilo que estiver ao meu alcance para que também sejam mais e melhor, assim como o nosso pilar fez por mim e, com certeza, continuará a fazer.

A todos vós, o meu muito obrigada.

RESUMO

Esta dissertação teve como principal objetivo o estudo das forragens conservadas produzidas numa coudelaria de raça Puro-Sangue Lusitano em contexto de alterações climáticas. A elaboração do trabalho prático incluiu o acompanhamento de uma parcela de 17 ha dos quais apenas 8 ha são regados. No âmbito do acompanhamento da área regada foi avaliada a composição florística (nomeadamente as espécies presentes), a qualidade da forragem verde e conservada bem como o teor de água do solo e a produção de matéria seca. Complementarmente, foi realizado um estudo da produção de forragens em cenários de alteração climática (RCP 4.5 e RCP 8.5) para o período de 2071-2100, tendo como principal objetivo prever a produção e as respetivas necessidades de rega. A avaliação dos impactos foi efetuada tendo como termo de comparação o período de referência (1971-2000). A análise química das forragens permitiu observar que as perdas ocorridas durante o processo de conservação foram mínimas, o que demonstra a eficácia do processo. Observou-se também o aumento produtivo da parcela em relação ao ano médio que, de acordo com os resultados obtidos, se deve essencialmente à seca extrema ocorrida durante o inverno, que permitiu minorar as condições de encharcamento. O estudo dos cenários de alteração climática permitiu concluir que, se houver água disponível para regar, o cenário RCP 4.5 permite a realização de dois cortes e que o cenário 8.5 permite a realização de três cortes. No entanto, se o produtor quiser efetuar um uso controlado da água, poderá realizar um único corte em ambos os cenários e verificará um acentuado decréscimo nas necessidades de rega. O aumento do número de cortes para os cenários futuros realiza-se através do aumento do consumo de água para rega.

Palavras-Chave: Equinos; Forragem conservada; Alterações Climáticas; Qualidade da forragem; Necessidades de rega

ABSTRACT

This study aims to characterize preserved forages produced in a farm of pure Lusitano horses in a climate change context. Practical work included the study of 17 ha of land, even though only 8 ha of them correspond to irrigated area in which our focus was. It became of major importance to assess the floristic composition (identification of the species present in the parcel), the quality of green and preserved forage as well as the soil water content and dry matter production of these irrigated 8 ha.

Complementarily, two climate change scenarios (RCP 4.5 and RCP 8.5) for the period 2071-2100 were drawn so as to predict the number of possible cuts, irrigation needs and yield losses. The reference period used for further comparison was 1971-2000.

According to the results obtained, forage productivity, when compared to the same period, has increased, probably as a result of better soils drainage conditions. Chemical analysis, have also allowed to verify that losses occurred during the conservation process were minimal, which is clear evidence of its sustainability.

The study of climate change scenarios led to the conclusion that whenever water is available for irrigation, two cuts can happen in scenario RCP 4.5 and three in scenario 8.5. Therefore, if farmers want to make controlled use of water, they will be able to make a single cut in both scenarios and have a significant reduction in irrigation needs.

Key-words: Horses; Preserved forage; Climate Change; Quality of forage; Irrigation needs

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
I – INTRODUÇÃO	1
II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Alimento forrageiro	3
2.2. Conservação das Forragens	7
2.2.1 Feno	8
2.2.2. Feno-Silagem	11
2.2.3. Silagem	12
2.3. Particularidades da fisiologia digestiva dos equinos	13
2.4. Comportamento alimentar	15
2.5. Necessidades nutricionais e ingestão voluntária	17
2.6. A relevância das forragens conservadas na dieta dos equinos	18
2.7. Alterações climáticas e respetivas influências na produção de forragens	20
2.7.1. Emissões e cenários climáticos	21
2.7.2. Panorama em Portugal	22
2.7.3. Impactos na agricultura portuguesa	26
2.7.4. Impacto das alterações climáticas na produção de forragens	30
III- MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1. A Coudelaria	35
3.1.1. Características edafoclimáticas	36
3.2. Recolha de dados de campo	38
3.2.1. Recolha e análise do material vegetal	39
3.2.2. Recolha de amostras de solo e análise do teor de água	43
3.3. Séries Climáticas e Graus Dia de Crescimento	44
3.4. Avaliação dos impactos das Alterações Climáticas	47
IV- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	49
4.1 Acompanhamento da consociação forrageira	50

4.1.1 Avaliação da composição química da forragem.....	55
4.1.2 Avaliação do teor de água do solo	58
4.2. Séries climáticas e Graus dia de crescimento.....	61
4.3 Avaliação dos impactos das Alterações Climáticas	65
4.3.1. Impactos das Alterações Climáticas nas necessidades de rega da forragem	65
4.3.2. Quebras de produção associadas ao sequeiro.....	67
V- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Curva de produção anual de pastagens de sequeiro (a) e regadio (b). Na figura (a) a curva a tracejado b) representa as regiões e/ou anos secas. (Fonte: Moreira (2002) e Freixial & Alpendre, 2013).	3
Figura 2.2 - Crescimento e recrescimento de forragens aquando do corte (Fonte: Luís Mira da Silva, (2003) in Torres (2017)).	4
Figura 2.3 – <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	6
Figura 2.4 – <i>Trifolium resupinatum</i> L.	6
Figura 2.5- Representação esquemática da evolução da Matéria Seca (em países do sul da europa (amarelo) e do norte da europa (castanho)), Energia Digestível e Proteína Digestível ao longo do ciclo vegetativo das plantas. (Adaptado de Harris et al.,2017).	8
Figura 2.6 – Passos do processo de fenação.	8
Figura 2.7– Características do feno, feno-silagem e silagem. (Adaptado de: Harris et al., 2017).	12
Figura 2.8- Representação esquemática do sistema digestivo do equino. (Adaptado de: INRA, 1990).	15
Figura 2.9 - Relação entre a ingestão e conteúdos fibrosos da erva. (Adaptado de: Martin-Rosset, 2015).	16
Figura 2.10 – Áreas de intervenção de vários domínios no âmbito da agricultura: monotorização e adaptação às alterações climáticas. (Fonte: Lima, 2018).	20
Figura 2.11 – Diferenças entre os cenários RCP apresentados face às alterações da temperatura média global. (Adaptado de: IPCC, 2014).	22
Figura 2.12 - Ciclo anual médio da precipitação em mm em Lisboa.(Adaptado de: Miranda, 2018)....	23
Figura 2.13 - Evolução mensal da percentagem do território em condições de seca severa e extrema. (Fonte: Pires, 2018).	23
Figura 2.14 – Temperatura média. a) Cenário RCP 4.5 – 2071- 2100. b) Cenário RCP 8.5 – 2071-2100. (Fonte: Portal do Clima, IPMA).	25
Figura 2.15 – Precipitação acumulada. a) Cenário RCP 4.5 – 2071-2100. b) Cenário RCP 8.5 – 2071-2100. (Fonte: Portal do Clima, IPMA).	25
Figura 2.16 – Resposta da fotossíntese líquida à temperatura para gramíneas de climas diferentes. a) <i>Chinochloa</i> spp. (alpina, C3); b) trigo (temperada, C3) e c) milho (subtropical, C4). (Fonte: Brandão, 2006).	26
Figura 2.17 – Resposta típica da fotossíntese das plantas ao CO ₂ em função do tipo de metabolismo (C3- trigo e C4-milho). (Fonte: Brandão, 2006).	27

Figura 2.18 – Distribuição espacial das pastagens permanentes em Portugal (Figura 16a) (INE,2009) e Índice PDSI (Figura 16b) (IPMA, acedido a 1 de Agosto de 2019).	29
Figura 2.19 – Efeito médio da concentração do CO ₂ expresso em percentagem nos diversos constituintes das plantas com intervalos de confiança de 95% (N- azoto, C/N- razão carbono azoto, P- fósforo, HCNE- hidratos de carbono não estruturais, HC- hidratos de carbono, NDF- fibra em detergente neutro, Dig- Digestibilidade, ADF- fibra em detergente ácido, ADL- lenhina em detergente ácido). (Fonte: Dumont et al., 2015).....	31
Figura 2.20 - Efeito médio da seca expresso em percentagem nos diversos constituintes das plantas com intervalos de confiança de 95% (N- azoto, C/N- razão carbono azoto, P- fósforo, HCNE- hidratos de carbono não estruturais, HC- hidratos de carbono, NDF- fibra em detergente neutro, Dig- Digestibilidade, ADF- fibra em detergente ácido, ADL- lenhina em detergente ácido). (Fonte: Dumont et al., 2015).....	32
Figura 3.1 – Representação esquemática da componente prática realizada.	34
Figura 3.2 – Localização da Quinta do Pilar 1 – Área Social, 2 – Espaço Florestal, 3 – Pastagens de Sequeiro. (Fonte: GoogleMaps).....	35
Figura 3.3 – Localização dos Campos Agrícolas da Azambuja 1 – Produção de forragens, 2 – Produção de pastagens permanentes. (Fonte: GoogleMaps).	36
Figura 3.4 – Normais climatológicas (temperatura (a) e precipitação (b)) para a região de Santarém.	37
Figura 3.5 - Evidências de heterogeneidade da parcela.	38
Figura 3.6 - Divisão dos setores de amostragem na parcela. (Fonte: GoogleMaps).	39
Figura 3.7 – Forragem inserida na área de corte (a) e pós colheita da mesma (b).	40
Figura 3.8 – Fluxograma das análises laboratoriais efetuadas à forragem.....	42
Figura 3.9 – Recolha de amostras de solo com a sonda de meia cana (a) e caixas com as amostras de solo (b).	43
Figura 3.10 – Determinação da densidade aparente do solo pelo método das amostras não perturbadas.....	44
Figura 3.11 – Regressões lineares simples entre as temperaturas máximas (a) e as temperaturas mínimas (b) em Lisboa e em Santarém no período de referência.	45
Figura 3.12 – Representação esquemática do modelo ISAREG. (Adaptado de: Manual de Instruções ISAREG, Teixeira 2019).....	47
Figura 3.13 – Calibração do modelo de balanço hídrico do solo. Nota: Os pontos a vermelho indicam o teor de água no solo, medido experimentalmente.	49
Figura 4.1 – Consociação forrageira (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. X <i>Trifolium resupinatum</i> L.).....	50
Figura 4.2 - <i>Phalaris minor</i> Retz.(a); <i>Trifolium squarrosum</i> L.(b); <i>Medicago italica</i> Mill.(c); <i>Chamaemelum mixtum</i> L.(d) e <i>Ranunculus trilobus</i> Desf. (e).	51

Figura 4.3 – Corte da forragem.....	52
Figura 4.4 – Secagem da forragem ao ar livre, no campo.....	52
Figura 4.5 – Encordoamento da erva para posterior enfardamento.....	53
Figura 4.6 – Enrolamento da forragem em filme plástico para a produção de feno-silagem (a) e transporte dos fardos do feno (b).	53
Figura 4.7 – Produtividade da forragem ao longo dos ciclos.	54
Figura 4.8 – Teor de água das plantas versus teor de água do solo.	55
Figura 4.9 – Resultados das análises realizadas à MS (a) e à composição química (b) das forragens conservadas.....	56
Figura 4.10 – Evidências de encharcamento. Fotografia tirada no dia 20/02/2019 (a) e Evidências de fendas causadas pela falta de água. Fotografia tirada no dia 12/05/2019 (b).....	59
Figura 4.11 – Reserva de água no solo.....	60
Figura 4.12 – Médias mensais da precipitação (a), temperatura máxima (b), temperatura mínima (c) e evapotranspiração de referência (d) para o período de referência (1971-2000) e para os cenários RCP 4.5 e 8.5 (2071-2100).....	61
Figura 4.13 – Distribuição da precipitação ao longo do ano hidrológico.....	63
Figura 4.14 – Graus dia de crescimento para o período referência, para o ano da campanha e para os cenários RCP 4.5 e 8.5.....	64
Figura 4.15 – Frequências acumuladas das necessidades de rega (a) e evolução temporal das necessidades de rega (b).....	65
Figura 4.16 – Diagrama de extremos e quartis das necessidades de rega anuais da cultura em função do número de cortes. Onde: 1C: um corte; 2C: dois cortes e 3C: três cortes.	66
Figura 4.17 – Diagrama de extremos e quartis das quebras de produção da consociação forrageira em contexto de sequeiro.	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre a análise química e a qualidade dos fenos. (Adaptado de: Moreira, 2002).	11
Quadro 2 – Diferenças entre <i>Lolium multiflorum</i> Lam. e <i>Trifolium resupinatum</i> L. quando verde e quando conservado. (Adaptado de: Monteiro, 2014 e Abreu et al.,2000).	19
Quadro 3 – Projeção do aumento da temperatura global e da concentração de dióxido de carbono atmosférico relativamente ao período de 1986-2005. (Adaptado de: IPCC, 2014).	24
Quadro 4 – Inputs dos dados culturais e esquema de rega.	48
Quadro 5 – Inputs dos dados do solo.	48
Quadro 6 – Resumo das análises realizadas à forragem verde (expressos na % de MS).	55
Quadro 7 – Resumo das análises realizadas à forragem conservada (expressos na % de MS).	56
Quadro 8 – Necessidades proteicas fornecidas pelas diferentes forragens conservadas. Onde: FS1 e FS2 correspondem à primeira e segunda feno-silagens obtidas na campanha, respetivamente. (Adaptado de: NRC (2007)).	58
Quadro 9 – Quadro resumo da análise sumária de terra.	59
Quadro 10 – Anomalia da temperatura média para os cenários RCP 4.5 e 8.5	62
Quadro 11 – Anomalias anuais médias da precipitação para os cenários considerados.	63
Quadro 12 – Variações das necessidades de rega face ao período de referência.	67

LISTA DE ABREVIATURAS

% (percentagem)

AC (alteração climática)

ADF (*acid detergent fiber*)

ADL (*acid detergent lignin*)

AGV (ácidos gordos voláteis)

CC (capacidade de campo)

CE (coeficiente de emurchimento)

Dap (densidade aparente)

F (feno)

FB (fibra bruta)

FS1 (feno-silagem 1)

FS2 (feno-silagem 2)

GCM (Global climate models)

GDC (graus dia de crescimento)

GEE (gases com efeito de estufa)

HA (Henrique Abecasis)

HC (hidratos de carbono)

HCE (hidratos de carbono estruturais)

HCl (ácido clorídrico)

HCNE (hidratos de carbono não estruturais)

ID (intestino delgado)

IG (intestino grosso)

Kc (coeficiente cultural)

MO (matéria orgânica)

MS (matéria seca)

N (azoto)

NDF (*neutral detergent fiber*)

LRFU (limite da reserve facilmente utilizável)

P (fósforo)

PB (proteína bruta)

PC (portal do clima)

ppm (partes por milhão)

PV (peso vivo)

RCP (*Representative Concentration Pathway*)

WRB (*World Reference Base for Soil Resources*)

I – INTRODUÇÃO

Os equinos são animais herbívoros monogástricos que apresentam particularidades no seu sistema digestivo e no seu comportamento alimentar. Relativamente ao comportamento alimentar, os cavalos, pelo facto de serem animais muito seletivos, exibem maior interesse em plantas jovens visto que nesta fase apresentam maior valor nutritivo (Santos, 2015).

As pastagens e as forragens são a base da alimentação dos equinos. Quando a produção de pastagens escasseia ao longo do ano ou quando a prática do pastoreio não pode ser realizada, torna-se indispensável fornecer forragens conservadas aos animais (NRC, 2007). O consumo deste tipo de alimentos é necessário para garantir as especificidades nutricionais desta espécie e para minimizar a ocorrência de distúrbios metabólicos. As forragens conservadas – feno, feno-silagem e silagem - podem constituir 30 a 90% da alimentação destes animais, dependendo do tipo de cavalo, do seu estado fisiológico e dos objetivos técnico-económicos do produtor. No entanto, é de evidenciar que as forragens conservadas podem cobrir entre 25 a 85% das necessidades energéticas dos cavalos e 20 a 95% das necessidades proteicas dos mesmos, dependendo da constituição da forragem e da técnica de conservação utilizada (Pottier & Martin-Rosset, 2015).

As alterações do clima que se têm vindo a observar vêm dificultar a gestão das forragens, levantando novos problemas. Projeta-se que o aquecimento global causado pela emissão de gases com efeito de estufa leve ao aumento da temperatura média bem como à diminuição da precipitação anual, sendo Portugal um dos locais mais afetados (IPCC, 2014). Porém, também serão esperados com maior frequência eventos extremos, tais como a seca ou como a precipitação intensa em episódios isolados. Estas alterações nas variáveis meteorológicas terão de ser tidas em conta uma vez que alterarão o ciclo das culturas, a sua produtividade, as suas necessidades hídricas, a incidência de pragas e doenças bem como outros parâmetros de cariz agronómico (Braga & Pinto, 2009).

A presente dissertação teve como principal objetivo o estudo da produção de forragens conservadas para equinos num contexto de alterações climáticas. Este trabalho foi realizado numa coudelaria dedicada à produção de equinos Puro-Sangue Lusitano, localizada na zona da Azambuja. Numa perspetiva prática, pretende avaliar a qualidade da forragem verde e da forragem conservada do ponto de vista nutricional para a espécie em causa. No entanto, surge a necessidade de incluir as alterações climáticas na produção forrageira visto que estas constituem uma realidade já verificada. Assim, este trabalho compreende não só o estudo da

produção de forragens para equinos num sistema de produção no centro de Portugal bem como a sua evolução em contexto de mudança climática.

A presente dissertação aborda no capítulo segundo os conteúdos teóricos relativos às temáticas estudadas. Neste capítulo destaca-se a produção de forragens e a sua importância para a espécie, as particularidades fisiológicas dos equinos e o respetivo comportamento alimentar, bem como as alterações climáticas e os seus impactos na produção de forragens. No terceiro capítulo é realizada uma breve caracterização da coudelaria e são apresentadas as metodologias utilizadas na elaboração de toda a componente prática da dissertação. Este capítulo inclui a metodologia da recolha de dados de campo, da elaboração das séries climáticas e do cálculo das necessidades de rega e do respetivo modelo de balanço hídrico do solo. No capítulo quarto são apresentados e discutidos os resultados obtidos na componente prática, destacando a quantidade e qualidade das forragens obtidas, o número de cortes e as respetivas necessidades de rega associadas aos cenários de alteração climática, entre outros resultados. O quinto capítulo inclui as conclusões mais relevantes bem como as considerações finais. De seguida são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração da revisão de literatura. Nos anexos são apresentados dois *posters* científicos e um *abstract* desenvolvidos no âmbito desta dissertação. Os dois primeiros foram apresentados no ECCA 2019 - *European Climate Change Adaptation Conference* (Lisboa, maio 2019) e no congresso nacional de zootecnia: ZOOTECH – “Alterações climáticas e zootecnia: uma abordagem holística” (Évora, setembro 2019), respetivamente. O último consiste num resumo para as VI Jornadas do Grupo de Trabalhos de Investigação em Equídeos com o tema “Estado Atual e Perspetivas” (Golegã, novembro 2019).

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alimento forrageiro

Tal como foi referido no capítulo anterior, as pastagens e as forragens são a base da alimentação dos equinos. Frequentemente são produzidas em regime de sequeiro o que, torna estas produções muito dependentes do clima. O clima em parte de Portugal Continental é caracterizado por apresentar verões quentes e secos e invernos frios e chuvosos. A falta de uniformidade da precipitação neste tipo de clima leva a que a produção de pastagens seja variável ao longo do ano. Esta irregularidade é ainda mais evidente se compararmos uma pastagem de sequeiro com uma de regadio (Figura 2.1a e 2.1b, respetivamente). Nas pastagens de sequeiro e em condições de clima mediterrânico, verificamos que a produção atinge um pico máximo na primavera, uma pausa no verão e um pico menor no outono que diminui posteriormente devido às baixas temperaturas invernais (Paço & Fradinho, 2010).

Relativamente às pastagens de regadio, constata-se que a produção anual é superior quando comparada com as pastagens de sequeiro, apresentando, no entanto, um decréscimo de produção invernal. Assim, quer em condições de sequeiro quer em condições de regadio, as baixas temperaturas invernais traduzem-se num decréscimo da produção de pastagens. Desta forma, o alimento forrageiro quer fresco quer conservado tem uma importância crescente aquando da escassez das pastagens. As forragens desempenham um papel fulcral face ao clima a que estamos expostos, permitindo alimentar os animais mesmo nas épocas em que a produção de pastagens é baixa ou mesmo nula (Freixial & Alpendre, 2013).

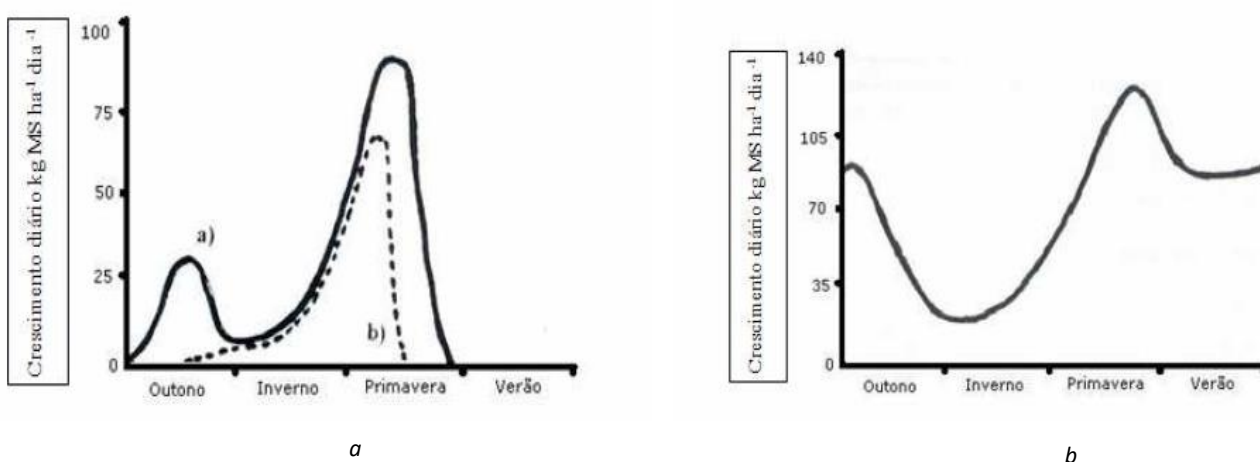


Figura 2.1 - Curva de produção anual de pastagens de sequeiro (a) e regadio (b). Na figura (a) a curva a tracejado b) representa as regiões e/ou anos secas. (Fonte: Moreira (2002) e Freixial & Alpendre, 2013).

As forragens são consideradas uma cultura de plantas herbáceas espontâneas ou semeadas. Constituem um alimento rico em fibra e são obtidas pelo corte da erva e respetiva conservação (Harris, et al., 2017). Geralmente são culturas anuais. Este tipo de cultura tem como principal objetivo o corte antes da maturação completa para que os animais consigam tirar proveito em verde ou após a conservação sob a forma de feno, silagem ou feno-silagem (Moreira, 2002). As forragens são classificadas quanto ao modo de utilização, isto é, dizem-se forragens de corte simples quando é efetuado um único corte ou forragens de corte múltiplo quando é possível realizar dois ou mais cortes. Assim sendo, é necessário que as plantas instaladas numa dada parcela para produção forrageira sejam adequadas à sua utilização – hábito de crescimento ereto ou sub-ereto e que apresentem um rápido e eficiente recrescimento após o corte (Moreira, 2002). Quando as plantas possuem pouco vigor e um lento recrescimento após o corte, consideramos que devem constituir forragens de corte simples, como é o caso da beterraba forrageira e do milho (Moreira, 2002). Existem plantas como o azevém (*Lolium* spp) ou como a luzerna (*Medicago sativa* L.) que, depois de cortadas, apresentam um rápido recrescimento pelo que podem constituir forragens de corte múltiplo.

De acordo com Moreira (2002), as forragens de corte simples anuais apresentam maior produtividade e são na sua maioria para conservação. Para além das características já descritas, as forragens submetidas a cortes únicos são sinónimo de acumulação de grande biomassa aquando de estados avançados do seu desenvolvimento sem que se observe um decréscimo do seu valor alimentar e nutritivo. Nas forragens de cortes múltiplos verifica-se que o potencial de produção vai decrescendo de corte para corte, obtendo assim uma produtividade mais baixa quando comparada com as forragens de corte simples (Figura 2.2). Porém, quando a forragem permite cortes múltiplos, o produtor usufrui de mais oportunidades, em cada momento, para escolher entre a utilização em verde ou conservação.

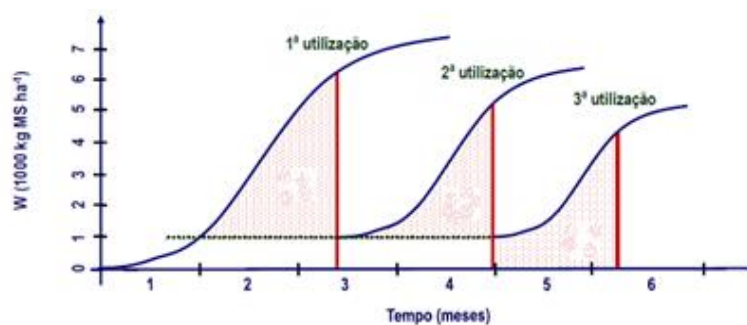


Figura 2.2 - Crescimento e recrescimento de forragens aquando do corte (Fonte: Luís Mira da Silva, (2003) in Torres (2017)).

As forragens são ainda classificadas quanto ao seu regime hídrico e quanto à sua época de sementeira, podendo estes dois parâmetros relacionar-se entre si. No caso da sementeira de uma dada forragem ser realizada no outono, nas condições do clima mediterrânico, geralmente constitui uma forragem de sequeiro, uma vez que a precipitação invernal lhe fornece a água que necessita para se desenvolver, pelo que não necessita de ser regada. O facto da sementeira ser realizada nesta época invernal, faz com que as exigências térmicas para o seu crescimento e desenvolvimento sejam reduzidas (Freixial & Barros, 2012). Contrariamente, quando a sementeira é realizada na primavera, dizer que a forragem é de regadio não significa que esta não possa ser cultivada em condições de sequeiro. No entanto, as necessidades hídricas são superiores e com recurso a rega garantem-se maiores produções.

O alimento forrageiro geralmente é constituído por uma consociação entre gramíneas e leguminosas. Uma consociação deste tipo garante quer um equilíbrio nutricional quer uma maior fertilidade do solo. As primeiras, para além de proporcionarem às forragens um maior teor de matéria seca e de equilibrarem o valor nutritivo das forragens, são responsáveis por melhorarem a estrutura do solo bem como a infiltração da água no mesmo. Já as leguminosas, desempenham um papel fundamental na alimentação animal uma vez que são ricas em proteína. No entanto, ao nível do solo também apresentam um papel relevante uma vez que desenvolvem na zona radicular uma relação simbiótica com bactérias do género *Rhizobium* que, por sua vez, são responsáveis pela fixação de azoto atmosférico (Moreira, 2002). As misturas de sementes usadas nas forragens para equinos são maioritariamente gramíneas quando comparadas com as misturas de sementes usadas para bovinos. No entanto, devem conter uma quantidade de leguminosas que garanta a autossuficiência em azoto da cultura e os níveis de proteína adequados à alimentação dos equinos.

Para além dos aspetos já referidos ao nível da composição química, física e biológica do solo, as plantas herbáceas que constituem as forragens, ao revestirem os solos, reduzem o risco de erosão dos mesmos.

Como exemplo de espécies utilizadas para a produção de forragens para equinos pode dar-se o exemplo do azevém italiano e do trevo da pérsia, entre outras. O azevém italiano (*Lolium multiflorum* Lam. – Figura 2.3) é uma gramínea anual com elevada produtividade. Nas condições climáticas em que nos encontramos, esta espécie apenas tem interesse na estação fria, mesmo em condições de regadio uma vez que o seu crescimento se inicia para temperaturas médias entre os 5-6 °C e apresenta um máximo a 15-18 °C (Moreira, 2002). É uma planta semi resistente ao encharcamento e está adaptada a diferentes tipos de solo, mostrando maior preferência e adaptação por solos com elevada fertilidade com pH próximo de 6/7. Apresenta boa aptidão quer para corte quer para pastoreio. Se as condições de temperatura e humidade forem satisfatórias, esta espécie apresenta um rápido e vigoroso recrescimento após o corte o que lhe confere uma grande capacidade de competir com eventuais infestantes.



Figura 2.3 – *Lolium multiflorum* Lam.

Relativamente ao Trevo-da-Pérsia (*Trifolium resupinatum* L. - Figura 2.4), este é uma leguminosa com elevado potencial produtivo. Está apto para produzir em vários cortes e adaptado a condições de regadio. Esta espécie apresenta melhores produções em solos francos/argilosos e alcalinos embora se desenvolva satisfatoriamente em solos cujo pH esteja entre 5 e 8. É uma espécie que se apresenta tolerante à má drenagem e à salinidade dos solos (Moreira, 2002).



Figura 2.4 – *Trifolium resupinatum* L.

2.2. Conservação das Forragens

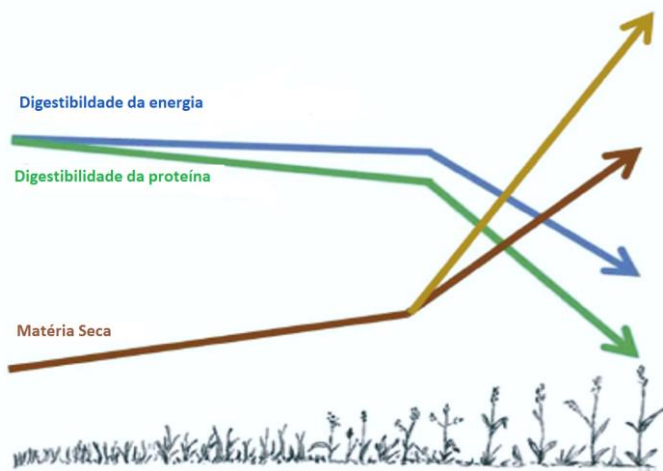
Como referido anteriormente, existe uma elevada necessidade de conservar forragens para que estas compensem de alguma forma a escassez das pastagens que é sentida em períodos específicos do clima mediterrânico. Para além da quebra de produção nestas fases, por vezes, o valor nutritivo das pastagens é baixo, apresentando-se insuficiente para cobrir as necessidades dos animais. São estes os dois principais motivos que contribuem para a necessidade de conservar as forragens. Porém, conservar forragens implica quer custos quer perdas superiores quando comparado com a utilização da erva em fresco (Moreira, 2002).

O tipo de conservação a realizar varia com o clima, com o tipo de cultura, com o tipo de animais a que se destina a forragem e ainda com alguns condicionalismos técnico-económicos da exploração como, por exemplo, a maquinaria disponível ou até mesmo a formação do agricultor.

A conservação de forragens divide-se em dois grandes grupos. O primeiro, em que a erva é conservada por via seca, realizada principalmente através da secagem natural da erva com recurso à energia solar – fenação – podendo esta ser feita através da desidratação forçada. O segundo grupo, em que a erva é conservada por via húmida através de processos fermentativos e em condições de acidez e anaerobiose – ensilagem (Moreira, 2002). A metodologia da conservação sob a forma de feno-silagem constitui um processo intermediário dos processos referidos anteriormente.

A qualidade das forragens conservadas é ditada por inúmeros parâmetros, entre os quais: o tipo de corte, a forma e a época da fertilização, o estado fenológico, a conservação e as condições de armazenamento das mesmas. Müller (2018) refere que a qualidade das forragens produzidas para cavalos é normalmente inferior uma vez que existem constituintes indesejáveis e que, não apresentam grande valor nutricional. Quando as forragens possuem constituintes indesejáveis, nomeadamente bolores, são prejudiciais à sanidade respiratória dos equinos. Esta problemática incide sobretudo nos fenos uma vez que na feno-silagem e na silagem a gestão deste parâmetro é facilitada.

De acordo com Martin-Rosset (2015), a digestibilidade da erva (energia e proteína digestível) diminui ao longo do ciclo vegetativo das plantas. Contrariamente, o teor de Matéria Seca (MS)



aumenta. Isto significa que se a colheita for tardia, quer a digestibilidade por parte dos animais quer a qualidade da erva são afetadas negativamente (Figura 2.5). Este último fator é talvez o que apresenta maior problemática na produção de forragens para equinos em Portugal.

Figura 2.5- Representação esquemática da evolução da Matéria Seca (em países do sul da europa (amarelo) e do norte da europa (castanho)), Energia Digestível e Proteína Digestível ao longo do ciclo vegetativo das plantas.

2.2.1 Feno

O processo de fenação (Figura 2.6) é caracterizado pelo facto das plantas serem conservadas por via seca de acordo com os seguintes passos: corte, secagem, enfardamento e, finalmente, o armazenamento.

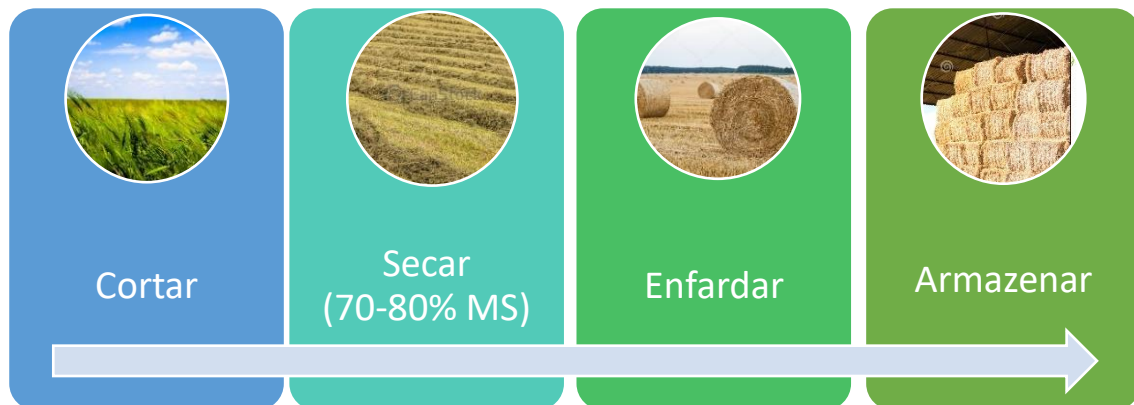


Figura 2.6 – Passos do processo de fenação.

As condições climáticas que se fazem sentir em determinadas épocas do ano, nomeadamente a falta de água e as temperaturas elevadas, promovem o declínio do desenvolvimento das espécies e consequentemente, a perda de valor nutritivo das mesmas. Assim, de acordo com Freixial *et al.*, (2013), o corte da erva para conservar não deverá ser efetuado tardiamente. A

antecipação do corte garante não só a qualidade nutritiva do feno como também um maior nível de ingestão do mesmo por parte dos animais.

Para que este tipo de conservação seja exequível quer seja feito com recurso à secagem através da energia solar ou da desidratação forçada, é necessário que o teor de matéria seca (MS) da erva aumente e atinja um valor próximo de 70-80 % (Moreira, 2002) e que, se mantenha inalterável durante um longo período de tempo (Freixial & Alpendre, 2013). Ainda de acordo com Freixial e Alpendre (2013), o facto da matéria seca da erva aumentar para a ordem dos 80% implica que esta só possua um teor de humidade próximo de 20 %, impossibilitando que as bactérias e os fungos usufruam de um ambiente propício para se multiplicarem e detiorarem o alimento.

Em Portugal a secagem da erva é normalmente ditada pelas condições ambientais - particularmente a radiação solar, a temperatura, a humidade relativa, a velocidade do vento e o teor de água do solo (Moreira, 2002) - dado que a fenação é realizada maioritariamente ao ar livre, no campo, tirando o máximo partido da energia solar. Por este motivo, é essencial que nem o corte nem a secagem da erva coincidam com épocas de precipitação porque esta, ao aumentar o teor de humidade, promove a degradação da qualidade do feno bem como do seu rendimento. Durante o processo de secagem, a erva deve ser espalhada e revirada no campo para que a superfície de evaporação aumente, e portanto, garanta a secagem desejada (Torres, 2017 e Moreira, 2002). Quando realizada nas condições indicadas, a duração da secagem da erva pode variar entre três e oito dias. A duração da secagem da erva depende do tipo de plantas que constituem a consociação, do estado fenológico das mesmas, da distribuição da erva no campo após o corte e das condições climáticas. As gramíneas apresentam uma taxa de secagem superior quando comparadas com as leguminosas (Moreira, 2002). Relativamente ao estado fenológico, quanto mais desenvolvidas estiverem as plantas maior o teor de matéria seca. Finalmente, a secagem da erva no campo é influenciada sobretudo pela espessura e densidade dos cordões – visto que quanto menor for a espessura e a densidade, mais facilitada é a secagem. Todavia, a secagem deve ser um processo tão rápido quanto possível de forma a minimizar as perdas de MS e de valor nutritivo (Moreira, 2002). De acordo com Moreira (2002), para reduzir o tempo de secagem da erva ou quando a probabilidade de se conseguir um número de dias suficiente de boas condições meteorológicas é baixa, pode recorrer-se ao uso de alternativas. Os condicionadores, que constituem a primeira alternativa apresentada, podem ser mecânicos ou químicos, mas com a predominância dos primeiros. Estes são responsáveis por esmagarem parcialmente a forragem de forma a forçar a evaporação. No entanto, pode ainda realizar-se a ventilação sob abrigo nos fenos que foram enfardados com 30 a 40% de humidade,

tendo como objetivo, concluir a secagem em armazém com recurso a ar quente ou frio. Estas últimas técnicas geram custos de instalação e de energia mas, em contrapartida, conseguem reduzir significativamente as perdas (Torres, 2017).

Para além dos processos de secagem já referidos, também pode ser realizada a desidratação forçada artificial da erva. Esta última consiste numa secagem rápida da mesma conforme duas situações: a primeira, com duração entre 1 a 3 horas onde é promovida a passagem de uma corrente de ar quente com temperaturas que rondam os 150 °C a 200 °C à saída da câmara de secagem. A segunda situação, é conseguida da mesma forma, em poucos minutos com as correntes de ar quente com temperaturas entre os 800 °C e os 1100 °C (Torres, 2017) à saída da câmara de secagem. Apesar dos elevados consumos energéticos, as perdas são minimizadas (Moreira, 2002).

A diminuição do teor de humidade da erva ocorre durante o dia. No entanto, por vezes a humidade relativa elevada do ar, a ocorrência de precipitação ou os orvalhos noturnos voltam a humedecer a erva. Para evitar esta situação o feno deve ser encordoado quando a percentagem de humidade do mesmo é de 30-40%, de forma a reduzir a superfície de exposição da forragem a este tipo de eventos (Moreira, 2002).

Moreira (2002) refere que o tamanho dos fardos varia com o teor de água do feno. Para fenos com teores de água próximos de 20% os fardos devem ser de pequena dimensão. Contrariamente, quando o teor de água é inferior a 18% os fardos podem ser de grandes dimensões dado que estes têm uma probabilidade reduzida de continuar a perder água. Isto significa que quanto menor o teor de água, maior poderá ser o tamanho dos fardos. Porém, quando os teores de humidade são muito superiores ao que é suposto, devido à ocorrência de precipitação ou, por exemplo, devido à falta de rotação da erva durante a secagem, é natural que surjam microrganismos indesejáveis. Para impedir o desenvolvimento destes microrganismos, tanto o processo de fenação como o processo de conservação do feno devem ser realizados em condições ambientais bem controladas nomeadamente com ocorrência de céu limpo, vento e baixa humidade relativa (Harris *et al.*, 2017 e Torres, 2017). De acordo com Moreira (2002), o feno deve ser armazenado em locais que evitem o humedecimento e consequentemente a deterioração deste.

O processo de fenação diminui a utilização digestiva das forragens. Por isso, um feno de boa qualidade deve conter uma digestibilidade elevada (Quadro 1). Esta digestibilidade pode, no entanto, ser afetada pela perda de folhas. Dado que quanto maior for a perda de folhas, menor será o teor de compostos azotados e de glúcidos citoplasmáticos e, contrariamente, maior será

o teor de lenhina, glúcidos parietais e celulose – estes últimos são constituintes que afetam negativamente a digestibilidade do feno.

*Quadro 1 – Relação entre a análise química e a qualidade dos fenos.
(Adaptado de: Moreira, 2002).*

Parâmetros	Qualidade dos fenos		
	Boa/Muito Boa	Média/Boa	Baixa
Teor de MS (%)	90	85	80
Proteína Bruta (% MS)	15	10	5

Como já foi referido no Capítulo 1.1., a conservação de forragens está associada a perdas. Estas podem ser perdas por respiração, precipitação, mecânicas e conservação (Moreira, 2002). As primeiras ocorrem visto que posteriormente ao corte as plantas continuam a respirar durante um certo tempo, consumindo glúcidos solúveis – que constituem elementos totalmente digestíveis. Relativamente às perdas causadas pela ocorrência de precipitação, ao aumentar o teor de água da forragem através da precipitação, são promovidas as condições ideais para desenvolvimento de microrganismos, afetando negativamente a qualidade do feno. As perdas mecânicas que ocorrem devido ao uso de máquinas que não cortam certas componentes da planta de cariz nutritivo (corte demasiado alto) ou, por exemplo, outras perdas devidas à necessidade de revirar o feno (e.g. perdas de folhas) e até mesmo o transporte dos fardos para o armazenamento. Finalmente, as perdas que ocorrem durante a conservação são frequentes visto que se o teor de MS não for o pretendido quando o feno é enfardado, há o desenvolvimento de microrganismos que danificam a qualidade do mesmo.

2.2.2. Feno-Silagem

O processo de feno-silagem é caracterizado pelo corte da erva numa fase mais jovem da planta, o que garante maiores teores de proteína, de digestibilidade da forragem e de humidade quando comparado com o feno. Posteriormente, é realizada uma pré-secagem que garante que a erva atinja teores de matéria seca na ordem de 50 a 60%. Na produção de feno-silagem, à semelhança do que acontece na ensilagem, são criadas condições de anaerobiose garantidas pelo último passo do processo, o enfardamento em filme plástico. Estas condições ao promoverem a atividade de bactérias lácticas, baixam o pH como consequência da produção de ácido láctico e, por isso, a feno-silagem apresenta um pH inferior e uma maior concentração de ácido láctico quando comparada com o feno (Figura 2.7).

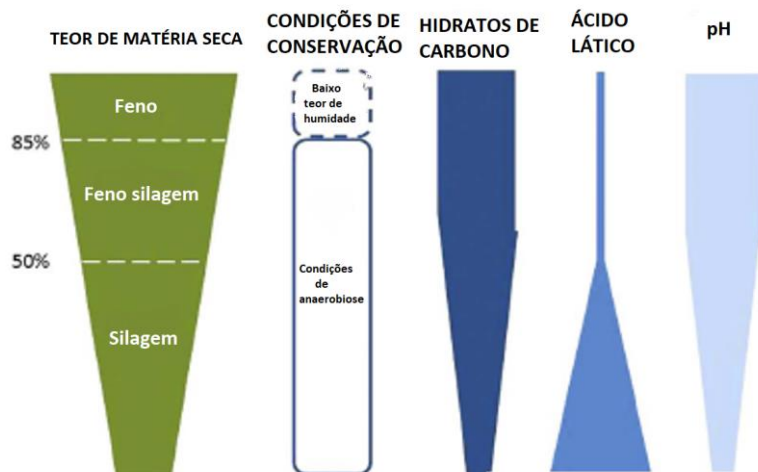


Figura 2.7– Características do feno, feno-silagem e silagem. (Adaptado de: Harris et al., 2017).

O manuseamento dos fardos envolvidos em filme plástico deve ser realizado com precaução uma vez que o rompimento dos mesmos origina perdas durante a conservação (Moreira, 2002).

A feno-silagem apresenta características intermédias quando comparada com o feno e com a silagem. De acordo com Harris *et al.*, (2017), o termo feno-silagem é vulgarmente usado para forragens em que o teor de água seja próximo dos 50%. Numa abordagem diferente mas, com o mesmo significado, Müller (2015) refere que a feno-silagem pode também ser definida como uma forragem armazenada numa envolvente anaeróbia desde que contenha mais de 500 g de matéria seca por kg de forragem.

2.2.3. Silagem

A ensilagem consiste no método de conservação da erva através de processos fermentativos, com níveis elevados de humidade garantindo as condições de anaerobiose e acidez necessárias (Moreira, 2002), com o mínimo de perdas e sem a formação de produtos tóxicos para o animal (Freixial & Alpendre, 2013).

O processo de ensilagem apresenta as seguintes fases: fase aeróbia, fase fermentativa, fase estável e fase de utilização (Moreira, 2002). A primeira fase inicia-se desde que a erva é cortada até que o oxigénio presente na mesma é extinto. A longa duração desta fase conduz a perdas e a grandes aumentos de temperatura que, como consequência de uma série de reações, desencadeiam a redução da digestibilidade da fração proteica (Moreira, 2002). Segue-se a fase fermentativa, que se inicia desde o momento em que as condições de anaerobiose são

conseguidas até que o pH da forragem consiga estabilizar entre 4,5-5. As condições de anaerobiose no interior do silo permitem limitar a atividade oxidativa das enzimas das plantas para que estas, numa fase posterior, não conduzam as perdas (Freixial & Alpendre, 2013). A terceira fase do processo de ensilagem, ocorre a pH 4,5, com um ambiente estável no interior do silo, o que permite a conservação da forragem durante um longo período de tempo. Finalmente, a fase de utilização da silagem inicia-se quando há uma abertura do silo ou do filme plástico, ocorrendo a penetração de oxigénio e consequente degradação aeróbia. Nesta última, alguns constituintes indesejáveis (bactérias, leveduras e bolores) usam os açúcares que não sofreram fermentação, promovendo um aumento do pH, da temperatura e da própria atividade microbiana.

O produto da ensilagem – a silagem – apresenta elevados valores de humidade e de ácido láctico (Figura 2.7). Em contrapartida, o pH e o teor de açúcares solúveis são reduzidos (Harris *et al.*, 2017).

2.3. Particularidades da fisiologia digestiva dos equinos

Alimentar corretamente um cavalo resulta da combinação de vários fatores, entre eles, o sistema digestivo e respetivos processos metabólicos, bem como, as necessidades nutritivas dos animais. Quer isto dizer que a compreensão dos processos digestivos do cavalo é necessária a fim de perceber a forma como o cavalo deve ser alimentado, com o objetivo de manter a saúde e evitar distúrbios gastrointestinais (Santos, 2015). Os equinos são herbívoros monogástricos, isto é, são animais com um único compartimento estomacal (Harris *et al.*, 2017 e Frape, 2004). No entanto, pelo facto de serem herbívoros e de possuírem estruturas bem adaptadas a este tipo de regime alimentar, têm a capacidade de digerir alimentos forrageiros, ricos em fibra, tal como os animais poligástricos. Os equinos são caracterizados por possuírem um estômago pouco volumoso e um intestino grosso muito desenvolvido. Apresentam um comportamento alimentar característico e muito diferente dos outros herbívoros, dada a sua taxa de ingestão e preferências alimentares. O sistema digestivo dos equinos é composto pela boca, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e glândulas anexas (Figura 2.8).

A boca constitui a estrutura onde se inicia o processo de digestão do alimento. Este processo conta com a produção de saliva que, de acordo com Santos (2015), constitui uma resposta à mastigação. A saliva tem como função o humedecimento dos alimentos, já que possui pouca, ou nenhuma, atividade enzimática digestiva. De acordo com Frape (2004), a saliva, tem na sua

composição elementos minerais e bicarbonato que são responsáveis por tamponizar o conteúdo digestivo na região do estômago. O facto do conteúdo digestivo se encontrar tamponizado permite que, posteriormente, ocorram fermentações microbianas.

No estômago, os alimentos são retidos durante um período de tempo limitado devido ao seu tamanho. Contudo, por estar adaptado a receber contínuas porções de alimento, raramente se encontra vazio (Santos, 2015). Neste compartimento iniciam-se algumas fermentações microbianas e é onde ocorre a mistura dos constituintes com o ácido clorídrico (HCl). Como consequência do baixo pH, ocorre a desnaturação de proteínas, formando péptidos. Frape (2004) menciona ainda que devido ao curto tempo de permanência do alimento no estômago, a digestão da proteína é ligeira neste compartimento.

Relativamente ao intestino delgado (ID), este é o principal local onde é realizada a digestão enzimática das proteínas, das gorduras, dos açúcares simples e do amido (Santos, 2015). Apesar da rapidez com que a digesta passa no ID, a sua digestão e a sua absorção são elevadas (Frape, 2004).

Relativamente à digestão da proteína, esta chega ao ID sob a forma de péptidos e através da digestão enzimática são transformados em aminoácidos. Estes últimos são absorvidos pelas paredes intestinais e levados até à corrente sanguínea.

De acordo com Santos (2015), a digestão dos lípidos nos cavalos é diferente quando comparada com a digestão dos mesmos noutros animais. Esta diferença é assegurada pelo facto dos equinos não possuírem vesícula biliar. Assim, a bília é segregada continuamente pelo fígado para o ID, juntamente com as secreções pancreáticas. A gordura é emulsificada pelos ácidos biliares e digerida pelas lipases intestinais. Os produtos finais são os ácidos gordos e os triglicéridos que são posteriormente absorvidos.

É no intestino grosso que se realiza a parte fermentativa dos processos digestivos do cavalo. Neste compartimento existe um ambiente microbiano que possibilita a digestão dos constituintes que não foram digeridos anteriormente. Os produtos obtidos a partir da digestão dos constituintes fibrosos (hidratos de carbono estruturais) no IG são os ácidos gordos voláteis (AGV), massa microbiana, calor e metano (Santos, 2010). Os AGV – acetato, propionato e butirato - constituem fontes de glucose e de gordura quando absorvidos e convertidos. Estes podem constituir até 90 % da energia que o cavalo tem à sua disposição quando alimentado à base de feno (Santos, 2015).

As enzimas microbianas do IG têm a capacidade de degradar a proteína não digerida no ID e a ureia. O produto final da degradação dos constituintes anteriores é o amoníaco que, depois de

reutilizado, serve de fonte de energia às populações microbianas. Estas últimas sintetizam proteína microbiana que, ao contrário do que se passa com os ruminantes, não tem um contributo nutricional elevado no cavalo (Santos, 2015).

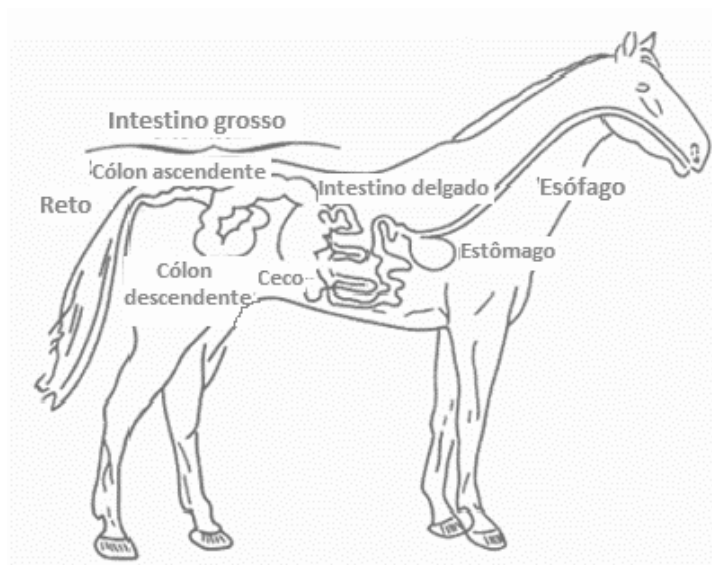


Figura 2.8- Representação esquemática do sistema digestivo do equino. (Adaptado de: INRA, 1990).

2.4. Comportamento alimentar

O comportamento alimentar dos equinos e a ocupação espacial das pastagens variam em função de inúmeras características, incluindo as características das pastagens, as condições edafoclimáticas, o manejo dos animais e os fatores inerentes ao animal. Relativamente às características da pastagem, destacam-se a sua disponibilidade e composição botânica, bem como o seu valor nutritivo e a sua palatabilidade. Relativamente às condições edafoclimáticas, são de salientar parâmetros como o declive, a duração dos dias, o clima e a presença/ausência de pontos de sombra. Também o manejo influencia o comportamento alimentar e a ocupação espacial das pastagens, destacando-se, principalmente a carga animal e a distância aos comedouros e bebedouros. Finalmente, nos fatores inerentes ao animal evidenciam-se como por exemplo, o estado fisiológico, a raça e a experiência de pastoreio do mesmo (Ferreira, 2015).

Graças às suas características anátomo-fisiológicas, quando comparados com outros herbívoros domésticos, os equinos apresentam uma limitação no que toca ao volume de apreensão de alimento. Por este motivo, estes animais despendem muito tempo na seleção e posterior apreensão dos alimentos. Este tempo de seleção e apreensão é tanto maior quanto maior for a

disponibilidade de pastagem (Ferreira, 2015). Segundo vários autores, existem múltiplos estudos que sugerem que os cavalos utilizam entre 10 a 18 horas por dia em atividade de pastoreio, onde 20 a 50% do tempo total de pastoreio corresponde a pastoreio noturno (Martin-Rosset, 2015 e Ferreira, 2015). De acordo com os mesmos autores, os equinos realizam entre 3 a 5 refeições diárias, podendo estas durar várias horas.

Relativamente à ocupação espacial da pastagem, de notar que estes animais tem preferências por zonas em que a pastagem tem uma altura menor. Este comportamento deve-se à tendência que os equinos apresentam no sentido de maximizar a ingestão de alimentos de maior valor nutritivo, isto é, com maior teor de proteína e menor teor de fibra (Ferreira, 2015 e Fleurance *et al.*, 2012). Apesar da preferência dos equinos por plantas com um estado fenológico menos avançado, Martin-Rosset (2015) refere que o estado de maturação e o número de cortes a que a erva está sujeita em nada influencia a ingestão da mesma (Figura 2.9).

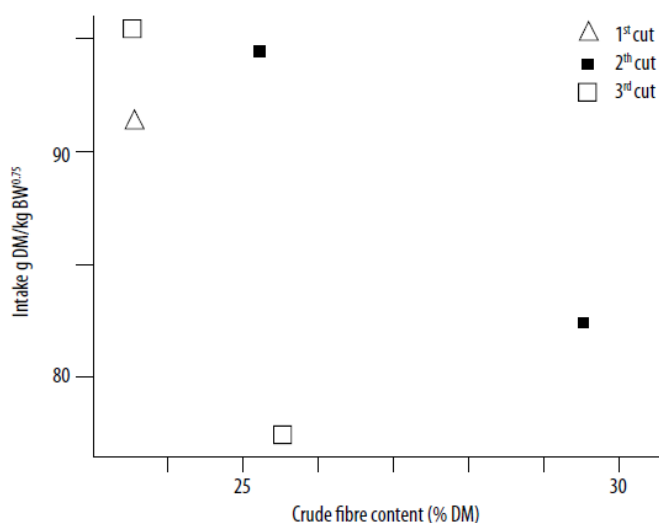


Figura 2.9 - Relação entre a ingestão e conteúdos fibrosos da erva. (Adaptado de: Martin-Rosset, 2015).

Os equinos passam mais tempo nas pastagens constituídas por espécies vegetais da sua preferência (essencialmente gramíneas – nomeadamente *Festuca arundinacea* Schreb. e *Lolium multiflorum* Lam. (Paço & Fradinho, 2010)) e, iniciam a procura de uma nova estação alimentar quando a disponibilidade destas espécies diminui. Por este motivo, é muito importante que o produtor ajuste a densidade animal para que não ocorra sobreutilização das espécies vegetais preferencialmente consumidas, colocando em causa a sua persistência na pastagem. A sobreutilização de uma dada área da parcela leva a que os equinos ignorem certas áreas da mesma, promovendo o seu abandono e a acumulação de fezes (Ferreira, 2015).

Contudo, quando estabulados, os cavalos apresentam o seu comportamento padrão condicionado dado o seu habitat e origem, apresentando-se dependentes do elemento humano. Normalmente, quando os equinos se encontram estabulados a sua dieta é alterada, verificando-se um aumento de alimento concentrado face ao alimento forrageiro disponibilizado. Estas alterações na dieta promovem a redução do tempo de ingestão, potenciando distúrbios digestivos e metabólicos (Julliard *et al.*, 2008). Para que os impactos mencionados anteriormente sejam minimizados deve aumentar-se a quantidade de alimento forrageiro face ao alimento concentrado, com o objetivo de aumentar o tempo de ingestão. Para além dos distúrbios digestivos e metabólicos, a mudança da dieta pode promover nos equinos comportamentos estereotipados (Cooper & Manson, 1998). Harris *et al.* (2017) sugerem que a proporção de forragem fornecida aos animais estabulados não deve ser inferior a 1,5% do seu peso vivo, em kg de Matéria Seca. Com este mínimo, é garantido quer o comportamento normal do animal quer o bom funcionamento do trato digestivo.

Uma outra questão de extrema importância é a forma como o alimento é fornecido aos animais. Geralmente, o feno é colocado num plano superior, levando a que o cavalo mantenha a postura contrária ao hábito de pastagem. Esta técnica leva à redução dos desperdícios dos alimentos, no entanto, pode causar infeções respiratórias (Millis & Clarke, 2002).

2.5. Necessidades nutricionais e ingestão voluntária

Ferreira (2015) refere que o valor nutricional dos alimentos é um parâmetro complexo e variável que depende dos fatores que são inerentes ao alimento e ao próprio animal. Dada a importância dos alimentos forrageiros na alimentação dos equinos, é necessária uma correta avaliação dos atributos nutricionais dos mesmos, onde se inclui a ingestão voluntária como parâmetro fundamental do valor nutritivo. De acordo com o mesmo autor, os resultados obtidos em diversas experiências sugerem que os cavalos possuem uma elevada capacidade de ingestão quando comparados com outros seres herbívoros. Esta capacidade surge como consequência da ausência de um mecanismo de retenção de partículas no trato digestivo dos equinos. Pelo facto de não haver um sistema de retenção, a passagem pelo trato digestivo é acelerada. Assim, de forma compensatória, a ingestão de alimento é maximizada (Ferreira, 2015). Inúmeros estudos sugerem que a elevada capacidade de ingestão apresentada pelos equinos constitui uma estratégia alimentar que estes desenvolveram ao longo do tempo, com o intuito de compensar a menor capacidade de extração de nutrientes de alimentos ricos em fibra (Ferreira, 2015).

Ainda de acordo com o autor, a variação da ingestão voluntária ao longo do ano está relacionada com as alterações nas necessidades nutricionais dos animais. Tanto os cavalos como os outros animais ingerem alimento em função das suas necessidades energéticas (Martin-Rosset, 2015). Quer isto dizer que animais que tenham maior dispêndio energético e que, conseqüentemente revelem maiores necessidades nutricionais, aumentam a quantidade de alimento ingerido. Assim, será de esperar que equinos com maiores exigências nutricionais como é o caso dos cavalos de desporto, éguas gestantes e, por exemplo, éguas lactantes, apresentem valores de ingestão superiores quando comparados com animais em manutenção (Ferreira, 2015). Martin-Rosset (2015) menciona ainda que a capacidade de ingestão varia não só com o tipo de animal, como também com fatores ambientais, entre os quais a temperatura, e por exemplo, o *stress* causado pelos transportes.

2.6. A relevância das forragens conservadas na dieta dos equinos

Pottier e Martin-Rosset (2015) referem que as forragens constituem a base da dieta dos equinos. Os polissacáridos que constituem a parede celular das mesmas quando digeridos pelo ceco e pelo cólon garantem a produção de ácidos gordos voláteis. Estes últimos constituem o produto da digestão fibrosa do alimento e são capazes de cobrir as necessidades dos animais em manutenção. Assim sendo, a produção de AGV é tanto maior quanto maior a porção de alimento fibroso fornecido aos equinos, destacando-se a produção de ácido acético (Brandi & Furtado, 2009).

As forragens conseguem cobrir 30 a 90% das necessidades diárias dos equinos, dependendo do tipo de cavalo e do seu estado fisiológico (Pottier & Martin-Rosset, 2015).

Os mesmos autores referem ainda que as forragens conservadas conseguem cobrir 20 a 95% das necessidades proteicas e 25 a 85% das necessidades energéticas dos cavalos, dependendo das espécies vegetais que constituem as forragens, da sua composição e do tipo de conservação realizado (Quadro 2).

Quadro 2 – Diferenças entre *Lolium multiflorum* Lam. e *Trifolium resupinatum* L. quando verde e quando conservado. (Adaptado de: Monteiro, 2014 e Abreu et al.,2000).

			MS (%)	MO	PB	FB	NDF	ADF	ADL
Espécie	Fenologia	Estado	(% MS)						
<i>Lolium multiflorum</i> Lam	Afilhamento	Verde	12,6	87,7	15,8	26,6	54,1	34,6	4,5
<i>Lolium multiflorum</i> Lam	Afilhamento (1.º Ciclo)	Feno	83.9	85.6	14	28.2	62	36.8	4.4
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Plena floração	Verde	11,8	89,4	20,8	22	34	27,6	5,5
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Plena floração (1.º Ciclo)	Feno	84.2	89.9	23.6	17.4	30.9	25.1	4

A inclusão de alimentos concentrados na dieta dos equinos é recorrente, principalmente em animais que apresentem maiores necessidades, visto que é necessário suplementá-los no que toca à proteína, à energia e aos minerais (Davidson & Harris, 2007). Esta inclusão deve-se ao facto das necessidades dos animais serem cobertas de forma mais rápida quando ingerem alimentos compostos. De acordo com Brandi e Furtado (2009), a digestibilidade do alimento forrageiro ronda os 50 %. Porém, quando são incluídos alimentos compostos na dieta animal, verifica-se o aumento da digestão dos constituintes fibrosos.

À medida que se fornece alimento composto aos equinos, quer o ácido propiónico quer o ácido láctico aumentam promovendo a diminuição do pH do ceco e do cólon. Assim, a utilização de forragens não deve ser descartada na medida em que estas devem constituir 50 % da matéria seca fornecida na dieta dos animais (Davidson & Harris, 2007).

De forma sucinta podem indicar-se algumas características dos animais que poderão condicionar a utilização das forragens em contexto de alterações climáticas:

- Animais muito seletivos;
- Animais com elevada capacidade de ingestão;
- Comportamento alimentar dos equinos condicionado pelo clima.

2.7. Alterações climáticas e respetivas influências na produção de forragens

De acordo com Lima (2018), Portugal graças à sua localização, é um país que será potencialmente afetado pelas alterações climáticas. Deste modo, o país deverá criar as condições necessárias, nos vários domínios (Figura 2.10), para que a resposta às alterações seja dada de forma rápida e sustentável. Só assim será possível garantir o bem-estar das populações e, no caso concreto da agricultura, minimizar a perda de condições para a produção de alimentos.

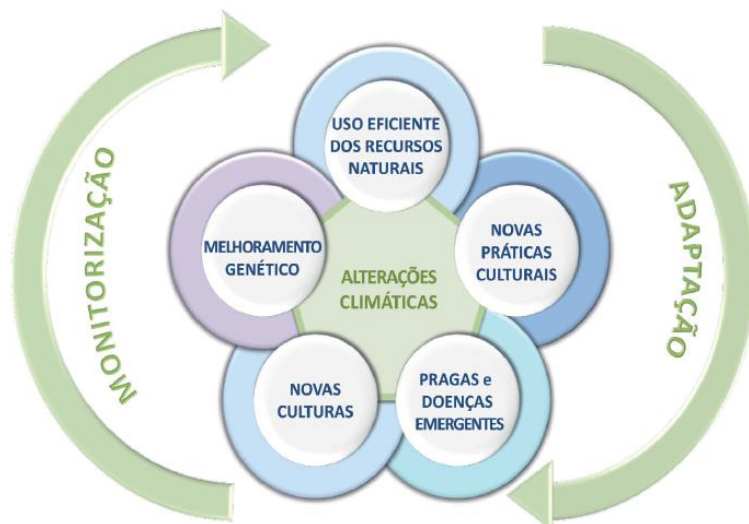


Figura 2.10 – Áreas de intervenção de vários domínios no âmbito da agricultura: monitorização e adaptação às alterações climáticas. (Fonte: Lima, 2018).

A agricultura constitui uma das atividades mais afetadas pelas alterações climáticas (Braga *et al.*, 2006 e Pires *et al.*, 2018). Nas regiões com clima mediterrânico (a maior parte do território continental), os agricultores são forçados a tomar decisões face à disponibilidade de água, à evolução desfavorável da temperatura e à ocorrência de eventos meteorológicos extremos. Dadas as alterações climáticas previstas e, abordadas nos próximos capítulos, serão de esperar impactos significativos na agricultura. Por este motivo, o planeamento a longo prazo dos sistemas agrícolas deverá considerar necessariamente a mudança climática (Miranda *et al.*, 2018).

2.7.1. Emissões e cenários climáticos

O efeito de estufa é causado por gases que bloqueiam a saída da radiação de grande comprimento de onda para a atmosfera, proporcionando o aumento da temperatura (Braga & Pinto, 2009). Exemplos de gases com efeito de estufa (GEE) são o vapor de água (H₂O), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), o ozono (O₃), entre outros (IPCC, 2014). Dumont *et al.* (2015) referem que o aumento da concentração de CO₂ constitui uma das principais problemáticas referentes à mudança climática dado que entre 1980 e 2014 a concentração de dióxido de carbono atmosférico aumentou de 338 ppm para 398 ppm.

IPCC (2014) refere que a evolução das emissões de gases com efeitos de estufa (GEE) conduzirá, com grande probabilidade, à ultrapassagem da meta dos 2 °C para o aquecimento global.

Conforme Miranda *et al.*, (2018) os dados climáticos referentes aos cenários de alteração climática são produzidos com recurso a modelos climáticos que utilizam os cenários de emissões estabelecidos pelo Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). Cañete (2018) menciona que estes cenários representam uma vasta gama de projeções, associados a uma hipótese provável (igual ou superior a 66 %) de que o aumento da temperatura média global possa ficar abaixo dos 2 °C neste século, não descartando a probabilidade de incerteza dos cenários. Importa referir que esta incerteza está associada ao desconhecimento futuro relativamente aos níveis de GEE, crescimento da população mundial, fontes de energia, etc (Pires *et al.*, 2018).

Os modelos climáticos são classificados de acordo com dois grandes grupos: modelos climáticos de circulação global (GCM, na sigla em inglês) e modelos climáticos regionais (RCM, na sigla em inglês), dependendo do tamanho da área considerada e da resolução espacial usada (Miranda *et al.*, 2018). O estudo do clima num país como Portugal, de pequena dimensão espacial mas com grande heterogeneidade climática, é necessário recorrer ao uso de modelos regionais de maior resolução (Miranda *et al.*, 2018).

O quinto relatório do IPCC (2014) sugere cenários caracterizados pelo aumento radiativo expresso em Wm⁻², isto é, constituem cenários baseados no forçamento radiativo e nas concentrações de GEE associados (Pires *et al.*, 2018). São definidos quatro cenários climáticos – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5 – sendo que nos estudos de impacto são geralmente utilizados apenas dois. O segundo, denominado 4.5 é considerado um cenário moderado (Miranda *et al.*, 2018), visto que a evolução socioeconómica controla o aumento das emissões de GEE. O último cenário, mais pessimista, denominado 8.5 (Miranda *et al.*, 2018) resulta num crescimento

contínuo das emissões GEE durante o século XXI. A Figura 2.11 representa as diferenças entre os cenários climáticos mencionados anteriormente.

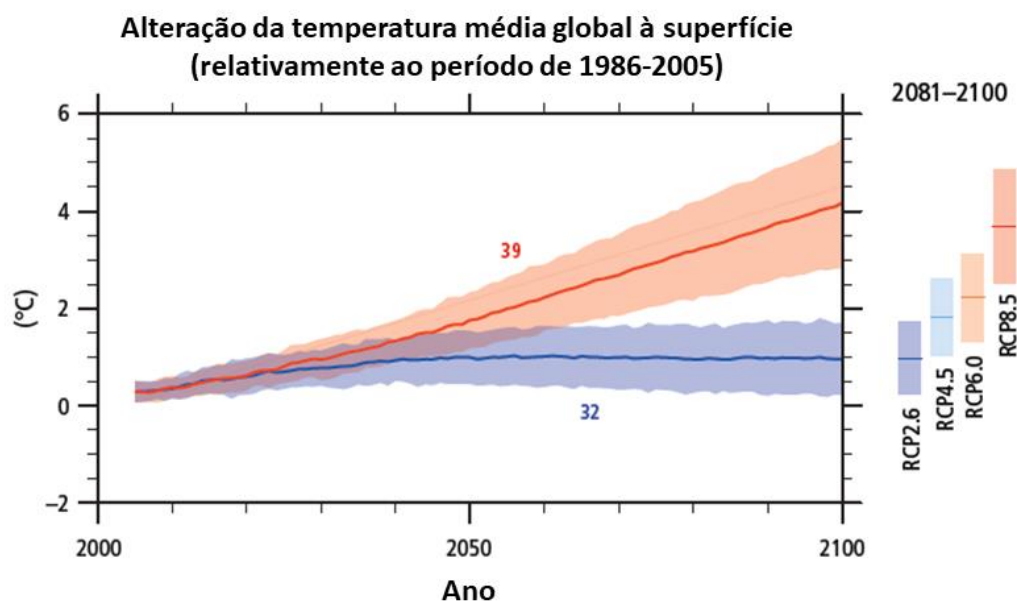


Figura 2.11 – Diferenças entre os cenários RCP apresentados face às alterações da temperatura média global. (Adaptado de: IPCC, 2014).

2.7.2. Panorama em Portugal

Nas últimas décadas, de acordo com vários autores (Pires *et al.*, 2018; Miranda *et al.*, 2018), em Portugal continental observou-se o aumento da temperatura do ar. Este aumento predominou em todas as estações do ano existindo ainda uma tendência para ocorrências de ondas de calor com maior duração. Contrariamente, na precipitação, tem-se verificado um decréscimo dos valores anuais de precipitação em todas as estações do ano, exceto no outono. Porém, o decréscimo tem sido particularmente significativo na primavera (Figura 2.12), sendo de destacar o mês de março (realçado na Figura 2.12). A redução da precipitação nas últimas décadas influencia também a ocorrência de secas como se tem vindo a verificar nos últimos 40 anos (Figura 2.13) (Pires *et al.*, 2018). Quando conjugados, o decréscimo da precipitação na primavera e a ocorrência mais frequente de secas, constituem uma problemática a equacionar, nomeadamente para a agricultura de sequeiro.

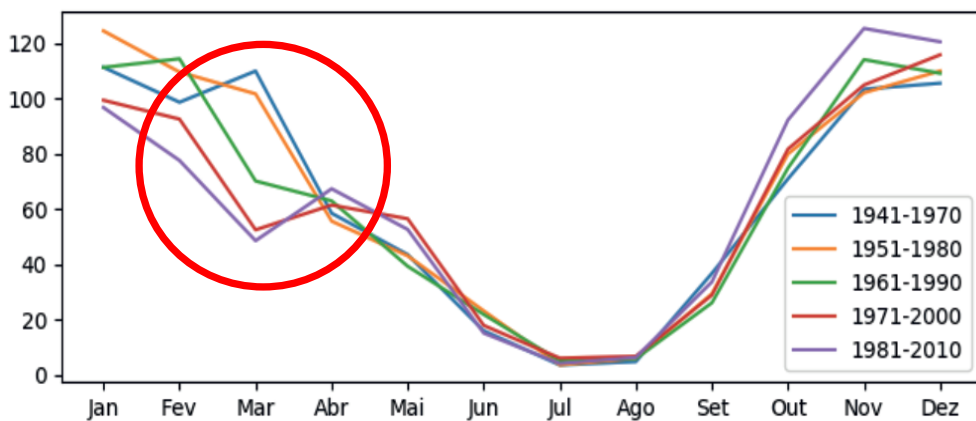


Figura 2.12 - Ciclo anual médio da precipitação em mm em Lisboa.(Adaptado de: Miranda, 2018).

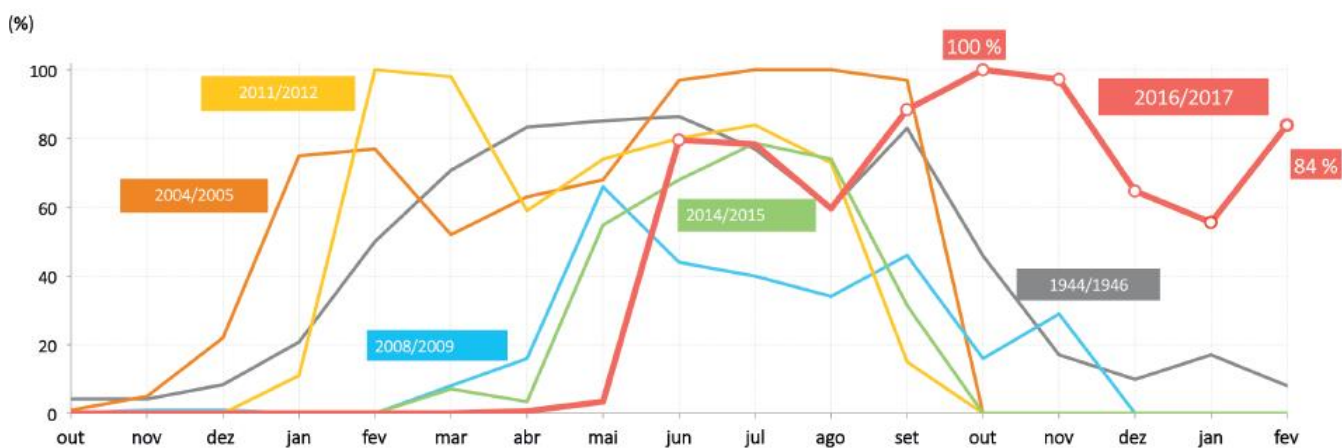


Figura 2.13 - Evolução mensal da percentagem do território em condições de seca severa e extrema. (Fonte: Pires, 2018).

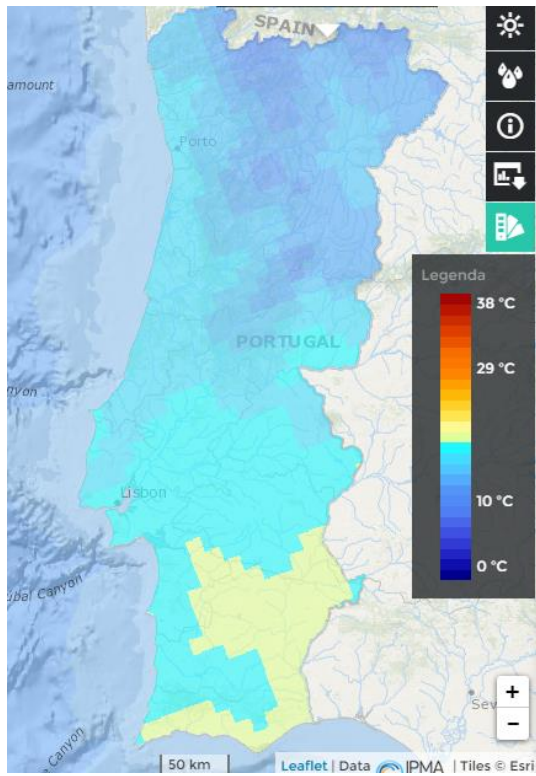
Os cenários climáticos para Portugal projetam para 2100 o aumento da temperatura média, bem como o aumento da frequência e intensidade de ondas de calor como consequência do aumento da concentração de GEE. Miranda *et al.* (2018) referem que todos os cenários climáticos projetam aquecimento significativo no século XXI, destacando-se o RCP4.5 e 8.5 com valores entre +2.6 e +4.8 °C, respetivamente (Quadro 3). O aumento da temperatura em Portugal no período de 2071-2100 é apresentado nas Figuras 2.14, do cenário menos gravoso para o mais gravoso, globalmente. Aliado ao aumento da temperatura, a generalidade dos modelos traduz o aumento da precipitação, resultado da maior capacidade de transporte de vapor pelo ar mais quente. No entanto, verifica-se uma importante redução da precipitação na região da bacia do Mediterrâneo, quando comparado com o período 1971-2000 (Miranda *et al.*, 2018). Assim sendo, a precipitação deverá diminuir e, serão a primavera e o verão as estações mais afetadas. Para o primeiro cenário apresentado a redução da precipitação é de 5 a 10 % (Figura 2.15) (Pires

et al., 2018). Porém, no cenário mais gravoso, o decréscimo da precipitação varia entre 10 a 30 % (Pires *et al.*, 2018). Como se pode verificar nas Figuras, em ambos os cenários a maior redução percentual da precipitação é esperada no sul do país. Assim, o sul de Portugal corre o risco de perder uma parte muito significativa da precipitação média, sendo uma das regiões onde esse impacto é mais notório (Miranda *et al.*, 2018).

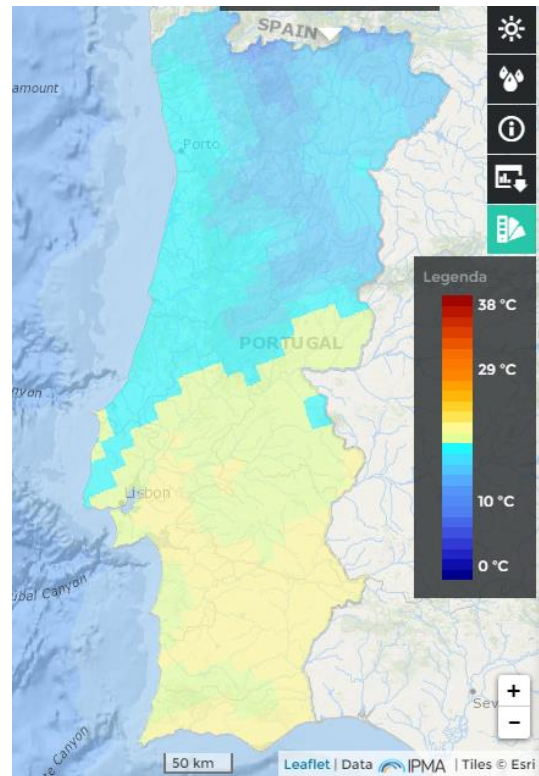
As projeções para 2091-2100 indicam ainda o aumento da evapotranspiração anual +77 mm no cenário moderado e +184 mm no cenário mais gravoso (Pires *et al.*, 2018). Portanto, de acordo com os cenários apresentados pelo IPCC, e aliando o aumento da evapotranspiração à redução da precipitação, espera-se um aumento significativo do défice hídrico em Portugal continental, sobretudo no sul do país.

Quadro 3 – Projeção do aumento da temperatura global e da concentração de dióxido de carbono atmosférico relativamente ao período de 1986-2005. (Adaptado de: IPCC, 2014).

Cenário	2081-2100		2100
	Média (°C)	Alcance provável (°C)	Concentração CO₂ (ppm)
RCP 2.6	1	0.3 a 1.7	421
RCP 4.5	1.8	1.1 a 2.6	538
RCP 6.0	2.2	1.4 a 3.1	670
RCP 8.5	3.7	2.6 a 4.8	936

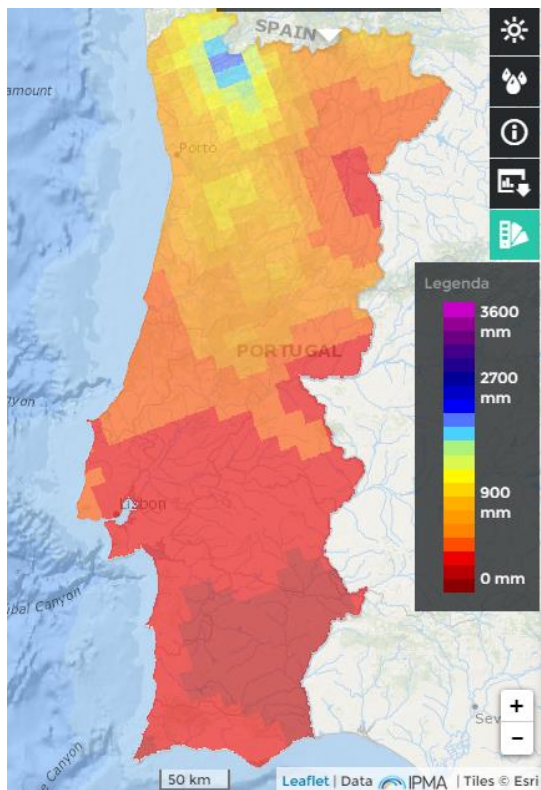


a

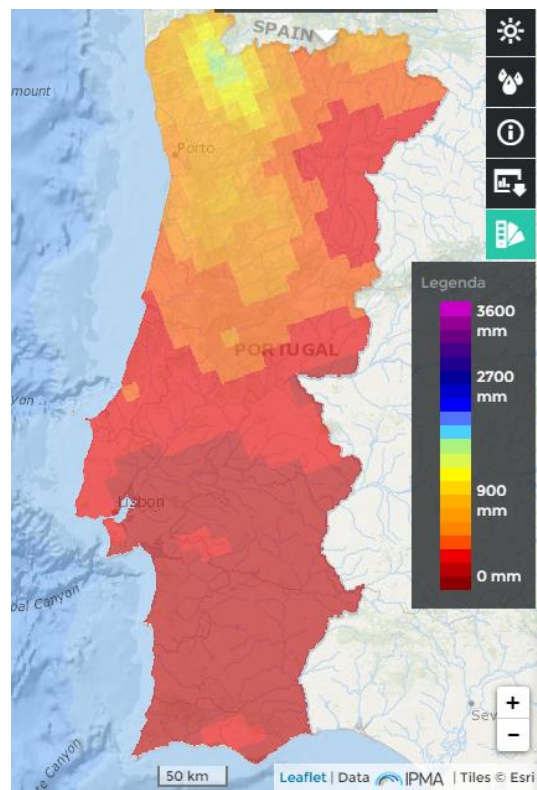


b

Figura 2.14 – Temperatura média. a) Cenário RCP 4.5 – 2071- 2100. b) Cenário RCP 8.5 – 2071-2100. (Fonte: Portal do Clima, IPMA).



a



b

Figura 2.15 – Precipitação acumulada. a) Cenário RCP 4.5 – 2071-2100. b) Cenário RCP 8.5 – 2071-2100. (Fonte: Portal do Clima, IPMA).

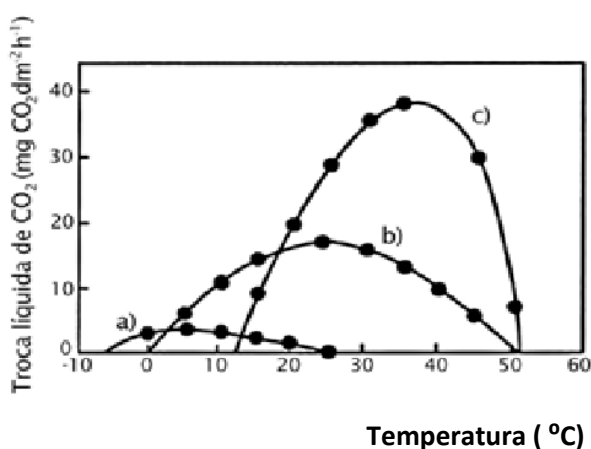
2.7.3. Impactos na agricultura portuguesa

As condições meteorológicas afetam de forma significativa e direta a atividade agrícola (Braga & Pinto, 2009). De acordo com Pires *et al.* (2018), os principais impactos das alterações climáticas na agricultura estão relacionados com: o aumento de temperatura, os fenómenos extremos de calor, o alargamento do período seco estival, o aumento da evaporação e decréscimo da precipitação. Melo-Abreu *et al.* (2011) mencionam que as principais alterações de cariz agronómico far-se-ão sentir sobretudo nos seguintes tipos de acontecimentos: datas de ocorrência de eventos fenológicos, crescimento e produção das culturas, uso da água por parte das mesmas e respetivas necessidades de rega, competição de infestantes, incidência de pragas e doenças, etc.

Para além do que já foi referido, Braga e Pinto (2009) mencionam também que a ocorrência de eventos extremos como tempestades de granizo, ondas de calor ou períodos de seca extremos, poderão comprometer parte ou a totalidade de uma dada campanha. Em contexto de mudança climática, a probabilidade de ocorrência deste tipo de eventos aumenta, pelo que são espectáveis maiores perdas por esta via.

⇒ Produtividade

As alterações esperadas ao nível da concentração de CO₂ atmosférico, da temperatura e da precipitação afetam a produtividade das plantas (Ergon *et al.*, 2018). Quer o aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico, quer o aumento da temperatura constituem efeitos que apresentam consequências antagónicas. Por um lado, o aumento da temperatura reduz a duração do ciclo das culturas e, conseqüentemente, a sua produtividade. Quando as



temperaturas são elevadas, a atividade metabólica das plantas aumenta, reduzindo o seu rendimento. As culturas C4 são mais tolerantes às temperaturas elevadas do que as culturas C3, dado que as últimas perante um aumento de temperatura aumentam a taxa de fotorrespiração, resultando na diminuição da taxa fotossintética líquida (Figura 2.16) (Braga & Pinto, 2009).

Figura 2.16 – Resposta da fotossíntese líquida à temperatura para gramíneas de climas diferentes. a) *Chinochloa* spp. (alpina, C3); b) trigo (temperada, C3) e c) milho (subtropical, C4). (Fonte: Brandão, 2006).

Por outro lado, a elevada concentração de CO₂ atmosférico aumenta a taxa fotossintética das folhas e, portanto, a sua produtividade. O aumento desta última, conseguido pela elevada concentração de dióxido de carbono, é mais relevante nas plantas C3 (que aumentam a produtividade em 10-20 %) (Figura 2.17) do que nas plantas C4 (que aumentam a produtividade em 0-10%) (Braga & Pinto, 2009; EEA (2019)). Atualmente sabe-se que a resposta das plantas varia com a concentração de CO₂, com o estado fenológico e com a gestão da cultura, nomeadamente, com a disponibilidade de água e fertilização azotada (Brandão, 2006).

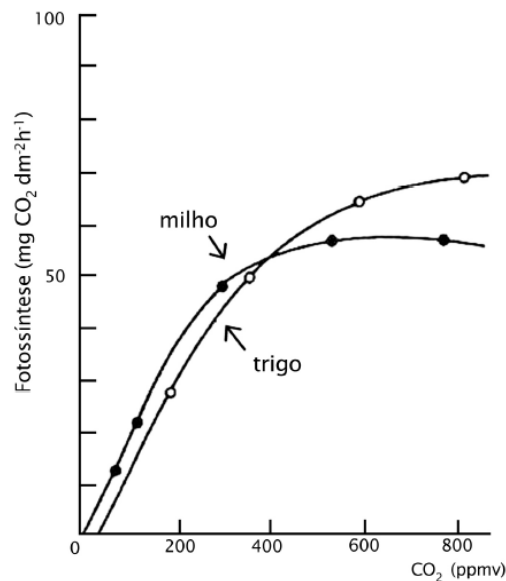


Figura 2.17 – Resposta típica da fotossíntese das plantas ao CO₂ em função do tipo de metabolismo (C3- trigo e C4-milho). (Fonte: Brandão, 2006).

O balanço dos dois efeitos pode levar à quebra ou ao aumento da produtividade (Braga & Pinto, 2009). No entanto, é de destacar que existem fatores como a disponibilidade hídrica e a presença de pragas, doenças e infestantes que interferem na duração do ciclo e na eficiência da taxa fotossintética.

⇒ Necessidades hídricas

O balanço hídrico do solo pode ser expresso pela seguinte equação:

$$\Delta A = [P + R + U - (ET + D + ES)]\Delta t \quad (1)$$

Em que ΔA é a variação da água armazenada (mm), P é a precipitação (mm dia⁻¹), R é a rega (mm dia⁻¹), U é a ascensão capilar (mm dia⁻¹), ET é a evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹) e D é a drenagem (mm dia⁻¹), ES corresponde ao escoamento superficial (mm dia⁻¹) e Δt corresponde à variação do tempo (dias).

Com a mudança climática a precipitação tenderá a diminuir, com um menor número de eventos de precipitação mas com maior intensidade. Quanto maior for a intensidade destes eventos, maiores serão as perdas por drenagem e escoamento superficial e, conseqüentemente, maior será a erosão dos solos. A redução da precipitação na primavera e no verão poderá aumentar as necessidades de rega das culturas (Rolim *et al.*, 2017). No caso das culturas de sequeiro, esta redução resultará num aumento do *stress* hídrico das mesmas. Este último poderá ser minimizado com o encurtamento do ciclo produtivo (Santos *et al.*, 2005).

Como referido anteriormente, com o aumento da temperatura, a transpiração das plantas e evaporação do solo aumentam. Graças à diminuição das entradas de água (precipitação) e ao aumento das saídas de água no sistema (evapotranspiração), em contexto de mudança climática, preveem-se aumentos na necessidade de rega na ordem dos 20% para 2080 (Braga & Pinto, 2009). De acordo com os autores, é de salientar ainda que as ondas de calor correspondem a picos de necessidade de rega. Estes resultados são confirmados em Rolim *et al.* (2017) onde as necessidades de rega variam em função das medidas de adaptação adotadas.

Braga e Pinto (2009) referem que o fator disponibilidade hídrica terá um papel importante e decisivo no clima futuro, sendo determinante para toda a agricultura de sequeiro e, particularmente, para a produção de cereais de outono-inverno e pastagens. Em contexto de mudança climática, as culturas de sequeiro terão maiores necessidades hídricas (Rolim *et al.*, 2017) e menos água disponível, o que, em condições de clima mediterrânico, se traduz em quebras de produção (Melo-Abreu *et al.*, 2011). De referir que o défice hídrico apresenta impactos ao nível do crescimento e desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, na produtividade, rendimento e qualidade dos bens agrícolas produzidos (Pires *et al.*, 2018). Uma vez que a distribuição espacial das pastagens e forragens em Portugal (Figura 2.18a) coincide de um modo geral com as regiões onde secas apresentam maior severidade (Figura 2.18b), verifica-

se que estas culturas estão particularmente vulneráveis às condições de diminuição de precipitação projetadas pelos diferentes cenários de alterações climáticas.

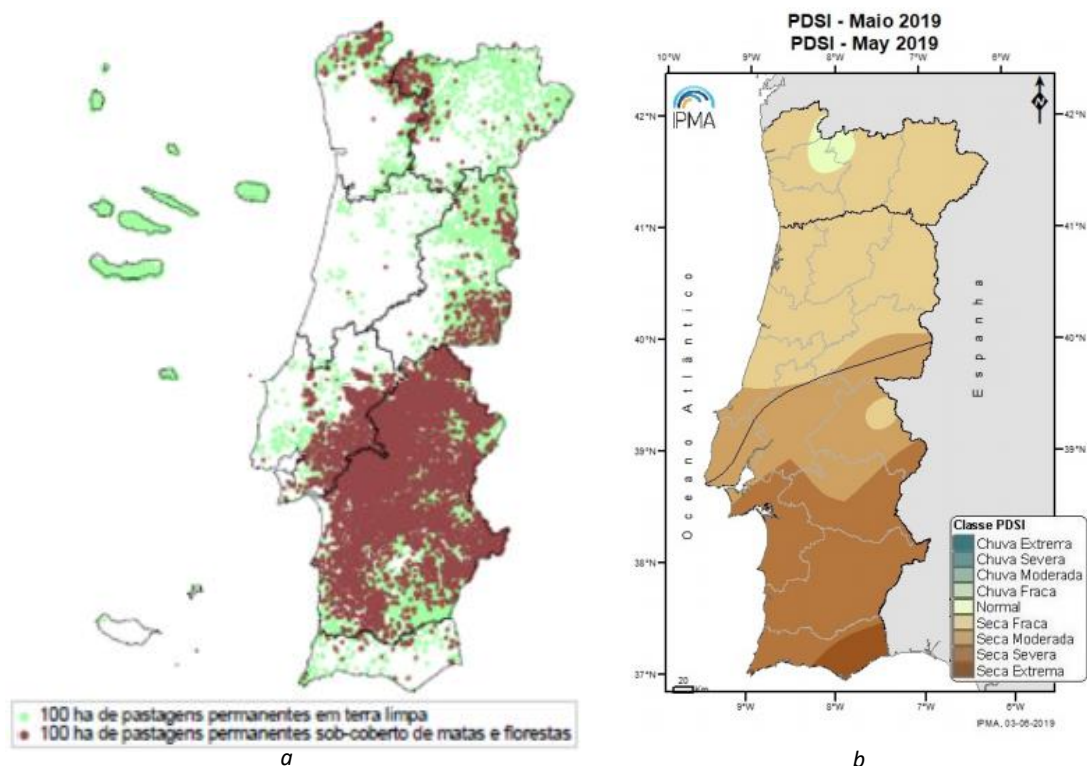


Figura 2.18 – Distribuição espacial das pastagens permanentes em Portugal (Figura 16a) (INE,2009) e Índice PDSI (Figura 16b) (IPMA, acedido a 1 de Agosto de 2019).

⇒ Pragas e doenças

O desenvolvimento das culturas é condicionado pela presença de pragas e doenças. Estas dependem, no entanto, de fatores climáticos como a humidade e a temperatura favoráveis ao seu desenvolvimento. Num contexto de mudança climática é previsível uma alteração na incidência de pragas, doenças e infestantes. Nomeadamente, será de esperar o aparecimento de novas espécies ou de espécies que até agora não tinham expressão e a diminuição da incidência de algumas atualmente existentes. Este facto é explicado pela mudança de habitats (Braga & Pinto, 2009). O aumento da temperatura conduzirá a um aumento de incidência de pragas e doenças, uma vez que os períodos de desenvolvimento (no caso das pragas) e os períodos de infeção (no caso das doenças) são mais curtos.

2.7.4. Impacto das alterações climáticas na produção de forragens

A produção de pastagens e forragens é otimizada quando o solo e os fatores climáticos são favoráveis. Porém, quando um ou mais parâmetros são limitantes, a produção é reduzida e a comunidade de plantas que constituem a forragem é alterada (Martin-Rosset *et al.*, 2015). De acordo com Ergon *et al.* (2018) a mudança climática afeta quer a quantidade quer a qualidade da forragem produzida.

As alterações climáticas para além do impacto causado na produção de forragens, têm impacto na ingestão e nos processos digestivos dos animais, podendo de forma indireta, afetar a performance dos mesmos (Dumont *et al.*, 2015). Para minimizar este tipo de incidências os animais devem, naturalmente, adaptar o seu comportamento alimentar à mudança que se prevê. Por outro lado, também se deverá ajustar a composição florística das pastagens e forragens, bem como a sua qualidade, de forma a minimizar o impacto causado na performance dos animais.

⇒ **Aumento da temperatura**

Em concordância com diversos autores, a temperatura constitui um fator que influencia o valor nutritivo das forragens e, portanto, a sua qualidade. Inúmeros autores referem que as elevadas temperaturas promovem o crescimento das culturas bem como o aumento dos hidratos de carbono estruturais (HCE). Dado o aumento destes últimos, a digestibilidade da forragem geralmente diminui (Dumont *et al.*, 2015). O estudo realizado por Dumont *et al.* (2015) permitiu ainda perceber que quando as plantas estão submetidas a temperaturas mais elevadas do que o habitual, tendem a aumentar ligeiramente o seu teor de azoto. Este aumento ligeiro justifica-se pelo facto de quando os solos são mineralizados e, quando expostos a temperaturas elevadas, disponibilizam o azoto e as plantas têm maior facilidade para o absorver. Porém, a falta de humidade no solo nestas condições promove uma situação de *stress* que, provavelmente, diminuirá os efeitos do aumento de azoto disponível, atuando de forma contrária (Dumont *et al.*, 2015).

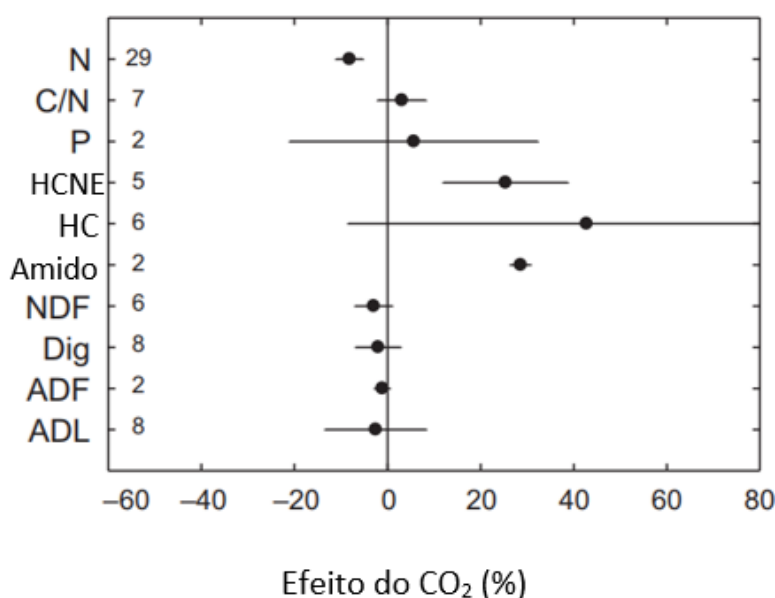
⇒ **Aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico**

Sendo os fatores climáticos parâmetros que afetam a comunidade de plantas, provavelmente, com o aumento esperado da concentração do dióxido de carbono atmosférico, a competição das leguminosas nas misturas leguminosas/gramíneas aumentará desde que não estejam limitadas por nenhum mineral, nomeadamente pelo fósforo (Ergon *et al.*, 2018) – este constitui o macronutriente ao qual se deve dar mais importância, pois as leguminosas possuem a

capacidade de fixar o azoto em quantidades suficientes para o bom desenvolvimento da cultura. O aumento da produção é conseguido porque as leguminosas são plantas do tipo C3 e, estas últimas, apresentam uma resposta positiva ao aumento da concentração de CO₂ atmosférico.

Em Portugal a produção de forragens de sequeiro é essencialmente limitada pelos verões quentes e secos. Apesar da produção de forragens vir a ser prejudicada pelo aumento das condições de défice hídrico, particularmente na produção de sequeiro, a elevada concentração de CO₂ pode, até certo ponto, compensar esta limitação. Esta compensação é possível uma vez que, quando as plantas estão em situação de carência hídrica, (Ergon *et al.*, 2018) utilizam a água com maior eficiência.

Através da compilação de vários estudos, Dumont *et al.* (2015) perceberam que as elevadas concentrações de CO₂ (Figura 2.19) em nada afetam a digestibilidade da forragem e os hidratos de carbono estruturais (HCE) – fibra em detergente neutro (NDF), fibra em detergente ácido (ADF) e lenhina em detergente ácido (ADL). Porém, concluíram que nas condições em que as concentrações de CO₂ são altas, o teor de hidratos de carbono não estruturais (HCNE) tende a aumentar na ordem dos 25 % e o teor de azoto (N) tende a reduzir-se na ordem dos 8 %, alterando o rácio C/N (Ergon, *et al.*, 2018 e Dumont *et al.*, 2015). Todavia, com o aumento da produção das leguminosas poderá ser possível manter a concentração de N aquando da colheita



(Dumont *et al.*, 2015). Os HC também aumentam, apresentando, no entanto, uma grande variabilidade. Esta variabilidade pode dever-se ao órgão da planta usado, à data da colheita ou até ao método de análise utilizado pelos autores no referido estudo.

Figura 2.19 – Efeito médio da concentração do CO₂ expresso em percentagem nos diversos constituintes das plantas com intervalos de confiança de 95% (N- azoto, C/N- razão carbono azoto, P- fósforo, HCNE- hidratos de carbono não estruturais, HC- hidratos de carbono, NDF- fibra em detergente neutro, Dig- Digestibilidade, ADF- fibra em detergente ácido, ADL- lenhina em detergente ácido). (Fonte: Dumont *et al.*, 2015).

Os autores referem que, em áreas mediterrânicas, os resultados avaliados são diferentes dos apresentados na Figura 2.19. O aumento da concentração de dióxido de carbono em contexto de clima mediterrânico leva ao aumento do teor de azoto na ordem dos 3%. Este pode dever-se à mudança da vegetação (aumento do rácio leguminosas/gramíneas) ou a uma maior concentração deste nos tecidos das plantas, conseguido pelo efeito do défice hídrico. Porém, os estudos realizados no âmbito destas áreas não avaliaram a digestibilidade da forragem.

⇒ **Aumento da frequência e intensidade de secas**

Dumont *et al.* (2015) avaliaram ainda o efeito da ocorrência de secas na qualidade das forragens. Ao analisar resultados referentes a dezanove estudos, os autores perceberam que quando as plantas estão sujeitas a *stress* hídrico, o teor de azoto das mesmas tende a aumentar em média 5 % e, o teor NDF tende a diminuir 3%. Estes mesmos resultados possibilitaram compreender que com a diminuição dos constituintes da parede celular, a digestibilidade da forragem aumenta e, neste caso, na ordem dos 7%, apresentando no entanto grande variabilidade (Figura 2.20).

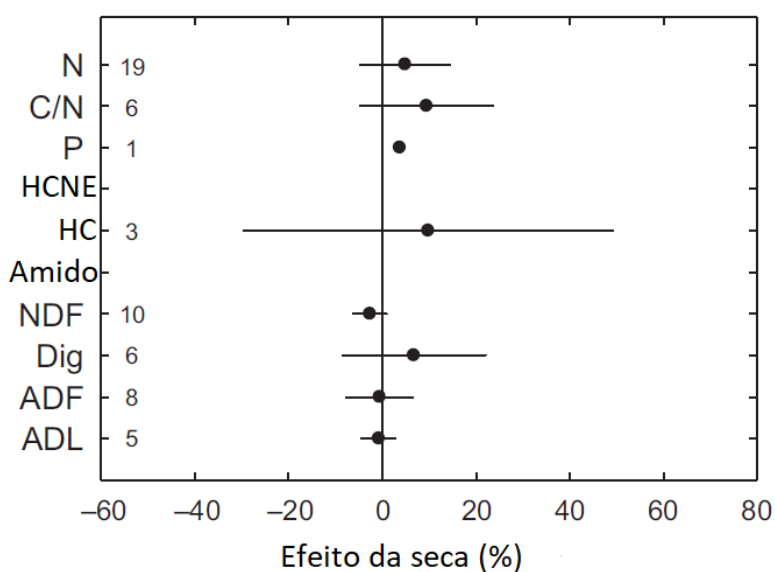


Figura 2.20 - Efeito médio da seca expresso em percentagem nos diversos constituintes das plantas com intervalos de confiança de 95% (N- azoto, C/N- razão carbono azoto, P- fósforo, HCNE- hidratos de carbono não estruturais, HC- hidratos de carbono, NDF- fibra em detergente neutro, Dig- Digestibilidade, ADF- fibra em detergente ácido, ADL- lenhina em detergente ácido). (Fonte: Dumont *et al.*, 2015).

Estes autores concluem que as condições de *stress* hídrico podem, eventualmente, favorecer a qualidade das leguminosas na medida em que o rácio folha/caule aumenta bem como a qualidade dos mesmos – tal sucede devido ao facto destas serem plantas do tipo C3 e apresentarem maior capacidade para a absorção da água em contexto de seca.

Uma outra questão que deve ser tida em conta é que a maioria das pastagens e forragens são produzidas em condições de sequeiro. Por este motivo, o aumento da temperatura, a redução da precipitação e o aumento da frequência de secas poderá levar ao aumento do risco de abandono da atividade e, do ponto de vista ambiental, poderá conduzir ao aumento da área de matos e do risco de incêndios (ENAAC, 2013).

De acordo com Ergon *et al.*, (2018) e com o clima da zona mediterrânica, a mudança dos padrões sazonais no que toca à precipitação e à temperatura levarão, provavelmente, a que ocorra uma antecipação da produção de forragens nas épocas mais frias e com maiores teores de humidade.

III- MATERIAIS E MÉTODOS

De forma sucinta, a metodologia utilizada neste estudo consistiu nos passos que se seguem.

A consociação forrageira foi acompanhada durante os meses de fevereiro e junho. Este estudo foi realizado na coudelaria Henrique Abecasis (HA) que se dedica à produção de cavalos Puro-Sangue Lusitano. Ao longo desta componente prática foi avaliada a composição química das forragens, o teor de água do solo e a produção de matéria seca.

De seguida, elaboraram-se as séries climáticas dos cenários futuros de alteração climática. Calcularam-se os graus dia de crescimento da cultura em quatro situações distintas: para o ano da campanha (2018-2019), para o período de referência (1971-2000) e para os anos futuros (2071-2100) para ambos os cenários considerados (RCP 4.5 e 8.5). Finalmente foi utilizado o modelo ISAREG para calcular as necessidades de rega da consociação forrageira em diferentes situações de mudança climática, assim como as quebras de produção associadas a um regime de sequeiro. A metodologia adotada é apresentada de forma esquemática na Figura 3.1.

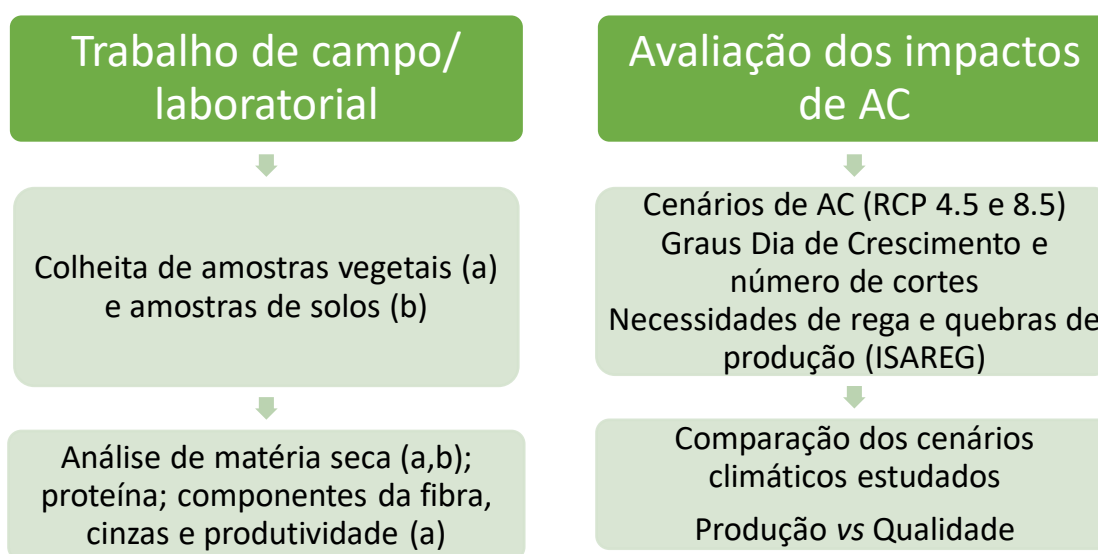


Figura 3.1 – Representação esquemática da componente prática realizada.

3.1. A Coudelaria

A Coudelaria Henrique Abecasis (HA) foi fundada no ano de 1987 após a aquisição da Quinta do Pilar e dedica-se exclusivamente à criação de cavalos da raça Puro-Sangue Lusitano (PSL). Esta procede à recria e desbaste dos machos aos três anos de idade para posterior venda e pratica a recria das fêmeas para duas possíveis finalidades: ou para integrar a eguada ou para venda. Os reprodutores são escolhidos privilegiando as características morfológicas e os andamentos dos animais.

A Coudelaria Henrique Abecasis está localizada na região da Azambuja, a cerca de 50 km de Lisboa. Tem uma superfície de cerca de 100 ha estando esta área dividida em duas zonas distintas. A primeira zona localiza-se na Quinta do Pilar (Figura 3.2), na estrada nacional 366 e tem cerca de 46 ha – dos quais 30 hectares constituem a zona de pastagens de sequeiro e a área remanescente constitui a área social da coudelaria (onde se inserem os estábulos e os picadeiros), espaço florestal, acessos e linhas de água.



*Figura 3.2 – Localização da Quinta do Pilar
1 – Área Social, 2 – Espaço Florestal, 3 – Pastagens de Sequeiro. (Fonte: GoogleMaps).*

A zona onde foi realizado o estudo, localiza-se por detrás da estação ferroviária da Azambuja, nomeadamente, nos campos agrícolas integrados na Lezíria do Tejo (Figura 3.3). Esta segunda zona, também denominada Bafoa, possui cerca de 54 ha, sendo ocupada em 30 ha por forragens anuais e em 19 ha por pastagens permanentes, sendo o restante ocupado pelos acessos às parcelas e respetivas linhas de água.



*Figura 3.3 – Localização dos Campos Agrícolas da Azambuja
1 – Produção de forragens, 2 – Produção de pastagens permanentes. (Fonte: GoogleMaps).*

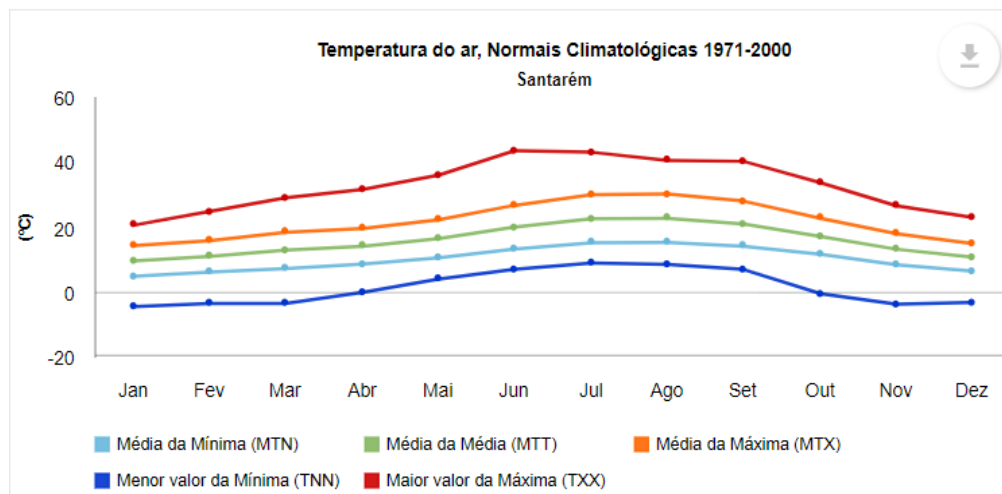
3.1.1. Características edafoclimáticas

A região onde se situa a Coudelaria Henrique Abecasis é, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger do tipo Csa (clima temperado com inverno chuvoso e verão seco e quente, de acordo com o IPMA), ou seja, caracterizada por apresentar invernos chuvosos e verões quentes e secos. Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera¹ a temperatura média da região varia entre os 9,6 °C em janeiro e os 22,7 °C em agosto, enquanto a precipitação média anual (1971-2000) para a região ronda os 697 mm anuais. As normais climatológicas referentes à região de Santarém apresentam-se na Figura 3.4.

¹ – Instituto Português do Mar e da Atmosfera – Clima de Portugal Continental:
<https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>

Número / Estação: 132 / Santarém
Localização: 39°15'N; 8°41' W; Alt. 54m
Notas:

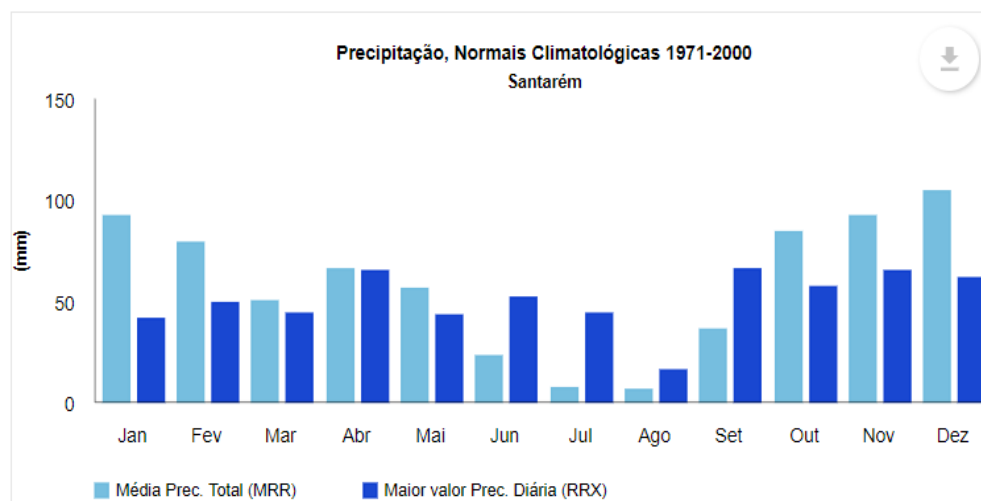
Tipo: Climatológica
Início funcionamento: 01-01-1924



a

Número / Estação: 132 / Santarém
Localização: 39°15'N; 8°41' W; Alt. 54m
Notas:

Tipo: Climatológica
Início funcionamento: 01-01-1924



b

Figura 3.4 – Normais climatológicas (temperatura (a) e precipitação (b)) para a região de Santarém.

O solo da Quinta do Pilar classifica-se como *Fluviosol* (WRB) ou como Aluviossolo de acordo com a Classificação Portuguesa de Solos, SROA (1963). É considerado um Aluviossolo Moderno, com textura maioritariamente argilosa e, caracterizado ainda por poder apresentar regiões calcárias em determinadas zonas. Já os solos dos campos agrícolas da Azambuja integrados na Lezíria do Tejo, local onde se insere a parcela de produção forrageira estudada, de acordo com a mesma classificação, denominam-se solos Solonchaks ou solos Halomórficos de acordo com o SROA (1963). Estes solos apresentam salinidade moderada (8 a 16 dS/m (Artiola *et al.*, 2019)) textura

argilosa (pesada) e, tais como os anteriores podem, em determinadas zonas, apresentar regiões calcárias. A carta de solos e a respetiva legenda da área em estudo são apresentadas no Anexo I.

3.2. Recolha de dados de campo

O trabalho de campo foi realizado na Coudelaria HA, nomeadamente, nos campos agrícolas da Azambuja, visto que é a zona destinada à produção das forragens. Este estudo foi realizado na área regada por uma rampa pivotante (parte da zona 1 da Figura 3.3) numa das parcelas utilizadas para a produção de forragens conservadas. A parcela tem aproximadamente 17 ha, dos quais 8 ha são regados.

A preparação da parcela consistiu numa gradagem com duas passagens, fertilização mineral de fundo (200 kg/ha do adubo Rhizovit 8-12-18), nova gradagem, sementeira e passagem do rolo. De notar que estas operações são realizadas antes das primeiras chuvas outonais para que estas não fiquem condicionadas pelo estado do solo. Seguidamente, a parcela foi semeada com azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e Trevo-da-Pérsia (*Trifolium resupinatum* L.). Dada a preferência dos equinos pelas gramíneas, a quantidade de azevém semeado (20 kg/ha) foi superior à quantidade de trevo (10 kg/ha). Porém, esta parcela possui muitas sementes duras que persistem de anos anteriores e, como a parcela é regada e adubada, estas germinam e compõem a mistura semeada. Numa primeira abordagem foi possível perceber que a parcela em estudo era muito heterogénea no que toca à vegetação (Figura 3.5). Por este motivo, a parcela estudada foi dividida em quatro setores para que fossem minimizados os erros de amostragem. Visto que a área em estudo coincide com metade da área regada pela rampa pivotante (8 ha) os setores foram divididos em função da área regada (Figura 3.6).



Figura 3.5 - Evidências de heterogeneidade da parcela.



Figura 3.6 - Divisão dos setores de amostragem na parcela. (Fonte: GoogleMaps).

Durante a campanha em estudo realizaram-se três cortes de forragem. Do primeiro para o segundo corte e, do segundo para o terceiro cortes foram realizadas adubações de cobertura com Nitromag27 (ficha técnica disponível no Anexo II) em todas as parcelas destinadas à produção de forragem. A rega iniciou-se após o primeiro corte (20 de março de 2019) e até ao fim do ciclo (12 de junho de 2019) (Anexo III). No entanto, as dotações aplicadas à cultura ao longo do decorrer da campanha não se conhecem uma vez que o agricultor não efetuou o registo das mesmas.

3.2.1. Recolha e análise do material vegetal

De 14 em 14 dias, dentro de cada um dos quatro setores, com recurso a um quadrado de alumínio de 1 m², foram realizadas colheitas de material vegetal ao longo dos três cortes da forragem. O material vegetal que se encontrava no interior do quadrado (Figura 3.7a), foi totalmente recolhido com a ajuda de uma tesoura de corte. Após o corte (Figura 3.7b), a amostra recolhida foi colocada em sacos plásticos, devidamente fechados e identificados com o número do setor a que pertenciam.



Figura 3.7 – Forragem inserida na área de corte (a) e pós colheita da mesma (b).

Numa primeira fase, antecedente ao primeiro corte, foram realizadas 2 colheitas por setor, totalizando no final 8 amostras (2 x 4 setores) em cada data de recolha. Após o primeiro corte e até ao terceiro, passou a ser realizada uma única colheita por setor, totalizando no final 4 amostras (1 x 4 setores) por data de recolha. A redução do número de amostras colhidas foi possível dado que a realização do primeiro corte permitiu controlar o crescimento de infestantes e, portanto, a heterogeneidade da parcela. No total realizaram-se 11 visitas à exploração para recolha de material vegetal resultando em 40 amostras de forragem verde e 6 amostras de forragem conservada. No Anexo III são apresentadas as atividades realizadas na exploração.

Para além da análise da forragem verde, também foi realizada a análise da forragem conservada produzida na parcela. Quando os fardos da feno-silagem estavam preparados para ser abertos (aproximadamente um mês e meio após o enrolamento em filme plástico) abriu-se um dos fardos, ao acaso, e recolheu-se material vegetal de vários pontos do mesmo. Relativamente ao feno, realizou-se o mesmo processo de colheita para que fossem minimizados os erros de amostragem e para que a amostra fosse representativa do fardo em análise.

O material vegetal foi analisado no Laboratório Professor Pais de Azevedo, no Instituto Superior de Agronomia. Aquando da chegada das forragens frescas ao laboratório, estas foram pesadas e colocadas em tabuleiros para que, nas 48 h seguintes, ficassem numa estufa memmert (UF750) (Memmert^a, 2019) com ventilação a 65 °C. Por diferença de peso, foi possível determinar o teor de humidade da erva fresca. Quando seca, a amostra foi cortada e moída num moinho Retsch (Figura 3.8). O crivo utilizado na moenda da amostra seca foi de 1 mm.

Para a determinação da matéria seca (MS) de cada amostra foi utilizado o método da secagem na estufa memmert (UF110) (Memmert^b, 2019) a 103 °C até peso constante. Depois da determinação deste parâmetro, realizou-se a determinação das cinzas, isto é, dos constituintes minerais da amostra. A metodologia usada para a determinação das cinzas foi o método da incineração completa da amostra a 550 °C, com o recurso à mufla Heraeus. A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre a MS e a cinza.

Relativamente ao fracionamento da fibra (NDF – Fibra em Detergente Neutro, ADF – Fibra em Detergente Ácido e ADL – Lenhina em Detergente Ácido) a determinação dos constituintes é realizada pelo método de Van Soest *et al.* (1991) com recurso ao Fibertec do tipo FT 122 (FOSS, 2014). A determinação do NDF, ADF e ADL foi conseguida com o ataque da amostra com detergente neutro e detergentes ácidos, respetivamente. Assim, foi possível quantificar os constituintes da parede celular – A hemicelulose obteve-se por diferença entre o NDF e o ADF e, a celulose, obteve-se por diferença entre o ADF e o ADL.

A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de Kjeldahl (Galvani *et al.*, (2006)). Neste método ocorre uma digestão da amostra com ácido sulfúrico (H₂SO₄) com duas pastilhas catalíticas compostas por sulfato de cobre penta hidratado (CuSO₄.5H₂O) e sulfato de potássio (KSO₄). De seguida, no destilador, ocorreu uma destilação com hidróxido de sódio (NaOH), sendo recolhido o azoto em ácido bórico (H₃BO₃) com indicador. Finalmente, realizou-se uma titulação com ácido clorídrico (HCl) a 0,1 N. Este método permite calcular o azoto total e, quando multiplicado pelo fator de conversão da proteína (6,25), obtém-se o valor da PB contida na amostra.

Para minimizar os erros e obter dados mais rigorosos, todas as amostras foram trabalhadas em duplicado. Assim, os resultados das análises são conseguidos com a média das duas repetições.

No fluxograma ilustrado abaixo encontram-se representadas as tarefas realizadas no laboratório para a determinação das componentes químicas quer da forragem verde, quer da forragem conservada (Figura 3.8).

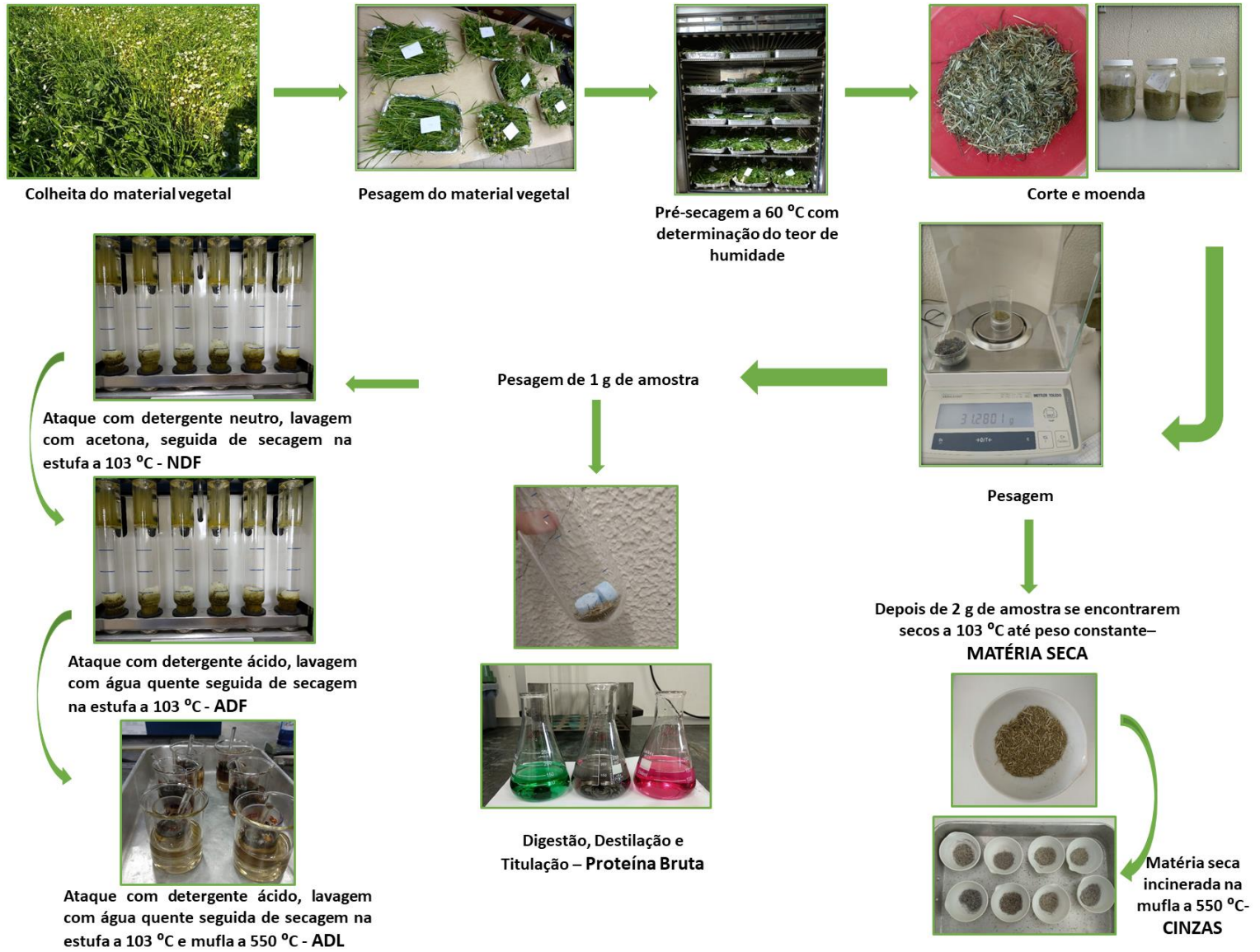


Figura 3.8 – Fluxograma das análises laboratoriais efetuadas à forragem.

3.2.2. Recolha de amostras de solo e análise do teor de água

Em cada setor e, de forma aleatória, com o auxílio de uma sonda de meia cana, foi retirado solo até 20 cm de profundidade (Figura 3.9a) com o intuito de posteriormente avaliar o seu teor de água. Foram colhidas quatro amostras de solo, uma por cada setor. De seguida, foram colocadas em caixas de alumínio (Figura 3.9b) com a respetiva tampa e isoladas com película aderente, para que não ocorressem perdas de água desde que as amostras são colocadas nas caixas até que chegam à estufa.

O coeficiente de emurchimento foi determinado tendo-se recolhido amostras num período em que a parcela destinada à produção de forragem se encontrava seca. Já a capacidade de campo foi determinada recolhendo-se as amostras 48 h após a saturação do solo, tendo-se coberto a superfície com plástico para impedir a evaporação do solo.



Figura 3.9 – Recolha de amostras de solo com a sonda de meia cana (a) e caixas com as amostras de solo (b).

Aquando da chegada das amostras de solo ao laboratório, estas são pesadas nas respetivas caixas e colocadas na estufa a 105 °C. As amostras permanecem na mesma até que se atinja peso constante (aproximadamente 48 horas). Quando retiradas da estufa, é efetuada uma nova pesagem. Por fim, com recurso à fórmula descrita abaixo, determinou-se o teor de água do solo no momento da colheita da amostra (Cerrado *et al.* 2016):

$$\text{Teor de água} = \frac{(P \text{ caixa+amostra húmida}) - (P \text{ caixa+amostra seca})}{(P \text{ caixa+amostra seca}) - (P \text{ caixa})} \quad (2)$$

A densidade aparente (D_{ap}) do solo foi determinada pelo método das amostras não perturbadas (INIÁV, 2019). Este método possibilita determinar a D_{ap} de um solo quando os horizontes do mesmo não são danificados (Figura 3.10), com recurso de um cilindro de volume conhecido. Aquando da chegada das amostras ao laboratório, estas são colocadas na estufa a 105 °C até que se atinja peso constante. Quando retiradas da estufa, é efetuada uma pesagem, para que se obtenha a massa do solo seco. A determinação deste valor é feita com base na fórmula apresentada.

$$\text{Densidade (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Massa de solo seco (g)}}{\text{Volume do cilindro (cm}^3\text{)}} \quad (3)$$



Figura 3.10 – Determinação da densidade aparente do solo pelo método das amostras não perturbadas.

3.3. Séries Climáticas e Graus Dia de Crescimento

As séries observadas foram obtidas das estações meteorológicas com mais qualidade próximas da região em estudo - estação meteorológica da Barragem de Magos (precipitação – 38 ° 99' N; 8 ° 694' W; Alt. 43 m) e estação meteorológica de Santarém (temperaturas máxima e mínima – 39 ° 252' N; 8 ° 702' W; Alt. 61 m). Estas duas estações meteorológicas pertencem ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). No entanto, para os dados de temperatura de Santarém existem falhas e, por este motivo, surgiu a necessidade de utilizar outra estação meteorológica para as preencher – estação meteorológica de Lisboa pertencente ao IPMA (38 ° 43' N; 9 ° 8' W; Alt. 77 m). Apesar da distância entre a estação de Lisboa e de Santarém, verificou-se, por meio de uma regressão linear simples, que cada um dos parâmetros

estudados (temperatura máxima (Figura 3.10a) e temperatura mínima (Figura 3.10b)) apresentam um coeficiente de determinação muito elevado, podendo por isso, usar-se as equações das retas de regressão para preencher as falhas relativas à temperatura da estação meteorológica de Santarém.

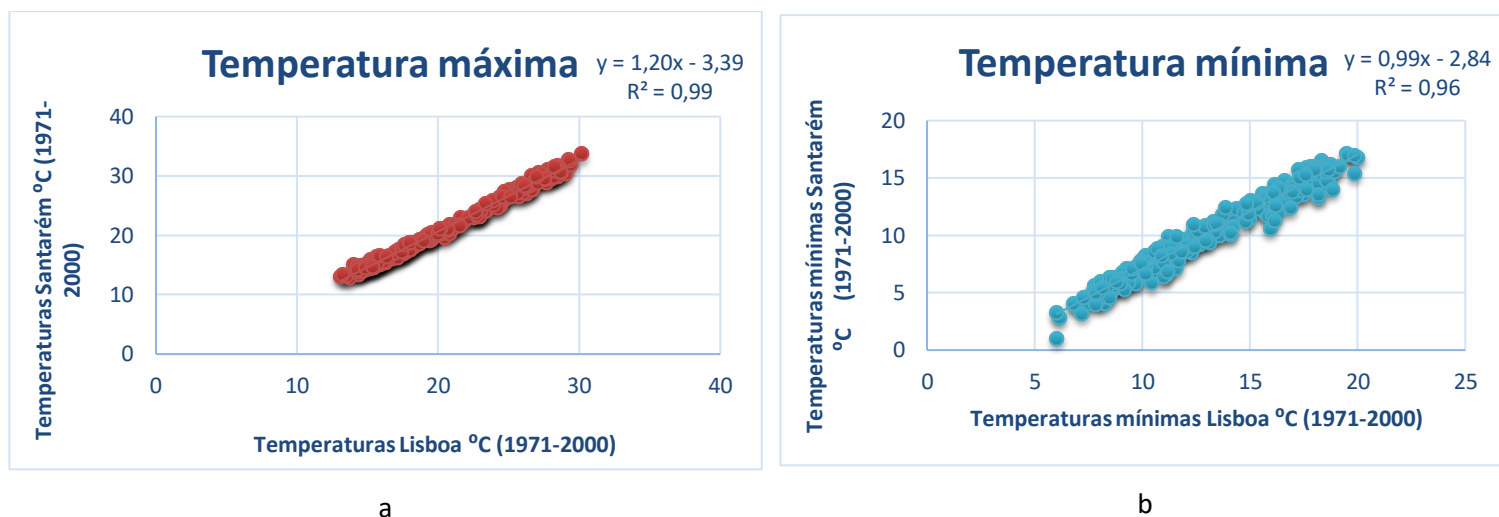


Figura 3.11 – Regressões lineares simples entre as temperaturas máximas (a) e as temperaturas mínimas (b) em Lisboa e em Santarém no período de referência.

Para a construção das séries climáticas perturbadas para o período de 2071-2100 para cada um dos cenários em estudo – RCP 4.5 e 8.5 – foram reunidos os dados relativos à região do Médio Tejo do Portal do Clima (PC) e as séries observadas já descritas anteriormente. Os dados recolhidos no PC foram as anomalias relativas à precipitação média mensal, temperatura máxima e temperatura mínima bem como o histórico da precipitação média mensal simulada (1971-2000). Com recurso aos dados provenientes do PC e às séries observadas efetuou-se a perturbação das séries observadas com as anomalias quer para a temperatura, quer para a precipitação, para cada um dos cenários RCP através das seguintes equações (Mourato, 2009 ; Rolim *et al.*, 2014):

$$T_{\text{cenário}} = T_{\text{observada}} + T_{\text{anomalia}} \quad (4)$$

Onde: $T_{\text{cenário}}$ – Temperatura corrigida relativa aos cenários de alteração climática; $T_{\text{observada}}$ – Temperatura observada no período de referência (1971-2000) para a região em estudo; T_{anomalia} – Corresponde à diferença entre a temperatura simulada pelo modelo relativa aos cenários de alteração climática e a temperatura simulada pelo modelo para o período de referência (1971-2000).

No caso da precipitação, a série corrigida é obtida da seguinte forma (Mourato, 2009; Rolim *et al.*, 2014):

$$P_{cenário} = P_{observada} * \left(\frac{P_{RCM_{cenário}}}{P_{RCM_{controle}}} \right) \quad (5)$$

Onde: $P_{cenário}$ – Precipitação corrigida relativa aos cenários de alteração climática; $P_{observada}$ – Precipitação observada no período de referência (1971-2000) para a região em estudo; $P_{RCM_{cenário}}$ – Precipitação média mensal simulada pelo modelo RCM relativa ao cenário de alteração climática considerado; $P_{RCM_{controle}}$ – Precipitação média mensal simulada pelo modelo RCM para o período de referência (1971-2000).

Como resultado obtiveram-se as séries futuras (2071-2100) para cada um dos cenários, com todos os parâmetros – precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima – devidamente corrigidos através das equações apresentadas anteriormente.

Numa fase posterior foram calculados os graus dia de crescimento (GDC) para quatro situações distintas: i) para o período de referência (1971-2000), ii) para o ano de estudo (2018-2019), iii) para o período de 2071-2100 para o cenário RCP 4.5 e iv) para o período de 2071-2100 para o cenário RCP 8.5. A equação utilizada para a determinação dos GDC foi a seguinte (McMaster *et al.*, 1997):

$$GDC = \sum_{i=1}^n \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} - T_{base} \quad (6)$$

onde as temperaturas máximas ($T_{máx}$) e mínimas ($T_{mín}$) são provenientes das estações meteorológicas e a temperatura base (T_{base}) constitui um valor constante para cada cultura. De acordo com Hutchinson *et al.* (2000), Moreira (2002) e Torres (2017) a temperatura base do *Lolium multiflorum* Lam. ronda os 5 °C, assumindo-se portanto, este valor como o zero vegetativo da cultura. Para o caso do *Trifolium resupinatum* L., Iannucci *et al.* (2008) referem que o zero vegetativo da cultura varia entre 5,2 e 5,7 °C, assumindo-se o valor da temperatura base 5 °C. Este valor foi tomado como o zero vegetativo da cultura dado que as forragens são constituídas em 2/3 por azevém. O cálculo dos GDC teve como objetivo prever a fenologia da cultura para posteriormente determinar o número possível de cortes para os vários cenários e medidas de adaptação consideradas.

3.4. Avaliação dos impactos das Alterações Climáticas

O modelo ISAREG utiliza como fonte de informação os dados meteorológicos, os dados agronômicos e os dados característicos da rega para simular o balanço hídrico do solo. Através desta metodologia, consegue programar-se a rega, determinar as necessidades hídricas da cultura em estudo, definir parâmetros de projeto e avaliar um determinado calendário de rega. A Figura 3.11 é uma representação esquemática do funcionamento do modelo. Neste estudo, o uso do ISAREG teve como principal objetivo obter a estimativa das necessidades de rega da consociação forrageira ao longo do ciclo e determinar a quebra de produção que se obteria caso esta parcela fosse de sequeiro.

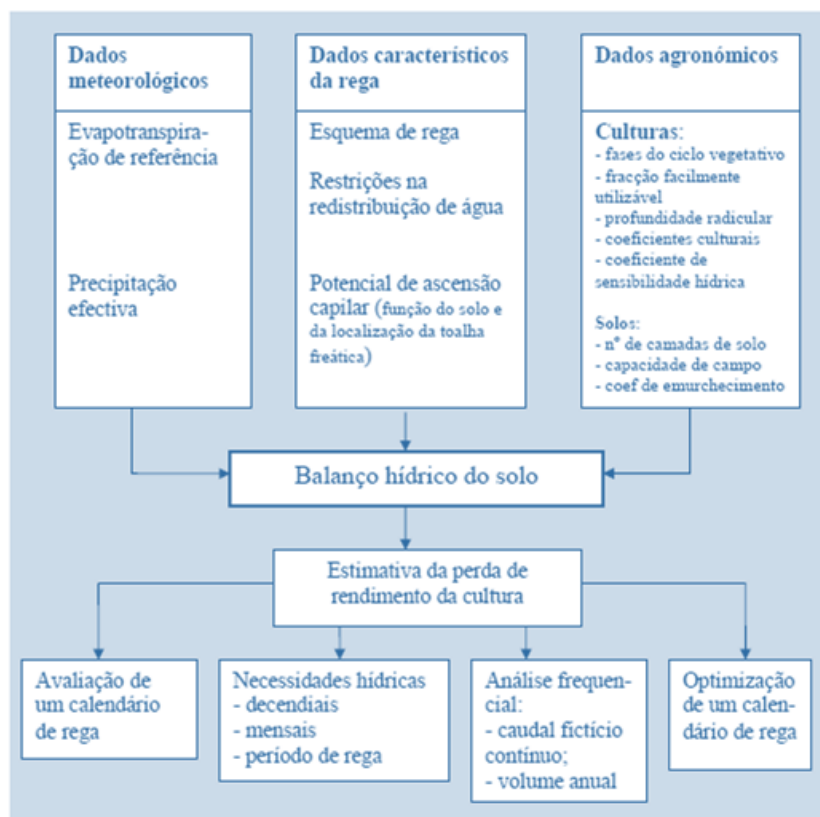


Figura 3.12 – Representação esquemática do modelo ISAREG. (Adaptado de: Manual de Instruções ISAREG, Teixeira 2019).

Os *inputs* necessários à simulação do balanço hídrico do solo através do modelo ISAREG - parâmetros culturais, esquema de rega e respetivos dados do solo, apresentam-se nos Quadros 4 e 5. Os valores do coeficiente cultural (K_c) introduzidos são ajustados tendo em consideração os valores apresentados na tabela 12 de Allen *et al.* (1998). Quer no período de referência quer para os cenários futuros, o K_c inicial considerado foi de 0.3 visto que o azevém apresenta um crescimento inicial lento. Para a produção de feno, no período de referência, considerou-se que no momento do corte, $K_c=1$, seria o valor mais adequado (pois, de acordo com Allen *et al.* este corresponde ao K_c da fase de senescência da cultura). Para a produção de feno-silagem, admitiu-

se $K_c=1.05$ que, no momento do corte, corresponde não só à situação mais desfavorável no que toca ao cálculo das necessidades de rega como também a melhor qualidade da forragem por esta ser cortada numa fase mais precoce. De referir que o valor de K_c utilizado é referente ao *Lolium multiflorum* Lam. devido ao facto da consociação forrageira ser constituída em 2/3 por esta espécie. Os dados climáticos utilizados são apresentados na secção das séries climáticas (Vd. Secções 3.1.1 e 3.3). Para os parâmetros do solo – CC e CE - utilizaram-se os valores determinados no campo.

Quadro 4 – Inputs dos dados culturais e esquema de rega.

	Consociação forrageira		
	Referência	RCP 4.5	RCP 8.5
Dia_sementeira	15	15	15
Mês_sementeira	10	10	10
L_ini (dias)	30(1c)	27(1c);16(2c)	23(1c);14(2c);12(3c)
L_dev (dias)	140 (1c)	121 (1c);23(2c)	107(1c);22(2c);18(3c)
L_mid (dias)	40 (1c)	35 (1c)	30 (1c)
Kc_ini	0,3	0,3	0,3
Kc_mid	1,05	1,05	1,05
Kc_corte	1	1,05	1,05
Fracção p (%)	60	60	60
Profundidade radicular (m)	0,25	0,25	0,25
N.º total de dias	210 (1c)	222 (2cs)	226 (3cs)

Fases de desenvolvimento das culturas: L_ini- período inicial; L_dev- período de crescimento rápido; L_mid - período intermédio. Coeficientes culturais: kc_ini -período inicial; kc_mid - período intermédio; kc_end - no fim do período final; Prof. rad - Profundidade do sistema radicular. 1c- primeiro corte; 2c-segundo corte e 3c-terceiro corte.

Quadro 5 – Inputs dos dados do solo.

Solo	Profundidade (m)	Capacidade de Campo (m^3/m^3)	Coefficiente de Emurchimento (m^3/m^3)
Argiloso	0,25	0,44	0,27

A calibração do modelo de balanço hídrico do solo foi efetuada tendo em consideração a informação do calendário de rega disponibilizado pelo agricultor (Anexo IV). A ascensão capilar considerada foi estimada através do modelo ISAREG, tendo-se obtido o valor do potencial de ascensão capilar de 2 mm/dia através do ábaco disponibilizado em Doorenbos e Pruitt (1977). Os valores simulados foram comparados com os valores do teor de água no solo observados. A calibração do modelo é apresentada na Figura 3.13.



Figura 3.13 – Calibração do modelo de balanço hídrico do solo. Nota: Os pontos a vermelho indicam o teor de água no solo, medido experimentalmente.

O modelo ISAREG não considera a ocorrência de ascensão capilar quando o teor de água no solo é superior ao LRFU. Assim, para que o aumento do nível da toalha freática fosse considerado, houve a necessidade de subir artificialmente o valor de LRFU (com valor de déficit permissível de 0.1) para que o modelo introduza a entrada de água por ascensão capilar (mesmo quando o teor de água do solo é próximo da capacidade de campo).

A execução desta calibração permitiu verificar que o modelo utilizado é capaz de simular as necessidades de rega da cultura (e parcela) em estudo, de forma correta.

IV- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Acompanhamento da consociação forrageira

Durante a realização do trabalho de campo foi possível acompanhar o desenvolvimento da consociação forrageira semeada (Figura 4.1) – *Lolium multiflorum* Lam. e *Trifolium resupinatum* L. .



Figura 4.1 – Consociação forrageira (*Lolium multiflorum* Lam. X *Trifolium resupinatum* L.)

Para além das espécies semeadas também se observaram plantas como *Phalaris minor* Retz (conhecida como erva-cabecinha - Figura 4.2a), *Trifolium squarrosum* L. (vulgarmente conhecido como trevo squarroso - Figura 4.2b) e *Medicago italica* Mill. (Figura 4.2c) na parcela. Apesar de constituírem infestantes, a sua presença enriquece a composição florística e nutritiva da forragem na medida em que são gramíneas (a primeira) e leguminosas (as duas últimas) frequentemente instaladas para a produção forrageira. Para além das espécies já referidas, também surgiram em grande quantidade na parcela plantas como *Chamaemelum mixtum* L. (vulgarmente chamadas de margaças – Figura 4.2d) e *Ranunculus trilobus* Desf. (habitualmente conhecido como patalôco-verde-amarelado - Figura 4.2e). Apesar de não possuírem interesse para a produção forrageira, apenas a última espécie apresenta toxicidade para bovinos e ovinos, não causando por isso qualquer impacto nos animais da coudelaria. Exemplos de plantas tóxicas para equinos são o *Trifolium incarnatum* L., *Echium plantagineum* e as plantas do género *Papaver* (Paço & Fradinho, 2010), que não foram encontradas nesta parcela.

O primeiro corte realizado possibilitou o controlo das infestantes e, por isso, nos ciclos que se sucederam, não surgiram infestantes indesejáveis.



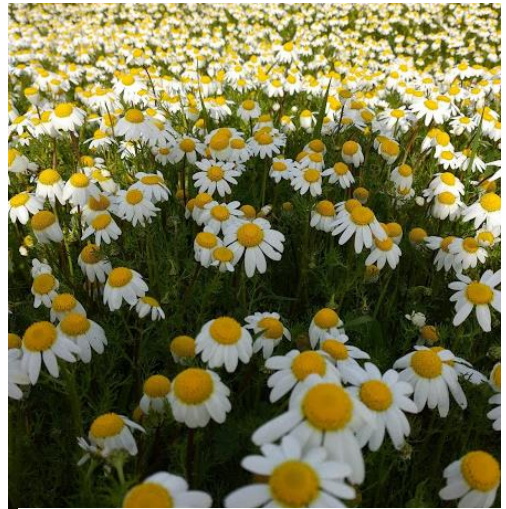
a



b



c



d



e

Figura 4.2 - Phalaris minor Retz.(a); *Trifolium squarrosum* L.(b); *Medicago italica* Mill.(c); *Chamaemelum mixtum* L.(d) e *Ranunculus trilobus* Desf. (e).

A consociação semeada foi submetida a três cortes. Os dois primeiros destinados à produção de feno-silagem e, o último, destinado à produção de feno. O primeiro corte foi efetuado no dia 23 de março e, depois da forragem secar ao ar livre durante quatro dias, foi enfardada em filme plástico. O segundo corte foi realizado no dia 12 de maio e, como as temperaturas já eram mais elevadas, a secagem ao ar durou apenas dois dias, seguindo-se o enfardamento. Em ambos os casos, de acordo com o operador, a forragem tinha aproximadamente 20% de humidade no momento em que foi enfardada. Relativamente ao terceiro e último corte, este foi executado no dia 13 de junho e foi enfardado no dia 17 do mesmo mês quando a forragem continha apenas 15% de humidade. De referir que os teores de humidade no momento do corte são valores lidos por um dispositivo introduzido no trator, o que, muito provavelmente, tem incerteza associada.

As Figuras abaixo remetem para as operações de corte (Figura 4.3), secagem (Figura 4.4), encordoamento (Figura 4.5) e enfardamento da forragem (Figura 4.6) realizadas na parcela.



Figura 4.3 – Corte da forragem.



Figura 4.4 – Secagem da forragem ao ar livre, no campo.



Figura 4.5 – Encordoamento da erva para posterior enfardamento.



Figura 4.6 – Enrolamento da forragem em filme plástico para a produção de feno-silagem (a) e transporte dos fardos do feno (b).

Finalmente foram contabilizados o número de fardos obtidos em cada um dos cortes executados: 184 e 267 fardos de feno-silagem, no primeiro e segundo corte, respetivamente. No terceiro e último corte, obtiveram-se 58 fardos de feno. O número de fardos (quer de feno-silagem quer de feno) indicado é referente a toda a extensão destinada à produção de forragem (portanto, 30 ha de regadio e sequeiro, no qual se inclui os 8 ha da parcela estudada – Vd. Figura 3.6). A Figura 4.7 ilustra a produtividade da parcela em estudo, expressa na matéria seca, ao longo dos diferentes ciclos, tendo sido utilizadas as médias das produtividades conseguidas, em cada amostragem (Vd. secção 3.2.1).

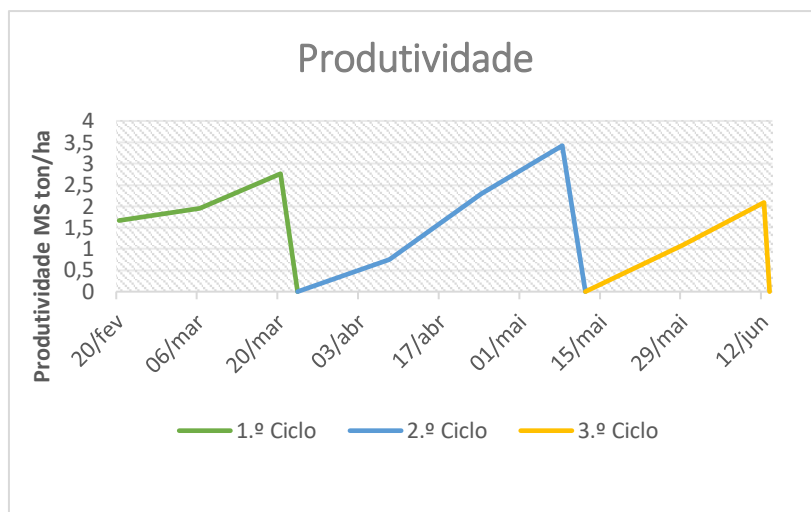


Figura 4.7 – Produtividade da forragem ao longo dos ciclos.

Ao analisar a Figura 4.7 é possível perceber que a produtividade do primeiro ciclo é inferior à do segundo ciclo, contrariamente ao que é sugerido na Figura 2.2. Tal sucede porque as baixas temperaturas invernais, a baixa radiação e, provavelmente o excesso de água do solo (possível asfixia radical) influenciam o crescimento das plantas. Assim, quando as temperaturas e a radiação aumentam, as plantas conseguem ter um maior desenvolvimento (caso do segundo ciclo) tirando proveito das condições que se fazem sentir. Naturalmente, o terceiro ciclo é o menos produtivo dado que as plantas estão próximas da fase de senescência e sujeitas a condições de *stress* hídrico (Vd. Figura 4.11).

A produtividade total conseguida nesta campanha, correspondente à soma dos picos das três curvas, é igual a 8,3 ton/ha, que, de acordo com o produtor, é superior ao histórico conseguido. Apesar de não ser muito elevado, este valor encontra-se no intervalo de 6 a 12 ton/ha sugerido por Lopes *et al.* (2006) para a cultura de azevém anual. No entanto, o intervalo de variação é condicionado por diversos fatores tais como o nível de adubação azotada, a disponibilidade hídrica, a precocidade da variedade, as condições meteorológicas, a incidência de pragas, doenças e infestantes e, por exemplo, a capacidade de recrescimento da cultura no período pós corte, etc. De salientar que a baixa produtividade pode ser influenciada pela gestão da rega uma vez que a dotação aplicada não foi suficiente para compensar a evapotranspiração (como se analisará na Figura 4.11) bem como, por exemplo, pela presença excessiva de infestantes no caso do primeiro ciclo da cultura.

De salientar que estes valores podem divergir dos valores de produtividade calculados pelo produtor. Essa divergência pode, por exemplo, corresponder à diferença entre a altura de corte utilizada para o processo de amostragem e a altura da barra de corte da gadanheira.

4.1.1 Avaliação da composição química da forragem

A composição química das forragens foi analisada ao longo do ciclo da cultura, para diferentes momentos e cortes, permitindo assim observar a evolução de certos parâmetros ao longo do tempo. No Quadro abaixo, Quadro 6, são apresentados os resultados da análise química à forragem realizada no Laboratório Professor Pais de Azevedo.

Quadro 6 – Resumo das análises realizadas à forragem verde (expressos na % de MS).

		MS (%)	Cinza	PB	NDF	ADF	ADL
1.º Ciclo	20/fev	13,6	9,9	11,1	35,2	19,5	2,9
	06/mar	14,5	9,2	9,5	47,2	28,2	4,2
	20/mar	14,2	11,1	11,6	45,3	27,1	3,5
2.ºCiclo	08/abr	12,9	15,1	19,9	54,6	27,9	3,2
	24/abr	14,9	11,8	12,9	49,6	25,5	3,1
	08/mai	17	10,8	10,9	50,5	27	3,4
3.ºCiclo	29/mai	23,1	10,6	15,2	61,1	32,5	3,5
	12/jun	24,5	7,9	12,9	60,5	31,4	4,1

Ao longo do ciclo das plantas o teor MS tende a aumentar dado que quanto mais velha é a planta, menor é o seu teor de água. Observa-se assim no Quadro 6 que os valores obtidos para a MS ao longo do tempo aumentam, seguindo o que se esperava. O decréscimo do teor de água das plantas está, por um lado, associado ao decréscimo do teor de água do solo uma vez que estes apresentam uma evolução semelhante como sugere a Figura 4.8 e, por outro lado, ao envelhecimento da cultura.

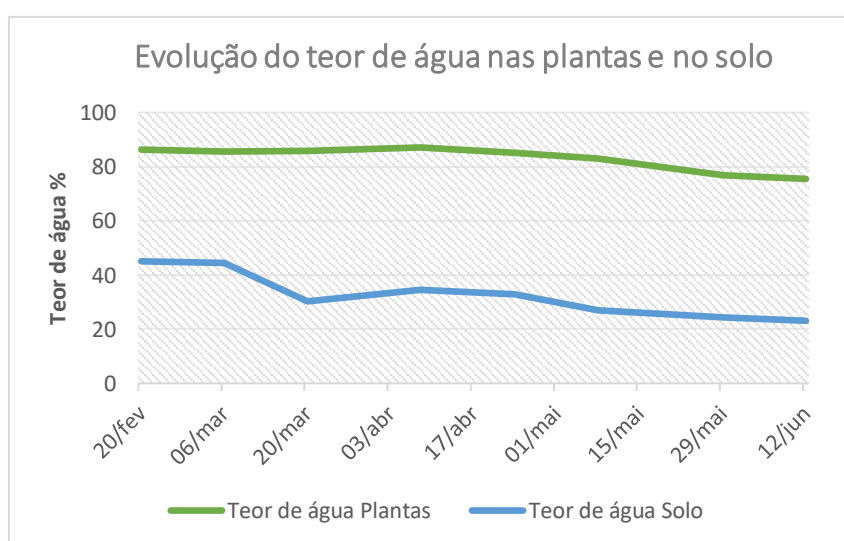


Figura 4.8 – Teor de água das plantas versus teor de água do solo.

Geralmente o teor de cinzas mantém-se constante, porém, na amostragem referente ao dia 8 de abril, o valor é superior ao esperado. Este aumento poderá ser uma consequência da adubação realizada, ou poderá corresponder a uma contaminação de terra na amostra vegetal (dado que este tipo de contaminações aumentam o teor inorgânico das mesmas).

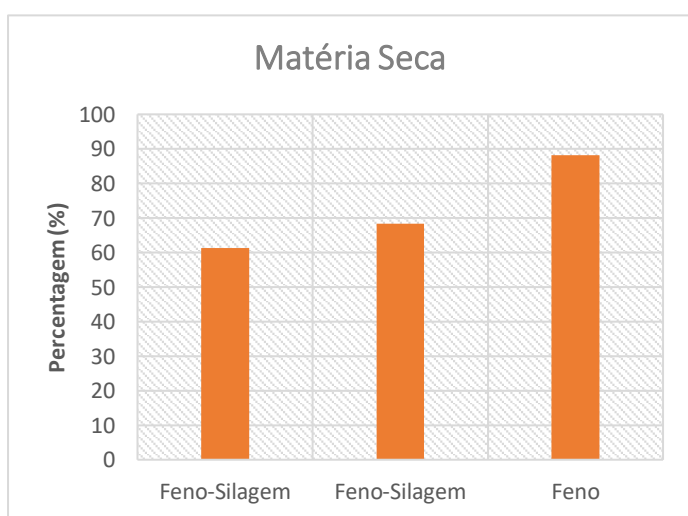
Relativamente ao teor de PB espera-se que este seja máximo no início do ciclo das plantas e que diminua à medida que a planta cresce. Assim, ao observar o Quadro 4 verifica-se que nos estados iniciais os valores de PB são elevados e que decrescem ao longo do ciclo, seguindo o padrão comum. Porém, dado que foram realizadas adubações azotadas após cada corte e, portanto, nos estados iniciais de cada ciclo, o valor da PB mencionado nas datas 8 de abril e 29 de maio traduz não só o valor de PB das plantas como também a resposta das plantas à adubação realizada.

A análise dos resultados permite observar a tendência para o aumento da componente fibrosa da forragem (NDF, ADF e ADL) ao longo do ciclo da cultura, tal como espetável.

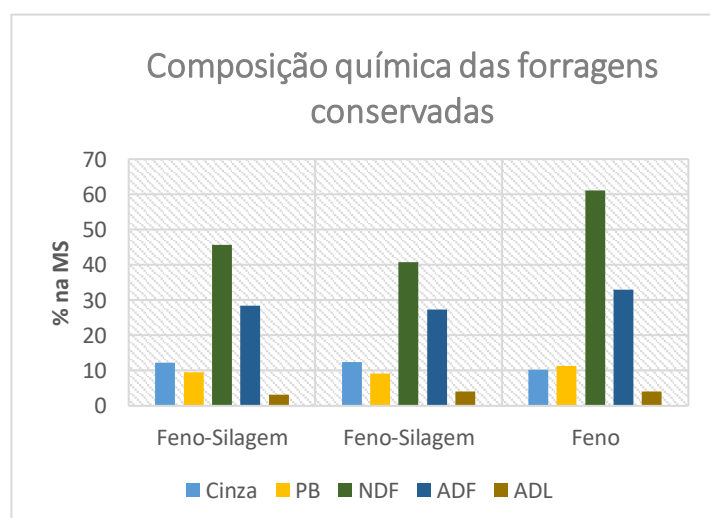
Além das forragens verdes, também foram avaliadas as forragens conservadas produzidas nesta campanha. Os resultados são apresentados no Quadro 7 e no gráfico de barras correspondente (Figura 4.9).

Quadro 7 – Resumo das análises realizadas à forragem conservada (expressos na % de MS).

Forragem Conservada	Datas de corte	MS (%)	Cinza	PB	NDF	ADF	ADL
Feno-Silagem	23/mar	61,3	12,3	9,5	45,7	28,4	3,1
Feno-Silagem	12/mai	68,4	12,5	9,2	40,7	27,4	4,0
Feno	13/jun	88,1	7,9	11,4	61,1	32,9	4,1



a



b

Figura 4.9 – Resultados das análises realizadas à MS (a) e à composição química (b) das forragens conservadas.

As análises químicas realizadas às feno-silagens indicam que o teor de MS das mesmas se encontra no intervalo de variação de 50 a 85 % sugerido por Harris *et al.* (2017) para este tipo de forragem conservada.

Relativamente ao teor de PB das feno-silagens produzidas na campanha, este apesar de não ser muito elevado, sugere que o processo de conservação da forragem foi bem executado, uma vez que as perdas ocorridas durante a conservação foram baixas. De notar que a forragem verde no momento do corte tinha 11,6 e 10,9% PB na MS (Quadro 6), para o primeiro e segundo corte, respetivamente, tendo passado para 9,5 e 9,2% PB na MS (Quadro 7), para a primeira e segunda feno-silagem, respetivamente.

O baixo teor proteico das forragens em verde está muito provavelmente associado quer ao tipo de plantas que constituem a consociação - uma vez que estamos perante uma proporção de 2 gramíneas:1 leguminosas, quer ao estado fenológico em que foram cortadas – dado que quanto mais avançado for o estado fenológico, menor é o teor de PB da mesma.

A análise do feno indica que este tem uma qualidade média/boa de acordo com o Quadro 1 (apresentado na secção 2.2). A observação direta do feno permitiu verificar a sua cor amarelo-esverdeado que, por sua vez, indica uma menor degradação fotoquímica dos carotenos e da clorofila (Moreira, 2002). Na mesma análise verificou-se ainda a ausência de bolores. A inexistência deste tipo de fungos é conseguida graças à ausência de humidade excessiva durante o processo de secagem e armazenamento, como já foi referido anteriormente. A inexistência destes fungos minimiza o risco de aparecimento de doenças pulmonares causadas nos animais pelas forragens conservadas.

De acordo com os valores referidos em Abreu *et al.*, (2000) e tendo em conta os valores referidos no Quadro 2 (secção 2.6), percebe-se que é possível produzir forragens conservadas – nomeadamente, feno - com qualidade, em situações de défice hídrico. No entanto, quando existem condições de encharcamento e conseqüente asfixia radicular, a qualidade obtida – nomeadamente na primeira feno-silagem produzida, é inferior. Porém não se devem comparar os dois produtos obtidos uma vez que constituem forragens conservadas diferentes.

Como já foi referido na revisão de literatura, as forragens devem constituir pelo menos metade da alimentação dos equinos. De acordo com o NRC (2007) um cavalo pode ingerir até 3% daquilo que é o seu peso vivo (PV), sendo portanto um mínimo de 1,5% correspondente a forragens (Harris *et al.*, (2007), NRC, (2007)). Seguindo o exemplo do NRC, se um cavalo tiver 500 kg de PV este pode ingerir até 15 kg de alimento, sendo que 7,5 kg deste deverá corresponder a alimento forrageiro. No entanto, as necessidades nutricionais dos cavalos também variam de acordo com

o tipo de trabalho que os animais realizam – um cavalo com 500 kg com uma intensidade de trabalho leve deve ingerir 699 g de proteína bruta diariamente; enquanto que, um cavalo com um trabalho muito intenso deverá ingerir diariamente 1004 g de proteína bruta (NRC, 2007).

Relativamente à cobertura proteica para os três tipos de forragem conservada e admitindo que cada equino ingere o mínimo de 7,5 kg de MS de forragem por dia, obtêm-se os resultados apresentados no Quadro 8:

Quadro 8 – Necessidades proteicas fornecidas pelas diferentes forragens conservadas. Onde: FS1 e FS2 correspondem à primeira e segunda feno-silagens obtidas na campanha, respetivamente. (Adaptado de: NRC (2007)).

Peso Vivo (kg)	Intensidade de trabalho	Necessidades Proteicas (PB) (g)	Cobertura da PB pela FS1 (g/7.5 kg FS1)	Cobertura da PB pela FS2 (g/7.5 kg FS2)	Cobertura da PB pelo Feno (g/7.5 kg F)
500	Leve	699	436,5	471,96	753,26
500	M. Intenso	1004			

De acordo com o Quadro 8 e considerando as recomendações do NRC (2007), nenhuma das forragens conservadas cobriria por si só, as necessidades em proteína de cavalos em trabalho muito intenso, o que aconselharia o complemento com alimentos concentrados. O mesmo aconteceria com a FS1 e com a FS2 para os animais em trabalho leve. Contudo, as recomendações do NRC (2007) para um trabalho muito intenso foram estimadas para cavalos de corrida, o que não é o caso do trabalho realizado na coudelaria do presente estudo. Quanto ao valor energético, expresso em energia digestível (MJ/kg MS), realizou-se uma estimativa a partir das fórmulas propostas pelo NRC (2007) tendo-se obtido respetivamente os valores de 9,6; 10,1 e 8,7 para a FS1, FS2 e F.

4.1.2 Avaliação do teor de água do solo

Relativamente ao solo, como foi referido anteriormente, a parcela destinada à produção forrageira apresenta um solo salino. Este tipo de solos são caracterizados por conterem uma quantidade excessiva de sais solúveis e/ou teor relativamente elevado de sódio no complexo de troca (Cortez & Monteiro, 2018). As características físico-químicas analisadas no laboratório Rebelo da Silva encontram-se sumarizadas no Quadro 9, sendo o boletim de análise apresentado no Anexo V.

Como foi referido anteriormente, surgiu a necessidade de determinar os valores da capacidade de campo (CC) e do coeficiente de emurchimento (CE) bem como determinar o valor da

densidade aparente (Dap) do solo. Os valores determinados para a CC e para o CE são 0.44 e 0.27 m³ m⁻³, respetivamente. Estes valores, tal como seria de esperar encontram-se entre os valores sugeridos por Allen *et al.* (1998). A Dap apresenta um valor de 1.29 g cm⁻³.

Quadro 9– Quadro resumo da análise sumária de terra.

Parâmetros	Resultados
Textura	Argilosa
Matéria Orgânica	4,5%
pH	7,6

De acordo com Manual de Fertilização de Culturas (2006) (Anexo VI), a classe de fertilidade do solo classifica-se como alta relativamente ao teor de matéria orgânica. Solos com elevados teores de MO estão mais protegidos dos agentes erosivos e apresentam maior potencial produtivo porque há uma maior retenção de água e de nutrientes no solo. Este valor de MO diverge do habitual dado que os valores normais de MO dos solos portugueses são baixos e com tendência para a sua diminuição progressiva (Fernandes, 2016). Relativamente às características físicas do solo, este tem tendência para encharcar (Figura 4.10a) quando a precipitação é acentuada porque apresenta dificuldades de drenagem (apesar de possuir valas para esse efeito, a drenagem é dificultada pelo facto da toalha freática ser muito próxima da superfície). Em certas épocas do ano, a gestão deste tipo de solo é dificultada pois as alfaias agrícolas atascam no terreno, impossibilitando assim o trabalho do mesmo. É ainda de referir que à medida que este solo seca tem tendência a fendilhar (Figura 4.10b).



a.



b

Figura 4.10 – Evidências de encharcamento. Fotografia tirada no dia 20/02/2019 (a) e Evidências de fendas causadas pela falta de água. Fotografia tirada no dia 12/05/2019 (b).

A evolução do teor de água no solo, a CC e o CE desta parcela, obtida pelo método gravimétrico (Vd. secção 3.2.2) é apresentada na Figura 4.11. No mês de março, em que a precipitação foi escassa, foi possível perceber que o aumento do teor de água no solo foi conseguido graças à rega, de acordo com as informações fornecidas pelo agricultor. Durante os períodos de tempo em que a rampa pivotante esteve ligada, funcionou a 65% da sua capacidade entre as 3 e as 10 h da manhã, executando, aproximadamente, 1 volta completa. De acordo com os dados técnicos da rampa pivotante (apresentados no Anexo VII) 65% da capacidade da mesma corresponde a aproximadamente 4,5 mm de dotação de rega que, quando corrigida pela eficiência de aplicação de 80% do pivot, resulta em 3,6 mm, aproximadamente.



Figura 4.11 – Reserva de água no solo.

Através da observação da Figura 4.11 percebe-se que o primeiro corte foi realizado em condições de encharcamento, o segundo corte em condições de conforto hídrico e, finalmente, o terceiro corte em condições de déficit hídrico. A interpretação do gráfico mostra que o produtor aplicou uma rega deficitária no terceiro corte uma vez que a quantidade de rega aplicada não compensou a evapotranspiração da cultura.

4.2. Séries climáticas e Graus dia de crescimento

As séries dos cenários de AC são apresentadas na Figura 4.12. Esta permite comparar os cenários futuros considerados com o período de referência (1971-2000) para as variáveis meteorológicas: precipitação, temperatura máxima e mínima e evapotranspiração de referência.

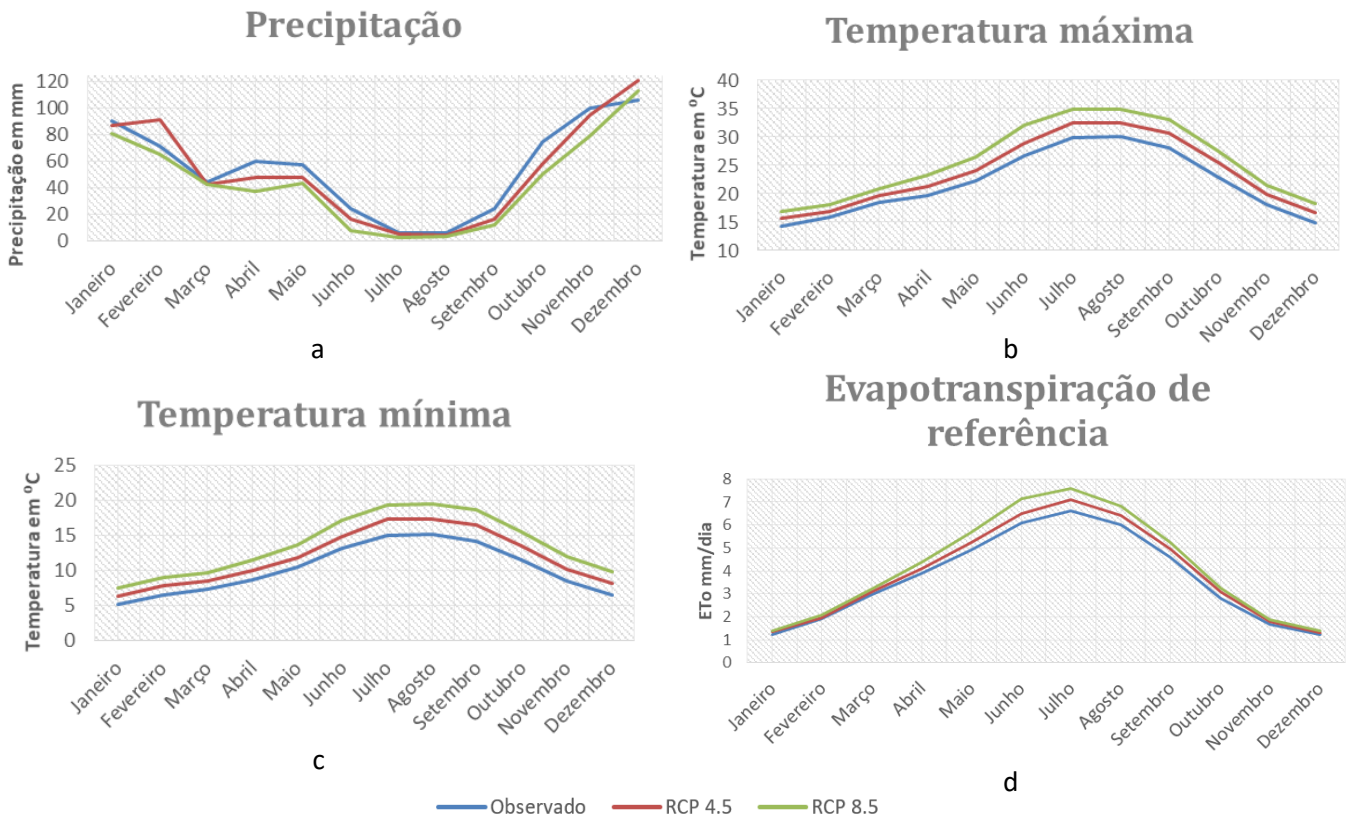


Figura 4.12 – Médias mensais da precipitação (a), temperatura máxima (b), temperatura mínima (c) e evapotranspiração de referência (d) para o período de referência (1971-2000) e para os cenários RCP 4.5 e 8.5 (2071-2100).

Através da análise da Figura 4.12a percebe-se que para ambos os cenários futuros, entre os meses de março e maio, a precipitação será inferior ao período de referência. De acordo com a mesma Figura, nos meses de novembro e dezembro verificar-se-á um aumento da precipitação para os cenários futuros. De evidenciar que no cenário RCP 4.5, o mês de fevereiro apresenta um pico (aproximadamente 90 mm) quando comparado com os anos de referência (aproximadamente 65 mm). Nos restantes meses do ano, a precipitação relativa aos cenários futuros será inferior ao período de referência.

De acordo com Pires *et al.* (2018), espera-se que a temperatura média seja superior para ambos os cenários futuros – aproximadamente +2 °C para o cenário RCP 4.5 e +4 °C para o cenário RCP 8.5. A Figura 4.12b e 4.12c tal como o Quadro 10 mostram este aumento de temperatura que,

tal como se pode observar, é superior para os meses que são mais quentes pois verifica-se um maior afastamento entre as curvas.

Quadro 10 – Anomalia da temperatura média para os cenários RCP 4.5 e 8.5

	Tmédia 4.5 (°C) (2071-2100)	Tmédia 8.5 (°C) (2071-2100)	Tmédia obs (°C) (1971-2000)	Anomalia T 4.5 (°C) (Tmédia 4.5 - Tmédia obs)	Anomalia T 8.5 (°C) (Tmédia 8.5 - Tmédia obs)
Janeiro	11,0	12,2	9,8	1,2	2,4
Fevereiro	12,4	13,6	11,1	1,2	2,4
Março	14,0	15,3	12,9	1,2	2,5
Abril	15,6	17,4	14,2	1,5	3,2
Mai	18,0	20,1	16,4	1,6	3,7
Junho	21,8	24,6	19,9	2,0	4,8
Julho	24,9	27,1	22,5	2,4	4,7
Agosto	25,0	27,3	22,6	2,4	4,7
Setembro	23,6	25,9	21,1	2,5	4,8
Outubro	19,5	21,5	17,2	2,2	4,2
Novembro	15,1	16,8	13,4	1,7	3,4
Dezembro	12,4	14,1	10,8	1,7	3,3
Média	17,8	19,6	16	1,8	3,7

Relativamente à evapotranspiração de referência (Figura 4.12d) verifica-se que os maiores aumentos ocorrem durante a primavera e durante o verão e que, quer no outono, quer no inverno, estes valores, para além de serem mais próximos dos valores observados, também apresentam uma menor discrepância entre si.

Através da análise da Figura 4.12, verifica-se que, para os cenários futuros considerados, a precipitação tenderá a concentrar-se mais no inverno enquanto que a evapotranspiração de referência tenderá a sofrer os maiores aumentos na primavera e no verão. A não coincidência destes dois parâmetros agrava as condições de produção da agricultura de sequeiro e torna-a dependente da rega ou do replaneamento da produção deste tipo de culturas.

Foi também realizada uma análise da precipitação ocorrida durante a campanha em estudo (2018/2019). Como se pode observar na Figura 4.13, a precipitação ocorrida durante esta campanha foi muito escassa o que está de acordo com o boletim climatológico do IPMA, em que o inverno 2018/2019 foi classificado como extremamente seco. Este acontecimento pode ser um dos fatores que contribuíram para o aumento da produtividade da cultura bem como para o número de cortes conseguido, dado que a situação de seca tende a provocar uma antecipação

do ciclo das culturas. Para além disso, esta situação levou a que as plantas não estivessem sujeitas a encharcamento, tendo-se desenvolvido em melhores condições.

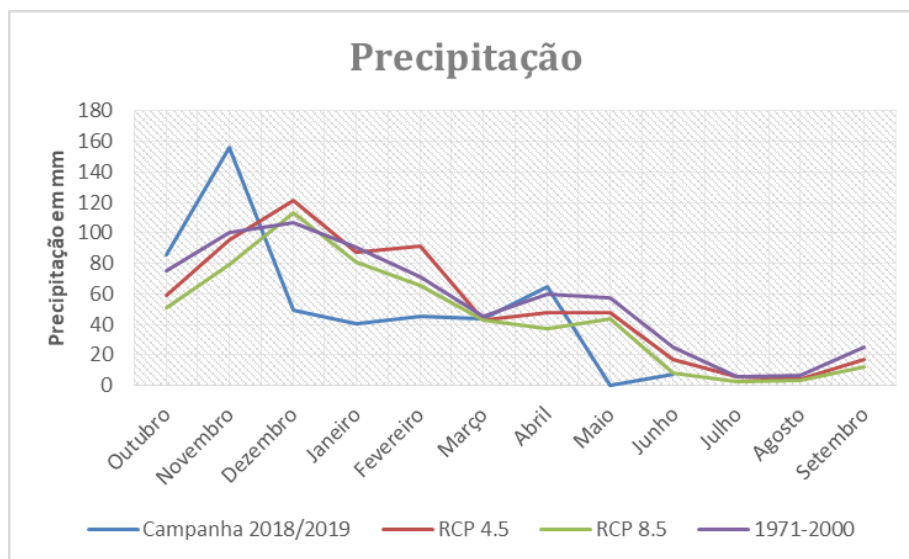


Figura 4.13 – Distribuição da precipitação ao longo do ano hidrológico.

O Quadro 11 apresenta as anomalias anuais médias da precipitação para o período 2071-2100. Este indica que, para o cenário RCP 4.5, há uma redução média da precipitação de 3,8 %. Como seria de esperar, o valor relativo ao cenário mais gravoso é superior, rondando os 15 %. O valor da anomalia calculado para o cenário RCP 4.5, encontra-se, para esta região, abaixo do valor sugerido por Pires *et al.* (2018). No entanto, o valor calculado para o cenário RCP 8.5, de acordo com o mesmo autor, encontra-se entre o intervalo apresentado (Vd. secção 2.7.2).

Quadro 11 – Anomalias anuais médias da precipitação para os cenários considerados.

Anomalias anuais da precipitação (%)	
RCP 4.5	RCP 8.5
-3,8	-15

O cálculo dos graus dia de crescimento (GDC) para os quatro períodos - período de referência, ano da campanha, RCP 4.5 e RCP 8.5 - possibilitou elaborar o gráfico da Figura 4.14. A leitura do mesmo mostra que o ano da campanha 2018/2019 se assemelha ao período de referência (1971-2000) e que, em certos momentos, até é inferior a este no que toca à acumulação de temperatura. Assim, pode concluir-se que o aumento da precocidade e do número de cortes da

fórragem nesta campanha não se deve ao aumento da temperatura dado que a temperatura média do ar teve um comportamento semelhante à normal climatológica do período de referência.

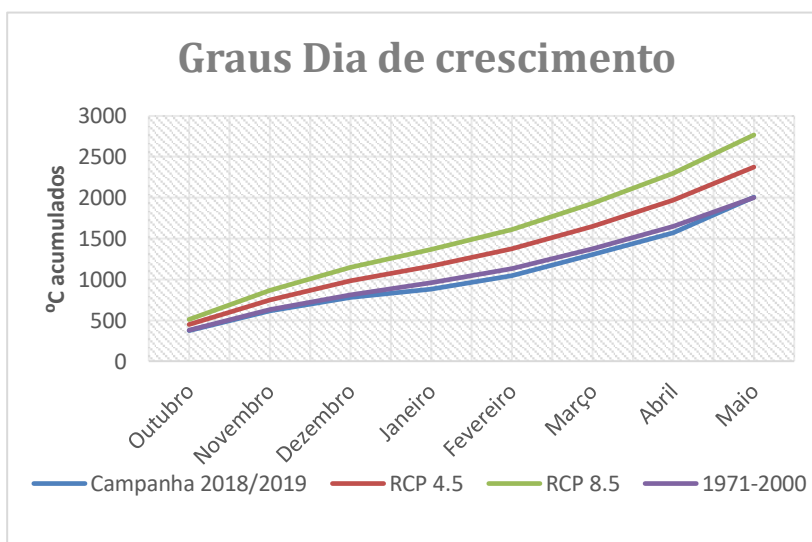


Figura 4.14 – Graus dia de crescimento para o período referência, para o ano da campanha e para os cenários RCP 4.5 e 8.5.

O integral térmico, isto é, o número de GDC que uma cultura precisa de acumular para realizar o seu ciclo, permitiu estudar a fenologia da cultura para os cenários de AC de modo a projetar o número de cortes possível para cada um deles. Para a realização de um único corte no período de referência são precisos aproximadamente 210 dias o que corresponde, em média, a uma acumulação de 1600 graus dia. No caso dos segundos e terceiros cortes, foi utilizada a média do integral térmico do ano de campanha necessário para conseguir os últimos dois cortes - aproximadamente 475 graus dia. Assim, concluiu-se que para o cenário RCP 4.5 será possível realizar dois cortes em 222 dias e que, num contexto de maior aquecimento, no cenário RCP 8.5 poderá ser possível realizar três cortes em 226 dias. Os resultados obtidos são concordantes com aquilo que era esperado dado que nos cenários futuros as temperaturas serão superiores e, levarão a um desenvolvimento mais rápido das culturas, permitindo assim a realização de mais cortes no mesmo período de tempo. O cálculo do integral térmico realizado para a determinação da fenologia apresenta-se no Anexo VIII.

4.3 Avaliação dos impactos das Alterações Climáticas

Segundo as Previsões Agrícolas do INE (junho, 2019) a produção de forragens na campanha 2018/2019 foi, de uma forma geral, inferior ao habitual. Esta quebra de produção levará, com certeza, a um impacto negativo nas disponibilidades alimentares, quer para pastoreio direto, quer para forragens conservadas.

Este resultado foi discordante com o obtido na coudelaria e é explicado pelo facto da maioria da produção de forragens em Portugal ser realizada em regime de sequeiro. Assim sendo, tendo esta campanha sido caracterizada pela ocorrência de seca, estiveram associadas quebras de produção a este tipo de culturas.

4.3.1. Impactos das Alterações Climáticas nas necessidades de rega da forragem

As necessidades de rega anuais da consociação forrageira para os diferentes cenários foram calculadas através do modelo ISAREG para uma situação de conforto hídrico. Na Figura 4.15 pode observar-se a frequência acumulada e as respetivas necessidades de rega calculadas com este modelo, no caso de se realizarem dois cortes no cenário RCP 4.5 e três cortes no cenário RCP 8.5 (como calculado através da acumulação dos GDC), visando a maximização da produção.

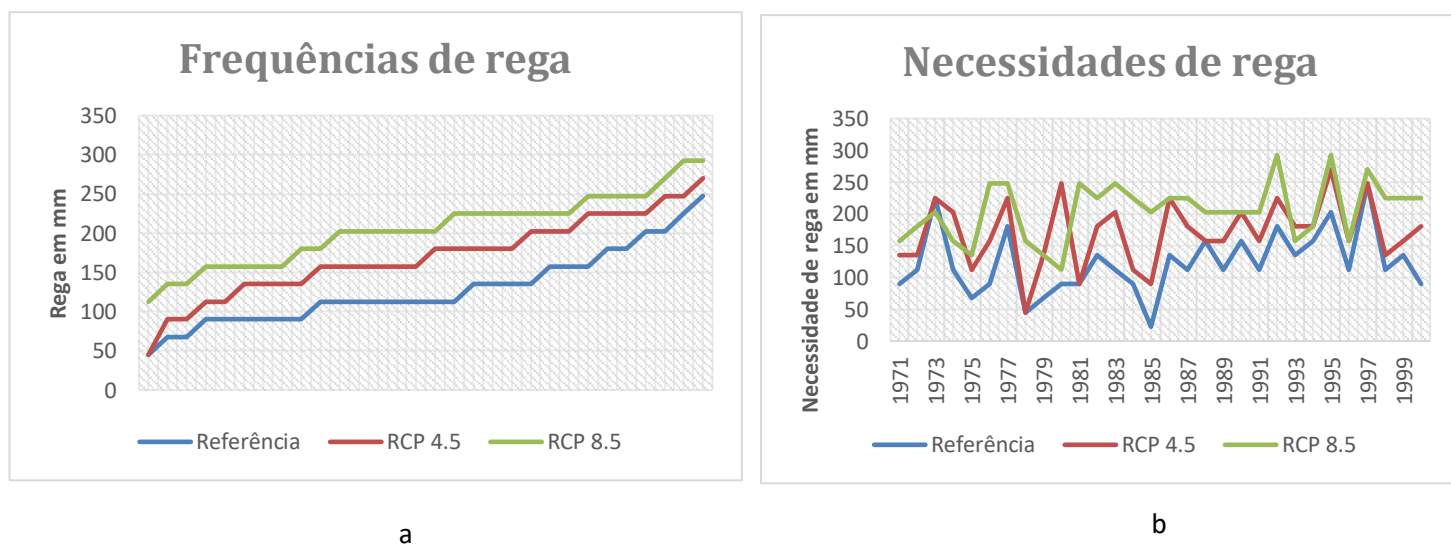


Figura 4.15 – Frequências acumuladas das necessidades de rega (a) e evolução temporal das necessidades de rega (b).

Através da observação da Figura 4.15 é possível perceber que os cenários futuros apresentam maiores frequências e necessidades de rega do que o período de referência. Segundo a EEA (2019) o aumento das necessidades de rega poderá variar entre 4 e 18 % para os cenários RCP

4.5 e 8.5, respectivamente. Este aumento é explicado pela precipitação que tenderá a diminuir durante o período de desenvolvimento das culturas e pela evapotranspiração cultural que, tenderá a aumentar para ambos os cenários. De referir que com o aumento do déficit hídrico esperar-se-ão impactos no desenvolvimento e crescimento das plantas e, conseqüentemente, na produtividade, rendimento e qualidade dos produtos agrícolas (Pires *et al.*, 2018). Ao nível da eficiência do uso da água, Lima (2018) sugere que podem ser adaptadas estratégias de rega deficitária e reconversão dos sistemas de rega utilizados com vista à redução dos impactos.

No entanto, os resultados obtidos mostram que se for realizado um único corte para qualquer um dos cenários apresentados, as necessidades de rega serão inferiores ao período de referência tal como sugere a Figura 4.16. Isto é possível dado que para qualquer um dos cenários apresentados o aumento de temperatura acelera o desenvolvimento das culturas. Nesse caso, ocorre um encurtamento do ciclo da cultura e a exposição das plantas ao período de maior *stress* hídrico é minimizada. Uma outra Figura referente a esta situação é apresentada no Anexo IX, em que se mostra a evolução das necessidades de rega quando se efetua apenas um corte, correspondendo a uma estratégia de poupança de água. O *output* do modelo ISAREG é apresentado no Anexo X.

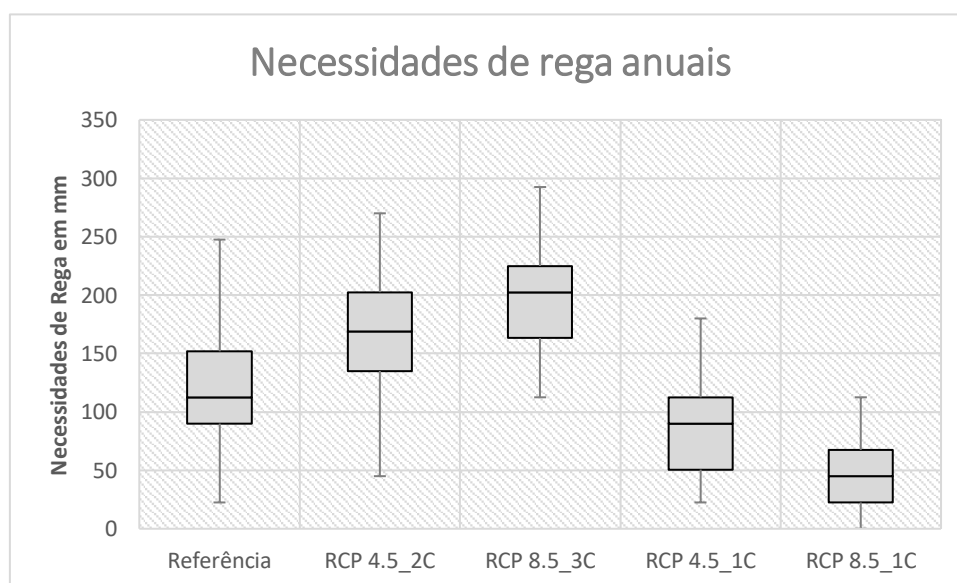


Figura 4.16 – Diagrama de extremos e quartis das necessidades de rega anuais da cultura em função do número de cortes. Onde: 1C: um corte; 2C: dois cortes e 3C: três cortes.

No Quadro 12 são apresentadas as variações nas necessidades de rega anuais calculadas em função do número de cortes e do cenário considerado. Tal como se observa na Figura 4.16, um maior número de cortes é apenas possível quando existe água de rega suficiente para cobrir as necessidades de rega das culturas. Em concordância, para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, quando

são realizados 2 ou 3 cortes, respetivamente, as necessidades de rega aumentam, consideravelmente, face ao período de referência. Porém, quando se adota a estratégia da poupança de água e conseqüentemente a redução da produção, as necessidades de rega decrescem de forma acentuada. Do ponto de vista de maximização da produção, as necessidades de rega aumentam 38,4 % e 67,1 % para os cenários RCP 4.5 (2Cs) e RCP 8.5 (3Cs), respetivamente, face ao período de referência. Do ponto de vista da poupança de água, as necessidades de rega diminuem 31,1 % e 64 % para os cenários RCP 4.5 (1C) e RCP 8.5 (2C), respetivamente.

Quadro 12 – Variações das necessidades de rega face ao período de referência.

Variação das necessidades de rega (%)			
RCP 4.5_(2Cs)	RCP 8.5_(3Cs)	RCP 4.5_(1C)	RCP 8.5_(1C)
+38,4	+67,1	-31,1	-64,0

A sensibilidade das culturas às AC é um aspeto importante a ter em conta na gestão do regadio, uma vez que esta pode determinar diferenças consideráveis no consumo da água de rega, influenciando a sustentabilidade do sistema (Serralheiro, 2016). Assim, é necessário referir que o produtor deverá gerir a sua produção em função da água que tem disponível pois só dessa forma conseguirá realizar os cortes sugeridos anteriormente.

4.3.2. Quebras de produção associadas ao sequeiro

Fez-se uma previsão das quebras de produção nas situações em que não existe disponibilidade de água para rega. Neste caso será realizado apenas um corte e a parcela será explorada em regime de sequeiro (o *output* obtido através do modelo ISAREG é apresentado no Anexo XI). O diagrama de extremos e quartis realizado a partir dessa informação é apresentado na Figura 4.17 e, mostra que as quebras de produção devidas ao défice hídrico são menores quando os cenários são mais gravosos, devido ao encurtamento do ciclo, que faz com que a cultura realize o seu ciclo num período mais favorável. No caso do período de referência a quebra de produção ronda, em média, 21%. Já nos cenários de AC, as quebras de produção são inferiores, rondando valores médios próximos de 14% e 9% para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente.

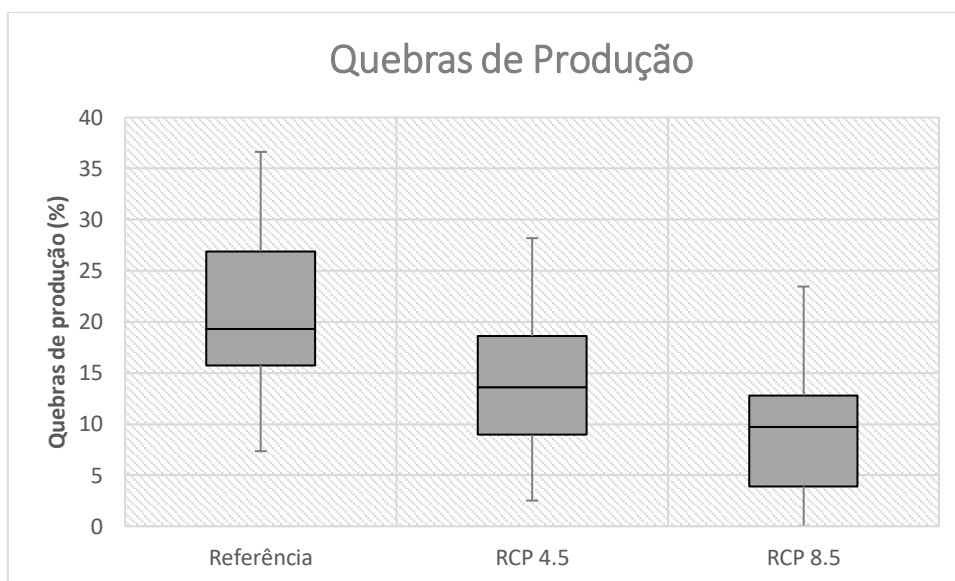


Figura 4.17 – Diagrama de extremos e quartis das quebras de produção da consociação forrageira em contexto de sequeiro.

As quebras de produção nos cenários de AC considerados são inferiores ao período de referência uma vez que o aumento de temperatura implícito a cada cenário, reduz a duração do ciclo das culturas fazendo com que estas tenham uma menor exposição ao período mais crítico do verão. É necessário destacar que com a influência da ascensão capilar que ocorre na parcela em estudo, os valores apresentados para as quebras de produção são relativamente baixos. Porém, estes resultados não devem ser extrapolados para outras parcelas uma vez que nesta, a contribuição da ascensão capilar é muito importante, reduzindo os valores das quebras de produção, o que não ocorrerá em parcelas em que o valor da ascensão capilar seja desprezável.

V- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do presente estudo sobre a produção de forragens conservadas para equinos em contexto de alterações climáticas permitiu tirar as seguintes conclusões:

- I. A qualidade das forragens conservadas obtida foi muito idêntica à qualidade da forragem verde que lhe deu origem, o que significa que quer as perdas de campo quer as perdas de armazenamento foram mínimas nesta exploração, indicando a eficácia do processo de conservação utilizado.

Ainda relativamente à qualidade das forragens conservadas, o baixo teor de proteína bruta das mesmas deve-se essencialmente à proporção da consociação (2 *Lolium multiflorum* Lam. : 1 *Trifolium resupinatum* L.) semeada na parcela e ao estado fenológico em que as plantas se encontravam no momento em que foram cortadas. A qualidade, na sua generalidade, classificou-se como média/boa.

- II. A produtividade da campanha 2018/2019 foi superior à produtividade habitualmente conseguida, segundo o produtor. O aumento da mesma foi obtido graças à alteração do modo de produção com a realização de três cortes ao invés de apenas um. Como o inverno foi extremamente seco, tal como classificado pelo IPMA, este facto levou à diminuição do nível da toalha freática da parcela, melhorando as condições de crescimento das plantas (redução do encharcamento). Como foi verificado no ponto 4.4, o integral térmico desta campanha assemelhou-se com a média do período de referência estudado. Assim, nos anos futuros, em que o integral térmico se aproxime daquilo que são os cenários de AC, o aumento da produtividade, no regime de regadio, será muito provavelmente mais marcado pois possibilitará um número de cortes superior.

- III. De acordo com os estudos realizados para os cenários futuros de AC concluiu-se que o produtor terá duas hipóteses a considerar como medidas de adaptação futuras mediante a sua disponibilidade de água para rega:

⇒ Se tiver água disponível para cobrir o aumento das necessidades de rega, poderá realizar dois cortes no cenário RCP 4.5 e três cortes no cenário RCP 8.5.

⇒ Todavia, se pretender realizar um uso mais controlado e sustentável da água poderá realizar um único corte. Neste, gastará menos água nos cenários de AC do que gastou no período de referência.

Relativamente à primeira hipótese sugerida, se o produtor quiser alterar o tipo de espécies ou variedades a utilizar na consociação forrageira, deverá atender às necessidades térmicas das mesmas, pois estas alterarão o integral térmico e, conseqüentemente, o número de cortes a realizar. Deverá atender ainda às necessidades hídricas das novas plantas escolhidas.

- IV. Em regime de sequeiro, conclui-se, através da utilização do modelo ISAREG, que a parcela em estudo apresenta, em média, uma quebra de produção de 21%. No entanto, não é possível extrapolar as conclusões obtidas nesta parcela para outro tipo de parcelas (com outro tipo de solos e com outro nível da toalha freática) quanto ao impacto nas quebras de produção uma vez que esta parcela apresenta características muito particulares (contribuição importante da toalha freática).

- V. Quando se prevê uma situação de seca durante o inverno e não existe água suficiente para cobrir as necessidades de rega de culturas como o arroz, os produtores (nomeadamente, os orizicultores) poderão usar como medida de adaptação às AC a produção de forragens. Esta medida é exequível uma vez que a produção forrageira não apresenta tantas necessidades de água para rega como a orizicultura e, simultaneamente, as forragens podem ser selecionadas tendo em vista uma elevada tolerância ao encharcamento. Além disso, esta hipótese permite que seja realizado no solo uma rotação de culturas e, desta forma, o solo é beneficiado pela utilização das leguminosas – plantas fixadoras de azoto e pela utilização das gramíneas na medida em que estas contribuem para a melhoria da estrutura do solo. De salientar que esta medida pode ser tomada na maioria dos terrenos que possuam problemas de drenagem. Se esta medida eventualmente for levada a cabo, é necessário destacar que a produção forrageira será valorizada nos anos de reduzida disponibilidade hídrica graças à escassa produção das parcelas forrageiras exploradas em regime de sequeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. M., Soares, A. B., & Calouro, F. (2000). *Intake and nutritive value of mediterranean forage & diets*. Lisboa: ISAPress.
- Allen, R. P. (1998). *Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO. Rome, Italy.
- Artiola, J.; Walworth, J.; Musil, S.; Crimmins, M. (2019). *Environmental and Pollution Science (Third edition)*, 219-235.
- Braga, R., & Pinto, P. A. (2009). *Alterações Climáticas e Agricultura*. Lisboa: Associação de Jovens Agricultores de Portugal.
- Braga, R., Pinto, P. A., & Brandão, A. P. (2006). Agricultura. Em F. D. Santos, & P. Miranda, *Alterações climáticas em portugal cenários, impactos e medidas de adaptação* (pp. 209-233). Lisboa: Gradiva.
- Brandão, A. M. (2006). *Alterações climáticas na agricultura portuguesa: instrumentos de análise, impactos e medidas de adaptação*. Lisboa: Tese de Doutoramento em Engenharia Agronómica, ISA.
- Brandi, R. A., & Furtado, C. E. (2009). Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta dos equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 246-258.
- Cañete, M. A. (2018). O papel da agricultura (e das florestas) no novo quadro de transição para uma alteração climática eficaz de modo a cumprir os objetivos do acordo de Paris. *Cultivar*, 13-28.
- Cerrado, D., Oliveira, L., & Roque, C. G. (2016). Determinação da umidade do solo por microondas e estufa em três texturas de um Latossolo Vermelho-Amarelo do. *Agricultura Neotropical*, 60-64.
- Collins, M., & Owens, V. (2002). Hay and silage preservation. Em R. Barnes, C. J. Nelson, M. Collins, & K. J. Moore, *The Science of Grassland Agriculture*.
- Cooper, J., & Manson, G. (1998). The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review. *Equine Veterinary Journal*.
- Cortez, N., & Monteiro, F. G. (2018). *Taxonomia dos solos: A Soil Taxonomy (classificação americana) e a Classificação dos Solos de Portugal*.
- Davidson, N., & Harris, P. (2007). Nutrition and Welfare. Em N. Waran, *The Welfare of horses* (pp. 45-76). New Zealand: Kluwer Academic Publishers.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1977) Crop Water Requirements. FAO: Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, 144 pp.
- Dumont, B., Andueza, D., Niderkorn, V., Luscher, A., Porqueddu, C., & Picon-Cochard, C. (2015). A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediteranean areas. *Grass and Forage Science*, 239-254.

- EEA. (2019). Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. 112.
- ENAAC. (2013). *Estratégias de adaptação da agricultura e das florestas às alterações climáticas*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Ergon, A., Seddain, G., Korhonen, P., Virkajarvi, P., Bellocchi, G., Jorgensen, M., Ostrem, L., Reheul, D., Volaire, F. (2018). How can forage production in Nordic and Mediterranean Europe adapt to challenges and opportunities arising from climate change? *European Journal of Agronomy*, 97-106.
- Fernandes, R. (Maio, 2016). A matéria orgânica do solo. *Vida Rural*, 26-28.
- Ferreira, L. M. (2015). A ingestão voluntária de alimento em equinos. Em L. M. Ferreira, & A. S. Gonçalves Santos, *Alimentar cavalos em Portugal uma abordagem prática* (pp. 51-57). Vila Real: Minerva.
- Ferreira, L. M. (2015). O comportamento alimentar dos equinos. Em L. M. Ferreira, & A. G. Santos, *Alimentar cavalos em Portugal uma abordagem prática* (pp. 39-50). Vila Real: Minerva.
- Fleurance, G., Duncan, P., & Mallevaud, B. (2001). Daily intake and selection of feeding sites by horses in heterogeneous wet grasslands. *Animal Research*, 149-156.
- FOSS. (2014). *FT 122/121 Fibertec™ and FC 221/223 FiberCap™*. Dinamarca.
- Frape, D. (2004). *Equine Nutrition & Feeding*. Blackwell Publishing.
- Freixial, R., & Alpendre, P. (2013). *Conservação de forragens Ensilagem*. Évora: Universidade de Évora.
- Freixial, R., & Alpendre, P. (2013). *Conservação de Forragens Fenação*.
- Freixial, R., & Barros, J. (2012). *Forragens*. Universidade de Évora.
- Galvani, F., & Gaertner, E. (2006). Adequação da metodologia Kjeldahl para a determinação de nitrogénio total e proteína bruta. *Embrapa Pantanal-Circular Técnica*.
- Harris, P. A., Ellis, A. D., Fradinho, M. J., Jansson, A., Julliard, V., Luthersson, N., Santos, A. S., Vervuert, I. (2017). Feeding conserved forage to horses: recent advances and recommendations. *Animal*, 958-967.
- Hutchinson, G. K. (2000). Aspects of accumulated heat patterns (growing degree-days) and pasture growth in Southland. *PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE-NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION*, 81-86.
- Iannucci, A. T. (2008). Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 156-162.
- INE. (25 de junho de 2019). *Previsões Agrícolas*. Obtido de Perspetivas de boa campanha na cereja e no pêsego - Maio de 2019: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=354226155&DESTAQUESmodo=2
- INIAV. (2019). *COLHEITA DE AMOSTRAS NÃO PERTURBADAS DE SOLO*. http://www.inia.pt/fotos/editor2/colheita_amostrasnaoperturbadas_solo.pdf.

- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)).
- IPMA. (2019). *Boletim Climatológico Sazonal - inverno 2018/2019*. https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20190402/mbcsoTUZBBidiPPUXTdY/cli_20190101_20190228_pcl_sz_co_pt.pdf.
- IPMA. (31 de Março de 2019). *Portal do Clima*. Obtido de Portal do Clima Alterações Climáticas em Portugal: <http://portaldoclima.pt/pt/>
- Julliard, V., Goachet, A.-G., Philippeau, C., & Ralston, S. (2008). Physiology of intake and digestion in equine animals. Em M. T. Saastamoinen, & W. Martin-Rosset, *Nutrition of the Exercising Horse* (pp. 53-65). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Lima, J. R. (2018). Abordagem estratégica de adaptação da agricultura às alterações climáticas - visão para um programa de investigação. *Cultivar*, 77-84.
- Lopes, V. (2006). *Ficha técnica 53 - Cultura do Azevém Anual*. http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_053_2006.pdf. Obtido de Cultura de azevém anual: http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_053_2006.pdf
- LQARS. (2006). *Manual de Fertilização de Culturas*. Lisboa.
- Martin-Rosset, W. (2015). *Equine Nutrition: INRA Nutrient Requirements, Recommended Allowances and Feed Tables*. Wageningen Academic Publishers.
- Martin-Rosset, W., Fleurance, G., Baumont, R., Cabaret, J., Carrere, P., Edouard, N., Dumont, B., Duncan, P., Lecomte, D., Morhain, B., Trillaud-Geyl, C. (2015). Pasture. Em W. Martin-Rosset, *Equine Nutrition INRA Nutrient requirements, recommended allowances and feed tables* (pp. 347-381). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- McMaster, G. S., & Wilhelm, W. W. (1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations. Em *Agricultural and Forest Meteorology* (pp. 291-300).
- Melo-Abreu, J. P., Paço, T. A., Ribeiro, A. C., Barba, N. G., Cordeiro, A. M., Neves, A., Abreu, I., Oliveira, H., Oliveira, C., Mexia, A. (2011). Impactos das alterações climáticas na agricultura portuguesa. Em *Engenharia dos Biosistemas* (pp. 3-6). Lisboa: Colibri.
- Memmert^a. (9 de Outubro de 2019). Obtido de Memmert: <https://www.memmert.com/products/heating-drying-ovens/universal-oven/UF750/>
- Memmert^b. (9 de Outubro de 2019). Obtido de Universal Oven UF110: <https://www.memmert.com/products/heating-drying-ovens/universal-oven/UF110/>
- Millis, D. S., & Clarke, A. (2002). Housing. Management and welfare. Em N. Waran, *The welfare of horses* (pp. 77-97). Kluwer Academic Publishers.
- Miranda, P. M., Cardoso, R. M., Soares, P. M., Valente, M. A., & Viterbo, P. (Junho de 2018). A mudança climática. *Cultivar*, 29-37.
- Monteiro, A., Ribeiro, S., Vasconcelos, T., Costa, J. C., Simões, M. F., Simões, F. F., Falcão, L., Martins, C., Freire, J. B. (2014). *Plantas Forrageiras de Pastagens de Altitude*. Lisboa: ISAPress.

- Moreira, N. (2002). *Agronomia das Forragens e Pastagens*. Trás os Montes: Sector Editorial.
- Mourato, S. (2009). *Modelação do impacte das alterações climáticas e do uso do solo nas bacias hidrográficas do Alentejo. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil*. Universidade de Évora.
- Muller, C. E. (Agosto de 2018). Silage and haylage for horses. *Grass and Forage Science*.
- Noruegas, R. (2017). *Maneio das pastagens e gestão do pastoreio de uma Coudelaria de Puro-Sangue Lusitano. Tese de Mestrado em Produção Animal*. Universidade de Lisboa.
- NRC. (2007). *Nutrient requirements of horses: Sixth Revised Edition*. Washington, D.C., USA.: National Academy Press.
- Paço, T. A., & Fradinho, M. J. (2011). Pastures: Dynamics, Economics and Management. *The role of extensive grazing systems in southern Europe horse production*.
- Pinto, P. A., Braga, R., & Brandão, A. P. (2006). Agricultura. Em F. D. Santos, & P. Miranda, *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação* (pp. 209-232). Gradiva.
- Pires, V., Cota, T. d., & Silva, Á. (2018). Observações alteradas no clima atual e cenários climáticos em Portugal Continental - influência no setor agrícola. *Cultivar*, 57-68.
- Pottier, E., & Martin-Rosset, W. (2015). Harvest and preservation of forage. Em W. Martin-Rosset, *Equine Nutrition: INRA nutrient requirements, recommended allowances and feed tables* (pp. 385-404).
- Rolim, J., Teixeira, J. L., Catalão, J., & Shahidian, S. (2017). The impacts of climate change on irrigated agriculture in southern Portugal. *Irrigation and Drainage*, 3-18.
- Rolim, J., Teixeira, J. L., Mendes, P., Catita, C., & Catalão, J. (2014). Cenários de alteração climática. Em J. L. Teixeira, & J. Rolim, *Impacte das alterações climáticas nos sistemas de regadio do Alentejo* (pp. 5-30). Lisboa: Isapress.
- Santos, A. (2015). O sistema gastrointestinal do equino. Em A. S. Gonçalves, & L. M. Mendes Ferreira, *Alimentar cavalos em Portugal - uma abordagem prática* (pp. 29-39). Vila Real: Minerva.
- Santos, A. S., Rodrigues, M. A., Bessa, R. J., Ferreira, L. M., & Rosset, W. M. (2011). Understanding the equine cecum-colon ecosystem: current knowledge and future perspectives. *Animal*, 48-56.
- Santos, F. D., Forbes, K., & Moita, R. (2005). *Mudança climática em portugal cenários, impactes e medidas de adaptação SIAM*. Lisboa: Gradiva.
- Serralheiro, R. P. (2016). ALQUEVA- Impactos agrícolas, territoriais e ambientais. *CULTIVAR*, 17-35.
- Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 3583-3597.

SROA. (1963). Folha 31-C . Em SROA, *Carta de Solos de Portugal de 1/50000*. Lisboa: Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, Secretaria de Estado da Agricultura, Ministério da Economia.

Teixeira, J. L. (2 de junho de 2019). *Apresentação do programa. Exemplo de iniciação*. Obtido de ISAREG: <http://home.isa.utl.pt/~jlteixeira/index.htm>

Torres, M. O. (2017). *Pastagens e Forragens: Produção, Conservação e Beneficiação*.

Vasconcelos, T., Portugal, J. M., & Moreira, Í. (2000). *FLORA INFESTANTE DAS CULTURAS DE SEQUEIRO DO ALENTEJO*. Beja: Escola Superior Agrária de Beja.

ANEXOS

Anexo I – Carta de solos SROA (legenda)

ALUVIOSSOLOS MODERNOS	
de textura ligeira	Al
idem, calcários	Alc
de textura mediana	A
idem, calcários	Ac
de textura pesada	Aa
idem, calcários	Aac
ALUVIOSSOLOS ANTIGOS	
de textura ligeira	Atl
SOLOS SALINOS DE SALINIDADE MODERADA	
de aluviões, de textura ligeira	Asl
idem, idem, calcários	Aslc
idem, de textura mediana, calcários	Asc
idem, de textura pesada	Asa
idem, idem, calcários	Asac
SOLOS SALINOS DE SALINIDADE ELEVADA	
de aluviões, de textura pesada	Assa
SOLOS HIDROMÓRFICOS	
de aluviões, de textura ligeira	Cal
idem, de textura mediana	Ca
idem, idem, calcários	Cac
idem, de textura pesada	Caa
idem, idem, calcários	Caac
de rochas detriticas arenáceas	Sg
de rochas detriticas argiláceas	Sag

Ficha técnica de produto



Nome Comercial

Nitro 27% + MgO

ADUBO CE

Nitrato de Amónio com Calcário (Mg) 27 (3,5)

Composição Química

27% Azoto (N) Total

13,5% Azoto (N) Nitríco

13,5% Azoto (N) Amóniacal

3,5% Óxido de Magnésio Total

Propriedades Físicas/Químicas

Densidade Aparente (Kg/m³) 990

Granulometria (2 a 5 mm) 90%

Teor em H₂O Max 0,3%

P102 Manter fora do alcance das crianças

P273 Não comer, beber nem fumar durante a sua utilização

Doses de Aplicação:

Consultar corpo técnico responsável



Parque Industrial de Mitre, Lote 40-45
2910-736 Sesimbra – PORTUGAL
Tel.: + 351 265 709 680
Fax: + 351 265 709 685
www.adubosdeiba.com
E-mail: comercial@adubosdeiba.com

Versão : Novembro 2014

Anexo III – Atividades de campo

Data	Atividade Realizada
20/02	1ª Amostragem de material vegetal e solos
6/03	2ª Amostragem de material vegetal e solos
20/03	3ª Amostragem de material vegetal e solos
23/03	Primeiro corte feno-silagem
27/03	Enfardamento
28/03	Adubação e início da rega do segundo ciclo
31/03	Final da rega – início de precipitação
8/04	1ª Amostragem de material vegetal e solos
24/04	2ª Amostragem de material vegetal e solos
8/05	3ª Amostragem de material vegetal e solos; colheita de solo extra para análise
12/05	Segundo corte feno-silagem
14/05	Enfardamento
17/05	Adubação e início da rega do terceiro ciclo
29/05	1ª Amostragem de material vegetal e solos
13/06	Corte para feno
17/06	Enfardamento

Anexo IV – Calendário de regas utilizado no ISAREG (Input ISAREG)

Datas (2019)		
Dia	Mês	Dotação (mm)
28	3	3,6
30	3	3,6
5	4	3,6
8	4	3,6
11	4	3,6
15	4	3,6
17	4	3,6
20	4	3,6
25	4	3,6
27	4	3,6
1	5	3,6
3	5	3,6
5	5	3,6
7	5	3,6
9	5	3,6
11	5	3,6
13	5	3,6
15	5	3,6
17	5	3,6
19	5	3,6
21	5	3,6
23	5	3,6
25	5	3,6
27	5	3,6
29	5	3,6
31	5	3,6

Anexo V – Relatório de análise de terra



RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA

Requisitante: Daniela Alexandra Jorge Soares



Concelho Azambuja	Profundidade 0-20 cm	Nº Lab 541
Freguesia	Cultura Consociação forrageira (trevo x azevém)	Início Análise 09-05-2019
s/ Ref. Coudelaria Henrique Abecassis		Fim Análise 31-05-2019

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO *				
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Fósforo extraível* P2O5 mg/kg	190	*****				
Potássio extraível* K2O mg/kg	283	*****				
Magnésio extraível* Mg mg/kg	>220	*****				
Matéria Orgânica* %	4,50	*****				
Textura*		Fina				
pH(H2O)a)	7,6	Pouco alcalino				
Nec. Cal* CaCO3 t/ha	0					

RECOMENDAÇÕES *

Recomendação de fertilização de manutenção da cultura de prado semeado em consociação (regadio)

Para uma produção de 15 t/ha (MS)

APLIQUE:

Corretivo orgânico.....	0	t/ha
Azoto (N)	150	kg/ha
Fósforo (P2O5).....	40	kg/ha
Potássio (K2O).....	50	kg/ha
Magnésio (Mg).....	20	kg/ha

Pel' O Responsável pelas recomendações

Digitally signed by RAQUEL MACEDO SOVERAL DIAS MANO
Date: 2019.05.31 10:34:30 +01'00'

(Rui Fernandes)

O Responsável Técnico pelo Laboratório de Análise de Solos

Digitally signed by RAQUEL MACEDO SOVERAL DIAS MANO
Date: 2019.05.31 10:34:55 +01'00'

Os ensaios assinalados com * estão fora do âmbito da acreditação, tal como a interpretação e as recomendações de fertilização.

Anexo VI – Classificação do teor de matéria orgânica dos solos agrícolas. Fonte: Manual de Fertilização de Culturas (2006).

Classes de fertilidade	Textura	
	Grosseira	Média/Fina
Muito Baixa	≤0,5%	≤1,0%
Baixa	0,6-1,5%	1,1-2,0%
Média	1,6-3,0%	2,1-4,0%
Alta	3,1-4,5%	4,1-6,0%
Muito Alta	>4,5%	>6,0%

Anexo VII – Dados técnicos da rampa pivotante instalada na parcela

DADOS TÉCNICOS

COUDELARIA HENRIQUE ABECASIS
 Pivot Nº: ABECASIS 4 TORRES
 Pivot Sectorial c/275 graus, modelo 8120 (5")
 Vale de Santarém, 27 de Janeiro de 2011

Pivot	
Área regada (aproximadamente):	17,04 Ha
Velocidade máxima da última torre:	3,90 m/min
Tempo mínimo para uma rotação completa:	4 Horas e 30 min.
Caudal proposto:	92,02 m³/H
" " :	25,56 l/seg.
" " :	2,43 mm
Dotação mínima de rega:	1,5 Kg/cm²
Pressão de funcionamento no aspersor final:	0,50 Kg/cm²
Perda de carga na tubagem do Pivot:	0,20 Kg/cm²
Perda de carga na altura do Pivot:	0,10 Kg/cm²
Perda de carga centro do Pivot ao ponto mais alto:	2,3 Kg/cm² (32,9 PSI)
Pressão ao manómetro do Pivot:	

Tubagem de Alimentação

Nº1	
Caudal:	92,02 m³/h
Perda de carga na tubagem de alimentação:	0,67 Kg/cm²
Desnível Bombagem/Centro do Pivot:	1 m/Fav.
Perda de carga na altura do pivot:	0,20 Kg/cm²
Outras perdas:	0,2 Kg/cm²
Total perda de carga na tubagem:	0,97 Kg/cm²

Bombagem Seleccionada

Perda de carga na aspiração/elevação:	4 Kg/cm²
Outras perdas:	0,2 Kg/cm²
Caudal:	92,02 m³/h
Altura manométrica total pretendida:	74,7 MCA (7,47 kg/cm²)
Pressão mínima no manómetro da bombagem:	3,3 Kg/cm² (46,7 PSI)

Equivalências Velocidade Rotação/Dotação de rega. (100% = 4 Horas e 30 min.)

90% - 5 Horas e 00min. - 2,70 mm	60% - 7 Horas e 30min. - 4,05 mm	30% - 15 Horas e 00min. - 8,10 mm
80% - 5 Horas e 37min. - 3,04 mm	50% - 9 Horas e 00min. - 4,86 mm	20% - 22 Horas e 30min. - 12,15 mm
70% - 6 Horas e 25min. - 3,47 mm	40% - 11 Horas e 15min. - 6,08 mm	10% - 45 Horas e 00min. - 24,31 mm

Valores introduzidos para cálculo:

Raio:	244,49 mts
Lance suspenso:	25,05 mts
Alcance aspersor final:	22 mts
Litros/Seg./Ha:	1,5 L/Seg./Ha

Desníveis, ponto mais alto: 1 mts, ponto mais baixo: 1 mts	
Motores tipo Novo, de Alta Velocidade, com rodas de Alta Flutuação	
Altura do manómetro:	2 mts
TUBAGEM:	Comprimento: 450 mts Diâmetro: 160 mm

NOTA: PORQUE AS INFORMAÇÕES ACIMA REFERIDAS SÃO BASEADAS EM FACTORES VARIÁVEIS NÃO CONTROLÁVEIS, A PIVOTCONSULT NÃO GARANTE O TOTAL RIGOR DAS MESMAS, ALEM DO MAIS A PIVOTCONSULT NÃO DÁ RECOMENDAÇÕES DE REGA NEM DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS, QUE SÃO DA INTEIRA RESPONSABILIDADE DO CLIENTE

Anexo VIII – Apresentação dos cálculos dos GDC e datas de corte

Referência (1971-2000)

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Tmédia	17,2	13,4	10,8	9,8	11,1	12,9	14,2	16,4
Tbase	5	5	5	5	5	5	5	5
Nº dias	15	30	31	31	28	31	30	15
Var. Temp	12,2	8,4	5,8	4,8	6,1	7,9	9,2	11,4
GD x nº dias	183,7	251,3	178,3	147,8	171,9	244,3	274,6	170,9
°C acumulados	1623							
Datas	15/out							15/mai

RCP 4.5

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Tmédia	19,5	15,1	12,4	11,0	12,4	14,0	15,6	18,0
Tbase	5	5	5	5	5	5	5	5
Nº dias	15	30	31	31	28	31	17	26
Var. Temp	14,5	10	7,4	6,0	7,4	9,0	10,6	13,0
GD x nº dias	217,2	301,9	229,9	184,5	206,0	280,5	180,9	338,5
°C acumulados	1600,9						138,4	476,8
Datas	15/out						17/abr	26/mai

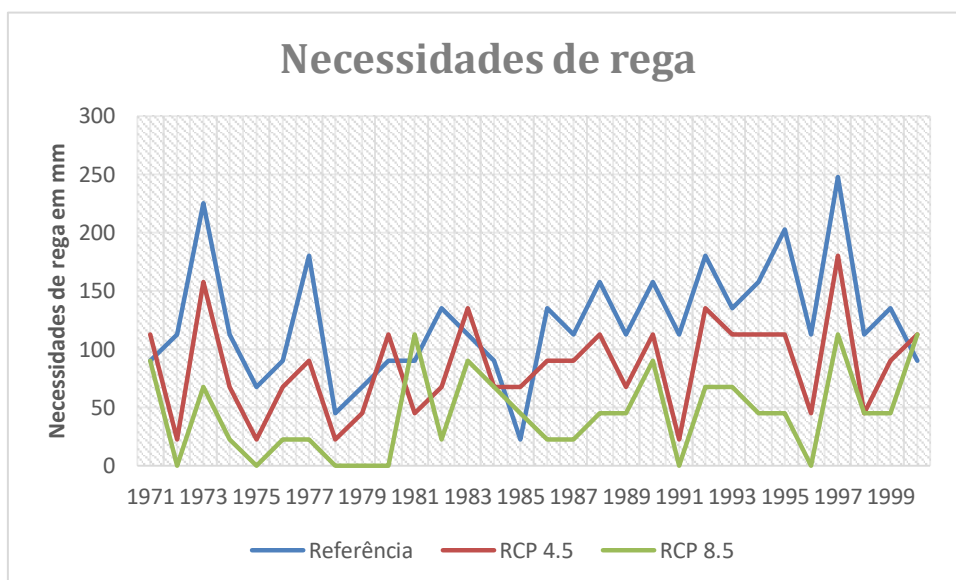
RCP 8.5

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Tmédia	21,5	16,8	14,1	12,2	13,6	15,3	17,4	20,1
Tbase	5	5	5	5	5	5	5	5
Nº dias	15	30	31	31	28	25	30	30
Var. Temp	16,5	11,8	9,1	7,2	8,6	10,3	12,4	15,1
GD x nº dias	247,1	352,5	281,7	223,4	240,1	258,6	370,8	452,6
°C acumulados	1603,4					62,1	447,9	452,6
Datas	15/out					25/mar	01/mai	31/mai

Campanha 2018/2019

	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Tmédia	17,1	13,0	10,4	8,3	10,8	13,4	13,8	19,1	18,6
Tbase	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Nº dias	21	30	31	31	28	23	30	12	13
Var. Temp	12,1	8,0	5,4	3,3	5,8	8,4	8,8	14,1	13,6
GD x nº dias	253,2	238,9	168,9	101,4	162,6	192,6	263,7	169,3	177,2
°C acumulados	1117,6					67,0	330,7	500,1	445,3
Datas	10/out					23/mar		12/mai	13/jun

Anexo IX – Representação gráfica das necessidades de rega




Anexo IX – Necessidades de rega (Output do ISAREG)


Ano	Referência (mm)	Ano	RCP 4.5_2C (mm)	RCP 8.5_3C (mm)	RCP 4.5_1C (mm)	RCP 8.5_1C (mm)
1971	90	2071	135	157,5	112,5	90
1972	112,5	2072	135	180	22,5	0
1973	225	2073	225	202,5	157,5	67,5
1974	112,5	2074	202,5	157,5	67,5	22,5
1975	67,5	2075	112,5	135	22,5	0
1976	90	2076	157,5	247,5	67,5	22,5
1977	180	2077	225	247,5	90	22,5
1978	45	2078	45	157,5	22,5	0
1979	67,5	2079	135	135	45	0
1980	90	2080	247,5	112,5	112,5	0
1981	90	2081	90	247,5	45	112,5
1982	135	2082	180	225	67,5	22,5
1983	112,5	2083	202,5	247,5	135	90
1984	90	2084	112,5	225	67,5	67,5
1985	22,5	2085	90	202,5	67,5	45
1986	135	2086	225	225	90	22,5
1987	112,5	2087	180	225	90	22,5
1988	157,5	2088	157,5	202,5	112,5	45
1989	112,5	2089	157,5	202,5	67,5	45
1990	157,5	2090	202,5	202,5	112,5	90
1991	112,5	2091	157,5	202,5	22,5	0
1992	180	2092	225	292,5	135	67,5
1993	135	2093	180	157,5	112,5	67,5
1994	157,5	2094	180	180	112,5	45
1995	202,5	2095	270	292,5	112,5	45
1996	112,5	2096	157,5	157,5	45	0
1997	247,5	2097	247,5	270	180	112,5
1998	112,5	2098	135	225	45	45
1999	135	2099	157,5	225	90	45
2000	90	2100	180	225	112,5	112,5

Anexo XI – Quebras de produção associadas ao sequeiro

Frequência (%)	Ano	Quebra de Produção ref (%)	Ano	Quebra de Produção 4.5 (%)	Ano	Quebra de Produção 8.5 (%)
3,2	1985	7,35	2078	2,52	2072	0
6,5	1978	8,35	2081	3,35	2075	0
9,7	1971	8,57	2075	4,69	2078	0
12,9	1983	13,35	2072	6,09	2079	0
16,1	1981	13,51	2091	7,81	2080	0
19,4	2000	13,84	2085	8,04	2091	0
22,6	1989	14,82	2079	8,76	2096	0
25,8	1984	15,59	2084	8,85	2074	3,79
29,0	1975	16,3	2098	9,22	2087	4,32
32,3	1993	16,39	2076	9,76	2086	4,52
35,5	1996	16,83	2071	12,22	2082	5,55
38,7	1998	17,04	2096	12,9	2076	6,31
41,9	1980	17,46	2087	13,29	2077	7,06
45,2	1979	18,16	2089	13,42	2099	8,23
48,4	1994	18,38	2099	13,58	2095	9,55
51,6	1976	20,18	2074	13,65	2094	9,87
54,8	1999	20,61	2082	13,89	2088	10,27
58,1	1988	22,15	2100	14,99	2098	10,48
61,3	1974	22,57	2090	16,14	2085	11,2
64,5	1972	24,1	2088	17,07	2089	11,24
67,7	1987	25,17	2086	17,46	2071	11,96
71,0	1982	25,96	2077	18,16	2073	12,53
74,2	1990	27,22	2083	18,75	2093	12,9
77,4	1992	27,73	2094	19,24	2084	14,21
80,6	1986	28,23	2093	20,01	2081	14,35
83,9	1997	28,62	2092	20,57	2090	15,42
87,1	1973	29,1	2080	22,07	2092	16,94
90,3	1991	29,57	2095	22,34	2083	17,99
93,5	1977	32,12	2073	25,37	2100	20,46
96,8	1995	36,63	2097	28,19	2097	23,46



4th European Climate Change Adaptation Conference
28–31 May 2019
Working together to prepare for change



PRESERVED FORAGE FOR HORSES IN A CLIMATE CHANGE CONTEXT: EXPECTED PROBLEMS AND ADAPTATION MEASURES


Daniela Soares¹, Maria João Fradinho², João Rolim^{1,3}, Teresa Afonso do Paço^{1,3}

¹ Instituto Superior de Agronomia [ISA], Universidade de Lisboa [ULisboa], Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal; ² Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Av Universidade Técnica, 1300-477 Lisboa, Portugal ; ³ Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food [LEAF] Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal.


The horse is a herbivore adapted to eating fiber rich diets. However, some horses are kept in the stable most of the day and do not have free access to pastures. Thus, preserved forages need to be included in their daily feeding regime. A large region of Portugal is under Mediterranean conditions. As a result, the production of fresh rain fed pasture or forage throughout the year suffers oscillations associated with the precipitation distribution and temperature variation, with production ceasing during summer highlighting the importance of the preserved forages. As a result of climate change it is projected an extended duration of the dry season as well as an increase in the occurrence of droughts and heat waves, with impacts in forage production. On the other hand the horses are sensitive to thermal stress that occurs in the summer, especially during heat waves, reducing intake and digestibility. Taking into account the expected increase in air temperature, it will be necessary to adjust the quality of the forage for future climatic conditions.

Objectives

The quality and production of rain fed preserved forages or fresh pasture relies directly on weather conditions. For this reason, climate changes need to be considered in forage production in a relatively near future and best practices to cope with it identified.



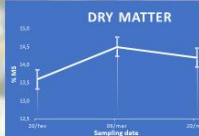
Field study area



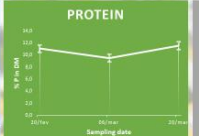
The study area is located in Coudelaria Henrique Abecasis, Lisboa, Portugal, with nearly 20 hectares of land. This area of Portugal is characterized by hot dry summers and precipitation season concentrated between October and April - "Csa" in Köppen- Geiger classification.

Results and Conclusions

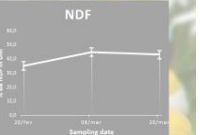
DRY MATTER




PROTEIN




NDF




ADF



ASH



DRY MATTER PRODUCTIVITY



Methodology

Firstly this study will focus on the detailed characterization of the current situation. For that, soil and plants samples were collected to evaluate:

- Soil: moisture content
- Plants: Dry-matter, protein, and fiber content and productivity

After, it will foresee the situation between 2070-2100 (RCP 4.5 and 8.5) for rainfed and irrigation conditions with the support of ISAREG model, with the definition and evaluation of several adaptation measures.

Main findings:

- Whenever extreme events occur (specially droughts), farmers can use areas with shallow groundwater table, with difficult drainage or suitable to rice production (possible adaptation measure for rice producers).
- In 2018/19 winter, the lack of precipitation allowed more forage cuttings because it avoided the permanent flooding of soils, providing better crop growing conditions.

LEAF - UID/AGR/04129/2019



FORRAGENS CONSERVADAS PARA EQUINOS EM CONTEXTO DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Daniela Soares¹, Maria João Fradinho², João Rolim^{1,3}, Teresa Afonso do Paço^{1,3}

¹ Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal; ² Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Av Universidade Técnica, 1300-477 Lisboa, Portugal ; ³ LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.

INTRODUÇÃO

As pastagens e as forragens são a base da alimentação dos equinos. Quando a produção de pastagens escasseia ao longo do ano ou quando a prática do pastoreio não pode ser realizada, torna-se indispensável fornecer forragens conservadas aos animais. As forragens assumem um papel importante pois são necessárias para garantir as especificidades nutricionais desta espécie e para minimizarem a ocorrência de distúrbios metabólicos. As alterações do clima que se têm vindo a observar dificultam a gestão da produção de forragem, levantando novos problemas. Os cenários de alteração climática (AC) prevêm, para Portugal, o aumento da temperatura média, bem como a diminuição da precipitação o que modificará o ciclo das culturas, a sua produtividade e as suas necessidades hídricas. Para avaliar os impactos consideraram-se dois cenários de AC RCP 4.5 e 8.5 para o período de 2071-2100. Este caso de estudo tem como objetivo considerar os impactos das alterações climáticas na produção de forragem de uma coudelaria de cavalos Puro-Sangue Lusitano, em quantidade e qualidade, e identificar possíveis medidas de adaptação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trabalho de campo/laboratorial

Campanha 2018/19 – Azambuja (Coudelaria Henrique Abecasis)
 - Colheitas de amostras vegetais (3 cortes de forragem)
 - Colheitas de amostras de solos

- Matéria Seca, proteína bruta, fibra, cinzas e produtividade
 - Teor de água no solo

Avaliação dos impactos

- Cenários de AC (RCP 4.5 e 8.5)
 - Graus Dia de Crescimento e número de cortes
 - Necessidades de rega e quebras de produção (ISAREG)

Comparação dos cenários climáticos
 Produção vs Qualidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

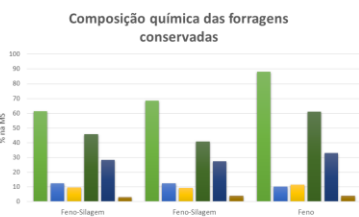


Figura 1 – Resultados das análises químicas dos três cortes realizados.



Figura 2 – Produtividade da parcela para os diferentes cortes.

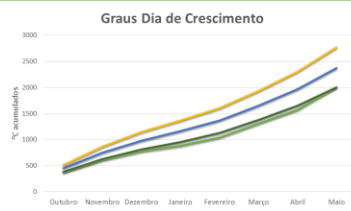


Figura 3 – Acumulação dos Graus Dia de Crescimento.

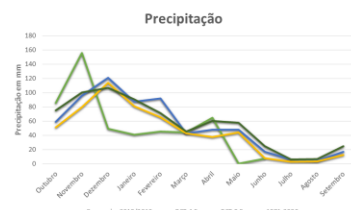


Figura 4 – Distribuição da precipitação ao longo da campanha.

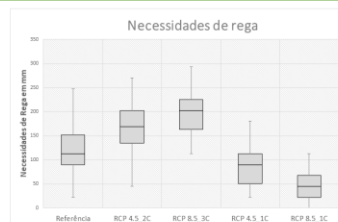


Figura 5 – Necessidades de rega da cultura (1C – um corte, 2C – dois cortes e 3C – três cortes)

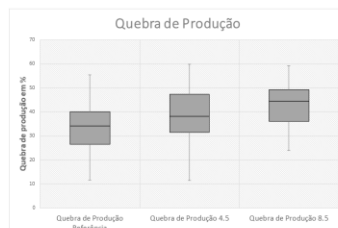


Figura 6 – Quebras de produção (sequeiro) para cada cenário de alteração climática.

- As forragens obtidas (2 cortes para feno-silagem e 1 corte para feno) de acordo com Moreira (2002) apresentam qualidade média/boa (Figura 1).
- O integral térmico (2018/19) apresentou uma evolução semelhante à média do período de referência, 1971-2000 (Figura 3). A precipitação durante a campanha (2018/19) correspondeu a um período de seca (Figura 4). A produtividade da campanha (Figura 2) em estudo (8,3 ton/ha) foi superior ao histórico conseguido (6-7 ton/ha), o que poderá ser explicado pela seca ocorrida no inverno, que reduziu o encharcamento do solo (usual nesta parcela).
- O aumento da temperatura associado aos cenários climáticos, encurta a duração do ciclo da cultura e, se for efetuado um único corte, esta apresentará menores necessidades de rega relativamente ao período de referência (Figura 5).
- Para a produção forrageira em regime de sequeiro (Figura 6) existe um aumento das quebras de produção para os dois cenários estudados.

CONCLUSÕES

- Os cenários de AC permitem prever impactos consideráveis na produção de forragens, tanto na quantidade como na qualidade.
- Os impactos nas necessidades de rega são muito dependentes das medidas de adaptação adoptadas.
- Num contexto de uma crescente escassez de água devido às AC é possível utilizar áreas de produção alternativas, tais como parcelas habitualmente sujeitas a encharcamento (parcela em estudo) para a produção forrageira.

Agradecimentos: LEAF – UID/AGR/04129/2019



MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO FORRAGEIRA PARA EQUINOS

Soares D¹, Fradinho MJ², Rolim J^{1,3} Paço, TA^{1,3},

¹ Instituto Superior de Agronomia [ISA], Universidade de Lisboa [ULisboa], Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

² Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Av Universidade Técnica, 1300-477 Lisboa, Portugal

³ Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food [LEAF] Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

As pastagens e as forragens são a base da alimentação dos equinos. Quando a produção de pastagens escasseia ao longo do ano ou quando a prática do pastoreio não pode ser realizada, torna-se indispensável fornecer alimento conservado aos animais. As alterações do clima (AC) que se têm vindo a observar e que são projetadas para o futuro, dificultam a gestão da produção de forragem, o que implica o replaneamento do sistema de produção. Para Portugal, projeta-se que as AC provoquem o aumento da temperatura, bem como a diminuição da precipitação anual. Estas alterações nas variáveis meteorológicas irão ter impactos no ciclo das culturas, na sua produtividade e nas respetivas necessidades hídricas. Este trabalho teve como objectivo avaliar diferentes medidas de adaptação para um caso-de-estudo de uma parcela regada destinada à produção de forragens pertencente a uma coudelaria localizada na Azambuja, Ribatejo. Consideraram-se dois cenários de AC (RCP 4.5 e 8.5), para o período de 2071-2100, correspondendo 1971-2000 ao período de referência. Com base nas séries climáticas de AC e nos dados recolhidos durante a campanha de 2018/19 determinou-se que para o cenário RCP 4.5 se poderão realizar 2 cortes enquanto no cenário RCP 8.5 se poderão realizar 3 cortes. Este aumento do número de cortes e, conseqüentemente, da produção, conduz a um incremento das necessidades de rega. Outra medida de adaptação do ponto de vista da poupança de água, com a conseqüente quebra de produção, consiste em realizar um único corte, levando a um decréscimo acentuado nas necessidades de rega, graças ao encurtamento do ciclo causado pelo aumento da temperatura em ambos cenários de AC. Verificou-se, neste caso-de-estudo que terrenos com elevado nível da toalha freática podem, em anos de seca, constituir parcelas com aptidão para a produção forrageira quando a sua produção em regime de sequeiro se encontra comprometida.