



**CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS
AGRONOMICOS MEDITERRANEOS**

INSTITUTO AGRONOMICO MEDITERRANEO DE ZARAGOZA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FENO DE LAMEIROS DO
NORDESTE DE PORTUGAL. POSSIBILIDADE DA UTILIZAÇÃO
DE METODOS LABORATORIAIS**

Maria de Lurdes CICOURO GALVAO

**TESIS PRESENTADA Y PUBLICAMENTE
DEFENDIDA EN EL I.A.M.Z. PARA
LA OBTENCION DEL DIPLOMA DE
ALTOS ESTUDIOS DEL C.I.H.E.A.M.**

MASTER OF SCIENCE

Zaragoza, Enero 1994

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONOMICOS MEDITERRANEOS
INSTITUTO AGRONOMICO MEDITERRANEO DE ZARAGOZA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FENO DE LAMEIROS DO NORDESTE DE PORTUGAL.
POSSIBILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE METODOS LABORATORIAIS.

Maria de Lurdes CICOURO GALVAO

Trabajo realizado en el Departamento de Zootecnia, Escola Superior Agraria de Bragança, Universidade de Tras-Os-Montes e Alto Douro, bajo la dirección del Dr. Carlos Alberto SEQUEIRA,

y presentado en lectura pública el día 11 de Enero de 1994 ante el siguiente tribunal :

- Jean Louis TISSERAND, Laboratoire de Zootechnie, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques et Appliquées, Dijon,
- Apolinario VAZ PORTUGAL, Departamento de Nutrición Animal, Estação Zootecnica Nacional de Fonte Boa,
- Juan GALVEZ, Departamento de Nutrición Animal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid,
- Dunixi GABIÑA, Director Adjunto del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

A meus pais

A minha madrinha

AGRADECIMENTOS

Ao apresentar esta tese de mestrado, queremos expressar o reconhecido agradecimento e o nosso muito obrigada a todos aqueles que de uma ou de outra forma tornaram possível a sua realização.

Em primeiro lugar à Instituição onde trabalhamos, pelas condições que nos proporcionou para a sua realização. É dever reconhecer as ajudas prestadas pelo Prof. Dionísio Afonso Gonçalves, Presidente da Comissão Instaladora do Instituto Politécnico de Bragança, e Prof. Francisco Terroso Cepeda, Presidente da Comissão Instaladora da Escola Superior Agrária de Bragança, pelos meios concedidos para que o trabalho experimental se realizasse, a par de toda a colaboração dos Engenheiros João Sobrinho Teixeira e José Luís Baltazar, membros da Comissão Instaladora da referida Escola.

Ao Prof. Carlos Alberto Sequeira, como nosso Orientador Científico, pela leitura crítica do trabalho manuscrito e pelas facilidades concedidas na utilização do laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a realização de algumas análises.

Ao Prof. Juan Galvez Morros pela disponibilidade demonstrada em nos apoiar e pelos conselhos transmitidos.

À colega Cristina Guedes pela preciosa colaboração prestada na realização de alguns trabalhos experimentais, pela análise estatística, pela inúmera bibliografia facultada, pela ajuda nas traduções do resumo e síntese para francês e também pelas discussões fecundas de alguns assuntos.

Aos membros do Júri que me honraram pelo facto de apreciar este trabalho.

Ao Instituto Agronómico Mediterrâneo de Zaragoza (IAMZ) pelo facto de ter efectuado o ano escolar, que me permitiu apresentar esta tese, e ao Prof. Miguel Valls, ao Dr. Emilio Moran e a todos os membros do IAMZ pela ajuda prestada para que ela se finalizasse.

À técnica Ana Pinto pelo apoio dedicado que nos prestou nas determinações laboratoriais, assim como ao técnico Luís Paulos pelo apoio que nos prestou na realização dos ensaios com os animais.

À D^a Hortense Sousa Pereira pelo precioso auxílio prestado na dactilografia do texto e ao Sr. Pedro Rodrigues pela reprodução cuidadosa de figuras.

Às Dr^{as} Maria José Miranda e Delfina Rodrigues pela ajuda efectuada na tradução do resumo e síntese para espanhol e inglês.

Aos nossos familiares e amigos, pela compreensão, apoio e estímulo demonstrados ao longo do trabalho.

A todos aqueles que de um modo ou outro também colaboraram na participação das tarefas.

RESUMO

Na revisão bibliográfica, efectuou-se uma pequena descrição do Nordeste de Portugal, nomeadamente Bragança e Vinhais, no que respeita à geografia, clima, solo, efectivo ruminante e composição florística dos lameiros da região. Os ruminantes são a componente principal do sistema de produção da região devido aos condicionalismos do solo, clima e povoamento, favoráveis aos pastos naturais (lameiros). Estes cobrem uma grande superfície e são utilizados para pastoreio directo pelos animais durante uma parte do ano e vedados ao pasto, durante Março/Abril ou Maio/Junho, dependendo do local, para obter maior produção de erva para feno. A composição florística dos lameiros é muito complexa e variável de local para local dentro da região.

Seguidamente, foram revistos os principais factores que afectam o valor nutritivo de um feno e a forma como actuam. Neste contexto, discutimos as espécies e variedades presentes num lameiro, a idade dessas espécies no momento do corte, o clima, os solos e tratamentos fertilizantes, utilização de pastoreio, condições de corte, recolha e conservação. Por fim, discutimos a metodologia sobre a determinação da digestibilidade "in vivo" e os principais factores que a afectam, enumerando os factores dependentes do animal e do alimento, tais como, espécie, idade, composição química do alimento, interacções entre os constituintes do regime alimentar, forma de apresentação dos alimentos e nível alimentar.

No trabalho experimental, começamos por retirar 400 kg de feno em cada um dos 21 lameiros seleccionados na região, para o estudo da composição química e determinação das digestibilidades "in vitro" e "in vivo". Determinamos os parâmetros MS, MO, PB, NDF, ADF, ADL e digestibilidades "in vitro" Tilley e Terry, enzimática (cellulase) e do NDF.

Quanto à composição química, verificamos que estes fenos apresentam um teor em PB baixo (menor que 8,47%), como consequência do momento do corte (estado de frutificação) e da composição florística dos lameiros, os quais apresentam uma percentagem elevada de gramíneas e diversas e uma percentagem muito baixa de leguminosas. Do mesmo modo, o teor em NDF reflecte o facto do corte da erva para feno ser tardio, apresentando estes um teor médio de $67,3 \pm 2,89\%$. Quanto à digestibilidade "in vivo", verificamos que os valores são baixos (média de $57,9 \pm 4,13\%$), que pode ser reflexo do elevado teor em NDF e do baixo teor em PB. Verificamos ainda haver uma maior variação entre animais para um mesmo feno do que entre os fenos, sendo a causa mais importante para explicar este facto a grande diversidade de espécies que o constitui, tornando-se difícil conseguir uma homogeneidade na distribuição a todos os animais. Esta grande variação pode também ser

atribuída às diferenças entre animais no que respeita à ingestão de alimento, resultante da diferença de pesos entre os animais utilizados. Assim, corrigimos os valores da digestibilidade "in vivo" em função da ingestão (covariável) e verificámos que os valores obtidos tinham uma menor variação. Quanto à correlação entre a digestibilidade "in vivo" e a composição química e digestibilidades "in vitro", verificámos que as mais elevadas ($P < 0,001$) foram obtidas com a digestibilidade enzimática ($r = 0,732$) e o NDF indigestível ($r = -0,726$). Das diversas equações utilizadas para a estimativa da digestibilidade "in vivo", verificámos que as que apresentaram melhores resultados foram as equações polinomiais com o NDF indigestível e a digestibilidade enzimática e as equações múltiplas com a PB e a digestibilidade enzimática ($Y = 1,165 \text{ dig. enz.} + 0,912 \text{ PB}$) e com a PB e o NDF indigestível ($Y = 0,376 \text{ PB} - 0,988 \text{ NDF ind.} + 90,882$). No entanto, verificámos que a melhor estimativa da digestibilidade "in vivo" para um lameiro não era a melhor para outro, resultante dos diferentes factores que afectam a digestibilidade dos fenos.

RESUMEN

En la revisión bibliográfica hacemos una pequeña descripción del Nordeste de Portugal, concejos de Bragança y Vinhais, de su geografía, clima, suelos, efectivo rumiante y composición florística de los pastos naturales de la región. Los rumiantes son el componente principal del sistema de producción de la región debido a los condicionalismos del suelo, clima y población, favorables a los pastos naturales. Éstos cubren una gran superficie y son utilizados para pastoreo directo por los animales durante una parte del año y vedadas al pasto, para henificación, durante Marzo/Abril o Mayo/Junio, dependiendo del local, para obtener mayor producción de hierba para henificación. La composición florística de los pastos naturales es muy compleja y variable de un lugar a otro dentro de la región.

Seguidamente se revisaron los principales factores que afectan al valor nutritivo de un heno y de que forma actúan. En este contexto discutimos las especies y variedades presentes en un pasto, la edad de esas especies en el momento del corte, el clima, los suelos y tratamientos fertilizantes, utilización del pastoreo, condiciones de corte, recogida y conservación. Por fin, discutimos la metodología sobre la determinación de la digestibilidad "in vivo" y los principales factores que la afectan, enumerando los factores dependientes del animal y del alimento, tales como, especies, edad, composición química del alimento, interacciones entre los constituyentes del régimen alimenticio, forma de presentación de los alimentos y nivel alimenticio.

En el trabajo experimental, comenzamos por retirar 400 kg de heno en cada uno de los 21 pastos seleccionados en la región, para el estudio de la composición química y determinación de las digestibilidades "in vitro" e "in vivo". Determinamos los parámetros MS, MO, PB, NDF, ADF, ADL y digestibilidades "in vitro" Tilley y Terry, enzimática (celulasa) y del NDF.

En cuanto a la composición química observamos que estos henos presentan un contenido en PB bajo (menor que 8,47%), como consecuencia del momento del corte (estado de fructificación) y de la composición florística de los pastos, los cuales presentan un porcentaje elevado de gramíneas y diversas y un porcentaje muy bajo de leguminosas. Del mismo modo, el contenido en NDF refleja que el corte de hierba para henificación fué tardío, presentando los henos un contenido medio de $67,3 \pm 2,89\%$. Sobre la digestibilidad "in vivo" (CUD de la MO) verificamos que los valores son bajos (media de $57,9 \pm 4,13\%$), lo que puede ser reflejo del elevado contenido en NDF y del bajo contenido en PB. Observamos también que hay una mayor variación entre animales para un mismo heno que

entre henos, siendo la causa más importante para explicar este hecho la gran diversidad de especies que constituye el heno, siendo difícil conseguir una homogeneidad en la distribución a todos los animales. Esta gran variación puede también ser atribuida a las diferencias entre animales en relación a la ingestión de alimento, resultante de la diferencia de pesos entre los animales utilizados. Debido a estos hechos corregimos los valores de digestibilidad "in vivo" en función de la ingestión (covariable) y verificamos que los valores obtenidos tenían una menor variación. En cuanto a la correlación entre la digestibilidad "in vivo" y la composición química y digestibilidades "in vitro" verificamos que las más elevadas ($P < 0,001$) fueron obtenidas con la digestibilidad enzimática ($r = 0,732$) y el NDF indigestible ($r = -0,726$). De las diversas ecuaciones utilizadas para la estima de la digestibilidad "in vivo" observamos que las que presentan mejores resultados fueron las ecuaciones polinómicas con el NDF indigestible y la digestibilidad enzimática y las ecuaciones múltiples con la PB y la digestibilidad enzimática ($Y = 1,165 \text{ dig. enz.} + 0,912 \text{ PB}$) y con la PB y el NDF ind. ($Y = 0,376 \text{ PB} - 0,988 \text{ NDF ind.} + 90,882$). Sin embargo, comprobamos que la mejor estima de la digestibilidad "in vivo" para un pasto no era la mejor para otro, resultante de los diferentes factores que afectan la digestibilidad de los henos.

ABSTRACT

In the literature review presents a brief description of the Northeastern part of Portugal, namely Bragança and Vinhais, as far as geography, climate, soil, the number of ruminants and the plant composition of the pastures in the region are concerned. The ruminants are the main feature of the production system in the area, due to the soil, climate and settlement conditions favorable to the formation of natural pastures. These, cover a large area and are used for direct pastures by the animals in a certain period of the year; in the rest of the year, from March to April and May to June, they are not used as pastures but for hay growing. The plant composition of the pastures in the region is very complex and varies from place to place within the same region.

Next, we revised the main factors which affect the nutritive value of hay and their *modus operandi*. In this context, we discussed the species and varieties which can be found in a lameiro (natural pasture) their age at the moment of the harvest, the climate, the soil and fertilizers, the use of the pastures, harvesting collecting and preserving conditions. Finally, we discussed the methodology for determining the digestibility "in vivo" and the main factors which affect it, numbering those depending on the animal and the food, such as species, age, food chemical composition, interaction between food regime components, food presentation and level.

In the experimental work, 400kg of hay were sampled out of each of the 21 lameiros selected in the region, to study the chemical composition DM, OM, CP, NDF, ADF, ADL and the "in vitro" (Tilley and Terry, enzymatic and NDF) and "in vivo" digestibilities.

Hays produced in the Northeast of Portugal showed low CP levels (less than 8,47%), as a consequence of the harvesting time (fructification state) and the flower composition of the "lameiros". Likewise, the NDF level shows that the harvesting for hay making was rather late, containing an average level of $67,3 \pm 2,89\%$. The values for "in vivo" digestibility were low (an average of $57,9 \pm 4,13\%$), which may be the result of a high NDF and low CP levels. We also found a wider variation between the animals for the same hay, than between hays, the main cause for this being the great diversity of species which form the hay, which makes its difficulty an homogeneous distribution among all the animals. This wide variation may also be due to the differences between the animals concerning the food ingestion, which is the result of the weight differences between the animals studied. Thus we corrected the "in vitro" digestibility values in terms of the ingestion (by covariance) and we found that the obtained values had less variation. As to the correlation between the

digestibility "in vivo" and the chemical composition and digestibility "in vitro" we found that the highest ones ($P < 0,001$) were obtained with the enzymatic digestibility ($r = 0,732$) and the NDF indigestible ($r = -0,726$). Of the various equations used to estimate the digestibility "in vivo", we found that polynomial equations with the indigestible NDF were the most adequate. The same fit was obtained with multiple regressions including CP and the enzymatic digestibility ($Y = 1,165 \text{ enz. dig.} + 0,912 \text{ CP}$) as well as CP and the NDF indigestible ($Y = 0,376 \text{ CP} - 0,988 \text{ ind. NDF} + 90,882$). We found, however, that the best estimate of the digestibility "in vivo" for one lameiro was not the best for another, due to the different factors which affect the hay digestibility.

RÉSUMÉ

Dans la révision bibliographique on a fait une description du Nord-est du Portugal, particulièrement Bragança et Vinhais, concernant la géographie, le climat, le sol, l'effectif de ruminants et la composition botanique des prairies naturelles de la région. Les ruminants sont le composant principal du système de production de la région dû aux conditions du sol, au climat et au peuplement, qui sont favorables pour les prairies naturelles. Ces prairies occupent une grande superficie et sont utilisées pour le pâturage direct par les animaux pendant une partie de l'année et elles sont fermées au pâturage pendant les mois de Mars/Avril et Mai/Juin, selon le lieu, pour la fénaison. La composition botanique de ces prairies est complexe et varie entre les prairies dans la région. La valeur nutritive des prairies varie beaucoup entre les prairies naturelles de la région.

De suite on a revu les principaux facteurs qui ont un effet sur la valeur nutritive des foins. On a discuté les différentes espèces et variétés présentes dans une prairie naturelle, l'âge des espèces au moment du coupe, le climat, le sol et les fertilisations, l'utilisation pour le pâturage, les conditions de coupe, récolte et conservation. À la fin, on a discuté la méthodologie pour la détermination de la digestibilité "in vivo" et les principaux facteurs qui ont un effet sur la digestibilité "in vivo". Les facteurs dépendants de l'animal et les facteurs dépendants de l'aliment, tels que, l'espèce, l'âge, la composition chimique, les interactions entre les différents composants du régime alimentaire, la façon d'apresentation de l'aliment et le niveau alimentaire.

Pour le travail expérimental, on a choisi 21 prairies naturelles de la région de Bragança et Vinhais et on a enlevé 400 kg de foin de chaque prairie pour déterminer la composition chimique et la digestibilité "in vitro" Tilley et Terry de la MO e du NDF, la digestibilité enzymatique (célulase), et la digestibilité "in vivo". On a déterminé la MS, la MO, les matières azotées, le NDF, le ADF et le ADL.

Ces foins ont présenté une teneur de matières azotées faible (moins que 8,47%), comme conséquence du moment du coupe (état de frutification) et de la composition botanique des prairies naturelles, lesquelles présentent un pourcentage très élevée de graminées et un pourcentage basse de légumineuses. De la même façon, la teneur en NDF (moyenne $67,3 \pm 2,89\%$) est le résultat du moment tardif du coupe. On a obtenu une valeur pour la digestibilité "in vivo" faible qui est le résultat de la teneur élevée en NDF et la teneur basse en matières azotées. On a observé aussi une grande variation entre animaux pour la digestibilité. Ainsi, on a observé une variation plus élevée entre animaux, dans un foin, que

entre foins. La cause principal de ce fait est la grande diversité d'espèces que composent le foin et la difficulté de obtenir une distribution homogène du foin aux animaux . La différence entre le poids vif des animaux peut aussi être la cause de la variation de la digestibilité "in vivo" observée. On a corrigé les valeurs de la digestibilité avec l'ingestion (covariance) et on a vérifié que la variation a diminué. À ce qui concerne la corrélation entre la digestibilité "in vivo" et la composition chimique et les digestibilités "in vitro", on a observé que les meilleures ont été obtenues ($P < 0,001$) avec la digestibilité enzymatique ($r = 0,732$) et le NDF indigestible ($r = 0,726$). Les équations de régression pour l'estimative de la digestibilité "in vivo" que ont présenté les meilleurs résultats ont été: l'équation polynomial avec le NDF indigestible, l'équation polynomial avec la digestibilité enzymatique, l'équation multiple avec les matières azotées et la digestibilité enzymatique ($Y = 1,165 \text{ dig. enz.} + 0,912 \text{ matières azotées}$) et l'équation multiple avec les matières azotées et le NDF indigestible ($Y = 0,376 \text{ matières azotées} - 0,988 \text{ NDF ind.} + 90,882$). Cependant, on a vérifié que la meilleure estimative de la digestibilité "in vivo" obtenue pour le foin d'une prairie naturelle n'était pas la meilleure pour le foin d'autre prairie naturelle, à cause des facteurs qui ont un effet sur la digestibilité "in vivo".

ÍNDICE

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	1
1 - Introdução -----	3
2 - Breve Descrição do Nordeste de Portugal -----	5
2.1 - Descrição dos solos-----	8
2.2 - Descrição do efectivo ruminante da região de Bragança e Vinhais -----	8
2.3 - Composição florística dos lameiros da região de Bragança e Vinhais -----	10
3 - Factores que afectam o valor nutritivo dos fenos -----	21
3.1 - Factores que afectam o valor nutritivo da forragem antes do corte-----	21
3.1.1 - Espécie e variedade-----	21
3.1.2 - Clima -----	22
3.1.3 - Solos e tratamentos fertilizantes-----	23
3.1.4 - Utilização do pastoreio-----	23
3.1.5 - Idade ou estado de desenvolvimento -----	24
3.2 - Factores que afectam o valor nutritivo da forragem depois do corte-----	25
3.2.1 - Condições climáticas durante a fenação-----	26
3.2.2 - Trocas químicas e perdas durante a secagem-----	26
3.2.2.1 - Perdas em hidratos de carbono -----	27
3.2.2.2 - Perdas em substâncias proteicas-----	27
3.2.2.3 - Vitaminas-----	28
3.2.2.4 - Perdas por lavagem -----	28
3.2.2.5 - Perdas mecânicas-----	29
3.2.3 - Técnica de fenação-----	29
3.2.4 - Acção microbiana-----	29
3.2.5 - Modificação durante o armazenamento-----	30
4 - Determinação da digestibilidade "in vivo" -----	31
4.1 - Factores que afectam a digestibilidade "in vivo" -----	32
4.1.1 - Factores dependentes do animal -----	32
4.1.2 - Factores dependentes do alimento -----	33
4.1.2.1 - Composição química do alimento-----	33
4.1.2.2 - Interações entre os constituintes do regime alimentar-----	34

4.1.2.3 - Forma de apresentação dos alimentos -----	35
4.1.2.4 - Nível alimentar -----	36
PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL -----	39
1 - Material e métodos -----	41
1.1 - Análise química-----	41
1.2. - Medição da digestibilidade "in vivo"-----	44
1.2.1 - Animais e técnica utilizada-----	45
1.2.2 - Determinação do coeficiente de utilização digestiva -----	48
1.2.3 - Determinação da ingestibilidade-----	48
1.3. - Outras estimações da digestibilidade-----	48
1.3.1 - Digestibilidade "in vitro" Tilley Terry modificado por Marten e Barnes (1980) -----	49
1.3.2 - Digestibilidade enzimática -----	50
1.3.3 - Digestibilidade do NDF-----	51
2 - Resultados e discussão -----	53
2.1 - Composição química-----	53
2.2 - Digestibilidade "in vitro" -----	55
2.3 - Digestibilidade "in vivo" e ingestão-----	55
2.4 - Estimativa da digestibilidade com métodos laboratoriais -----	67
2.5 - Comparação entre a estimativa da digestibilidade e os valores obtidos pela digestibilidade "in vivo" (CUD MO) -----	69
3.- Conclusões -----	73
Bibliografia -----	75
ANEXO 1 -----	81
ANEXO 2 -----	85
SÍNTESES -----	93
SÍNTESES -----	95
SYNTHESIS -----	105
SYNTHESE -----	113
SÍNTESE -----	121

LISTA DE FIGURAS

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fig. 1 - Mapa de Portugal -----	6
Fig. 2 - Mapa de Trás-os-Montes-----	7

PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL

Fig. 1 - Mapa dos Concelhos de Bragança e Vinhais -----	42
Fig. 2 - Mapa dos lameiros selecionados -----	43
Fig. 3 - Salas de digestibilidade e apoio -----	46
Fig. 4 - Gaiola ou caixa metabólica -----	47

LISTA DE QUADROS

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 1 - Recobrimento médio (%) das principais Gramíneas, Leguminosas, Juncáceas e Ciperáceas e Diversas da associação <i>Bromo-Cynosuretum</i> -----	12
Quadro 2 - Recobrimento médio (%) das principais Gramíneas, Leguminosas, Juncáceas e Ciperáceas e Diversas da associação <i>Hyperico-Juncentum acutiflori</i> -----	17
Quadro 3 - Composição química e valor alimentar da associação <i>Bromo-Cynosuretum e Hyperico-Juncentum acutiflor</i> -----	19
Quadro 4 - Composição química e digestibilidade da MO do <i>Lolium-perenne</i> em quatro estádios de desenvolvimento -----	25

PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL

Quadro 1 - Solução Nutritiva Tampão (Kansas State Buffer) -----	49
Quadro 2 - Solução NDF -----	52
Quadro 3 - Composição química e digestibilidades "in vitro" dos fenos estudados -----	54
Quadro 4 - Digestibilidades "in vivo" e ingestão dos fenos estudados -----	56
Quadro 5 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS -----	59
Quadro 6 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO -----	60
Quadro 7 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS (Cov. total) -----	61
Quadro 8 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO (Cov. total) -----	62
Quadro 9 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS (Cov. simples) -----	63
Quadro 10 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO (Cov. simples) -----	64
Quadro 11 - NDF indigestível dos fenos estudados (%) -----	65
Quadro 12 - Correlações -----	66
Quadro 13 - Equações de regressão simples obtidas com os fenos estudados -----	67
Quadro 14 - Equações de regressão polinomiais obtidas com os fenos estudados -----	68
Quadro 15 - Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações de regressão simples apresentadas no quadro 13 -----	70
Quadro 16 - Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações de regressão polinomiais apresentadas no quadro 14 -----	71

Quadro 17 - Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações 1 e 2-----	72
--	----

ANEXO 1

Quadro 1 - Ingestão Diária de MS-----	83
Quadro 2 - Ingestão Diária de MO-----	84

ANEXO 2

Quadro 1 - Análise de variância da regressão NDF sem cinzas -----	87
Quadro 2 - Análise de variância da regressão ADF -----	87
Quadro 3 - Análise de variância da regressão ADL -----	87
Quadro 4 - Análise de variância da regressão PB -----	87
Quadro 5 - Análise de variância da regressão DMO -----	88
Quadro 6 - Análise de variância da regressão DMO estimada-----	88
Quadro 7 - Análise de variância da regressão Digestibilidade NDF -----	88
Quadro 8 - Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática -----	88
Quadro 9 - Análise de variância da regressão NDF indigestível -----	89
Quadro 10 - Análise de variância da regressão PB e NDF indigestível -----	89
Quadro 11 - Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática e PB -----	89
Quadro 12 - Análise de variância da regressão NDF sem cinzas (polinomial) -----	89
Quadro 13 - Análise de variância da regressão ADF (polinomial) -----	90
Quadro 14 - Análise de variância da regressão ADL (polinomial) -----	90
Quadro 15 - Análise de variância da regressão PB (polinomial) -----	90
Quadro 16 - Análise de variância da regressão DMO (polinomial) -----	90
Quadro 17 - Análise de variância da regressão DMO estimada (polinomial) -----	91
Quadro 18 - Análise de variância da regressão Digestibilidade NDF (polinomial)-----	91
Quadro 19 - Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática (polinomial) -----	91
Quadro 20 - Análise de variância da regressão NDF indigestível (polinomial)-----	91

LISTA DE GRÁFICOS

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gráfico 1 - Efeito do nível alimentar na digestibilidade da energia de <i>ray-grass</i> -----	37
---	----

PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL

Gráfico 1 - Curva da regressão polinomial.-----	69
---	----

PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 - INTRODUÇÃO

No Nordeste de Portugal, a conservação da forragem por fenação é a forma tradicional mais importante de satisfazer as necessidades alimentares básicas dos efectivos ruminantes durante o período de escasso ou nulo crescimento vegetativo. Embora a qualidade dos fenos produzidos na região seja reconhecidamente baixa (FERREIRA *et al.*, 1981), a fenação continua a ser a técnica de conservação de forragens mais divulgada. A tradição do processo e a estrutura fundiária são, provavelmente, os factores determinantes de tal preponderância. Parcelas de dimensões reduzidas, frequentemente de difícil acesso, e pastos naturais (lameiros) com declive acentuado constituem as áreas reservadas à obtenção de fenos e condicionam a utilização de máquinas, económica e/ou fisicamente. Por outro lado, a possibilidade de utilização múltipla de algumas máquinas agrícolas constitui também um factor a considerar nas zonas em que a cultura cerealífera possui maior expressão.

Impõe-se, assim, determinar ou estimar o valor nutritivo dos fenos para fornecer aos agricultores, de forma rápida e precisa, os dados indispensáveis à satisfação das recomendações alimentares das espécies pecuárias.

O valor nutritivo das forragens em geral, e dos fenos em particular, pode ser estimado com suficiente precisão a partir da digestibilidade. É evidente que correctas estimativas do valor nutritivo devem basear-se em determinações da digestibilidade "in vivo" (processo directo quando isso seja possível e indirecto quando a forragem não possa constituir ela só a dieta-base). Os ensaios "in vivo" implicam elevado custo económico, necessidade de equipamento nem sempre disponível, espaço físico e, sobretudo, longos períodos de tempo para cada determinação (não menos de 12 dias).

Como rotina, impõe-se implementar metodologia mais simples, e sobretudo mais rápida, para estimar a digestibilidade. Foi este o objectivo principal desta tese, ao analisar métodos laboratoriais para a obtenção de estimativas fiáveis do valor nutritivo.

De acordo com o objectivo atrás enunciado, procedeu-se à determinação da digestibilidade "in vivo" da Matéria Seca e da Matéria Orgânica de fenos recolhidos no estado de frutificação e provenientes de diversos lameiros do Nordeste de Portugal. Os valores obtidos foram, de seguida, correlacionados com as estimativas laboratoriais.

2 - BREVE DESCRIÇÃO DO NORDESTE DE PORTUGAL

O estudo realizado abrangeu fenos colhidos em lameiros dos concelhos de Bragança e Vinhais (Fig. 1 e Fig. 2). Situados em Trás-os-Montes, estes concelhos inserem-se numa região com características muito diversas.

A região é limitada, a Oeste, pela barreira de condensação (Gerês, Alvão, Marão e Montemuro), a Norte e a Este, por Espanha e, a Sul, pelo Planalto Beirão. Apresenta um relevo muito acidentado, formado por uma sucessão de planaltos com uma altitude próxima dos 700m, fortemente cortados pelo rio Douro e pelos seus afluentes Tua, Pinhão e Corgo. Alguns destes afluentes aproveitaram falhas tectónicas que deram origem a grabens e a depressões. É o caso do vale de Vila Pouca de Aguiar, veiga de Chaves, vale da Vilariça e a depressão de Mirandela. Acima dos Planaltos, onde o único típico é o Planalto Mirandês (uma continuação da meseta setentrional espanhola), erguem-se as montanhas Padrela, Nogueira, Bornes, Montesinho e Mogadouro. Estas formações não ultrapassam os 1500m de altitude.

O clima da região é bastante contrastado, com Invernos rigorosos e Verões quentes e secos, com o período seco a diminuir com a altitude. Tal facto deve-se, em grande medida, à barreira de condensação que dificulta a passagem de ventos húmidos de Oeste, acentuando-se assim a continentalidade e diminuindo a precipitação à medida que se caminha para Leste. *Grosso modo*, a altitude média sobe de Sul para Norte e, naturalmente, o inverso sucede com a temperatura.

Da diversidade climática que apresenta o interior de Trás-os-Montes, devido às formas de relevo, surgem as designações regionais de Terra Fria e Terra Quente:

Terra Fria - situada a uma cota superior a 700m, apresenta temperaturas médias anuais entre os 9°C e os 11°C, chegando mesmo a ser inferior em locais de maior altitude. A precipitação varia entre 800 l/m²/ano e os 1400 l/m²/ano. Predominam os baldios, com vocação florestal e pastoril, e os prados permanentes.

Terra Quente - não ultrapassando a cota dos 500m, apresenta temperaturas médias anuais superiores a 15°C e precipitação rondando os 600 l/m²/ano. Predominam o olival, a vinha e o sobreiral.

Entre estas duas regiões, situa-se uma zona de transição climática, que nuns locais mais se confunde com a Terra Quente e noutros com a Terra Fria.

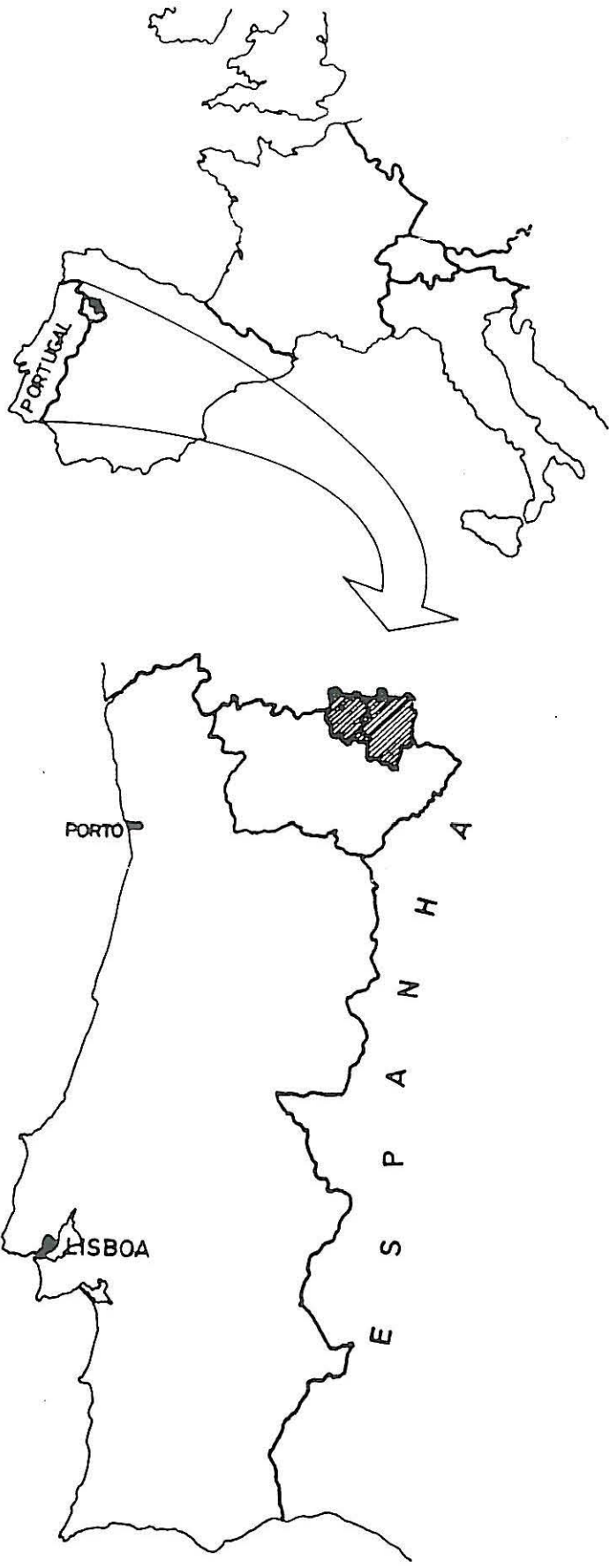


Fig. 1 Mapa de Portugal

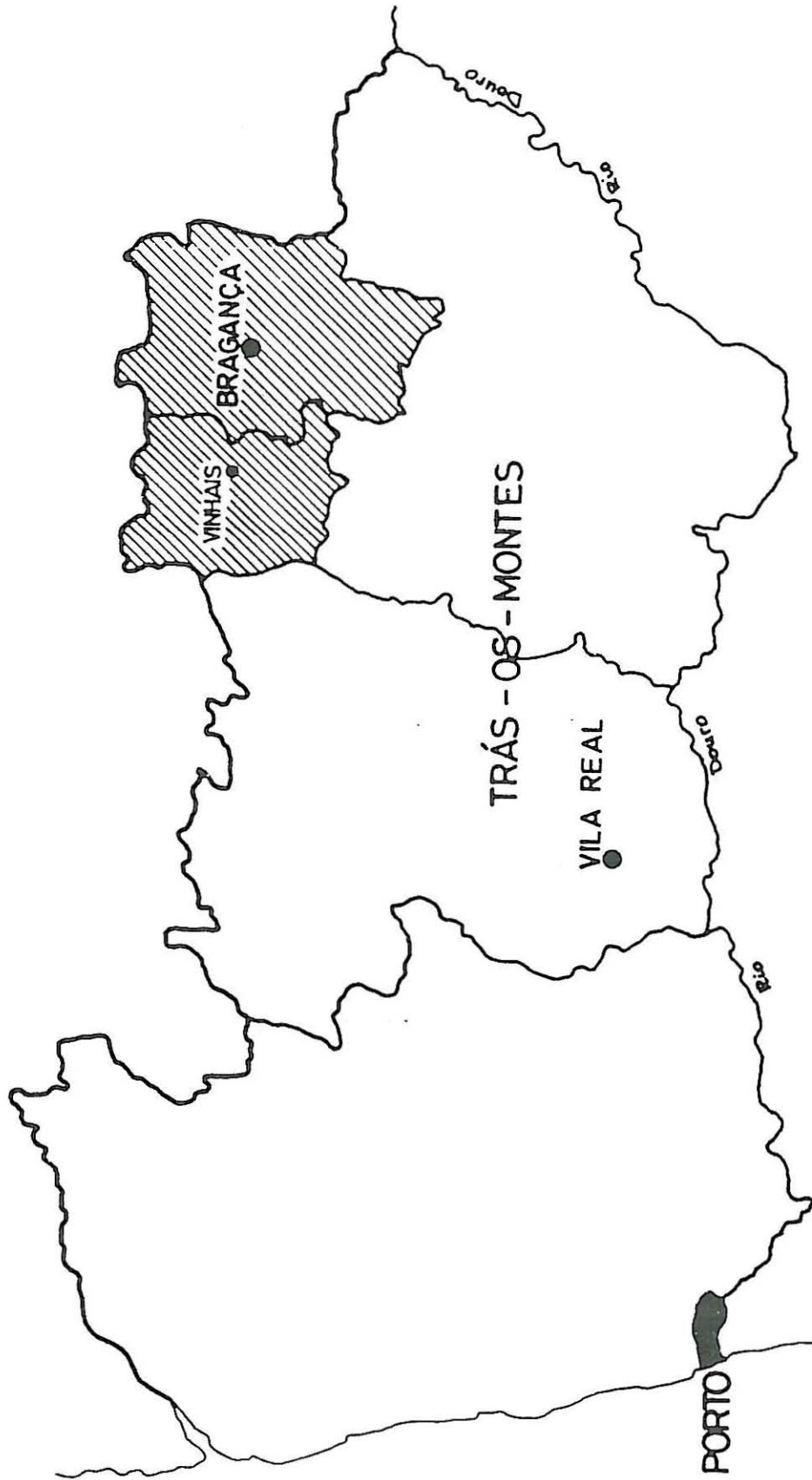


Fig. 2 Mapa de Trás-os-Montes

2.1 - Descrição dos solos

No estudo detalhado de TELES (1969) sobre "Os lameiros de Montanha do Norte de Portugal" apresentam-se as seguintes ordens e sub-ordens observadas na região em estudo:

1 - Solos incipientes

1.1 - Solos de Baixas (coluviosolos) de textura mediana - observados em Vinhais, sendo o seu material originário de anfíbolos.

1.2 - Solos litólicos - observados na Serra do Marão, Montemuro e Leomil e Montalegre.

2 - Solos Argiluvitados pouco insaturados.

2.1 - Solos mediterrânicos pardos de rochas cristalofílicas básicas - observados em Bragança e Vinhais.

2.2 - Solos mediterrânicos pardos de xistos - observados em Vimioso.

3 - Solos Hidromórficos sem horizonte eluvial para-aluviosolos.

4 - Solos hidromórficos sem horizonte eluvial para-solos orgânicos de granitos.

5 - Solos orgânicos hidromórficos para-aluviosolos.

Normalmente, os solos acima descritos apresentam agregação, facto que determina boa permeabilidade interna, e decerto grande resistência ao fenómeno de erosão, mesmo em terrenos fortemente inclinados, como frequentemente acontece nos locais ocupados pelos prados naturais.

Os solos em múltiplas zonas apresentam baixos teores em MO e em argila; são de reacção ácida, com baixos teores de Ca e Mg e elevados teores de Al de troca; baixos teores de P_2O_5 e médios e altos de K_2O assimiláveis (MARTINS e COUTINHO, 1988).

2.2 - Descrição do Efectivo Ruminante da Região de Bragança e Vinhais.

O sistema de produção no Nordeste Transmontano tem como componente principal a participação de ruminantes. Com efeito, os conditionalismos do solo, clima e povoamento, são favoráveis ao aparecimento de pastos naturais e limitativos de outras actividades agrícolas. Os ruminantes surgem com alimentação à base da forragem produzida nesses lameiros. A criação deste gado assume, deste modo, papel importante na economia rural desta zona.

Os ovinos e caprinos são, desde há muito tempo, parte integrante da paisagem agrária transmontana. Os ovinos são principalmente da raça Churro Galego Bragançano e os caprinos da raça Serrana (raças autóctones), conhecidas pela sua capacidade de sobrevivência em condições adversas. O efectivo de ovinos e caprinos no Nordeste Transmontano, nomeadamente Bragança e Vinhais, é, respectivamente, de 64 146 e 14 571 (RGA, 1989), observando-se um aumento nos últimos anos já que em 1979 eram respectivamente 44 400 e 10 000 (RAC, 1979).

Os bovinos são principalmente da raça Mirandesa (raça autóctone) e raças de leite, principalmente a Turina. O efectivo bovino, nesta região é de 14 359 (RGA, 1989) e em 1979 era de 13 244 (RAC, 1979), verificando-se, também, um aumento do número de bovinos.

São os prados permanentes, vulgarmente conhecidos por lameiros, a base da alimentação destes efectivos ruminantes, em particular da espécie bovina (SARMENTO, 1980), quer através do pastoreio ou cortes sucessivos, quer, mais geralmente, sob formas mistas de aproveitamento.

Em Trás-os-Montes, os prados permanentes cobrem uma superfície de cerca de 59 000 ha, dos quais 13 000 são de regadio e os restantes de sequeiro (GUSMÃO *et al.*, 1978). Na região de Bragança e Vinhais, ocupam cerca de 14 700 ha, sendo cerca de 3 500 ha de regadio e o restante de sequeiro.

Os prados permanentes podem ser designados de **regadio**, se têm disponibilidade de água de rega durante a estação seca, sendo encontrados ao longo das linhas de água, e de **sequeiro** ou **secadal**, se apenas beneficiam da água das chuvas e das neves que o agricultor encaminha para os prados. Estas águas, provenientes de montante, vêm normalmente enriquecidas de matéria orgânica e minerais que muito contribuem para a sua fertilização e correcção.

Segundo TELES (1969) a estrumação dos lameiros não é, de uma maneira geral, efectuada, a não ser a que o gado efectua directamente. Refere o mesmo autor que apenas em Vinhais há a aplicação de cinzas de lareiras e fornos. Recentemente, tem havido uma utilização crescente de adubos azotados e fosfatados (COUTINHO, comunicação pessoal). Dependendo do local, os lameiros são utilizados para pastoreio directo pelo gado durante uma parte do ano e vedados ao pasto, normalmente, entre Março/Abril ou Maio/Junho, para assim se obter maior produção de erva para ferrar. A fenação efectua-se quando as plantas estão na fase de frutificação ou próximo dela. Geralmente, esta prática começa pelos

lameiros mais secos e demora três a quatro dias, dependendo, também, das condições climáticas.

2.3 - Composição florística dos lameiros da região de Bragança e Vinhais.

O estudo da vegetação dos lameiros feito por TELES (1969) levou ao reconhecimento de várias associações. Segundo o mesmo autor, a região do Nordeste Transmontano, nomeadamente Bragança e Vinhais, é dominada pelas associações *Bromo-Cynosuretum* e *Hyperico-juncetum acutiflori*.

Na associação *Bromo-Cynosuretum* encontram-se as seguintes espécies principais de Gramíneas, Leguminosas, Juncáceas, Ciperáceas e Diversas:

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Holcus lanatus</i>
	<i>Cynosurus cristatus</i>
	<i>Festuca rubra</i>
	<i>Agrostis castellana</i>
	<i>Festuca arundinacea</i>
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
	<i>Bromus commutatus</i>
	<i>Poa trivialis</i>
	<i>Sieglingia decumbens</i>
	<i>Deschampsia caespitosa</i>
GRAMINEAE	<i>Nardus stricta</i>
	<i>Lolium perenne</i>
	<i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i>
	<i>Poa pratensis</i>
	<i>Bromus mollis</i>
	<i>Gaudinia fragilis</i>
	<i>Vulpia bromoides</i>
	<i>Aira caryophlyea</i>
	<i>Briza media</i>
	<i>Arrhenatherum elatius ssp. bulbosum</i>
	<i>Cynodon Dactylon</i>
	<i>Briza minor</i>
	<i>Avena barbata</i>
	<i>Anthoxanthum aristatum</i>

LEGUMINOSAE

Trifolium repens
Trifolium pratense
Trifolium fragiferum
Lotus uliginosus
Trifolium dubium
Lotus corniculatus
Trifolium strictum

JUNCACEAE

E CYPERACEAE

Juncus acutiflorus
Carex ovalis
Juncus squarrosus
Carex hirta
Cyperus badius
Eleocharis palustris

DIVERSAS

Ranunculus bulbosus
Hypochaeris radicata
Bellis perennis
Plantago lanceolata
Carum verticillatum
Mentha Pulegium
Ranunculus repens
Mentha rotundifolia
Ranunculus Flammula
Myosotis stolonifera var. Welwitschii
Cerastium fontanum ssp. triviale
Galium palustre
Leontodon taraxacoides
Scutellaria minor
Narcissus Bulbocodium
Serapias lingua
Rhinanthus minor
Sanguisorba minor var. glaucescens
Linum bienne
Hieracium pseudopilosella
Ajuga reptans
Cerastium glomeratum
Achillea Millefolium
Convolvulus arvensis

Convolvulus arvensis
Galium verum
Succisa pratensis
Scilla Ramburei

Na associação *Bromo-Cynosuretum* distinguiram as seguintes subassociações e variantes:

Subassociação de *Juncus acutiflorus*

Variante de *Deschampsia caespitosa*

Subvariante de *Nardus stricta*

Subvariante típica

Variante de *lotusuliginosus*

Subassociação de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*

Subassociação de *Lepidium heterophyllum*

Variante de *Lolium perenne*

Variante de *Brisa media*

Variante de *Anthoxanthum aristatum*

No Quadro 1 é apresentado o recobrimento médio em percentagem das principais componentes das Gramíneas, das Leguminosas, das Juncáceas e Ciperáceas e das diversas permitindo averiguar quais as espécies que participam na constituição dos vários grupos considerados.

Quadro 1 - Recobrimento médio (%) das principais Gramíneas, Leguminosas, Juncáceas e Ciperáceas e Diversas da associação *Bromo - Cynosuretum*.

Bromo - Cynosuretum

- A - Subass. de *Juncus acutiflorus*, variante de *Deschampsia caespitosa*, subvariante de *Nardus stricta*.
- B - Subass. de *Juncus acutiflorus*, variante de *Deschampsia caespitosa*, subvariante de típica.
- C - Subass. de *Juncus acutiflorus*, variante de *Lotus uliginosus*.
- D - Subass. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*.

E - Subass. de *Lepidium heterophyllum*, variante de *Lolium perenne*.

F - Subass. de *Lepidium heterophyllum*, variante de *Briza media*.

G - Subass. de *Lepidium heterophyllum*, variante de *Anthoxanthum aristatum*.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Recobrimento médio - %						
		A	B	C	D	E	F	G
GRAMINEAE	<i>Holcus lanatus</i>	11,4	8,0	11,1	10,6	5,7	3,4	6,0
	<i>Cynosurus cristatus</i>	4,2	6,6	8,7	7,9	5,9	5,1	5,2
	<i>Festuca rubra</i>	1,6	5,4	2,1	1,7	4,6	4,2	10,7
	<i>Agrostis castellana</i>	2,4	20,2		7,4	8,0	6,5	20,2
	<i>Festuca arundinacea</i>	1,1	3,4	4,2	5,7	2,3	2,0	
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4,4	1,1	2,7	2,1		3,9	
	<i>Bromus commutatus</i>		1,0	2,7	1,6	2,8	1,5	
	<i>Poa trivialis</i>		2,0	2,7	1,7	1,1		
	<i>Sieglingia decumbens</i>	12,7	1,1					2,4
	<i>Deschampsia caespitosa</i>	2,3	2,8					
	<i>Nardus stricta</i>	4,2						
	<i>Lolium perenne</i>				10,8	8,6		
	<i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i>				2,1			
	<i>Poa pratensis</i>					1,2		
	<i>Bromus mollis</i>					2,6	1,7	1,9
	<i>Gaudinia fragilis</i>					3,0	2,6	
<i>Vulpia bromoides</i>					1,8	1,8		
GRAMINEAE	<i>Aira caryophylla</i>	1,8					1,1	
	<i>Briza media</i>	2,9					3,6	
	<i>Arrhenatherum elatius ssp. bulbosum</i>						2,7	
	<i>Cynodon dactylon</i>						1,3	
	<i>Briza minor</i>					1,3		
	<i>Avena barbata</i>					1,1		
	<i>Anthoxanthum aristatum</i>							4,3
		49,0	51,6	34,2	51,6	50,0	43,8	48,3

Quadro 1 - (continuação)

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Recobrimento médio - %						
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium repens</i>	3,9	10,6	16,5	8,6	5,4	3,4	
	<i>Trifolium pratense</i>	2,4			3,3	4,3	4,4	1,5
	<i>Trifolium fragiferum</i>		2,4					
	<i>Lotus uliginosus</i>			1,2				
	<i>Trifolium dubium</i>					4,3	4,0	8,8
	<i>Lotus corniculatus</i>	1,8						1,5
	<i>Trifolium strictum</i>							3,7
		8,1	13,0	17,7	11,9	14,0	11,8	15,5
JUNCACEAE E CYPERACEAE	<i>Juncus acutiflorus</i>	2,1	9,1	8,7				
	<i>Carex ovalis</i>	3,7	3,0	2,1				
	<i>Juncus squarrosus</i>	5,7						
	<i>Carex hirta</i>	1,0		1,2				
	<i>Cyperus badius</i>		1,9	5,1	4,1			
	<i>Eleocharis palustris</i>		1,4	2,7				
		12,5	15,4	19,8	4,1			
DIVERSAS	<i>Ranunculus bulbosus</i>	1,1	2,7			3,0	3,2	5,0
	<i>Hypochaeris radicata</i>	4,4			1,3	3,9	3,2	6,7
	<i>Bellis perennis</i>		1,1		3,3	3,2	2,6	1,7
	<i>Plantago lanceolata</i>				8,7	5,5	6,6	2,4
	<i>Carum verticillatum</i>	7,3	4,9	2,1				
	<i>Mentha Pulegium</i>	1,1	2,6	3,3				
	<i>Ranunculus repens</i>			11,1	5,9			
	<i>Mentha rotundifolia</i>				1,6			
	<i>Ranunculus flammula</i>			2,1				
	<i>Myosotis stolonifera var. welwitschii</i>			2,7				
	<i>Cerastium fontanum ssp. triviale</i>			2,1				
	<i>Galium palustre</i>			1,2				
	<i>Leontodon taraxacoides</i>	2,3			2,0			
	<i>Scutellaria minor</i>	1,6						
	<i>Narcissus bulbocodium</i>	1,0						
<i>Serapias lingua</i>	1,0							
<i>Rhinanthus minor</i>	3,3				1,2	1,5		

Quadro 1 - (continuação)

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Recobrimento médio - %							
DIVERSAS	<i>Sanguisorba minor var. glaucescens</i>	3,9	8						
	<i>Linum bienne</i>	1,3	1,6						
	<i>Hieracium pseudopilosella</i>		1,3	1,5					
	<i>Ajuga reptans</i>	1,5							
	<i>Cerastium glomeratum</i>	1,7							
	<i>Achillea Millefolium</i>		1,6						
	<i>Convolvulus arvensis</i>	1,9							
	<i>Galium verum</i>							1,5	
	<i>Succisa pratensis</i>							1,5	
	<i>Scilla ramburei</i>	1,6							2,4
		24,7	11,3	24,6	24,3	25,6	29,9	22,7	

Na associação *Hyperico-juncetum acutiflori* os principais componentes florísticos são:

GRAMINEAE	<i>Holcus lanatus</i>
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
	<i>Poa trivialis</i>
	<i>Cynosurus cristatus</i>
	<i>Festuca rubra</i>
	<i>Glyceria declinata</i>
LEGUMINOSAE	<i>Lotus uliginosus</i>
	<i>Trifolium repens</i>
JUNCACEAE E	<i>Juncus acutiflorus</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus badius</i>
	<i>Carex ovalis</i>
	<i>Juncus effusus</i>
	<i>Eleocharis palustris</i>

DIVERSAS

Ranunculus repens
Ranunculus flammula
Galium palustre
Hypericum undulatum
Plantago lanceolata
Carum verticillatum
Mysotis stolonifera var. welwitschii
Iris pseudacorus
Hypochaeris radicata

A associação *Hyperico - Juncetum acutiflori* está representada por duas subassociações: a subassociação de *Juncus effusus* e a subass. de *Trifolium repens*.

No Quadro 2 são apresentadas as principais componentes florísticas dos dois grupos e os seus valores de recobrimento médio, em percentagem.

Do estudo realizado por TELES (1969) verificámos que as subassociações encontradas na região de Bragança e Vinhais foram:

Associação *Bromus- Cynosuretum*

B - Subass. de *Juncus acutiflorus*, variante de *Deschampsia caespitosa*,
subvariante de *Nardus stricta*.

C - Subass. de *Juncus acutiflorus*, variante de *Lotus uliginosus*.

D - Subass. de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne*.

E - Subass. de *Lepidium heterophyllum*, variante de *Lolium perenne*.

F - subass. de *Lepidium heterophyllum*, variante de *Briza media*.

Associação *Hyperico - Juncetum acutiflori*

A - Subass. de *Juncus effusus*.

B - Subass. de *Trifolium repens*.

Dos Quadros de recobrimento médio podemos verificar que nos locais onde aparece a associação *Bromo - Cynosuretum* há um predomínio nítido de Gramíneas.

Às Leguminosas cabe uma percentagem menor em todas as subassociações. As Juncáceas e Ciperáceas assumem os valores mais elevadas na subassociação de *Juncus acutiflorus*, estando praticamente ausentes nas subassociações de *Ranunculus repens* e *Lolium perenne* e de *Lepidium heterophyllum*.

Quadro 2 - Recobrimento médio (%) das principais Gramíneas, Leguminosas, Juncáceas e Ciperáceas e Diversas da associação *Hyperico-Juncetum acutiflori*.

<i>Hyperico-Juncetum acutiflori</i>			
		A - Subass. de <i>Juncus effusus</i>	B - Subass. de <i>Trifolium repens</i>
FAMÍLIA	ESPÉCIE	Recobrimento médio - %	
		A	B
GRAMINEAE	<i>Holcus lanatus</i>	3,2	6,0
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2,5	3,9
	<i>Poa trivialis</i>	1,5	1,9
	<i>Cynosurus cristatus</i>		6,7
	<i>Festuca rubra</i>		1,9
	<i>Glyceria declinata</i>		1,6
		7,2	22,0
LEGUMINOSAE	<i>Lotus uliginosus</i>	7,5	3,0
	<i>Trifolium repens</i>		8,6
		7,5	11,6
JUNCACEAE E CYPERACEAE	<i>Juncus acutiflorus</i>	3,2	18,2
	<i>Cyperus badius</i>	7,9	2,9
CYPERACEAE	<i>Carex ovalis</i>	2,5	1,7
	<i>Juncus effusus</i>	35,8	
	<i>Eleocharis palustris</i>		3,8
		49,4	26,6
DIVERSAS	<i>Ranunculus repens</i>	16,8	10,3
	<i>Ranunculus flammula</i>	3,9	5,1
	<i>Galium palustre</i>	3,9	3,7
	<i>Hypericum undulatum</i>	2,9	
	<i>Plantago lanceolata</i>		4,1
	<i>Carum verticillatum</i>		2,4
	<i>Mysotis stolonífera var. welwitschii</i>		1,7
	<i>Iris pseudacorus</i>		1,7
	<i>Hypochaeris radicata</i>		1,6
			27,5

Nos locais onde aparece a associação *Hyperico - Juncentum acutiflor* existe um predomínio de Juncáceas e Ciperáceas. A percentagem mais baixa de Juncáceas e Ciperáceas que aparece na subassociação de *Trifolium repens* é compensada por uma maior percentagem de Gramíneas e Leguminosas. As Diversas acusam, nas duas subassociações, valores praticamente idênticos, variando o número de espécies. Verifica-se que, entre outras espécies, *Cynosurus cristatus*, *Festuca rubra*, *Glyceria declinata*, *Trifolium repens* e *Plantago lanceolata* ocorrem apenas na subassociação de *Trifolium repens* e que *Juncus effusus* está apenas presente na subassociação de *Juncus effusus*, onde o seu recobrimento médio em percentagem é bastante elevado (35,8%).

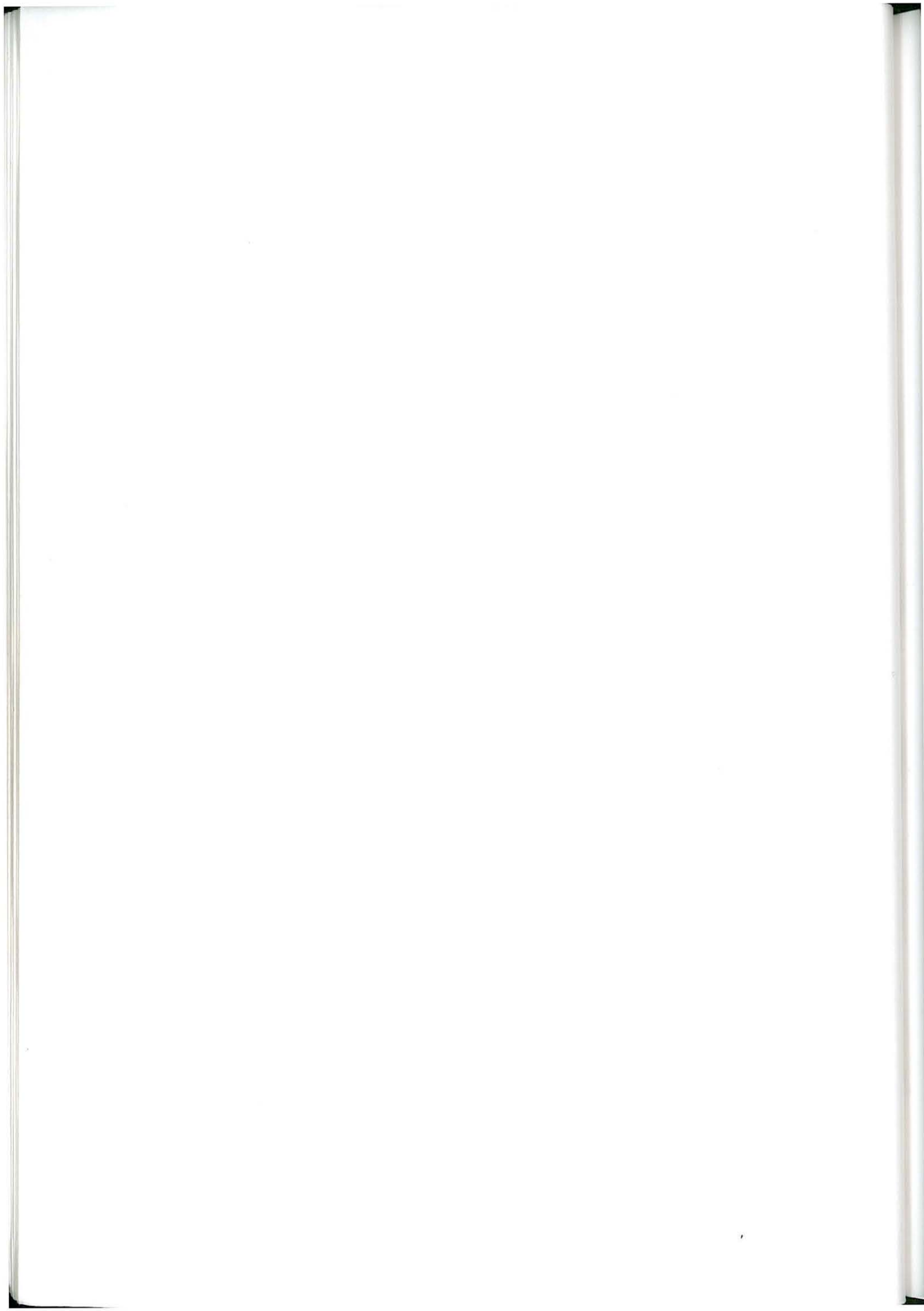
O recobrimento médio em percentagem das principais componentes das Gramíneas, das Leguminosas, das Juncáceas e Ciperáceas e das Diversas (Quadros 1 e 2) põe em evidência diferenças acentuadas entre as diferentes associações, subassociações e variantes encontradas na região de Bragança e Vinhais. É bem evidenciado que a composição florística dos lameiros da região é grande e variável de local para local.

2.4. Composição química e valor alimentar

Ao estudar a vegetação pratense, TELES (1969) determinou também a composição química e o valor nutritivo das diversas unidades de vegetação. Os resultados obtidos reflectem as diferenças qualitativas e quantitativas da composição florística do lameiro e, segundo o mesmo autor, a composição química mais favorável ocorre nas Leguminosas, seguindo-se-lhe as Diversas, as Gramíneas e, finalmente, as Juncáceas e Ciperáceas.

Quadro 3 - Composição química e valor alimentar das associações (TELES, 1969).

Composição química (% de MS)	<i>Bromo - Cynosuretum</i>							<i>Hyperico-Juncetum acutiflori</i>	
	A	B	C	D	E	F	G	A	B
Proteína Bruta	7,90	8,32	8,75	12,44	11,06	10,13	8,17	7,87	8,71
Gordura Bruta	1,91	1,83	1,33	1,48	1,70	1,26	2,09	1,26	1,46
Fibra bruta	34,38	33,72	30,00	30,63	30,12	30,98	33,31	32,37	27,79
Cinzas	8,13	9,03	10,09	12,04	10,97	9,18	7,84	5,67	9,20
Substâncias extractivas n/ azotadas	47,68	47,10	49,83	43,41	46,15	48,45	48,59	52,83	52,84
Valor alimentar Nutrientes digestíveis totais	53,34	53,15	55,65	53,65	54,98	55,13	53,86	56,41	58,28
UF/Kg de MS	0,37	0,37	0,39	0,46	0,47	0,47	0,38	0,39	0,41



3 - FACTORES QUE AFECTAM O VALOR NUTRITIVO DOS FENOS

3.1 - Factores que afectam o valor nutritivo da forragem, antes do corte

A composição e o valor nutritivo dos fenos dependem, em primeiro lugar, da composição e do valor nutritivo das forragens verdes no momento do corte. Assim, muitos dos factores intervenientes no valor nutritivo dos fenos são os mesmos que afectam o valor nutritivo das forragens em verde.

A composição e o valor alimentar de uma forragem de uma dada espécie vegetal ou de um prado natural, explorado em verde, dependem essencialmente da idade, do estado de desenvolvimento no momento do corte, das espécies e variedades presentes, do clima, dos solos e tratamento fertilizante e da utilização do pastoreio.

3.1.1 - Espécie e variedade

Para fases correspondentes de desenvolvimento, a digestibilidade das forragens pode assumir valores consideravelmente diferentes, consoante a espécie considerada. Dum modo geral, as gramíneas, mais ricas em glúcidos solúveis, são mais digestíveis que as leguminosas, nomeadamente a luzerna (DEMARQUILLY, 1970). Os açúcares existentes nos trevos são similares aos das gramíneas, sendo o principal a sacarose, podendo ter amido, mas carecendo de frutanas (McDONALD *et al.*, 1979).

Comparativamente com as leguminosas, as paredes celulares das gramíneas contêm mais xilanas (27% contra 12-15%), mas menos substâncias pépticas, ácidos urónicos e lenhina (JARRIGE, 1981).

As leguminosas são superiores às gramíneas em proteínas e minerais (essencialmente cálcio, fósforo, magnésio, cobre e cobalto). A luzerna contém 14-16g de cálcio/kg MS, enquanto que nas festucas a proporção é de 3 a 6g/kg MS (DUTHIL, 1967).

Em estádios vegetativos ou idades equivalentes, o *ray-grass* inglês é mais digestível que o *phleum* e, por sua vez, o trevo violeta apresenta maior digestibilidade que a luzerna.

Também existem diferenças entre variedades de uma mesma espécie. O exemplo mais conhecido é o das variedades tetraplóides de azevém italiano cujo conteúdo de hidratos de carbono solúveis é superior ao das variedades diplóides (THOMPSON, 1971, citado por PARDO e GARCIA, 1984; WEISS e DEMARQUILLY, 1970). Ainda quanto à influência da variedade, alguns autores referem que as mais tardias são, nas mesmas datas de corte, mais digestíveis (LOWE *et al.*, 1962; MINSON *et al.*, 1964; RAYMOND, 1968;

DEMARQUILLY, 1978, citados por ABREU, 1984).

3.1.2 - Clima

Em áreas temperadas, com uma distribuição de chuvas relativamente uniforme, as gramíneas crescem e amadurecem mais devagar, pelo que podem ser utilizadas numa fase precoce do crescimento, quando o seu valor nutritivo é mais alto. Nos climas mais quentes, a maturação é mais rápida, o que faz com que o conteúdo em proteína e fósforo seja mais baixo e se eleve o conteúdo em fibra bruta (McDONALD *et al.*, 1979).

O acréscimo da temperatura provoca um aumento do teor em constituintes parietais e uma conseqüente lenhificação, provocando uma diminuição do valor alimentar da forragem (MEFFATI-ALAMI *et al.*, 1989).

As plantas são mais digestíveis se a temperatura for mais baixa. Como exemplo, citam-se as gramíneas tropicais cuja digestibilidade é inferior à das gramíneas temperadas (WILSON, 1982; DEMARQUILLY, 1990). As temperaturas elevadas, estimulando a lenhificação dos tecidos de suporte (DEINUM et DIRVEN, 1976, citado por JARRIGE, 1981) explicam em parte a menor digestibilidade das forragens tropicais.

O clima também exerce uma poderosa influência no desenvolvimento das plantas, impedindo ou favorecendo o cultivo de determinadas espécies de acordo com a sua resistência a baixas temperaturas. O calor desenvolve melhor a planta, sempre que exista no solo humidade e os elementos nutritivos necessários. Os processos vitais que levam à absorção das substâncias nutritivas do solo iniciam-se a partir dos 0°C, alcançando o seu máximo aos 35°C, e paralisando quando a temperatura se eleva a 45°C (JUSCAFRESA, 1974).

A quantidade de luz solar que a planta recebe influi bastante sobre a concentração de açúcares. Em geral, num dia nublado, o conteúdo em hidratos de carbono solúveis da planta será mais baixo que num dia de sol, pois o teor de hidratos de carbono solúveis é favorecido pela intensidade luminosa e temperaturas baixas (JARRIGE, 1981).

A chuva também afecta a composição mineral da erva. O cálcio tende a acumular-se nas plantas em períodos de seca, diminuindo a sua concentração quando a humidade dos solos é alta. Por outro lado, a concentração do fósforo aumenta com as chuvas frequentes (McDONALD *et al.*, 1979).

3.1.3 - Solos e tratamentos fertilizantes

O tipo de solo pode influenciar a composição dos vegetais, sobretudo o conteúdo mineral. A reacção da planta frente a uma deficiência mineral no solo é limitar o seu crescimento e/ou reduzir a concentração do elemento nos seus tecidos.

A acidez do solo é um factor importante que exerce a sua influência sobretudo na captação de muitos microelementos pela planta. Em solos com pH elevado, o molibdénio é mais solúvel e portanto mais assimilável, enquanto que a maior parte dos restantes elementos são menos, o que explica as carências em magnésio nos solos muito calcários (DUTHIL, 1967).

Em ensaios, DURU e GIBON (1988) observaram que os teores médios de cinzas dos fenos dependiam fortemente da fertilidade das parcelas. A fertilização azotada aumenta o crescimento permitindo utilizar a planta mais precocemente. Esta fertilização tem tendência para fazer aumentar os teores de PB e diminuir os de glúcidos solúveis (JARRIGE, 1981).

Os fertilizantes podem influir indirectamente sobre o valor nutritivo de um prado permanente, alterando a sua composição botânica e trazendo consigo uma ligeira variação da digestibilidade da MO, em particular a dos rebentos (WEISS e DEMARQUILLY, 1970). Se uma mistura de gramíneas e leguminosas for fertilizada com níveis elevados de azoto, favorecemos mais o crescimento das gramíneas que o das leguminosas (DUTHIL, 1967).

3.1.4 - Utilização do pastoreio

A utilização do pastoreio antes do estado de espigamento, ou seja um corte precoce do 1º ciclo, tem como objectivo a formação de rebentos com espiga e de maior massa verde (folhas).

A composição química dos rebentos seguidos de um pastoreio apresentam, à mesma data, um menor teor em celulose (DURU, 1981; DURU e LAUGHET, não publicado; citados por DURU e GIBON, 1988). As modificações da composição morfológica, tais como a redução do número e comprimento dos caules e portanto do acréscimo da razão folhas/caule pode ser a origem das diferenças da composição química observadas (GILLET, 1980, citado por DURU e GIBON, 1988).

A digestibilidade dos rebentos aumenta de um ciclo ao seguinte porque, a uma idade idêntica, existem mais folhas e portanto vai ser mais digestível que o 1º ciclo (DEMARQUILLY, 1985). Por conseguinte, a utilização do pastoreio permite colher fenos

mais digestíveis do que se não se usasse esta técnica.

3.1.5 - Idade ou estado de desenvolvimento

A maturação no momento da recolha exerce um dos efeitos mais acentuados no valor nutritivo. À medida que a planta cresce, a proporção folhas/caules modifica. Com o avanço da idade esta proporção diminui. A diminuição das folhas em proveito dos caules é um factor determinante da evolução da composição das plantas forrageiras, já que as folhas são mais ricas em constituintes celulares que os caules (DEMARQUILLY e JARRIGE, 1971). Na forragem madura, os caules têm menos qualidade que as folhas.

Segundo DEMARQUILLY (1985) o teor em PB da planta inteira vai diminuindo com a idade. Durante o 1º ciclo, decresce em média de 23-25% a 6-7% para as gramíneas e de 26-28% a 15-18% para as leguminosas.

Ao envelhecer, a planta diminui a concentração em hidratos de carbono solúveis e cinzas (CHURCH e POND, 1977).

À medida que a planta cresce, aumentam os tecidos de suporte e com eles aumentam os hidratos de carbono estruturais (celulose, hemicelulose e lenhina). Isto reflecte-se no conteúdo da fibra bruta que pode aumentar desde, aproximadamente, 20% de MS nas plantas jovens até 40% nas maduras (McDONALD *et al.*, 1979)

Ao longo dos vários estádios de crescimento, produzem-se então alterações qualitativas na composição da MS das plantas (Quadro 4) e na quantidade desta. Assim, enquanto que a produção de MS aumenta, diminuem os teores em proteína bruta, cinzas, hidratos de carbono solúveis e aumenta o teor em fibra bruta.

Um dos factores principais que determinam o valor nutritivo da forragem é a digestibilidade da MO, que pode ser 85% em plantas jovens e descer até 50% em plantas mais velhas (McDONALD *et al.*, 1979). À medida que a planta se aproxima do estado de maturação, a digestibilidade global da MO da planta é menor, pois produzem-se importantes alterações qualitativas na composição da MS: diminui o teor em glúcidos solúveis e em azoto proteico e não proteico e aumenta o teor em hidratos de carbono da parede celular que vão sendo progressivamente incrustados de lenhina. A diminuição da digestibilidade da planta, ao longo do 1º ciclo, resulta da diminuição das folhas e conteúdos celulares e do aumento da proporção de caules e membranas e da lenhificação destas (JARRIGE e MINSON, 1964, citados por DEMARQUILLY e JARRIGE, 1971). Segundo os mesmos autores, as gramíneas apresentam valores de digestibilidade elevadas no início da vegetação (entre 80-85%) e

diminuem lentamente até um estado compreendido entre o estado "espiga 10cm" e o início do espigamento. Depois, a digestibilidade diminui de maneira contínua e rápida (0,5 - 0,6 pontos/dia) para ter à floração valores da ordem de 57 a 65% (WEISS e DEMARQUILLY, 1970).

Quadro 4 - Composição química e digestibilidade da MO do *Lolium perenne* em quatro estádios de desenvolvimento (CORBETT, 1969 citado por DIAS DA SILVA, 1977).

	Corte 1 planta jovem	Corte 2 antes da floração	Corte 3 em floração	Corte 4 semente formada
Composição química (%MS)				
Glúcidos solúveis	13,8	4,8	11,3	10,6
Celulose	21,3	22,1	23,9	26,7
Hemicelulose	15,8	18,9	19,4	25,7
Lenhina	2,7	3,6	4,3	7,3
N proteico x 6,25	14,6	11,6	10,6	6,4
N não proteico x 6,25	3,9	3,6	3,2	3,2
Fibra bruta	21,2	24,8	25,8	31,2
CUD (aparente) MO	86,0	83,0	79,0	62,0

A digestibilidade da luzerna evolui de 80%, ao início do 1º ciclo, a 60% à floração; e a do trevo violeta, respectivamente, 85-70%. A diminuição é regular ao longo do 1º ciclo e da ordem de 0,4 pontos/dia (WEISS e DEMARQUILLY, 1970).

Assim, sempre que os processos de secagem sejam similares, o valor nutritivo dos fenos procedentes de forragem cortada mais cedo será superior ao dos obtidos de forragem cortada mais tarde.

3.2 - Factores que afectam o valor nutritivo da forragem depois do corte

A composição e valor nutritivo dos fenos dependem essencialmente dos seguintes factores: condições climáticas durante a fenação, processos enzimáticos que se desenvolvem na planta depois do corte, perdas mecânicas sofridas por efeito da manipulação da forragem,

técnica de fenação e trocas durante o armazenamento.

3.2.1 - Condições climáticas durante a fenação

A influência deste factor é determinante na fenação apresentando particular acuidade nas leguminosas (DEMARQUILLY, 1970).

As condições que favorecem uma boa fenação, são céu limpo, baixa humidade relativa e vento. Não são desejáveis temperatura e insolação elevadas, pois podem provocar aquecimento exagerado sobretudo dos constituintes mais finos (folhas) conduzindo a perdas por oxidação. Por outro lado, céu encoberto e uma humidade relativa elevada condicionam a capacidade de absorção da água, prolongando o período de fenação, aumentando as perdas e exigindo mais operações (MOREIRA, 1980).

Chuva durante a fenação conduz a fortes perdas por lavagem, à elevação da humidade e conseqüentemente, ao prolongamento do período de fenação, podendo, ainda, conduzir a fermentação e ataque de outros microrganismos que degradam a forragem. As perdas serão tanto mais elevadas quanto maior o período e intensidade da chuva e quanto mais adiantada estiver a fenação (AVILEZ, 1975).

Em boas condições atmosféricas, o feno seca em 2-3 dias com poucas perdas. Em termos de perdas, ZELTER (1973) cita um valor mínimo de 9%, KLINNER (1975) 8% para gramíneas e 24% para leguminosas, nomeadamente a luzerna, e CABON (1983) 16% para as gramíneas e 25% para as leguminosas (citados por DULPHY, 1987). No oposto, ou seja sob más condições atmosféricas, ZELTER (1973) cita um valor máximo de 44% para gramíneas e KLINNER (1975) 55% para a luzerna (citados por DULPHY, 1987).

3.2.2 - Trocas químicas e perdas durante a secagem

As forragens, depois de cortadas, são submetidas a uma secagem que tem como factores determinantes os agentes atmosféricos. A conservação é possível através da eliminação da água de constituição dos tecidos vegetais, inactivando as enzimas respiratórias e proteolíticas e impedindo fermentações microbianas exógenas. As perdas de nutrientes são inevitáveis, dependendo a sua extensão da velocidade com que se processa a secagem.

3.2.2.1 - Perdas em hidratos de carbono

No processo da fenação, o principal factor de inactivação enzimática será a redução do teor em humidade, uma vez que o processo de secagem decorre a temperaturas insuficientes para a desnaturação das enzimas.

A planta depois de cortada continua a respirar enquanto o seu teor de MS for inferior a 65-80% (FREISHMAN, 1912; GREENHILE, 1959; WOOD, 1972; citados por DEMARQUILLY, 1987).

Durante este processo, há degradação dos hidratos de carbono efectuada pelas enzimas hidrolíticas e respiratórias. As perdas dos hidratos de carbono estão normalmente compreendidas entre 5-8% da MS inicial, podendo alcançar 20% (MELVIN e SIMPSON, 1963, citados por DEMARQUILLY 1987). Estas perdas são acompanhadas de importantes modificações nos glúcidos solúveis. Por exemplo, no *ray-grass* italiano, os oligossacáridos e sobretudo as frutanas diminuem, a glucose e sacarose livres permanecem praticamente constantes, enquanto o conteúdo de sacarose pode aumentar ligeiramente (DEMARQUILLY, 1987).

Um caso particular das perdas em hidratos de carbono é a formação, em presença de água e calor, de polímeros azotados por condensação de resíduos glúcidos e ácidos aminados. Os produtos finais são totalmente indigestíveis (VAN SOEST, 1982).

As perdas por respiração estão ligadas ao tempo que passa entre o corte e a morte da planta. Segundo DULPHY (1987) as perdas são menores, 3-4%, quando o tempo é seco, podendo atingir os 16% quando a secagem é lenta.

3.2.2.2 - Perdas em substâncias proteicas

As enzimas proteolíticas existentes nas células vegetais constituem a causa principal da degradação das substâncias proteicas. Os compostos orgânicos resultantes do processo degradativo das proteínas, verificado durante a secagem são, à semelhança de qualquer proteólise, péptidos, aminoácidos livres, amidas e algum amoníaco (McDONALD, 1982). Durante a secagem e principalmente nas primeiras horas depois do corte, devido à acção das proteases das plantas, diminui o teor em azoto proteico aumentando significativamente o azoto não proteico no azoto solúvel. Durante a fenação, aumentam outras formas de azoto devido à proteólise. Esta pode afectar de 0-40% das proteínas (Mc PHERSON, 1952; BRADY, 1960; MELVIN e SIMPSON, 1963; citados por DEMARQUILLY, 1987).

3.2.2.3 - Vitaminas

As vitaminas são afectadas pela secagem e o seu teor nos fenos pode ser bastante diferente do teor existente na planta em verde.

O conteúdo em carotenos (provitamina A) e clorofilas diminui durante a secagem em consequência da actividade de enzimas ligadas à acção fotoquímica do sol. Esta diminuição é tanto maior quanto mais elevados forem a temperatura exterior e o teor de água da forragem. A perda de caroteno é quase total nos fenos de gramíneas. Foi comprovado que há uma grande correlação entre as perdas de caroteno e as horas de permanência do feno no solo - perdas de 28,5, 44, 60, 76, 85 e 91% para tempos de 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas (SHEPERD *et al.*, 1954, citados por DEMARQUILLY, 1987). Secagens rápidas permitem maior preservação de caroteno.

Contrariamente ao que se verifica para a vit. A, a vit. D é beneficiada pela fenação. Os precursores, esteroides, desenvolvem actividade vitamínica através da acção da luz ultravioleta. Assim, fenos expostos à luz solar apresentam teores mais elevados em vitamina D que os produzidos sob abrigo. Referem os mesmos autores que um feno de luzerna seco inteiramente ao sol em Julho (30 a 40 horas de permanência no solo) contém 2 vezes mais vitamina D (0,97 contra 0,47 UI/g) que o feno de luzerna correspondente ventilado em abrigo (12 a 16 horas de permanência no solo).

3.2.2.4 - Perdas por lavagem

A chuva caída sobre a forragem cortada influencia o valor nutritivo dos fenos, aumentando as perdas por respiração, quando as células ainda apresentam actividade enzimática, e aumentando as perdas mecânicas por causar maior fragilidade das folhas, ao fazer a forragem aderir ao solo, sendo necessárias mais viragens e, na forragem já morta as células perdem a permeabilidade selectiva à água que arrasta por lavagem certos constituintes: glúcidos solúveis, substâncias azotadas solúveis, certos minerais e vitaminas (DEMARQUILLY, 1987). As perdas são proporcionais à quantidade de água recebida por hora (PARK *et al.*, 1978, citados por DULPHY, 1987).

Se a chuva se prolonga, desenvolvem-se bactérias e fungos que metabolizam uma parte da MO da forragem, obtendo-se fenos totalmente impróprios para consumo animal. Quando cai sobre a erva recém cortada tem pouca relevância (DEMARQUILLY, 1987).

3.2.2.5 - Perdas mecânicas

As diversas operações das máquinas (cortadores, apanhadores, juntadores e prensadores) utilizadas para cortar, acelerar a secagem e recolher as forragens ocasionam perdas que variam segundo o número e natureza destas operações, teor de MS da forragem, tipo e material utilizado e velocidade de rotação no momento da operação.

Durante o processo de secagem, as folhas perdem a humidade com mais rapidez que os caules, tornando-se quebradiças e fáceis de perder. As leguminosas são mais afectadas que as gramíneas porque as suas folhas secam mais rápido que os caules, sendo as perdas mais elevadas quanto mais seca estiver a forragem (SHEPERD, 1959 e 1961; citado por DULPHY, 1987).

Estas perdas mecânicas não são somente perdas de MS. Implicam também diminuição dos teores de azoto, minerais, vitaminas e menor digestibilidade, já que as partes mais frágeis são as mais ricas nestes constituintes. É vulgar observar, ainda, um aumento da concentração nos constituintes parietais (DEMARQUILLY, 1987).

As perdas mecânicas dependem também do momento escolhido para realizar a operação de fenação. Assim, as perdas são mais elevadas se a operação de fenação diz respeito a uma forragem superficialmente seca do que se for sobre uma forragem ainda impregnada de orvalho e, portanto, menos quebradiça que no primeiro caso (VAN BOCKSTAELE *et al.*, 1981, citados por DULPHY, 1987).

O aumento do número de viragens por dia acelera um pouco a velocidade de secagem e sobretudo a homogeneidade da secagem, mas ocasiona maiores perdas mecânicas (VAN BOCKSTAELE *et al.*, 1979, citados por DULPHY, 1987).

3.2.3 - Técnica de fenação

As perdas são mais pequenas para os fenos ventilados que para os fenos inteiramente secos ao sol. Com efeito, a ventilação limita os efeitos negativos das condições climáticas desfavoráveis com diminuição do tempo de secagem ao sol. Por outro lado, permite manipular as forragens mais húmidas onde as perdas de folhas são menores. A diferença é mais nítida no caso das leguminosas que das gramíneas (ANDRIEU *et al.*, 1981; DEMARQUILLY e ANDRIEU, 1987).

3.2.4 - Acção microbiana

Quando, devido ao mau tempo, a erva tarda mais a secar, é possível que se

desenvolva uma microflora essencialmente responsável por diversas alterações (PELHATE, 1987).

O feno com bolor é desagradável ao paladar e pode ser prejudicial aos animais. Assim, em consequência da população microbiana, aparecem alterações organolépticas responsáveis pela menor apetência do alimento, levando o animal a refugá-lo. Os microrganismos são, também, responsáveis pela diminuição da matéria seca e do valor energético dos fenos. Provocam alterações qualitativas por "desnaturação" dos nutrientes e, indirectamente, provocam a destruição dos princípios bióticos e vitamínicos (GREGORY *et al.*, 1963; LACEY, 1975, citados por PELHATE, 1987).

Os microrganismos são responsáveis por alterações organolépticas, perdas de MS, de valor energético e alguns são agentes infecciosos responsáveis por micoses, toxicidade e alergias (PELHATE, 1987). Convirá destacar a aspergilose pulmonar, provocada pelo "*Aspergillus fumigatus*", espécie frequente nos fenos húmidos (LE BARS e ESCOULA, 1973, citados por PELHATE, 1987).

3.2.5 - Modificação durante o armazenamento

As modificações do valor nutritivo do feno continuam ao longo da sua conservação. Quando o feno é armazenado suficientemente seco (mais que 85% de MS) e colocado no armazém, as perdas ao longo da conservação são muito reduzidas. DULPHY (1987) cita os valores de 1 a 2% de ZELTER (1973), 1,7% de DIJKSTRA (1957), 3 a 4% de CABON (1983). Contudo GREENHILL *et al.* (1961), citados por DULPHY (1987), referem que as perdas se podem elevar a 8% segundo a temperatura ambiente, grau de humidade do feno e a duração de armazenagem. ANDRIEU e DEMARQUILLY (1987) atribuem as modificações do valor nutritivo ao desenvolvimento de microrganismos que utilizam essencialmente os glúcidos solúveis, provocando o aquecimento do feno. Sob o efeito deste aquecimento podem-se efectuar reacções de MAILLARD entre açúcares e aminoácidos em que os compostos formados são indigestíveis.

ANDRIEU e DEMARQUILLY (1987) citam o trabalho de DIJKSTRA e VAN DER SCHAAF (1955) em que o aquecimento provoca uma diminuição sensível dos teores em glúcidos solúveis e celulose bruta e um ligeiro aumento dos teores de PB total, diminuindo, no entanto, as PB digestível. As perdas em caroteno continuam durante o armazenamento dos fenos, sendo maiores quanto maior for o aquecimento destes.

4 - DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE "IN VIVO"

A composição química dos alimentos por si não permite uma avaliação do valor nutritivo do alimento, sendo necessário determinar a sua digestibilidade. É necessário conhecer as perdas resultantes da digestão dos alimentos. As perdas resultantes nas fezes, que representam normalmente a fracção mais importante não utilizada pelo animal (resíduos indigestíveis), são estimados em ensaios de digestibilidade.

Seja qual for o método utilizado, os ensaios de digestibilidade são realizados sempre com grupos de animais da mesma espécie, raça e sexo tão uniformes quanto possível nos pesos e na idade. De preferência, utilizam-se os machos por ser mais fácil a separação das fezes e da urina. Os pequenos ruminantes (ovinos) colocam-se em jaulas de metabolismo, onde as fezes e a urina são separados por meio de colectores, um para as fezes e outro para a urina.

Antes do período experimental propriamente dito, em que se determina a digestibilidade do alimento, realiza-se a colheita integral das fezes e o controlo do alimento ingerido, torna-se necessário sujeitar os animais a um período de habituação ao regime alimentar em estudo.

Este período de habituação cumpre objectivos vários (DIAS DA SILVA, 1977):

- a) libertar o tubo digestivo dos resíduos de alimentos do regime anterior ao período de ensaio;
- b) adaptar o processo digestivo do animal ao alimento em estudo;
- c) regularizar a ingestão com vista a fixar o seu nível;
- d) estabelecer um programa diário das refeições

O alimento usado no ensaio tem de ser misturado previamente, o melhor possível, para se conseguir uma composição uniforme. É aconselhável administrar o alimento todos os dias à mesma hora e procurar que as quantidades ingeridas sejam aproximadamente as mesmas.

Para a determinação da digestibilidade podem ser utilizados dois processos: o processo directo e o processo indirecto. Nas determinações pelo processo directo os animais são alimentados exclusivamente com o alimento, ou mistura de alimentos, cuja digestibilidade queremos medir. Pelo processo indirecto os animais recebem um alimento do qual se conhece a digestibilidade e o alimento cuja digestibilidade queremos determinar,

sendo esta determinada por diferença. Quando se trata de alimentos que permitam o crescimento, ou pelo menos a manutenção do peso vivo dos animais e do seu bom estado de saúde, utiliza-se o processo directo. Em todos os outros casos usa-se o processo indirecto.

Há ocasiões em que, por falta de material apropriado ou pela natureza do ensaio, é impossível controlar a ingestão da dieta ou pesar as fezes ou ambas. Nestes casos, é possível calcular a digestibilidade juntando ao alimento uma substância que seja totalmente indigestível (indicador), medindo a sua concentração no alimento e em amostras das fezes de cada animal. Se o indicador for uma substância constituinte do próprio alimento - indicador interno, este método torna viável estudos com animais em pastoreio. O rigor do método vai depender fundamentalmente da indigestibilidade do indicador e da sua total recuperação nas fezes. Mas para além desta característica o indicador deve apresentar outras (DIAS DA SILVA, 1977):

- não exercer qualquer acção prejudicial sobre o organismo;
- ser de fácil e rápida determinação química;
- a sua recuperação nas fezes não depender da forma de administração do alimento;
- existir, se possível, no alimento e em quantidades mensuráveis;
- o seu nível de excreção nas fezes se estabeleça rapidamente;

São várias as substâncias usadas como indicadores:

- indicadores internos (sílica, lenhina e cromogéneo das plantas)
- indicadores externos (óxidos de feno, óxido crómio, sulfato de bário e radioisótopos).

4.1 - Factores que afectam a digestibilidade "in vivo"

A digestibilidade de um alimento é influenciada por diversos factores, que podem ser divididos em: factores dependentes do animal (factores internos) e factores dependentes do alimento (factores externos).

4.1.1 - Factores dependentes do animal

O factor dependente do animal mais importante é sem dúvida a espécie, o qual deriva de particularidades anatómicas e funcionais do aparelho digestivo. Dentro de cada espécie observam-se por vezes diferenças na aptidão digestiva atribuídas à idade, ao parasitismo intestinal e ao eventual mau estado de dentição. RAYMOND *et al.* (1954)

observaram uma tendência para um aumento da capacidade digestiva dos animais com a idade. SCHNEIDER et FLATT (1975) referem que o mau estado de dentição pode afectar a sua capacidade digestiva por tornar difícil a mastigação adequada dos alimentos.

Além destes factores, também se observam variações de digestibilidade entre animais (CORBETT, 1969 e ULYATT, 1973, citados por ABREU, 1984).

4.1.2 - Factores dependentes do alimento

4.1.2.1 - Composição química do alimento

Desde há muito que tem sido posta em destaque a influência da composição química na digestibilidade da forragem (SCHNEIDER, 1947; KIWIMAE, 1959, citados por ABREU, 1984; VAN SOEST, 1965). A MS pode ser fraccionada em constituintes da parede celular (NDF) e conteúdos celulares. Os conteúdos celulares são completamente digestíveis e não são afectados pela lenhificação da amostra.

A digestibilidade das forragens depende da digestibilidade da parede celular que é parcial, variando com o teor de lenhina (VAN SOEST, 1965). Os conteúdos celulares dos alimentos fibrosos digerem-se quase por completo, mas as paredes celulares, constituídas principalmente por celulose e hemicelulose, apresentam uma digestibilidade baixa, dependendo do teor em lenhina. A fracção NDF é constituída por uma parte potencialmente digestível e uma indigestível, dependendo da proporção de celulose, hemicelulose e lenhina que a constituem.

Com o avanço da maturidade há alterações na composição da parede celular do qual resultam decréscimos na digestibilidade (JUNG e VOGEL, 1986). A digestibilidade da celulose e hemicelulose decresce com a idade da planta devido a uma maior lenhificação da parede celular. Vários autores (MOWAT *et al.*, 1969, citado por JUNG e VOGEL, 1986; VAN SOEST, 1975) têm observado que o teor em lenhina tem um efeito depressivo na digestibilidade. Segundo VAN SOEST (1964), o efeito da lenhina na digestibilidade dos constituintes da parede celular deve-se ao facto desta limitar a disponibilidade da celulose e hemicelulose para os microrganismos do rúmen.

A actividade da população microbiana depende, em grande parte, da composição dos conteúdos celulares que fornecem os elementos nutritivos e os factores de crescimento necessários aos microrganismos (JARRIGE *et al.*, 1973; SCHNEIDER et FLATT, 1975). Abaixo de determinados níveis, a proteína é um factor limitante à digestibilidade das

fornagens devido à consequente diminuição da actividade microbiana do rúmen (GLOVER e DOUGAL, 1960; BLAXTER e WILSON, 1963; MILFORD e MINSON, 1966; RAYMOND, 1969; citados por ABREU, 1984). Deficiências do alimento em substâncias vitais (minerais, vitaminas, etc.) podem também reduzir a digestibilidade.

O teor em PB tem um efeito positivo na digestibilidade. Uma variação de 10g/kg de MO do teor em PB traduz-se numa variação da digestibilidade, no mesmo sentido, de 0,014 unidades por dia (ANDRIEU e WEISS, 1981).

Outros autores (RAYMOND, 1969; REID, 1973; KELLER, 1975; MARTENS, 1978; MARTENS, 1981, 1985; HEGARTY, 1982, citados por ABREU, 1984) também têm destacado o efeito de princípios tóxicos presentes em algumas forragens. A sua influência parece exercer-se na população microbiana, inibindo a sua actividade celulolítica, prejudicando o processo digestivo normal, podendo também ocorrer a intoxicação do próprio animal.

4.1.2.2 - Interações entre os constituintes do regime alimentar

A digestibilidade dos alimentos pode ser determinada administrando os alimentos isoladamente ao animal ou fornecendo-os juntamente com o alimento base.

A digestibilidade de um alimento é afectada não somente pela sua composição química, mas também pela composição química de outros alimentos consumidos ao mesmo tempo. Assim, a digestibilidade do regime não é igual à média ponderada das digestibilidades dos componentes do regime. Atribui-se esta discrepância a fenómenos de digestibilidade associativa. Neste caso, um alimento pode diminuir ou aumentar a digestibilidade de outro que lhe está associado.

Assim, nos ruminantes, a suplementação de um alimento grosseiro pobre em azoto, com uma fonte azotada traduz-se muitas vezes numa melhoria da digestibilidade do alimento grosseiro, consequência de ter sido fornecido aos microrganismos celulolíticos do rúmen um factor até aí limitante à sua multiplicação e actividade - o azoto (DIAS DA SILVA, 1977; GLOVER et DOUGALE, 1960; BLAXTER et WILSON, 1963; MILFORD et MINSON, 1966; RAYMOND, 1969, citados por ABREU, 1984). Por outro lado, a suplementação de um alimento do mesmo tipo do anterior com glucose e amido provoca um decréscimo da digestibilidade da celulose.

Outro exemplo de digestibilidade associativa verifica-se quando da adição de gordura em níveis elevados às rações dos ruminantes; neste caso a digestibilidade dos

constituintes da parede celular é desfavoravelmente afectada, pois a gordura tem um efeito prejudicial sobre os microrganismos.

4.1.2.3 - Forma de apresentação dos alimentos

Os alimentos podem ser apresentados aos animais na sua forma natural ou serem submetidos a algum processo tecnológico que a altere. O corte, a trituração e a granulação são os processos, mais correntemente empregues, que alteram a digestibilidade pelos seus efeitos sobre a acção mecânica ou química da digestão ou sobre a ingestão.

Com o objectivo de se conseguir uma digestibilidade mais elevada, os grãos de cereais são triturados quando são administrados aos bovinos e moídos quando são administrados aos suínos. O efeito da moenda na digestibilidade do alimento deve-se ao aumento acentuado da superfície do grão exposta à acção enzimática. Nos ruminantes, pode prevalecer o efeito de um trânsito digestivo mais acelerado e de uma incapacidade de digestão enzimática do amido ao nível do intestino.

A posterior aglomeração em *pellets* dos cereais moídos pode provocar uma melhoria da sua digestibilidade, consequência da acção do calor, produzido na granuladora, na ruptura das cadeias amilolíticas.

O corte em troços até 1-2cm de alimentos grosseiros tem pouco efeito sobre a digestibilidade, mas indirectamente pode reduzi-la, ao evitar que os animais seleccionem os componentes mais digestíveis.

A trituração, seguida ou não da granulação, tem uma grande importância sobre a forma como os alimentos grosseiros são digeridos e, portanto, sobre a sua digestibilidade. Os alimentos grosseiros triturados atravessam o rúmen com maior velocidade do que alimentos grosseiros não triturados pois os seus componentes fibrosos são fermentados em menor quantidade. A trituração dos alimentos volumosos pode diminuir a digestibilidade da fibra bruta até 20 unidades percentuais e a da MS em 5-15 unidades (McDONALD *et al.*, 1981). A diminuição da digestibilidade é maior para os alimentos grosseiros de baixa digestibilidade e pode tornar-se mais acentuada pelo efeito que o nível de ingestão tem sobre a digestibilidade, já que a trituração permite um maior consumo de alimentos grosseiros pelos ruminantes.

A acção do calor pode ser benéfica ou prejudicial quando excessiva. É benéfica quando destrói factores antinutricionais como sucede, por exemplo, com o factor antitripsínico e certas substâncias bociogénicas e anticoagulantes da soja e com o gossipol do bagaço de algodão (DIAS DA SILVA, 1977). Pode ainda ser benéfica para ruminantes na

medida em que reduz a solubilidade da fracção azotada do rúmen e melhora a retenção azotada. Será prejudicial quando excessiva, pois pode provocar reacções de MAILLARD.

Alguns alimentos fibrosos tais como a palha de cereais, nos quais a hemicelulose e lenhina se encontram ligadas quimicamente, podem efectuar-se tratamentos químicos para quebrar as ligações químicas entre estes dois componentes. Os produtos químicos de utilização mais frequente no tratamento são o hidróxido de sódio e o amoníaco.

4.1.2.4 - Nível alimentar

O nível de ingestão é um dos factores que afectam a digestibilidade dos alimentos. Assim, diversos autores citados por ABREU (1984), (RAYMOND *et al.*, 1955, 1959; HUTTON, 1962; SCHNEIDER *et FLATT*, 1964; SCHNEIDER *et FLATT*, 1975) consideram que um aumento do nível alimentar provoca uma redução da digestibilidade.

Muitas experiências têm demonstrado o decréscimo da digestibilidade com o aumento do nível de ingestão (LEAVER *et al.*, 1969; MOE *et al.*, 1965; BLAXTER, 1969; BRAUN, 1966). Aumentando a quantidade de alimento consumido por um animal, há também um aumento da sua velocidade de passagem pelo tracto digestivo, diminuindo, portanto, o tempo disponível para a acção enzimática, o que pode ocasionar uma diminuição da digestibilidade. Um nível de ingestão baixo está associado a uma digestibilidade completa de todos os nutrientes, pois o alimento permanece mais tempo no tubo digestivo. A redução no tempo de retenção pode ser a causa do decréscimo da digestibilidade (LEAVER *et al.*, 1969; BRAUN, 1966).

Análises de resultados de ensaios feitos com diferentes forragens fornecidas "ad libitum" a carneiros, mostraram que a ingestão voluntária aumenta com a qualidade do alimento (BLAXTER, 1969), decrescendo a ingestão "ad libitum" com o aumento do teor em constituintes da parede celular. Este efeito na depressão da ingestão é atribuído a um acréscimo da massa fibrosa no rúmen (MOE *et al.*, 1965). A ingestão voluntária influencia a digestibilidade, de uma forma tanto maior quanto mais baixa é a digestibilidade do alimento.

Alguns estudos feitos sobre o decréscimo da digestibilidade, associada com o nível de ingestão, mostram que esta parece estar relacionada com a qualidade da forragem. Resultados de estudos feitos por vários autores (BLAXTER, 1969; FENNER *et al.*, 1967; MOE *et al.*, 1965) mostraram que o nível de ingestão de uma forragem de boa qualidade, caracterizada por alto teor em proteína bruta e baixo teor em fibra bruta, não provoca alterações significativas na digestibilidade da matéria seca ou de qualquer outro nutriente

contrariamente ao observado numa forragem de má qualidade. Do mesmo modo, BRAWN (1966) verificou que há um maior efeito da ingestão no decréscimo da digestibilidade de um feno de baixa qualidade do que num feno de alta qualidade.

Decréscimo da digestibilidade com o aumento do nível de ingestão, relacionada com a qualidade da forragem, é ilustrado através da análise de regressão de dados apresentados no Gráfico 1, os quais mostram o decréscimo da digestibilidade aparente de 1,5, 2,4 e 3,3% com o nível de ingestão respectivamente, para forragens de gramíneas de 1º corte, corte intermédio e último corte (BRAWN, 1966).

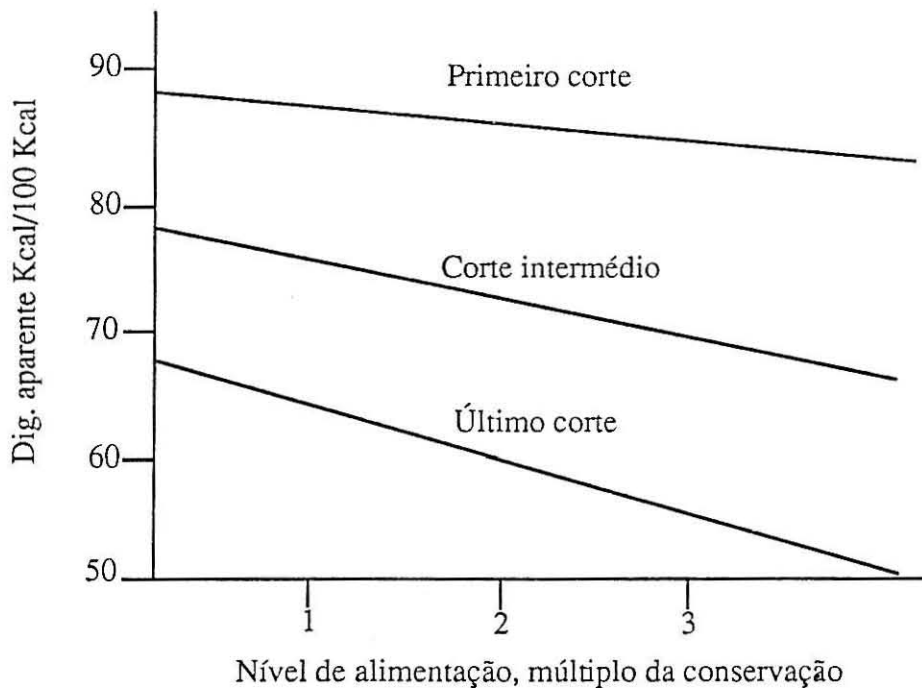
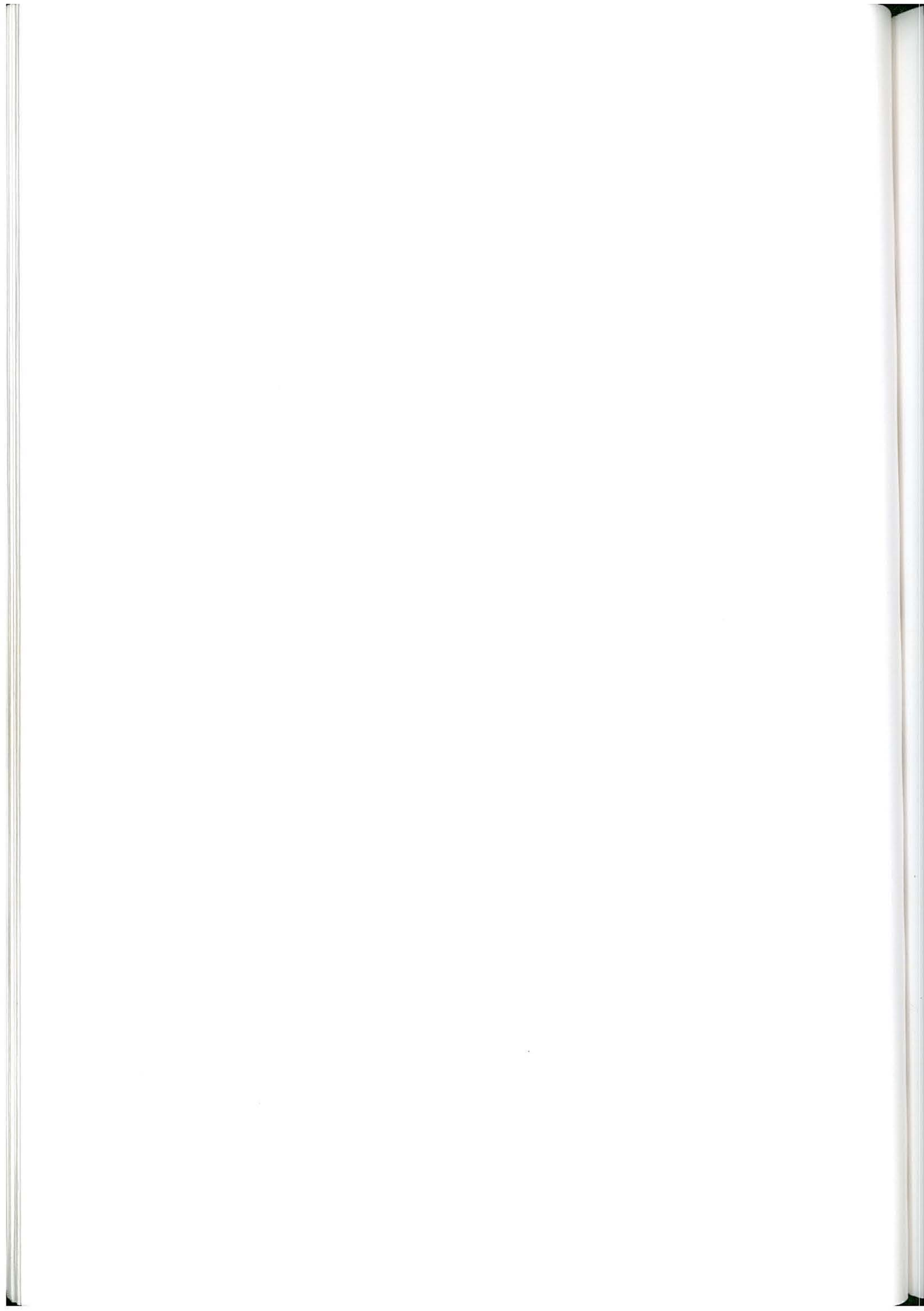
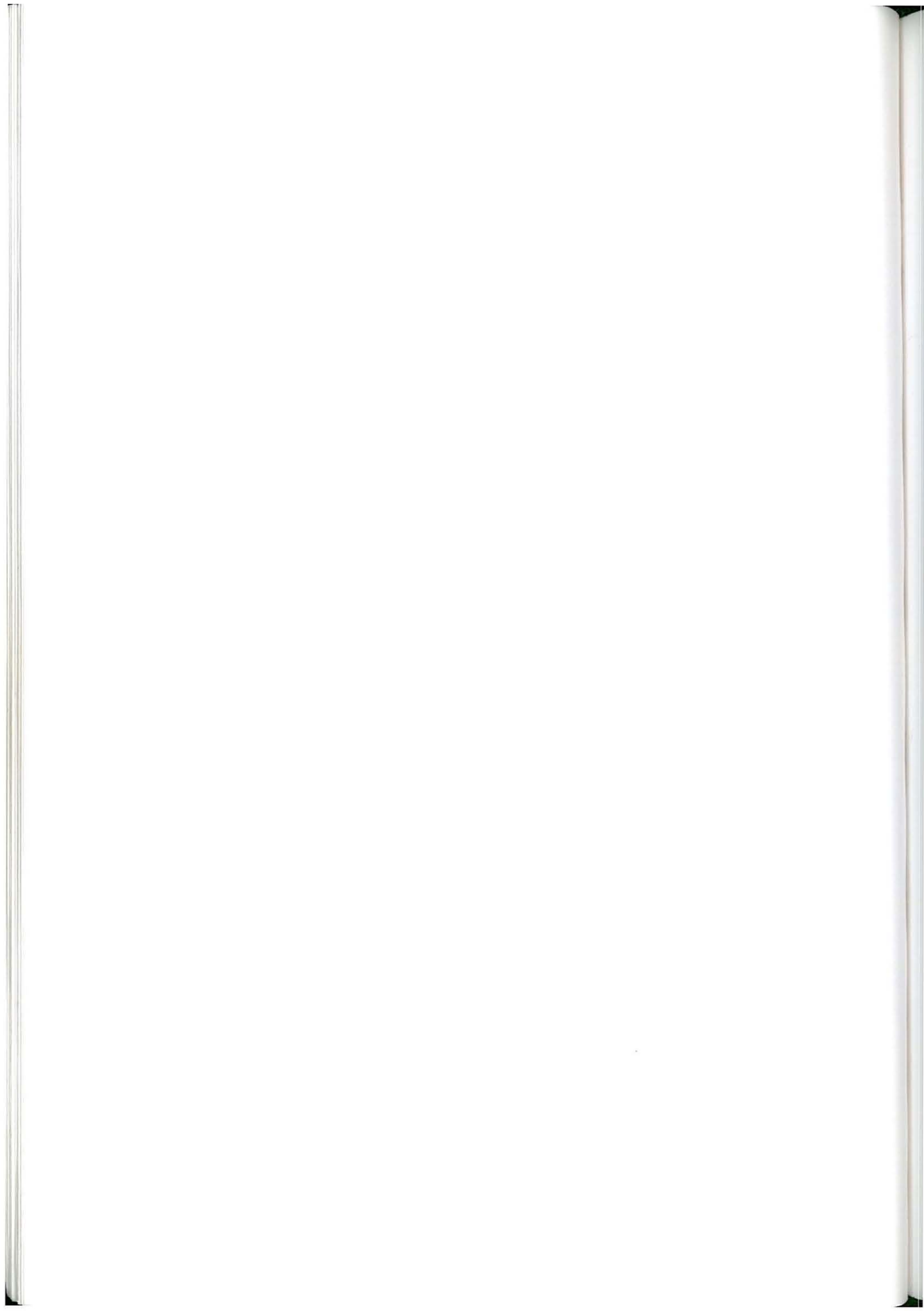


Gráfico 1 - Efeito do nível alimentar na digestibilidade da energia de Ray-grass (BLAXTER, 1962; BRAWN, 1966).

De acordo com o ARC (1980), para forragem com 75% de digestibilidade, a um incremento da ingestão por kg $W^{0,75}$ para o dobro, reduz-se a digestibilidade em 2,2% enquanto que para uma forragem com 55% de digestibilidade a redução é de 4,2%.



PARTE II - TRABALHO EXPERIMENTAL



1 - MATERIAL E MÉTODOS

O objectivo fundamental desta tese é permitir o conhecimento do valor nutritivo do feno de lameiros de modo a permitir a sua melhor utilização. O valor nutritivo é avaliado por uma das suas componentes mais importantes - a digestibilidade "in vivo". A impossibilidade prática de uma determinação contínua da digestibilidade "in vivo" torna necessário o recurso à estimativa da digestibilidade mediante um método simples, fiável e acessível. Esta estimativa conduz, eventualmente, a um erro pois todos os factores que afectam a digestibilidade "in vivo" não podem ser tidos em conta. Para cada lameiro existirá, logicamente, um método de estimativa de acordo com os factores de variação mais importantes, segundo predominem umas espécies vegetais ou outras, grau de lenhificação, idade da planta, etc. Uma vez que o processo de conservação tradicional da erva dos lameiros da região é a fenação, é importante encontrar um método de estimativa do valor nutritivo aplicado a fenos.

Para cumprir o objectivo atrás descrito foram seleccionados ao acaso 21 lameiros nos Concelhos de Bragança e Vinhais (Figs. 1 e 2) representativos de toda a zona descrita no ponto 2 da revisão bibliográfica.

De cada lameiro obtiveram-se cerca de 400kg de feno para o estudo da composição química e determinação da digestibilidade "in vivo".

Como o estado vegetativo influi grandemente sobre a digestibilidade, tomou-se um único estado vegetativo para a recolha de todos os fenos (estado de frutificação). Optou-se por este estado de desenvolvimento da planta, porque é o normal na região, uma vez que as condições climáticas só assim o permitem e também porque o agricultor pretende assegurar elevadas produções de MS por hectare.

1.1 - Análise Química

Sobre os fenos foi realizada uma análise química para determinar os parâmetros que mais influenciam a digestibilidade.

A análise química dos fenos em estudo foi efectuada num laboratório, montado por nós, na Escola Superior Agrária de Bragança.

Nas amostras, previamente moídas em moinho de martelos com crivo de 1mm, foram determinadas as diversas fracções analíticas de uma análise imediata e fraccionamento da parede celular.

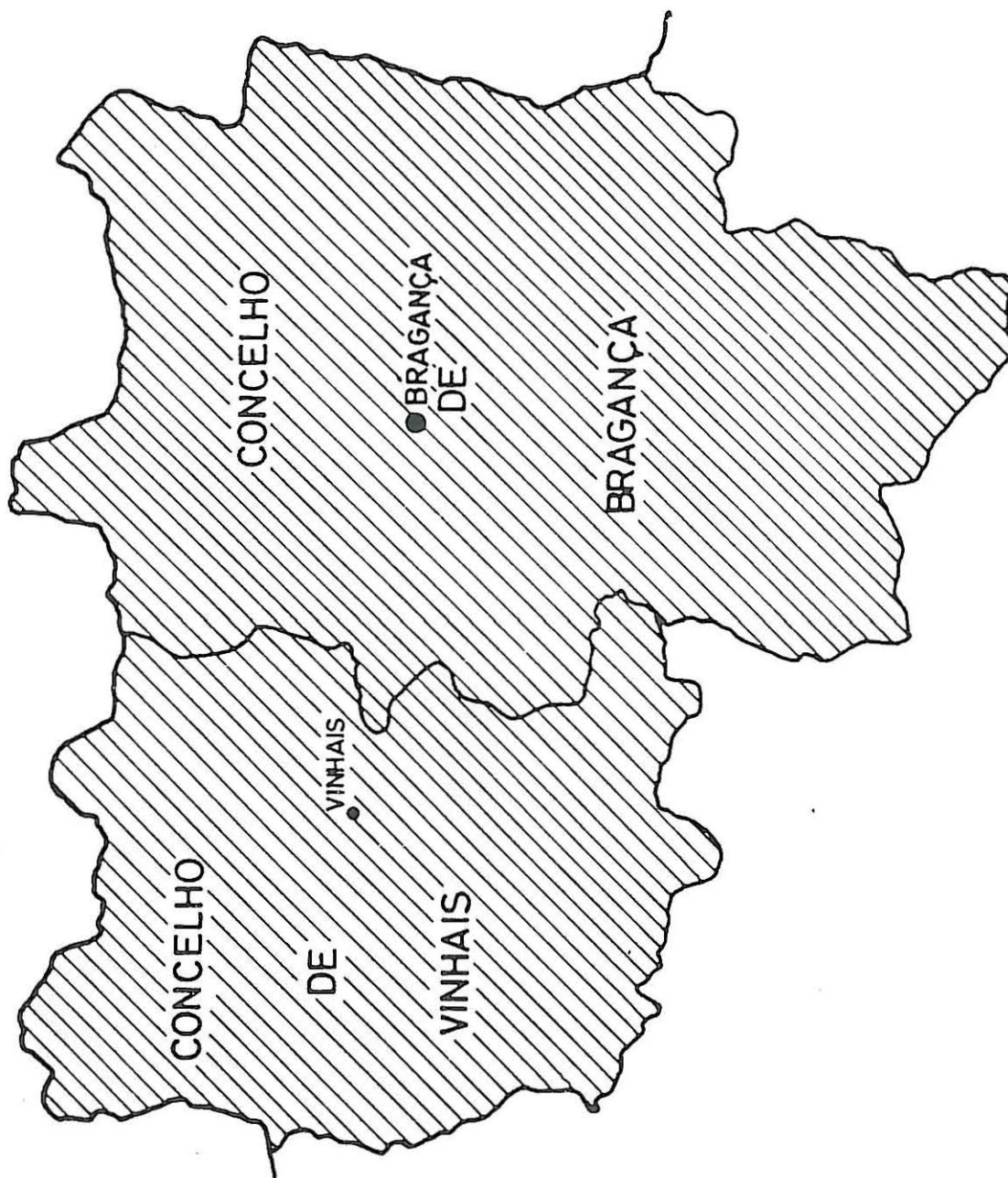


Fig. 1 Mapa dos concelhos de Bragança e Vinhais

Assim, foram determinados os seguintes parâmetros:

Matéria Seca (MS) - Determinada em duas fases: a primeira em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 24 horas (AOAC, 1984) e a segunda, para determinação da humidade residual, em estufa sem ventilação, regulada a 100 - 105°C durante 4 horas.

Cinzas - Determinadas por calcinação, em mufla, à temperatura de 550°C, durante 3 horas (AOAC, 1984).

Matéria Orgânica (MO) - Calculada pela diferença MS - Cinza, da mesma quantidade de forragem, determinada nas condições acima referidas.

Proteína Bruta (PB) - Determinada pelo método Kjeldhal (macro-Kjeldhal) utilizando o factor 6,25 para conversão do azoto em proteína bruta. (Norma Portuguesa 2030, 1983).

Fibra detergente neutro (NDF) - Determinada pelo método de ROBERTSON e VAN SOEST (1981). Proporção do alimento insolúvel a quente numa solução com o detergente sulfato de laurilo sódico a PH neutro, depois de ebulição suave durante uma hora e lavagem final com acetona.

Fibra detergente ácido (ADF) - Proporção do alimento insolúvel a quente, numa solução do detergente brometo de cetil-trimetilamónio em ácido sulfúrico 1N, depois de ebulição suave durante uma hora e lavagem final com acetona (ROBERTSON e VAN SOEST, 1981).

Lenhina detergente ácido (ADL) - Tratamento do resíduo da fibra detergente ácido com H₂SO₄ a 72%, durante três horas, para dissolver a celulose, deixando como resíduo a lenhina com produtos da reacção de MAILLARD, cinzas e alguma cutina (ROBERTSON e VAN SOEST (1981).

Todas as determinações foram realizadas em duplicado.

1.2 - Medição da digestibilidade "in vivo"

Para efectuar os ensaios de digestibilidade "in vivo" foi necessário construir uma sala, a qual montamos de maneira adequada para o efeito, na Escola Superior Agrária de Bragança. Neste sentido, foi construída uma sala onde colocámos os animais em ensaio e além desta foram construídas mais três consecutivas, numa das quais instalamos as balanças para as pesagens dos alimentos, refugos e fezes; noutra colocámos a estufa a 65°C com ventilação forçada e a arca congeladora e numa outra o moínho de martelos com crivo de

1 mm e arcas para armazenamento dos alimentos (Fig.3). Introduzimos os animais em gaiolas de metabolismo fabricadas em metal e equipadas com dispositivos para recolha separada de fezes e urinas esquematizadas na Fig. 4. O comedouro e bebedouro estavam colocados de tal forma que não facilitava a entrada da água no comedouro nem a entrada do alimento no bebedouro. Os animais estavam presos de modo a não terem liberdade suficiente para se movimentarem de maneira a que as fezes pudessem cair no colector errado.

Pusemos a funcionar 2 extractores de cheiros e 1 desumidificador para controlo do ambiente.

1.2.1 - Animais e técnica utilizada

Foram utilizados para o estudo 8 carneiros adultos do grupo étnico Churro Galego Bragançano dos quais foram constituídos 2 grupos de 4 animais. Os animais foram alojados em gaiolas ou caixas metabólicas individuais, equipadas com dispositivos para recolha separada de fezes e urinas, e mantidos numa sala não climatizada.

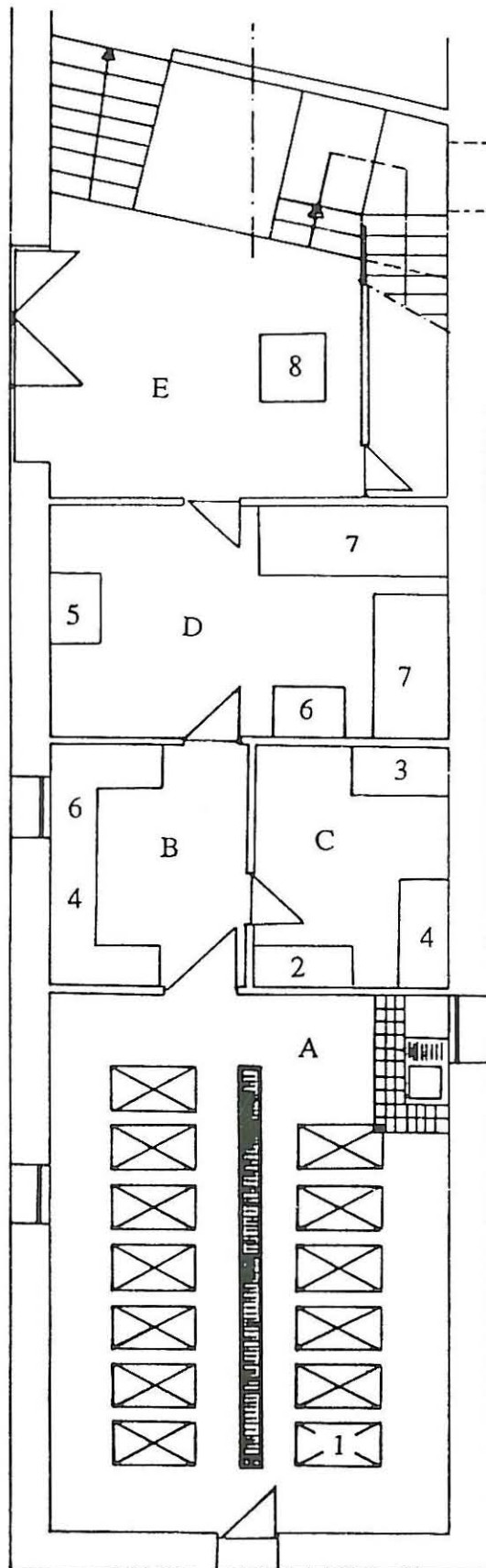
Antes do início dos ensaios, os carneiros foram desparasitados e vacinados contra a enterotoxemia e antes do período experimental, os animais tiveram um período de adaptação às gaiolas, ao alimento e ao ambiente durante 20 dias.

O feno foi cortado em troços de aproximadamente 5cm, com a finalidade de evitar perdas nos comedouros, reduzir a ingestão selectiva e facilitar as pesagens.

Cada ensaio compreendeu 12 dias, 5 dos quais para adaptação ao novo alimento e 7 para medida da ingestão e da excreção fecal. Os animais foram alimentados 2 vezes por dia, uma da parte da manhã (8 horas) e outra de tarde (16 horas) em quantidades que garantissem a ingestão "ad libitum". Para isso, foi fornecido ao animal alimento (ajustado diariamente) de modo a que a quantidade oferecida excedesse em 10-15% a quantidade ingerida voluntariamente. Água e sais minerais encontraram-se sempre à disposição dos animais.

Durante o período de medida da ingestão e excreção fecal, o alimento oferecido, o recusado e as fezes foram individualmente pesados e registados. Durante este período, também se procedeu à recolha de amostras diárias representativas do feno oferecido, do feno recusado e das fezes.

As amostras de feno oferecido e recusado foram secas diariamente em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, durante 24 horas. Estas amostras, depois de determinado o respectivo teor de MS, foram acumuladas numa só amostra durante o período de recolha e no final deste foram moídas em moínho de martelos equipado com crivo de



Legenda:

1 - Gaiola de metabolismo

2 - Arca congeladora

3 - Estufa com ventilação forçada

4 - Bancada

5 - Moinho de martelos

6 - Balança

7 - Arca de armazenamento dos alimentos

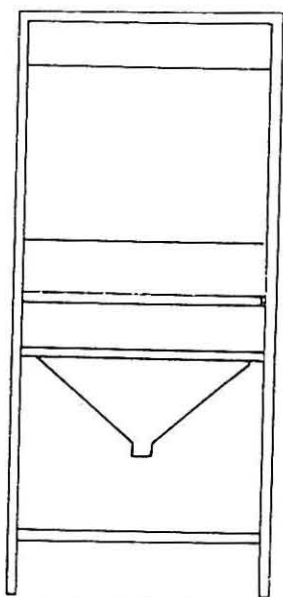
8 - Moinho

A - Sala de digestibilidade

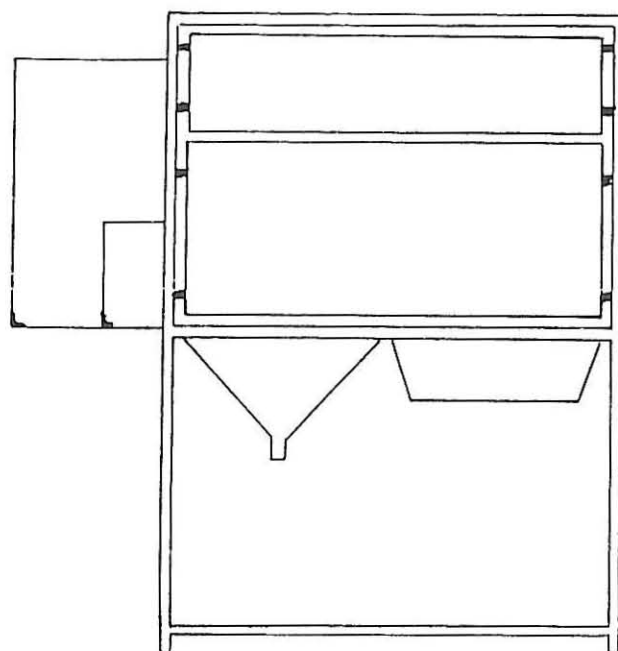
B, C, D e E - Salas de apoio

Escala - 1 : 100 000

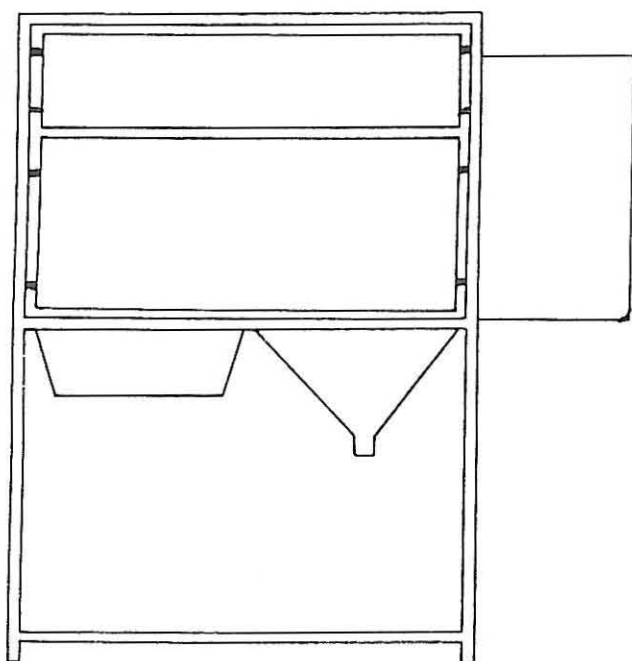
Fig. 3 Salas de digestibilidade e apoio



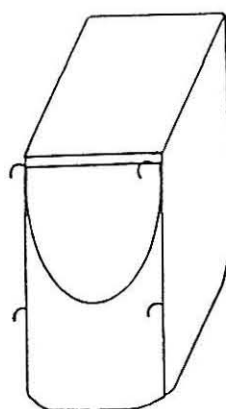
Parte da frente



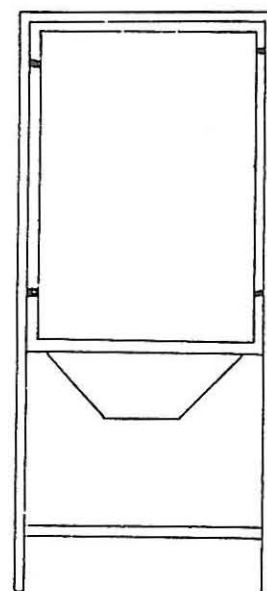
Lado direito



Lado esquerdo



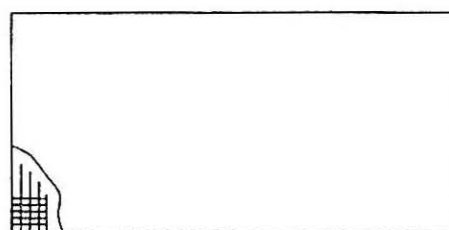
Comedouro



Parte posterior



Bebedouro



Grelha

Escala 1 : 20
Fonte: EZN - Santarém
Fig. 4 Gaiola ou caixa metabólica

malha redonda com 1mm de diâmetro para posterior análise química.

Das fezes diárias, após cuidadosa homogeneização, apenas se conservou 20% do total excretado por carneiro a uma temperatura entre -15°C e -18°C. No final de cada período de recolha, era retirada uma amostra representativa a qual era moída e seca na estufa com circulação forçada de ar a 65°C, durante 48 horas. Depois de determinado o respectivo teor de MS, era moída em moinho de martelos equipado com crivo de malha redonda com 1mm de diâmetro para posterior análise química.

Os carneiros foram pesados no início e no fim de cada período de recolha e o valor médio foi tomado para o cálculo da ingestão voluntária.

1.2.2 - Determinação do Coeficiente de Utilização Digestiva

O procedimento básico envolvido nos ensaios de digestão consistiu na medida da quantidade de nutriente consumido e a quantidade de nutriente excretado durante o período experimental. Das quantidades da MS e Matéria Orgânica (MO) do alimento consumido e das fezes excretadas, a digestibilidade "in vivo" foi calculada segundo a seguinte fórmula:

$$\text{CUDMS} = \frac{(\text{MSO} - \text{MSR}) - \text{MSF}}{(\text{MSO} - \text{MSR})} \times 100$$

em que:

CUDMS — Coeficiente de Utilização Digestiva da MS

MSO — MS oferecida

MSR — MS refugada

MSF — MS excretada nas fezes

(MSO - MSR) corresponde à MS ingerida.

Realizamos cálculos idênticos para a MO.

1.2.3 - Determinação da ingestibilidade

A ingestibilidade, ou seja a quantidade de alimento ingerido diariamente por unidade de peso dos animais, foi expressa em MS e MO e em ambos os casos foram referidos ao peso vivo e ao peso metabólico.

1.3 - Outras estimativas da digestibilidade

Sendo um dos objectivos fundamentais desta tese comparar, para os fenos de prados

naturais do Nordeste de Portugal, os valores da digestibilidade determinada "in vivo" com outras estimativas da digestibilidade, foram determinados os valores da digestibilidade "in vitro", Tilley Terry modificado, digestibilidade enzimática e digestibilidade do NDF.

1.3.1 - Digestibilidade "in vitro" Tilley e Terry modificada por Marten e Barnes (1980)

A técnica utilizada consistiu na incubação da amostra, em presença de licor de rúmen em solução nutritiva tampão (Quadro 1) em meio anaeróbio e à temperatura de 39°C - 40°C, durante 48h, sendo suavemente agitados 2 vezes por dia. Findo este tempo, foi adicionado ácido clorídrico 6N para paragem da fermentação e pepsina, incubando mais 24 horas. Em seguida, as amostras foram filtradas, secas em estufa a 103°C e incineradas a 550°C, durante 2h e 30m.

Todas as amostras foram feitas em duplicado.

O licor de rúmen foi obtido de 3 carneiros fistulados e alimentados 2 vezes por dia com feno da região e suplemento mineral e vitamínico.

**Quadro 1 - Solução nutritiva tampão (Kansas State Buffer)
(Barnes e Lynch, não publicado)**

Reagentes	Quantidade
Solução A	g/litro
Dihidrogeno fosfato de potássio - KH_2PO_4	10,00
Sulfato de magnésio - $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,50
Cloreto de sódio - NaCl	0,50
Cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0,10
Solução B*	g/100ml
Carbonato de sódio (Na_2CO_3)	15,00
Sulfureto de sódio ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)	1,00

* Imediatamente antes do início do ensaio, adicionar 20ml da solução B por cada litro da solução A. A quantidade exacta variará de molde a obter um PH final de 6,8.

Nos ensaios de digestibilidade "in vitro" incluímos amostras padrão, cuja digestibilidade "in vivo" é conhecida, destinadas a testarem a validade do ensaio. Tilley e

Terry (1963) recomendam o uso de 2 amostras padrão, analisadas em triplicado ou quadriplicado.

A digestibilidade média destes padrões, quando comparada com os valores obtidos num determinado ensaio, permitem a avaliação da eficiência digestiva do inóculo de rúmen e da solução de pepsina utilizados (TILLEY e TERRY, 1963, citados por FERREIRA, 1985) e testar as condições experimentais do ensaio.

A utilização de amostras padrão de que são conhecidos os valores da digestibilidade "in vivo" permite, pelo cálculo de equações de regressão, estimar os valores "in vivo" (DMO est.) a partir dos resultados obtidos "in vitro".

Também foram incluídos 3 ensaios em branco para avaliar o resíduo indigestível contido no licor de rúmen.

A digestibilidade "in vitro" da MO calculou-se segundo a seguinte fórmula:

$$\text{Dig. MO} = \frac{\text{toma} \times \% \text{ MO}/100 - (P_1R_1 - P_2R_2) - (P_B - P_{B'})}{\text{toma} \times \% \text{ MO}/100} \times 100$$

sendo:

toma = peso em gramas da amostra utilizada (0,25)

%MO = % da MO sobre a amostra natural

P_1R_1 = peso do cadinho mais resíduo da amostra seca em estufa a 103°C

P_2R_2 = peso do cadinho com o resíduo da amostra incinerada a 550°C

P_B = peso do cadinho do ensaio em branco após secagem em estufa a 103°C

$P_{B'}$ = peso do cadinho do ensaio em branco após incineração em mufla a 550°C

sendo:

$\text{toma} \times \% \text{ MO}/100 = \text{MO inicial}$

$[(P_1R_1 - P_2R_2) - (P_B - P_{B'})] = \text{MO não digerida}$

1.3.2 - Digestibilidade enzimática

Baseia-se na simulação do processo digestivo do rúmen através do uso de celulase ou outras enzimas.

Para facilitar a acção celulolítica, a amostra foi tratada primeiro com solução de pepsina, durante 24 horas, a uma temperatura de 40°C. Seguidamente foi colocada a 80°C, durante 30 minutos exactos. Foi filtrado e finalmente foi tratada com uma solução acetato

tampão, contendo celulase durante 24 horas a 40°C. Foi novamente filtrada, seca na estufa a 103°C e incinerada a 550°C durante 3 horas (AUFRERE, 1982).

Solução de pepsina:

2g de pepsina (1:10 000) para 1 litro de ácido clorídrico 1N.

Para 0,5g de amostra de feno aplicaram-se 50ml.

Solução acetato tampão:

- 5,9 ml ácido acético (CH₃COOH, 96%) para 1 litro de água (sol. A)

- 13,9g de acetato de sódio (CH₃COONa·3H₂O) para um litro de água (sol. B)

Para preparar a solução acetato tampão, mistura-se a solução A à solução B até alcançar PH estável, compreendido entre 4,6 e 4,7.

Solução acetato tampão com celulase "Onozuka R₁₀" da "Tricoderma Viride".

1g de celulase para 1litro de acetato tampão.

Para 0,5g de amostra aplicaram-se 50ml.

A digestibilidade pepsina-celulase da MO calculou-se segundo a seguinte fórmula:

$$\text{Dig. enz.} = \frac{(\text{MO inicial} - \text{MO não digerida})}{\text{MO inicial}} \times 100$$

sendo:

$$\text{MO inicial} = \text{toma} \times \% \text{MO} / 100$$

sendo:

toma = peso em gramas da amostra utilizada (0,5)

%MO = percentagem da MO sobre a amostra natural

$$\text{MO não digerida} = P_{103^{\circ}\text{C}} - P_{550^{\circ}\text{C}}$$

sendo:

P_{103°C} = peso do cadinho com o resíduo da amostra seca em estufa a 103°C

P_{550°C} = peso do cadinho com o resíduo da amostra incinerada em mufla a 550°C

1.3.3 - Digestibilidade do NDF

Incubação da amostra, durante 48 horas, em presença de licor de rúmen e solução nutritiva tampão (Quadro 2) em meio anaeróbio e à temperatura de 39-40°C. Durante este período, foram suavemente agitadas duas vezes por dia. Findas as 48 horas, a fermentação foi

interrompida e o conteúdo dos tubos foi submetido à extração com solução detergente neutro (GOERING e VAN SOEST, 1970).

Quadro 2 - Solução NDF (GOERING e VAN SOEST, 1970)

Reagentes	Quantidade
	g/litro
Sulfato de laurilo sódico - $C_{12}H_{25}NaO_4S$	30,00
EDTA - Titriplex III - $C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2 \cdot 2H_2O$	18,61
Tetraborato de sódio - $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	6,81
Hidrogeno fosfato de sódio anidro Na_2HPO_4	4,56
Etilenoglicol - $C_2H_6O_2$	10ml

A solução NDF deve ter um PH 6,9 - 7,1 o qual é ajustado, se necessário, com NaOH ou HCl.

A fracção NDF digerida foi calculada como a diferença entre o teor em NDF da amostra e às 48 horas de fermentação. Os resíduos foram incinerados em mufla a 550°C, durante 3 horas, por forma a basear o cálculo do resíduo NDF isento de cinzas.

A digestibilidade do NDF calculou-se segundo a seguinte formula:

$$\text{Dig. NDF} = \frac{\text{toma} \times \% \text{NDF}/100 - (P_1R_1 - P_2R_2) - (PB - PB') \times 100}{\text{toma} \times \% \text{NDF}/100}$$

sendo:

toma = peso em gramas da amostra utilizada (0,25)

% NDF = % de fibra neutro detergente sobre a amostra natural

P_1R_1 = peso do cadinho com resíduo do NDF seco em estufa a 103°C

P_2R_2 = peso do cadinho com resíduo do NDF incinerado a 550°C

PB = peso do cadinho do ensaio em branco, após secagem em estufa a 103°C

PB' = peso do cadinho do ensaio em branco, após incineração em mufla a 550°C

sendo:

toma x %NDF/100 = NDF inicial

$[(P_1R_1 - P_2R_2) - (PB - PB')] = \text{NDF não digerida}$

2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1.- Composição química

No Quadro 3 inserem-se os resultados da composição química dos 21 fenos estudados.

No que diz respeito à MS, aparece-nos o feno de Babe com o teor mais alto, 91,66% e o feno de Mofreita Sequeiro com o teor mais baixo, 86,69%.

No que se refere a cinzas, é o feno de Prada Regadio que apresenta um índice mais elevado, 7,81%, e o de Montesinho Velho o mais baixo, 4,29%, apresentando como média $6,6\% \pm 0,88$.

Quanto ao teor em NDF e NDF sem cinzas é o feno de Soeira Regadio que apresenta os valores mais altos 73,41% e 72,63, respectivamente, e o de Montesinho Velho os valores mais baixos 64,15% e 63,02%, respectivamente. Têm como média respectivamente $68,4\% \pm 2,78$ e $67,3\% \pm 2,89$.

Em relação ao conteúdo em ADF, é o feno de Teixo Rebordão que aparece em primeiro lugar, 46,33%, sendo o de Vale de Parada Outeiro que aparece em último lugar, 39,74%. O teor médio em ADF é de $42,5\% \pm 2,09$.

No que diz respeito ao ADL é o feno do Parâmio que assume o primeiro lugar 7,84% aparecendo em último lugar o de Babe com 4,06%, apresentando uma média de $5,6\% \pm 1,04$.

A PB aparece-nos com uma média de $7,3\% \pm 0,83$, sendo o feno de S. Lourenço S. Pedro o que apresenta o valor mais alto 8,47% e o feno de Mofreita Sequeiro o valor mais baixo 5,57%.

As variações observadas na composição química entre lameiros não deviam ser atribuídas ao diferente estado vegetativo, pois, em todos eles, o corte foi realizado no estado de frutificação. No entanto, como existe uma complexidade de espécies botânicas, é natural que não se encontrem todas no mesmo estado vegetativo no momento do corte. Assim, quando o teor em NDF do feno de um lameiro é mais alto poderá significar que a maior parte das espécies se encontra num estado vegetativo mais avançado. Para além disto, a grande quantidade de espécies e a grande variação entre lameiros pode também contribuir para as diferenças observadas. É o caso da PB que, nos lameiros onde o valor é mais alto devem ter maior percentagem de leguminosas.

Quadro 3 - Composição química e digestibilidades "in vitro" dos fenos estudados.

ALIMENTOS:	M.S.	Cinzas	NDF	NDF s/ cz	ADF	ADL	PB	DMO	DMO (est)	DNDF	DIG ENZIM.
	(%)										
BABE	91.66	6.30	71.60	70.25	40.85	4.06	7.72	39.72	54.78	50.62	45.75
BOUÇAS OUTEIRO	90.30	6.00	67.28	67.14	39.99	4.71	7.88	41.67	55.47	50.91	47.88
CABOUÇO REBORDÃOS	89.96	7.26	64.66	63.20	43.03	5.02	8.38	40.12	54.93	48.74	46.29
CABANELAS S. PEDRO	89.14	6.89	69.48	67.60	40.20	4.75	7.38	40.08	54.91	45.36	43.50
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	89.18	7.23	71.72	70.84	40.71	5.01	7.86	31.26	51.80	44.45	39.43
MONTESINHO NOVO	87.43	4.93	69.62	68.66	43.37	6.58	7.24	35.59	53.33	45.39	41.08
MONTESINHO VELHO	88.03	4.29	64.15	63.02	44.10	5.56	6.48	38.04	54.19	43.93	43.95
MOFREITA REGADIO	91.05	5.92	71.54	70.92	45.26	6.01	6.22	34.35	52.89	43.86	41.54
MOFREITA SEQUEIRO	86.69	6.62	68.63	68.12	44.84	7.30	5.57	35.92	53.45	42.25	43.93
PARÂMIO	89.10	7.60	66.10	64.80	44.72	7.84	8.00	36.95	53.81	46.08	45.48
PAÇO RIO FRIO	89.25	7.58	64.55	63.50	39.90	4.91	8.09	39.98	54.88	48.60	46.99
PADRAVEIA GIMONDE	89.65	7.47	69.74	68.23	41.51	4.90	7.91	34.34	52.89	46.60	42.32
PRADA REGADIO	89.65	7.81	66.75	65.37	41.33	4.99	7.53	41.24	55.32	49.18	46.19
PRADA SEQUEIRO	89.72	6.56	65.84	64.92	41.18	5.17	6.75	37.03	53.84	45.26	46.25
SOEIRA REGADIO	90.84	5.76	73.41	72.63	44.80	6.26	5.87	34.49	52.94	44.97	38.59
SANTA CRUZ SEQUEIRO	92.04	6.66	70.06	69.13	43.14	5.25	6.65	35.74	53.38	43.93	42.44
S. LOURENÇO S. PEDRO	88.88	7.06	67.36	65.91	39.98	4.47	8.47	37.42	53.97	45.57	46.88
TEIXO REBORDÃOS	91.09	6.37	72.67	71.81	46.33	7.03	7.24	37.88	54.14	46.79	40.54
TRAVANCA REGADIO	89.06	7.19	65.65	64.59	43.53	6.35	8.12	41.80	55.52	46.41	45.73
TRAVANCA SEQUEIRO	89.88	6.81	67.09	66.01	43.86	6.37	6.64	39.00	54.33	46.19	44.14
VALE PARADA OUTEIRO	90.01	6.48	68.29	66.17	39.74	4.37	7.69	41.39	55.37	54.98	48.65
MÉDIA	89.6	6.6	68.4	67.3	42.5	5.6	7.3	37.8	54.1	46.7	44.2
dp	1.31	0.88	2.78	2.89	2.09	1.04	0.83	2.90	1.02	2.95	2.82
CV (%)	1.46	13.33	4.07	4.30	4.91	18.69	11.34	7.66	1.88	6.33	6.38

Estas diferenças, que não foi possível medir, explicariam parte das variações observadas na composição química entre lameiros.

2.2.- Digestibilidade "in vitro"

No Quadro 3 estão apresentados os resultados das digestibilidades "in vitro" dos 21 fenos estudados.

O feno de Travanca Regadio apresentou os valores mais elevados para a digestibilidade "in vitro" da MO e para a digestibilidade estimada (DMO est.) 41,80% e 55,52%, respectivamente e o feno de Marrão de Baixo Gimonde o último lugar com 31,26% e 51,8%, respectivamente. A média, considerando todos os fenos, foi de 37,8%±2,9 e 54,1%±1,02, respectivamente.

Em relação à digestibilidade do NDF, é o feno de Vale Parada Outeiro que atinge o valor mais alto (54,98%) e o feno de Mofreita Sequeiro o valor mais baixo (42,25%), apresentando uma média, para todos os fenos, de 46,7%±2,95.

Finalmente, a digestibilidade enzimática foi maior no feno de Vale de Parada Outeiro (48,65%) e menor no feno de Soeira Regadio (38,59%) apresentando um valor médio de 44,2%±2,82..

2.3. - Digestibilidade "in vivo" e ingestão

No Quadro 4 apresentam-se os valores obtidos para a digestibilidade "in vivo" e ingestão dos fenos estudados.

A digestibilidade "in vivo" da MS aparece-nos com uma média de 56,2%±4,19, sendo o feno de Prada Sequeiro o que apresenta o valor mais alto (63,91%) e o feno de Mofreita Sequeiro o que apresenta o valor mais baixo (49,67%).

A digestibilidade "in vivo" da MO foi mais elevada no feno de Prada Sequeiro com 65,82%, seguido do S.Lourenço S. Pedro e Bouças Outeiro, respectivamente com 62,82% e 61,67%. Em último lugar, encontra-se o feno de Mofreita Sequeiro com 51,58%, apresentando como média 57,9%±4,13.

Verificamos que, de um modo geral, uma digestibilidade "in vivo" mais elevada corresponde a um teor em PB mais alto e um teor em NDF mais baixo e vice versa. É o caso do feno de S. Lourenço S. Pedro que apresenta o mais elevado teor em PB e dos mais baixos teores em NDF e do feno de Mofreita sequeiro que apresenta o teor em PB mais baixo e um dos valores mais altos de NDF.

Quadro 4 - Digestibilidades "in vivo" e ingestão dos fenos estudados.

ALIMENTOS:	CUD MS	CUD MO	Ing. MS	Ing. MO	Ing. MS	Ing. MO	P.V.	código	
	(%)		g/d/kg p.v.		g/d/kg p.met.		(kg)		
BABE	56.80	59.26	20.27	18.96	57.57	53.77	66.13	B	1
BOUÇAS OUTEIRO	59.96	61.67	22.28	20.94	61.83	58.11	60.83	BO	2
CABOUÇO REBORDÃOS	58.42	60.49	23.10	20.24	64.65	58.29	63.50	CR	3
CABANELAS S. PEDRO	57.72	60.43	18.61	17.31	50.91	47.38	56.38	CP	4
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	49.69	51.91	21.77	20.48	59.95	56.31	57.33	MBG	5
MONTESINHO NOVO	50.60	52.34	20.05	19.04	58.17	55.25	71.33	MN	6
MONTESINHO VELHO	55.53	57.72	23.85	22.33	68.81	64.41	69.67	MV	7
MOFREITA REGADIO	51.11	53.12	20.70	19.74	58.54	55.15	65.33	M/R	8
MOFREITA SEQUEIRO	49.67	51.58	22.91	21.35	62.96	52.00	61.50	M/S	9
PARÂMIO	57.94	59.37	20.71	19.21	58.74	54.52	64.33	P	10
PAÇO RIO FRIO	62.12	63.86	14.34	13.37	40.44	37.20	60.17	PRF	11
PADRAVEIA GIMONDE	59.67	57.65	18.53	17.13	53.53	49.51	70.00	PG	12
PRADA REGADIO	56.75	58.95	20.03	18.43	55.76	51.29	62.88	P/R	13
PRADA SEQUEIRO	63.91	65.82	25.27	23.75	71.65	67.37	55.50	P/S	14
SOEIRO REGADIO	54.01	55.82	23.27	21.90	64.68	60.87	63.17	S/R	15
SANTA CRUZ SEQUEIRO	50.94	53.67	20.31	18.96	56.83	53.04	64.00	SC/S	16
S. LOURENÇO S. PEDRO	60.27	62.82	21.44	19.94	58.93	54.87	58.50	LP	17
TEIXO REBORDÃOS	53.41	57.73	21.19	20.10	59.89	56.78	64.00	TR	18
TRAVANCA REGADIO	54.56	56.62	21.55	19.98	60.49	56.04	63.50	T/R	19
TRAVANCA SEQUEIRO	56.18	58.16	21.02	19.55	58.94	54.80	63.67	T/S	20
VALE PARADA OUTEIRO	60.41	62.34	20.70	19.34	57.91	54.08	61.67	VPO	21
MÉDIA	56.2	57.9	21.0	19.6	59.1	54.8	63.0		
dp	4.19	4.13	2.25	2.11	6.35	6.07	4.20		
CV (%)	7.46	7.14	10.71	10.78	10.75	11.07	6.66		

O feno que foi ingerido em menor quantidade diária de MS e MO por Kg de peso vivo, foi o de Paço Rio Frio 14,34g e 13,37g respectivamente. O que foi ingerido em maior quantidade de MS e MO foi o feno de Prada Sequeiro (25,27g e 23,75g, respectivamente). O valor médio ingerido de MS e MO foi de $21,0g \pm 2,25$ e $19,6g \pm 2,11$ respectivamente.

O feno de Paço Rio Frio foi o ingerido em menor quantidade diária de MS e MO por Kg de peso metabólico (40,44g e 37,20g, respectivamente). O feno de Prada Sequeiro foi o ingerido em maior quantidade diária de MS e MO (71,65g e 67,37g, respectivamente). O valor médio de MS e MO diariamente ingerido por Kg de peso metabólico foi, respectivamente, de $59,1g \pm 6,35$ e $54,8g \pm 6,07$.

Através dos resultados da digestibilidade "in vivo" obtidos podemos verificar que aparece uma maior variabilidade entre animais para um mesmo feno, do que entre os vários fenos (Quadros 4, 5 e 6). Podemos verificar esse facto na digestibilidade "in vivo" da MS através dos fenos Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo e Mofreita Regadio nos quais o coeficiente de variação (CV) é maior entre animais 10,65, 8,58, 7,31, respectivamente, contra o coeficiente de variação 7,46 entre todos os fenos (Quadros 4 e 5).

Na digestibilidade "in vivo" da MO podemos verificar através dos fenos Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo e Padraveia Gimonde onde os coeficientes de variação entre animais são respectivamente 10,27, 7,75, 7,31 contra o coeficiente de variação de 7,14 entre todos os fenos (Quadros 4 e 6).

A causa mais importante para justificar a maior variabilidade entre animais pode ser atribuída ao feno em si, dado que este tem uma composição muito variável devido à grande diversidade de espécies que o constitui, tornando-se difícil conseguir uma homogeneidade na distribuição a todos os animais. Outra causa pode ser atribuída à diferença de pesos nos animais utilizados para o estudo (Anexo 1, Quadro 2).

Como consequência da variação da digestibilidade, em função da ingestão, corrigimos os resultados em função dessa variável (covariável) e verificamos que os valores obtidos tinham um coeficiente de variação muito menor (Quadros 7 e 8). Assim, todos os desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV) das digestibilidades "in vivo" da MS e MO diminuíram à excepção do feno Mofreita sequeiro que teve uma ligeira subida. No caso da digestibilidade "in vivo" da MS, passou do desvio padrão e coeficiente de variação 0,30 e 0,60 respectivamente para 0,76 e 1,54 enquanto que o feno Marrão de Baixo Gimonde desceu de 5,29 e 10,65 para 0,59 e 1,20, respectivamente.

Quanto à digestibilidade "in vivo" da MO passou do desvio padrão e coeficiente de

variação 0,57 e 1,11 respectivamente para 1,37 e 2,66, enquanto que o feno Marrão de Baixo Gimonde desceu de 5,33 e 10,27 para 0,58 e 1,11, respectivamente.

Do ponto de vista estatístico será correcto fazer a correcção através da covariável ingestão para os fenos em conjunto, mas do ponto de vista nutricional não será correcto agrupar todos os dados. Corrigindo os resultados com a covariável ingestão, feno por feno, (Quadros 9 e 10) os desvios padrões e coeficientes de variação das digestibilidades "in vivo" da MS e MO desceram, à excepção do feno Travanca Regadio. Apesar de terem descido, ainda aparece um feno, tanto na digestibilidade "in vivo" da MS como na da MO, em que o CV e DP entre os animais, 9,70 e 9,29 (Quadros 9 e 10) são maiores que os encontrados entre fenos, 7,46 e 7,19 (Quadro 4) como é o caso do feno Marrão de Baixo Gimonde. Optámos, assim, por utilizar estes últimos valores da digestibilidade "in vivo" para os correlacionarmos com as estimativas laboratoriais.

Quadro 5- Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS.

CUD MS (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	56.41	57.66	56.11	57.00	56.80	0.69	1.21
BOUÇAS OUTEIRO	62.10	58.36	59.43		59.96	1.93	3.21
CABOUÇO REBORDÃOS	61.41	55.68	58.18		58.42	2.87	4.92
CABANELAS S. PEDRO	58.28	55.54	58.03	59.02	57.72	1.51	2.62
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	48.33	45.21	55.53		49.69	5.29	10.65
MONTESINHO NOVO	52.80	45.60	53.40		50.60	4.34	8.58
MONTESINHO VELHO	56.72	52.90	56.98		55.53	2.28	4.11
MOFREITA REGADIO	53.93	46.43	52.96		51.11	4.08	7.98
MOFREITA SEQUEIRO	49.44	49.57	50.01		49.67	0.30	0.60
PARÂMIO	57.67	55.00	61.15		57.94	3.08	5.32
PAÇO RIO FRIO	63.90	65.21	57.24		62.12	4.27	6.88
PADRAVEIA GIMONDE	60.22	55.57	63.22		59.67	3.85	6.46
PRADA REGADIO	57.03	56.28	57.53	56.14	56.75	0.65	1.15
PRADA SEQUEIRO	65.80	62.02	63.91		63.91	1.89	2.96
SOEIRA REGADIO	55.52	52.54	53.97		54.01	1.49	2.76
SANTA CRUZ SEQUEIRO	49.58	54.48	50.06	49.65	50.94	2.37	4.65
S. LOURENÇO S. PEDRO	60.93	62.54	59.45	58.17	60.27	1.89	3.13
TEIXO REBORDÃOS	55.50	52.95	51.79		53.41	1.90	3.55
TRAVANCA REGADIO	56.29	54.46	54.09	53.39	54.56	1.24	2.27
TRAVANCA SEQUEIRO	59.13	54.71	54.70		56.18	2.55	4.55
VALE PARADA OUTEIRO	56.86	61.08	63.29		60.41	3.27	5.41

Quadro 6 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO

CUD MO (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	59.59	60.35	58.02	59.06	59.26	0.98	1.65
BOUÇAS OUTEIRO	63.75	60.19	61.08		61.67	1.85	3.00
CABOUÇO REBORDÃOS	63.21	57.90	60.36		60.49	2.66	4.39
CABANELAS S. PEDRO	60.30	58.35	61.53	61.54	60.43	1.50	2.49
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	50.70	47.28	57.74		51.91	5.33	10.27
MONTESINHO NOVO	54.15	47.69	55.17		52.34	4.06	7.75
MONTESINHO VELHO	58.42	55.37	59.36		57.72	2.09	3.61
MOFREITA REGADIO	55.88	48.93	54.55		53.12	3.69	6.94
MOFREITA SEQUEIRO	50.99	51.63	52.13		51.58	0.57	1.11
PARÂMIO	59.13	56.75	62.22		59.37	2.74	4.62
PAÇO RIO FRIO	65.13	67.02	59.44		63.86	3.95	6.18
PADRAVEIA GIMONDE	58.29	53.15	61.50		57.65	4.21	7.31
PRADA REGADIO	59.18	58.26	59.77	58.67	58.97	0.65	1.11
PRADA SEQUEIRO	67.71	64.04	65.72		65.82	1.84	2.79
SOEIRA REGADIO	57.55	54.60	55.30		55.82	1.54	2.76
SANTA CRUZ SEQUEIRO	52.66	57.32	52.71	52.00	53.67	2.45	4.57
S. LOURENÇO S. PEDRO	63.53	64.81	61.91	61.03	62.82	1.68	2.68
TEIXO REBORDÃOS	59.93	57.11	56.16		57.73	1.96	3.40
TRAVANCA REGADIO	57.92	56.51	56.45	55.60	56.62	0.96	1.70
TRAVANCA SEQUEIRO	60.64	56.95	56.89		58.16	2.15	3.69
VALE PARADA OUTEIRO	59.08	62.78	65.15		62.34	3.06	4.91

Quadro 7 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS (cov total)

CUD MS (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	56.62	57.64	56.50	56.43	56.80	0.57	1.00
BOUÇAS OUTEIRO	60.81	59.50	59.59		59.97	0.73	1.22
CABOUCO REBORDÃOS	58.24	58.19	58.85		58.43	0.37	0.63
CABANELAS S. PEDRO	57.11	57.83	58.12	57.81	57.72	0.43	0.74
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	49.27	49.43	50.37		49.69	0.59	1.20
MONTESINHO NOVO	50.36	50.83	50.61		50.60	0.24	0.46
MONTESINHO VELHO	55.16	55.75	55.70		55.54	0.33	0.59
MOFREITA REGADIO	51.12	51.05	51.17		51.11	0.06	0.12
MOFREITA SEQUEIRO	49.59	50.48	48.96		49.68	0.76	1.54
PARÂMIO	57.26	57.98	58.58		57.94	0.66	1.14
PAÇO RIO FRIO	61.82	62.36	62.18		62.12	0.27	0.44
PADRAVEIA GIMONDE	59.50	60.11	59.40		59.67	0.38	0.64
PRADA REGADIO	57.27	56.46	56.00	57.25	56.75	0.62	1.10
PRADA SEQUEIRO	64.32	64.00	63.42		63.91	0.46	0.71
SOEIRA REGADIO	54.49	53.99	53.55		54.01	0.47	0.87
SANTA CRUZ SEQUEIRO	51.26	51.41	50.71	50.39	50.94	0.48	0.93
S. LOURENÇO S. PEDRO	60.37	60.41	59.83	60.47	60.27	0.30	0.49
TEIXO REBORDÃOS	54.57	52.94	52.73		53.41	1.01	1.89
TRAVANCA REGADIO	54.33	54.78	54.55	54.57	54.56	0.18	0.34
TRAVANCA SEQUEIRO	55.89	56.33	56.32		56.18	0.25	0.45
VALE PARADA OUTEIRO	60.10	60.95	60.18		60.41	0.47	0.78

Quadro 8 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO (cov total)

CUD MO (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	59.08	60.07	58.96	58.91	59.26	0.55	0.92
BOUÇAS OUTEIRO	62.50	61.22	61.30		61.67	0.72	1.16
CABOUCO REBORDÃOS	60.32	60.26	60.90		60.49	0.35	0.58
CABANELAS S. PEDRO	59.85	60.54	60.82	60.52	60.43	0.41	0.68
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	51.51	51.64	52.57		51.91	0.58	1.11
MONTESINHO NOVO	52.10	52.56	52.34		52.33	0.23	0.44
MONTESINHO VELHO	57.35	57.93	57.87		57.72	0.32	0.55
MOFREITA REGADIO	53.14	53.03	53.19		53.12	0.08	0.15
MOFREITA SEQUEIRO	51.12	53.13	50.51		51.59	1.37	2.66
PARÂMIO	58.72	59.41	59.97		59.37	0.63	1.05
PAÇO RIO FRIO	63.56	64.08	63.94		63.86	0.27	0.42
PADRAVEIA GIMONDE	57.49	58.08	57.38		57.65	0.38	0.65
PRADA REGADIO	59.47	58.70	58.26	59.45	58.97	0.59	1.01
PRADA SEQUEIRO	66.22	65.91	65.35		65.83	0.44	0.67
SOEIRA REGADIO	56.29	55.80	55.36		55.82	0.47	0.83
SANTA CRUZ SEQUEIRO	53.98	54.12	53.45	53.14	53.67	0.46	0.85
S. LOURENÇO S. PEDRO	62.92	62.94	62.40	63.02	62.82	0.28	0.45
TEIXO REBORDÃOS	58.77	57.32	57.11		57.73	0.90	1.57
TRAVANCA REGADIO	56.41	56.84	56.61	56.63	56.62	0.18	0.31
TRAVANCA SEQUEIRO	57.88	58.30	58.29		58.16	0.24	0.41
VALE PARADA OUTEIRO	62.04	62.86	62.11		62.34	0.45	0.73

Quadro 9 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MS (cov simples)

CUD MS (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	56.62	57.60	56.51	56.44	56.79	0.54	0.96
BOUÇAS OUTEIRO	62.13	58.77	58.99		59.96	1.88	3.13
CABOUÇO REBORDÃOS	58.43	58.43	58.41		58.42	0.01	0.02
CABANELAS S. PEDRO	58.08	57.65	57.48	57.66	57.72	0.26	0.44
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	46.32	47.54	55.21		49.69	4.82	9.70
MONTESINHO NOVO	54.18	47.16	50.46		50.60	3.51	6.94
MONTESINHO VELHO	56.91	54.75	54.95		55.54	1.19	2.15
MOFREITA REGADIO	51.56	47.39	54.39		51.11	3.52	6.89
MOFREITA SEQUEIRO	49.70	49.46	49.86		49.67	0.20	0.41
PARÂMIO	56.29	58.04	59.50		57.94	1.61	2.77
PAÇO RIO FRIO	62.26	62.00	62.09		62.12	0.13	0.21
PADRAVEIA GIMONDE	61.28	55.41	62.32		59.67	3.73	6.24
PRADA REGADIO	56.47	56.89	57.13	56.48	56.74	0.32	0.57
PRADA SEQUEIRO	64.49	64.04	63.20		63.91	0.65	1.02
SOEIRA REGADIO	54.85	53.98	53.21		54.01	0.82	1.52
SANTA CRUZ SEQUEIRO	51.94	52.43	50.20	49.20	50.94	1.51	2.95
S. LOURENÇO S. PEDRO	60.40	60.44	59.74	60.51	60.27	0.36	0.59
TEIXO REBORDÃOS	55.55	52.54	52.15		53.41	1.86	3.48
TRAVANCA REGADIO	55.49	53.63	54.59	54.52	54.56	0.76	1.39
TRAVANCA SEQUEIRO	59.13	54.64	54.78		56.18	2.55	4.54
VALE PARADA OUTEIRO	59.84	61.39	59.99		60.41	0.85	1.42

Quadro 10 - Digestibilidade "in vivo" (CUD) da MO (cov simples)

CUD MO (%)	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	59.00	60.40	58.84	58.78	59.26	0.77	1.30
BOUÇAS OUTEIRO	63.77	60.51	60.73		61.67	1.82	2.95
CABOUCO REBORDÃOS	60.44	60.42	60.61		60.49	0.10	0.17
CABANELAS S. PEDRO	60.00	60.51	60.71	60.49	60.43	0.30	0.50
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	48.59	49.69	57.44		51.91	4.82	9.29
MONTESINHO NOVO	55.55	49.22	52.24		52.34	3.17	6.05
MONTESINHO VELHO	58.62	57.19	57.34		57.72	0.79	1.36
MOFREITA REGADIO	53.81	49.63	55.93		53.12	3.21	6.03
MOFREITA SEQUEIRO	51.61	51.49	51.65		51.58	0.08	0.16
PARÂMIO	57.92	59.47	60.72		59.37	1.40	2.36
PAÇO RIO FRIO	63.96	63.79	63.84		63.86	0.09	0.14
PADRAVEIA GIMONDE	59.39	52.98	60.57		57.65	4.08	7.09
PRADA REGADIO	58.78	59.08	59.25	58.68	58.95	0.26	0.45
PRADA SEQUEIRO	66.47	65.96	65.04		65.82	0.72	1.10
SOEIRA REGADIO	57.00	55.77	54.68		55.82	1.16	2.08
SANTA CRUZ SEQUEIRO	54.85	55.43	52.81	51.60	53.67	1.78	3.32
S. LOURENÇO S. PEDRO	62.96	63.00	62.22	63.10	62.82	0.40	0.64
TEIXO REBORDÃOS	59.96	56.84	56.40		57.73	1.94	3.36
TRAVANCA REGADIO	57.33	55.90	56.65	56.60	56.62	0.58	1.03
TRAVANCA SEQUEIRO	60.64	56.88	56.97		58.16	2.15	3.69
VALE PARADA OUTEIRO	61.91	63.08	62.02		62.34	0.65	1.04

O NDF indigestível tem influência na digestibilidade, como atrás foi referido e por esse motivo estimamos o seu valor através da seguinte equação:

$$\text{NDF sem cinzas} \times (1 - \text{Dig. NDF}) - (\text{Quadro 11})$$

Quadro 11 - NDF indigestível dos fenos estudados (%).

FENOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	B	BO	CR	CP	MBG	MN	MV	M/R	M/S	P	
NDF ind.	34.62	32.96	32.40	36.94	39.35	37.50	35.34	39.81	39.34	34.94	
FENOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	PRF	PG	P/R	P/S	S/R	SC/S	LP	TR	T/R	T/S	VPO
NDF ind.	32.64	36.43	33.22	35.54	39.97	38.76	35.87	38.21	34.61	35.52	29.79

Os valores da P.B. (Quadro 3) encontram-se aquém dos valores mínimos necessários ao desenvolvimento dos microrganismos (INRA, 1978). Os animais antes de satisfazerem as suas necessidades em ácidos aminados devem satisfazer as necessidades azotadas dos microrganismos do rúmen, pois a actividade microbiana deve ser intensa para atacar as paredes celulares e permitir uma melhor eficácia global da ração. Para isso, requerem quantidades suficientes de azoto degradável. Um défice de azoto degradável, apreciado pela diferença (PDIN - PDIE), tem tendência a diminuir a actividade celulolítica do rúmen, o que é verificado através dos cálculos feitos para o teor mais alto e mais baixo da P.B. dos 21 fenos. O défice para o feno com o teor mais baixo de proteína é de 19,71g/kg de MS e para o mais alto é de 10,49g/kg de MS. Como consequência, a digestibilidade dos fenos poderá ser mais baixa. Se o valor da P.B. fosse mais alto, de forma a não apresentar défice, a sua influência na digestibilidade teria uma correlação praticamente nula e mais baixa do que aquela que encontramos no Quadro 12 ($r=0,475$).

Quadro 12 - Correlações

	Cinzas	NDF	ADF	ADL	PB	DMO	DMO	DNDF	Dig.	NDF	CUD MO
	s/cz						est.		Enz.	ind.	
cinzas	1.000										
NDFs/cz	-0.228	1.000									
ADF	-0.325	0.286	1.000								
ADL	-0,130	0.133	0,854***	1.000							
PB	0,527*	-0.400	-0,587**	-0,456*	1.000						
DMO	0.156	-0,570**	-0,329	-0,292	0.383	1.000					
DMOest.	0.155	-0,571**	-0.346	-0,311	0.392	0,998***	1.000				
DNDF	0.196	-0,213	-0,541*	-0,529*	0,539*	0,671**	0,675**	1.000			
Dig.Enz.	0.291	-0,741***	-0,546*	-0,419	0,491*	0,782***	0,794***	0,630**	1.000		
NDFind.	-0.261	0,720***	0,542*	0,448*	-0,608**	-0,806***	-0,810***	-0,831***	-0,870***	1.000	
CUDMO	0.286	-0,567**	-0,568**	-0,480*	0,489*	0,613**	0,613**	0,565**	0,732***	-0,726***	1.000

2.4 - Estimativa da digestibilidade com métodos laboratoriais

Nesta tese, como atrás já foi referido, tenta-se estimar a digestibilidade "in vivo" com base nos principais métodos propostos até ao momento (digestibilidade "in vitro": Tilley e Terry, enzimática e NDF) e a estimativa a partir da composição química (NDF, ADF, ADL, PB).

Para o efeito, foram determinadas todas as correlações (Quadro 12) entre os parâmetros da análise química, digestibilidade "in vitro" e CUD da MO. O Quadro 12 evidencia que a correlação mais elevada foi obtida com a digestibilidade enzimática (0,732) seguida do NDF indigestível (0,726). O efeito da fibra e da PB seguiu o padrão normal de variação. Assim, verificamos que os coeficientes de correlação para NDF sem cinzas, ADF, ADL e NDF indigestível são negativos e o coeficiente de correlação para a PB é positivo.

No Quadro 13 apresentam-se as equações de regressão simples obtidas com os fenos estudados. A equação que melhor explicou os dados (R^2 mais elevado) incluiu a digestibilidade enzimática como variável independente. Muito próximo, situou-se a inferência efectuada com o NDF indigestível. De facto o R^2 nesta última equação foi de 0,527 ($P \leq 0,001$).

Quadro 13 - Equações de regressão simples obtidas com os fenos estudados

Equação (Y=CUD MO)	R^2	Syx
$Y = -0,796 \text{ NDF s/ cz} + 111,711$	0,322**	3.414
$Y = -1,100 \text{ ADF} + 104,914$	0,322**	3.415
$Y = -1,860 \text{ ADL} + 68,492$	0,231*	3.638
$Y = 2,392 \text{ PB} + 40,636$	0,240*	3.617
$Y = 0,856 \text{ DMO} + 25,792$	0,376**	3.277
$Y = 2,431 \text{ DMO est.} - 73,369$	0,376**	3.276
$Y = 0,774 \text{ DNDF} + 22,031$	0,320**	3.421
$Y = 1,056 \text{ Dig. enz.} + 11,538$	0,536***	2.826
$Y = -1,056 \text{ NDF ind.} + 96,076$	0,527***	2.854

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

*** $P \leq 0,001$

Quando efectuámos a regressão em "Stepwise" a digestibilidade enzimática revelou-se como o melhor parâmetro para estimar a digestibilidade "in vivo" da MO. No entanto, e

apesar de estatisticamente significativa, a regressão apresentou ainda um ajustamento algo deficiente em termos biológicos. Atendendo ao efeito sinérgico da PB, incluímos este parâmetro no modelo mediante as equações de regressão múltiplas:

Eq. 1 $Y = 1,165 \text{ Dig. enz.} + 0,912 \text{ PB}$
 $N = 21; R = 0,747; R^2 = 0,558 \text{ ***}; S_{yx} = 2,759$

Eq. 2 $Y = 0,376 \text{ PB} - 0,988 \text{ NDF ind} + 90,882$
 $N = 21; R = 0,728; R^2 = 0,530 \text{ ***}; S_{yx} = 2,070$

Foram determinadas para os mesmos parâmetros equações de regressão polinomiais Quadro 14. Todas as equações sofreram melhoria à excepção das que incluíram o NDF sem cinzas e a PB.

Quadro 14 - Equações de regressão polinomiais obtidas com os fenos estudados

Equação (Y=CUD MO)	R ²	S _{yx}
$Y = -2,712 \text{ NDF s/ cz} + 0,014 \text{ NDF s/ cz}^2 + 176,258$	0,322*	3.509
$Y = -24,076 \text{ ADF} + 0,269 \text{ ADF}^2 + 593,645$	0,375*	3.370
$Y = -13,788 \text{ ADL} + 1,018 \text{ ADL}^2 + 102,243$	0,305*	3.551
$Y = 9,352 \text{ PB} - 0,494 \text{ PB}^2 + 16,506$	0,239	3.717
$Y = 6,618 \text{ DMO} - 0,077 \text{ DMO}^2 - 80,958$	0,406**	3.284
$Y = 69,554 \text{ DMO est} - 0,622 \text{ DMO est.}^2 - 1882,680$	0,411**	3.270
$Y = 10,115 \text{ DNDF} - 0,097 \text{ DNDF}^2 - 202,439$	0,395**	3.314
$Y = -6,588 \text{ Dig. enz} + 0,088 \text{ Dig. enz.}^2 + 177,510$	0,563***	2.816
$Y = 6,022 \text{ NDF ind.} - 0,100 \text{ NDF ind.}^2 - 29,038$	0,570***	2.795

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

*** $P \leq 0,001$

A equação que melhorou mais a estimativa do CUD da MO foi a obtida com NDF indigestível passando mesmo a ser a melhor estimativa de todas as equações. O Gráfico 1 é o resultante desta equação e através dele verificamos que ao aumento do teor em NDF indigestível não corresponde uma diminuição linear do CUD da MO. Assim, a partir de determinado valor, atinge-se a fase dos acréscimos decrescentes na variação do CUD da MO.

A partir deste momento deixará de ser o NDF indigestível o factor limitante do CUD da MO

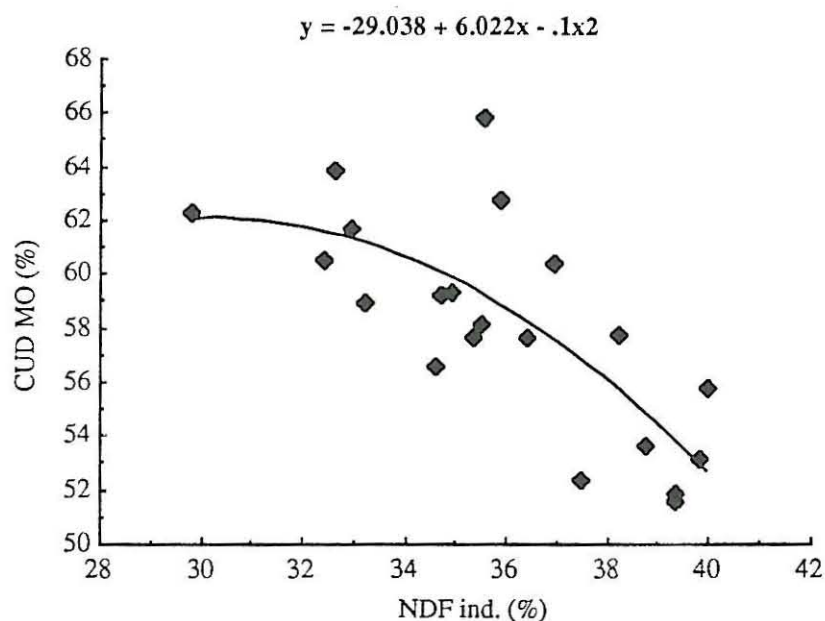


Gráfico 1 - Curva da regressão polinomial.

2.5. Comparação entre a estimativa da digestibilidade e os valores obtidos pela digestibilidade "in vivo" (CUD MO).

O método de estimativa que melhor se adapta a um determinado lameiro poderá não ser o melhor para outro, dado os factores de variação da digestibilidade dos feno. Daí poderão ter resultado as diferenças entre os valores do CUD da MO observados e os estimados pelas diferentes equações de regressão utilizadas neste trabalho (Quadros 15, 16 e 17). Nestes Quadros, podemos verificar que os valores estimados que se afastam mais dos observados, para todas as equações, são os do feno de Prada sequeiro. O ajustamento dos modelos propostos é também variável em função do parâmetro escolhido.

Quadro 15- Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações de regressão simples apresentadas no quadro 13

FENOS		CUD MO (%)	NDFs/cz	ADF	ADL	PB	DMO	DMOest	DigNDF	Dig.enz.	NDFind.
B	1	59.26	3.456	-0.706	-1.662	0.158	-0.533	-0.560	-1.947	-0.596	-0.174
BO	2	61.67	3.403	0.758	1.396	2.192	0.209	0.168	0.240	-0.439	0.409
CR	3	60.49	-0.898	2.921	1.345	-0.163	0.355	0.305	0.734	0.063	-1.365
CP	4	60.43	2.527	-0.251	0.785	2.127	0.329	0.293	3.282	2.954	3.370
MBG	5	51.91	-3.427	-8.210	-7.253	-7.521	-0.645	-0.641	-4.536	-1.261	-2.600
MN	6	52.34	-4.723	-4.855	-3.917	-5.634	-3.919	-3.870	-4.831	-2.576	-4.130
MV	7	57.72	-3.811	1.328	-0.425	1.532	-0.635	-0.660	1.676	-0.232	-1.031
M/R	8	53.12	-2.153	-1.997	-4.192	-2.457	-2.078	-2.090	-2.870	-2.283	-0.901
M/S	9	51.58	-5.911	-3.998	-3.345	-2.470	-4.962	-4.996	-3.168	-6.351	-2.943
P	10	59.37	-0.751	3.660	5.445	-0.390	1.947	1.941	1.667	-0.200	0.201
PRF	11	63.86	2.710	2.849	4.512	3.889	3.845	3.748	4.212	3.221	2.261
PG	12	57.65	0.246	-1.591	-1.717	-1.898	2.460	2.440	-0.455	1.422	0.060
P/R	13	58.95	-0.719	-0.488	-0.250	0.295	-2.143	-2.187	-1.145	-1.371	-2.034
P/S	14	65.82	5.794	6.217	6.953	8.997	8.329	8.293	8.749	5.435	7.282
S/R	15	55.82	1.901	0.198	-1.030	1.065	0.502	0.586	-1.027	3.537	7.962
SC/S	16	53.67	-3.021	-3.778	-5.049	-2.918	-2.718	-2.735	-2.374	-2.685	-1.463
LP	17	62.82	3.579	1.897	2.657	1.956	4.995	4.976	5.510	1.769	4.639
TR	18	57.73	3.162	3.790	2.306	-0.244	-0.489	-0.529	-0.521	3.385	2.015
T/R	19	56.62	-3.667	-0.399	-0.063	-3.422	-4.952	-5.004	-1.338	-3.215	-2.893
T/S	20	58.16	-1.002	1.504	1.514	1.596	-1.017	-0.562	0.372	0.007	-0.396
VPO	21	62.34	3.305	1.153	1.992	3.309	1.119	1.081	-2.231	-0.583	-2.268

Quadro 16 - Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações de regressão polinomiais apresentadas no quadro 14

FENOS		CUD MO (%)	NDFs/cz	ADF	ADL	PB	DMO	DMOest	DigNDF	Dig.enz.	NDFind.
B	1	59.26	3.474	-0.446	-3.789	0.006	-0.712	-0.742	-2.488	-0.319	-0.838
BO	2	61.67	3.514	-0.012	0.428	2.153	1.059	1.017	-0.163	-1.356	0.342
CR	3	60.49	-0.001	4.006	1.801	0.315	0.339	0.296	-0.308	0.113	-1.110
CP	4	60.43	2.642	-0.733	0.704	1.819	0.296	0.260	3.058	3.630	2.819
MBG	5	51.91	-3.458	-8.091	-6.815	-7.575	1.515	1.526	-4.162	-2.119	-1.908
MN	6	52.34	-4.624	-3.873	-3.268	-5.973	-4.339	-4.267	-5.072	-2.462	-4.497
MV	7	57.72	-3.997	1.880	0.658	1.362	-1.231	-1.255	2.463	0.435	-1.766
M/R	8	53.12	-2.192	-2.718	-3.039	-2.438	-2.055	-2.064	-2.023	-1.983	0.162
M/S	9	51.58	-5.800	-4.175	-4.277	-1.686	-5.459	-5.495	-0.687	-5.683	-2.260
P	10	59.37	-0.749	3.621	2.633	-0.327	1.316	1.311	1.083	0.172	-0.501
PRF	11	63.86	2.583	1.949	4.766	4.037	3.769	3.702	3.160	3.174	2.370
PG	12	57.65	0.356	-0.811	-1.482	-1.913	2.488	2.466	-1.235	1.992	-0.604
P/R	13	58.95	-0.677	0.173	0.153	0.042	-1.570	-1.612	-2.132	-1.276	-2.230
P/S	14	65.82	5.805	6.766	7.643	8.702	7.694	7.659	8.583	5.504	6.542
S/R	15	55.82	1.661	0.068	-0.016	1.444	0.463	0.599	-3.014	2.002	3.157
SC/S	16	53.67	-2.938	-2.720	-4.254	-3.175	-3.174	-3.190	-1.587	-2.129	-1.183
LP	17	62.82	3.652	1.113	1.862	2.552	4.356	4.339	5.171	1.511	3.908
TR	18	57.73	3.028	1.251	2.091	-0.583	-1.100	-1.138	-1.361	3.233	1.974
T/R	19	56.62	-3.683	0.514	0.870	-3.244	-4.012	-4.057	-2.053	-2.930	-3.545
T/S	20	58.16	-0.925	2.229	2.426	1.343	-1.428	-1.098	-0.258	0.660	-1.136
VPO	21	62.34	3.389	0.009	0.904	3.139	1.785	1.744	1.022	-2.129	0.305



Quadro 17 - Diferença entre os valores do CUD MO observados e os estimados pelas equações múltiplas 1 e 2

FENOS		CUD MO (%)	eq.1	eq. 2
B	1	59,26	-1,122	-0,035
BO	2	61,67	-1,341	0,619
CR	3	60,49	-1,112	-1,342
CP	4	60,43	0,001	3,422
MBG	5	51,91	-1,196	-2,814
MN	6	52,34	-2,110	-3,999
MV	7	57,72	0,528	-0,531
M/R	8	53,12	-0,886	-0,570
M/S	9	51,58	-4,677	-2,379
P	10	59,37	-0,936	0,160
PRF	11	63,86	2,298	2,339
PG	12	57,65	1,165	-0,040
P/R	13	58,95	-1,716	-1,752
P/S	14	65,82	5,791	7,654
S/R	15	55,82	5,467	2,440
SC/S	16	53,67	-1,840	-1,196
LP	17	62,82	0,428	4,410
TR	18	57,73	3,979	2,083
T/R	19	56,62	-4,010	-2,924
T/S	20	58,16	0,760	0,069
VPO	21	62,34	-1,305	-1,798

Como exemplo, temos o caso do feno de Padraveia Gimonde onde a melhor estimativa é a obtida com o NDF indigestível (resíduo=0,060) e do feno de Travanca Sequeiro onde a melhor estimativa é obtida com a digestibilidade enzimática (resíduo=0,007).

No geral, a comparação entre os valores estimados e observados parece ser melhor para a estimativa com a regressão polinomial do NDF indigestível, seguida da estimativa com a regressão polinomial da digestibilidade enzimática e das equações múltiplas 1 e 2.

3-CONCLUSÕES

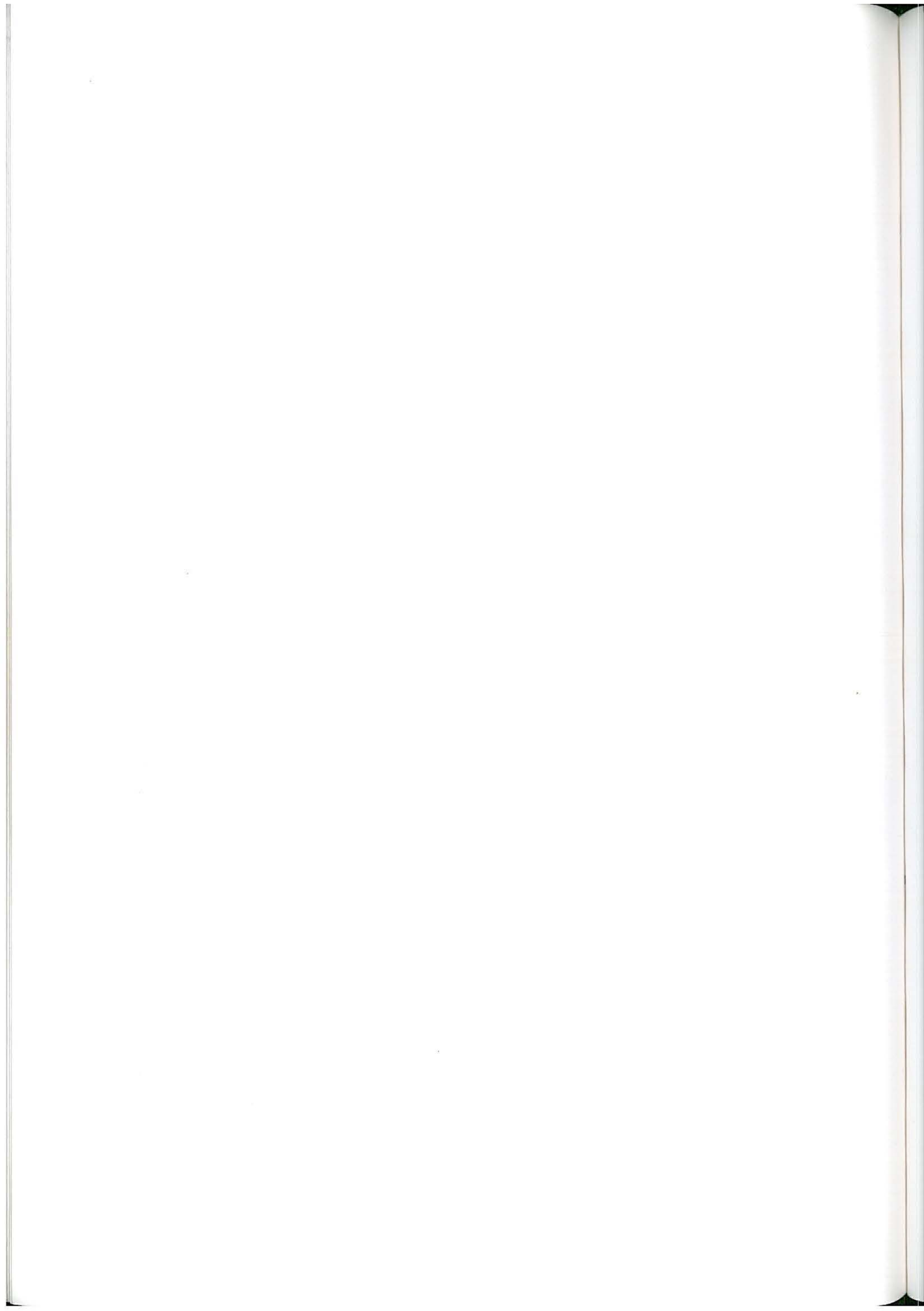
Do estudo dos fenos de lameiros tradicionais do Nordeste de Portugal podemos concluir que:

- A composição química dos fenos apresenta um teor em PB baixo (menor que 8,47%) e, inversamente, elevado teor em fibra (NDF médio de $67,3 \pm 2,89\%$). Estas características surgem em consequência do momento do corte (estado de frutificação) e da composição florística dos lameiros, os quais apresentam uma percentagem elevada de gramíneas e diversas e uma percentagem muito baixa de leguminosas.

- A digestibilidade "in vivo" (CUD da MO) é baixa (média de $57,9 \pm 4,13\%$), facto que pode ser reflexo do elevado teor em NDF e do baixo teor em PB. Verificamos ainda haver uma maior variação entre animais para um mesmo feno do que entre os fenos, sendo a causa mais importante para explicar este facto a grande diversidade de espécies que constitui o feno, tornando-se difícil conseguir uma homogeneidade na distribuição a todos os animais.

- As correlações mais elevadas entre a digestibilidade "in vivo" e a composição química e digestibilidades "in vitro" foram obtidas com a digestibilidade enzimática ($r=0,732$) e o NDF indigestível ($r=-0,726$).

- Das diversas equações utilizadas para a estimativa da digestibilidade "in vivo", foram as equações polinomiais com o NDF indigestível e a digestibilidade enzimática e as equações múltiplas com a PB e a digestibilidade enzimática (eq. 1) e com a PB e o NDF indigestível (eq. 2) que melhor se ajustaram os dados. No entanto, a elevada variabilidade entre lameiros impediu a obtenção de um modelo único para estimar a utilização digestiva dos fenos.



BIBLIOGRAFIA

- ABREU, J.M.F., 1984. A qualidade da forragem e o comportamento alimentar do ruminante — Aplicação no estudo de um segundo corte de bersim, utilizando carneiros em gaiolas de digestibilidade (Tese de Doutoramento). ISA.UTL., Lisboa.
- ANDRIEU, J., DEMARQUILLY, C., WEGAT-LITRE, E., WEISS, PH., 1981. Prévision de la valeur énergétique des foins. In *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants*. XI^{ème} Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mars 1979. I.N.R.A. Publications.
- ANDRIEU, J., DEMARQUILLY, C., 1987. Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. In *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilization*. XVI^{èmes} Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mai 1985. I.N.R.A. Publications. VERSAILLES.
- ANDRIEU, J., WEISS, Ph., 1981. Prevision de la digestibilité et la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et de légumineuses. In *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. XVI^{ème} Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mars 1979. INRA Publications.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1984. *Official methods of analysis* (14th ed.), AOAC, Whashington, D.C.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. (ARC), 1980. *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal. England.
- AUFRÉRE, J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.*, 31 (2), 111-130.
- AVILEZ, D., 1975. *Conservação de forragens*. I.N.I.A. OEIRAS.
- BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. MARTIN, A.K., 1966. The heat of combustion of the urine of sheep and cattle in relation to its chemical composition and to diet. *Br. J. Nutr.* 20: 449-460.
- BLAXTER, K.L., 1962. *The Energy metabolism of Ruminants*. Hutchinson. London.

- BLAXTER, K.L., 1969. The efficiency of Energy Transformations in Ruminants. In *Energy metabolism of farm animals*. 4th symp, Warsaw, 1967, p. 21 (Eds. K.L. Blaxter, J. Kielanowski & G. Thorbek). Newcastle upon Tyne: Oriel Press (Publs Eur. Ass. Anim. Prod. 12).
- BROWN, L.D., 1966. Influence of intake on feed utilization. *J. Dairy Sci.* **49**: 223-230.
- CHURCH, D. C., POND, W. G., 1977. *Bases Científicas Para a Nutrição e Alimentação dos Animais Domésticos*. Acribia. ZARAGOZA.
- DEMARQUILLY, C., 1970. Valeur alimentaire des foins. *Fourrages*, **42**: 46-52.
- DEMARQUILLY, C., 1985. Valeur alimentaire des fourrages. Apontamentos do Curso de Nutrição e Alimentação Animal. IAMZ. ZARAGOZA.
- DEMARQUILLY, C., 1987. La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Pert d'eau, métabolisme, modifications de la compositions morphologique et chimique. In *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilization*. XVIèmes Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mai 1985. I.N.R.A. Publications. VERSAILLES.
- DEMARQUILLY, C., 1990. Apontamentos do Curso de Nutrição e Alimentação Animal. I.A.M.Z. ZARAGOZA.
- DEMARQUILLY, C., ANDRIEU, J., 1987. Prevision de la valeur alimentaire des fourrages secs au laboratoire. In *Les fourrages secs: récolté, traitement utilisation*. XVIèmes Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mai 1985. I.N.R.A. Publications. VERSAILLES.
- DEMARQUILLY, C., JARRIGE, R., 1971. Valeur alimentaire des fourrages des prairies cultivées et des prairies naturelles. INRA, Bull. Technique n° 6, pp. 5-26.
- DEMARQUILLY, C., JARRIGE, R., 1981. Panorama des méthodes de prevision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages. In *Prevision de la valeur Nutritive des aliments des Ruminants*. XIème Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mars 1979. INRA Publications.
- DIAS DA SILVA, A.A., 1977. *Utilização digestiva dos alimentos*. Instituto Politécnico de Vila Real.
- DULPHY, J. P., 1987. Fenaison: pertes en cours de récolte et de conservation. In *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilization*. XVIèmes Journées du grenier de Theix, 21-23 Mai 1985. I.N.R.A. Publications. VERSAILLES.

- DURU, M., GIBON, A., 1988. Prevision de la valeur nutritive des foins et regains dans les Pyrénées Centrales. I-Principaux facteurs de variation de la composition chimique. *Fourrages*, **114**: 143-165.
- DUTHIL, Y., 1967. *Production de Fourrages*. Mundi-prensa. MADRID.
- FENNER, H., DICKINSON, F. N., BARNES, H. D., 1967. Relationship of digestibility and certain rumen fluid components to level of feed intake and time of sampling after feeding. *J. Dairy Sci.* **50**: 334-344.
- FERREIRA, A. M., DIAS DA SILVA, A., CRUZ, M.A., VIEIRA, R.F., AZEVEDO, J.M.T. e SOUSA, A., 1981. Os fenos no Nordeste de Portugal. I. Valor energético e azotado (Resultados do 1º ano de observações). *Pastagens e Forragens*, **2**: 67-77.
- FERREIRA, A.A., 1985. *As técnicas para determinação da digestibilidade "in vitro" usando inóculo de rúmen*. IUTAD. Vila Real.
- FLATT, W. P., MOE, P. W., MOORE, L. A., VAN SOEST, P., J. 1969. Estimation and prediction of the energy value of feeds for Ruminants. In *Energy metabolism of farm animals*. 4th symp. Warraw, 1967, p. 59. (Eds. K.L. Blaxter, J. Kielanowski & G. Thorbek). Newcastle upon Tyne: Oriel Press (Publs Eur. Ass. Anim. Prod. 12).
- GOERING, H. K., VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and some applications). *Agriculture Handbook* N° 379, U.S.D.A., Washington D.C. USA. 20.
- GUSMÃO, F. V., SARMENTO, F.Q.M., MELO, H.L.G.R. FERREIRA, L.S. HENRIQUES, RAP., 1978. Estudo de fomento pecuário para a sub-região Norte Interior (Trás-os-Montes). MAP Secretaria de Estado do Fomento Agrário.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA), 1978. *Alimentation des Ruminants*. INRA Publications VERSAILLES.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA), 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. R. Jarrige Ed., INRA, PARIS.
- JARRIGE, R., 1981. Les constituants glucidiques des fourrages; variations, digestibilité et dosage. In *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminantes*. XVIème Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mars 1979. INRA Publications.
- JARRIGE, R., DEMARQUILLY, C., DULPHY, J.P., 1973. The voluntary Intake of Forages. In *Quality of Herbage*. Proceedings of the 5th General Meeting European Grassland

Federation. pp. 98-106.

JUNG, H.G., VOGEL, K.P., 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. *J. Anim. Sci.* 62: 1703-1712.

JUSCAFRESA, B., 1974. *Fourrages, Fertilizantes y Valor Nutritivo*. AEDOS. BARCELONA.

LEAVER, J. D., CAMPLING, R. C., HOLMES, W., 1969. The effect of level of feeding on the digestibility of diets for sheep and cattle. *Anim. Prod.* 11: 11-18.

MARTEN, G.C., BARNES, R.F., 1980. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzymes systems. In *Standardization of Analytical methodology for Feeds*. Ed. W.C. Pigden, C.C. Balch e M. Graham IDRC, Ottawa, p.p 61-71.

MARTINS, A.A., COUTINHO, J.F., 1988. Principais características físicas e químicas dos solos de Trás-os-Montes e Alto Douro relacionadas com a sua fertilidade. 1-Dados preliminares. *Anais UTAD* 1: 205-224.

McDONALD, P., EDWARDS, R.A. GREENHALGH, J.F.D., 1981. *Animal Nutrition*. (3^a edition) Longman Inc. New York. USA.

McDONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D., 1979. *Nutricion Animal*. (2^a Edicion) Acribia. ZARAGOZA.

MEFFATI-ALAMI, M., RIHANI, N., GUESSOUS, F., 1989. Composition chimique, valeur alimentaire et production du ray grass d'Italie conduit en errigué sous climat méditerranéen. *XVI Congrès International des Herbages*, 831-832.

MOE, P. W., REID, J. T., TYRRELL, H. F., 1965. Effect of level of intake on digestibility of dietary energy by high-producing cows. *J. Dairy Sci.*, 48: 1053-1061.

MOREIRA, N., 1980. *Cultura de forragens e pastagens*. I.U.T.A.D. VILA REAL.

NORMA PORTUGUESA. (NP) 2030., 1983. Alimentos para animais. Determinação do teor de Proteína bruta, pp.4.

PARDO, E.M., GARCIA, W.G., 1977. *Praderas y Forrages. Production y Aprovechamento*. Mundi-prensa. MADRID.

PELHATE, J., 1987. La microbiologie des foin. In *Les fourrages secs: récolte, traitement, utulization*. XVIèmes Journées du Grenier de Theix, 21-23 Mai 1985.

INRA.Publications. VERSAILLES.

RESENCEAMENTO AGRÍCOLA DO CONTINENTE (RAC), Gado. 1979. INE.

RAYMOND, W. F., HARRIS, C. E. KEMP, C. D., 1954. Studies in the digestibility of herbage. V. the Variation, with age, of the ability of sheep to digest herbage, with observation on the effects of season on digestive ability. *J. Br. Grassld Soc.*, **9**: 209-220.

RAYMOND, W. F., HARRIS, C. E., KEMP, C. D., 1954. Studies in the digestibility of herbage. V. the Variation, with age, of the ability of sheep to digest herbage, with observations on the effect of season on digestive ability. *J. Br. Grassld Soc.*, **9**: 209-220

RESENCEAMENTO GERAL AGRÍCOLA. (RGA), 1989. Documento de trabalho Nº1.DRATM.

ROBERTSON, J.B. E VAN SOEST, P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. Ed. W.P.T. James e O. Theander, Marcell Dekker, New York, pp. 123-158.

ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In *The analysis of Dietary Fiber in Food*. Ed. W.P.T. James e O. Theander, Marcell Dekker. New York, pp. 123-158.

SARMENTO, F.M., 1980. Potencialidades e estrangulamentos para o desenvolvimento da produção pratense e forrageira em Trás-os-Montes. Notas Preliminares. Encontro de Técnicos Agrários de Entre Douro e Minho, Trás-os-Montes y Galicia. Pazo de Marinã. Galicia. Espanha.

SCHNEIDER, B. H., FLATT, W. P., 1975. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press, Athens , USA.

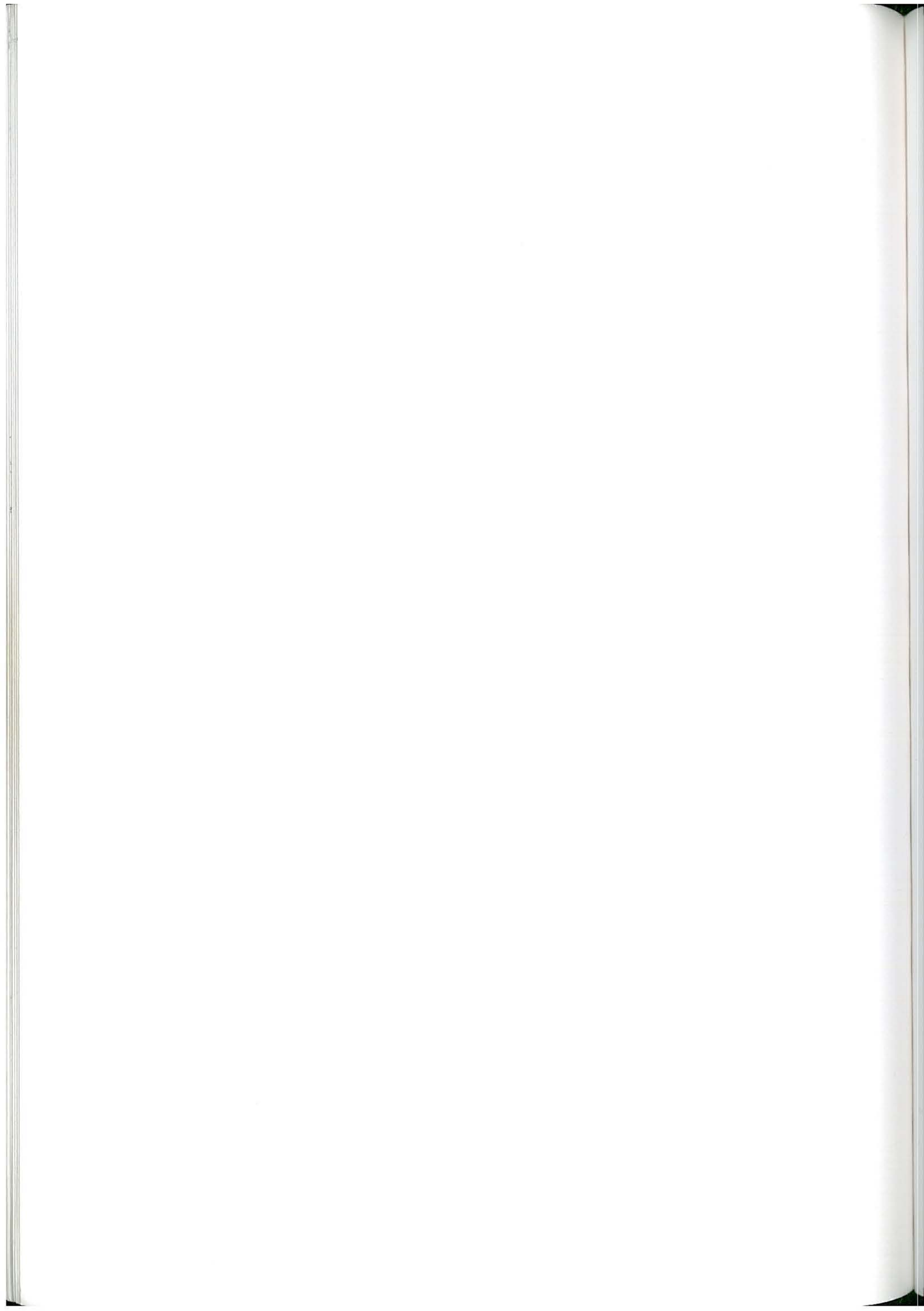
TELES, A., 1969. Os lameiros de montanha do Norte de Portugal. Subsídios para a sua caracterização Fitosociológica e Química. *Agronomia Lusitana*, **31**: 5-132.

TILLEY, J., TERRY, R., 1963. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forrage crops. *J. Brit Grassld. Soc.*, **18**: 104-111.

TYRRELL, H. F., REID, J.T., MOE, P.W., 1966. Further observations on the effect of level of intake on digestibility of dietary energy by high -producing cows. *J. Dairy Sci.*, **49**: 739.

- VAN SOEST, P.J. ,1964. Symposiun on Nutrition and Forage and Pastures: New chemical procedures for evaluating forages. *J. Anim. Sci.*, **23**: 838-845.
- VAN SOEST, P.J. ,1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of hervage by ruminants. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.* **24**: 834-843.
- VAN SOEST, P. J., 1968. Chemical estimates of the nutritional value of feeds. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. pp. 38-46.
- VAN SOEST, P.J., 1975. Physico.chemical aspects of Fibre digestion. In Digestion and Metabolism in the Ruminant. Ed. I.W. McDonald e A.C.I. Warner. The University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia, pp. 351-365.
- VAN SOEST, P. J., 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant metabolism, Nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers.* Published and Distributed by: O&B Books. INC., 1215 N.W. Kline Place, Corvalis, Oregon 97330. USA.
- WEISS, PH, DEMARQUILLY, C., 1970. Valeur alimentaire des fourrages verts. *Fourrages*, **42**: 46-52.
- WILSON, J. R., 1982. Environmental and Nutritional factores affecting herbage quality. In *Nutritional limits to animal production from pastures.* (Ed. J. B. Hacker). Commonwealth Agricultural Bureaux , Farnham Royal, U.K. pp. 111-131.

ANEXO 1



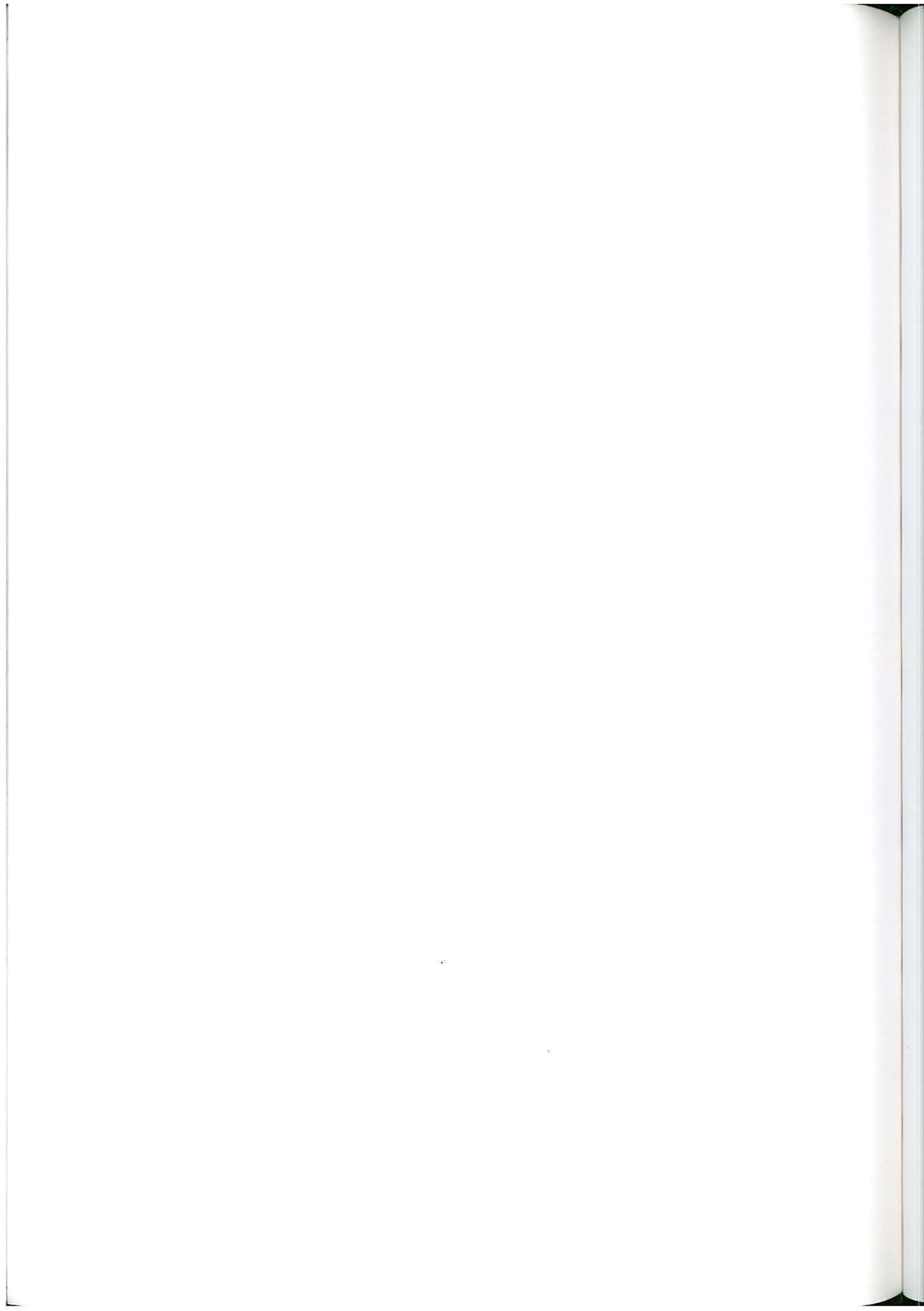
Quadro 1 - Ingestão diária de MS

I MS/d/kg p.v. I MS/d/kg p. met.	Animals				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	20,37	15,39	22,73	22,57	20,27	3,42	16,89
	60,74	42,55	62,88	64,09	57,57	10,11	17,55
BOUÇAS OUTEIRO	17,12	23,38	26,34		22,28	4,71	21,13
	46,74	70,15	68,59		61,83	13,09	21,17
CABOUÇO REBORDÃOS	25,56	22,43	21,32		23,10	2,20	9,52
	67,96	68,88	57,12		64,65	6,54	10,12
CABANELAS S. PEDRO	21,69	17,35	16,16	19,23	18,61	2,41	12,97
	61,70	48,99	43,71	49,25	50,91	7,63	14,99
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	22,99	24,27	18,05		21,77	3,28	15,09
	67,40	64,70	47,76		59,95	10,65	17,76
MONTESINHO NOVO	21,87	19,04	19,24		20,05	1,58	7,88
	62,45	54,05	58,00		58,17	4,20	7,22
MONTESINHO VELHO	26,41	22,96	22,18		23,85	2,25	9,44
	75,56	64,94	65,92		68,81	5,87	8,53
MOFREITA REGADIO	20,41	21,25	20,44		20,70	0,48	2,30
	58,40	59,75	57,48		58,54	1,14	1,95
MOFREITA SEQUEIRO	22,98	16,33	29,42		22,91	6,55	28,57
	64,50	48,61	75,76		62,96	13,64	21,67
PARÂMIO	24,86	20,72	16,55		20,71	4,16	20,06
	70,85	58,04	47,34		58,74	11,77	20,04
PAÇO RIO FRIO	16,34	13,33	13,35		14,34	1,73	12,08
	45,77	36,14	39,40		40,44	4,90	12,11
PADRAVELA GIMONDE	19,79	16,68	19,11		18,53	1,64	8,83
	56,51	45,63	58,44		53,53	6,91	12,90
PRADA REGADIO	16,23	20,04	26,65	17,18	20,03	4,70	23,49
	46,35	60,35	69,04	46,79	55,76	11,12	19,95
PRADA SEQUEIRO	22,43	22,94	30,43		25,27	4,48	17,73
	64,41	70,05	80,50		71,65	8,16	11,39
SOEIRA REGADIO	19,93	21,48	28,41		23,27	4,52	19,40
	56,04	65,02	72,97		64,68	8,47	13,10
SANTA CRUZ SEQUEIRO	18,03	17,21	20,14	25,87	20,31	3,91	19,23
	51,21	48,49	60,98	66,63	56,83	8,45	14,88
S. LOURENÇO S. PEDRO	20,09	19,86	25,46	20,33	21,44	2,69	12,55
	57,14	56,51	66,84	55,36	58,96	5,30	8,99
TEIXO REBORDÃOS	14,32	22,81	26,44		21,19	6,22	29,35
	39,18	68,33	72,16		59,89	18,04	30,12
TRAVANCA REGADIO	22,80	19,89	20,21	23,29	21,55	1,75	8,10
	64,49	56,52	60,63	60,32	60,49	3,26	5,38
TRAVANCA SEQUEIRO	22,62	18,77	21,68		21,02	2,01	9,55
	64,11	56,23	56,47		58,94	4,48	7,60
VALE PARADA OUTEIRO	22,39	16,95	22,77		20,70	3,26	15,73
	63,47	48,23	62,02		57,91	8,41	14,53

Quadro 2 - Ingestão diária de MO

IMO/d/kg p.v. IMO/d/kg p. met.	Animais				Média	d.p.	CV
	1	2	3	4			
BABE	19,07	14,38	21,27	21,12	18,96	3,21	16,95
	56,84	39,76	58,82	59,64	53,77	9,41	17,50
P.V.	79,00	58,50	62,00	65,00			
BOUÇAS OUTEIRO	16,07	21,99	24,77		20,94	4,44	21,22
	43,86	65,98	64,50		58,11	12,37	21,28
P.V.	55,50	81,00	46,00				
CABOUCO REBORDÃOS	23,62	20,77	19,70		20,24	0,76	3,74
	62,82	63,80	52,77		58,29	7,80	13,38
P.V.	50,00	89,00	51,50				
CABANELAS S. PEDRO	20,20	16,10	15,05	17,90	17,31	2,26	13,03
	57,48	45,46	40,72	45,85	47,38	7,13	15,04
P.V.	65,50	63,50	53,50	43,00			
MARRÃO DE BAIXO GIMONDE	21,64	22,83	16,97		20,48	3,10	15,12
	63,15	60,87	44,90		56,31	9,94	17,66
P.V.	72,50	50,50	49,00				
MONTESINHO NOVO	20,76	18,07	18,29		19,04	1,49	7,84
	59,30	51,32	55,13		55,25	3,99	7,22
P.V.	66,50	65,00	82,50				
MONTESINHO VELHO	24,73	21,47	20,78		22,33	2,11	9,45
	70,76	60,74	61,74		64,41	5,52	8,57
P.V.	67,00	64,00	78,00				
MOFREITA REGADIO	19,17	20,16	19,88		19,74	0,51	2,59
	54,85	56,67	53,93		55,15	1,39	2,53
P.V.	67,00	66,50	62,50				
MOFREITA SEQUEIRO	21,41	15,21	27,42		21,35	6,11	28,60
	60,09	25,29	70,62		52,00	23,72	45,62
P.V.	62,00	78,50	44,00				
PARÂMIO	23,04	19,18	15,42		19,21	3,81	19,83
	65,68	53,75	44,12		54,52	10,80	19,81
P.V.	65,00	61,00	67,00				
PAÇO RIO FRIO	15,14	12,33	12,64		13,37	1,54	11,52
	42,39	33,42	35,80		37,20	4,65	12,49
P.V.	62,50	54,00	64,00				
PADRAVEIA GIMONDE	18,31	15,38	17,71		17,13	1,55	9,03
	52,29	42,06	54,17		49,51	6,52	13,16
P.V.	66,50	56,00	87,50				
PRADA REGADIO	14,93	18,46	24,52	15,79	18,43	4,33	23,51
	42,64	56,01	63,52	42,99	51,29	10,26	20,00
P.V.	66,50	85,00	45,00	55,00			
PRADA SEQUEIRO	21,09	21,58	28,59		23,75	4,20	17,66
	60,57	65,89	75,64		67,37	7,64	11,35
P.V.	68,00	49,00	49,50				
SOEIRA REGADIO	18,75	20,21	26,75		21,90	4,26	19,45
	52,72	61,19	68,69		60,87	7,99	13,13
P.V.	62,50	84,00	43,00				
SANTA CRUZ SEQUEIRO	16,83	16,05	18,79	24,17	18,96	3,66	19,30
	47,79	45,23	56,88	62,25	53,04	7,92	14,93
P.V.	65,00	63,00	84,00	44,00			
S. LOURENÇO S. PEDRO	18,70	18,50	23,66	18,89	19,94	2,49	12,47
	53,20	52,73	62,12	51,44	54,87	4,89	8,91
P.V.	65,50	66,00	47,50	55,00			
TEIXO REBORDÃOS	14,19	21,37	24,73		20,10	5,38	26,79
	38,82	64,01	67,51		56,78	15,65	27,57
P.V.	56,00	80,50	55,50				
TRAVANCA REGADIO	21,12	18,48	18,73	21,59	19,98	1,60	8,02
	59,74	52,28	56,20	55,92	56,04	3,05	5,44
P.V.	64,00	64,00	81,00	45,00			
TRAVANCA SEQUEIRO	21,04	17,46	20,15		19,55	1,86	9,53
	59,62	52,31	52,48		54,80	4,17	7,61
P.V.	64,50	80,50	46,00				
VALE PARADA OUTEIRO	20,92	15,82	21,27		19,34	3,05	15,78
	59,29	45,00	57,94		54,08	7,89	14,59
P.V.	64,50	65,50	55,00				

ANEXO 2



Quadro 1-Análise de variância da regressão NDF sem cinzas

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	105,355	105,355	9,038**
resíduo	19	221,477	11,660	
total	20	326,832	116,953	

Quadro 2-Análise de variância da regressão ADF

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	105,355	105,355	9,038**
resíduo	19	221,540	11,657	
total	20	326,832	117,012	

Quadro 3-Análise de variância da regressão ADL

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	75,355	75,355	5,693*
resíduo	19	251,479	13,236	
total	20	326,829	88,589	

Quadro 4-Análise de variância da regressão da PB

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	78,294	78,294	5,985*
resíduo	19	248,539	13,081	
total	20	326,833	91,375	

Quadro 5-Análise de variância da regressão DMO

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	122,744	122,744	11,427**
resíduo	19	204,089	10,742	
total	20	326,833	91,375	

Quadro 6-Análise de variância da regressão DMO estimada

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	122,943	122,943	11,457**
resíduo	19	203,889	10,731	
total	20	326,832	133,674	

Quadro 7-Análise de variância da regressão Digestibilidade NDF

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	104,454	104,943	8,925**
resíduo	19	222,379	11,704	
total	20	326,832	133,674	

Quadro 8-Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	175,075	175,075	21,919***
resíduo	19	151,757	7,987	
total	20	326,832	183,062	

Quadro 9-Análise de variância da regressão NDF indigestível

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	172,108	172,108	21,135***
resíduo	19	154,724	8,143	
total	20	326,832	180,251	

Quadro 10-Análise de variância da regressão PB e NDF indigestível

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	91,920	91,920	21,454***
resíduo	19	81,408	4,285	
total	20	173,328	96,205	

Quadro 11-Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática e PB

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	1	182,235	182,235	23,946***
resíduo	19	144,597	7,610	
total	20	326,832	189,845	

Quadro 12-Análise de variância da regressão NDF s/ cinzas (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	105,240	52,620	4,274*
resíduo	18	221,593	12,311	
total	20	326,833	64,931	

Quadro 13-Análise de variância da regressão ADF (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	122,428	61,214	5,391*
resíduo	18	204,405	11,356	
total	20	326,833	72,570	

Quadro 14-Análise de variância da regressão ADL (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	99,804	49,902	3,957*
resíduo	18	227,029	12,613	
total	20	326,833	62,515	

Quadro 15-Análise de variância da regressão PB (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	78,101	39,050	2,826
resíduo	18	248,732	13,818	
total	20	326,833	52,868	

Quadro 16-Análise de variância da regressão DMO (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	132,755	66,377	6,156**
resíduo	18	194,078	10,782	
total	20	326,833	77,159	

Quadro 17-Análise de variância da regressão DMO Estimada (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	134,405	67,203	6,286**
resíduo	18	192,428	10,690	
total	20	326,833	77,893	

Quadro 18-Análise de variância da regressão Digestibilidade NDF (polinomial)

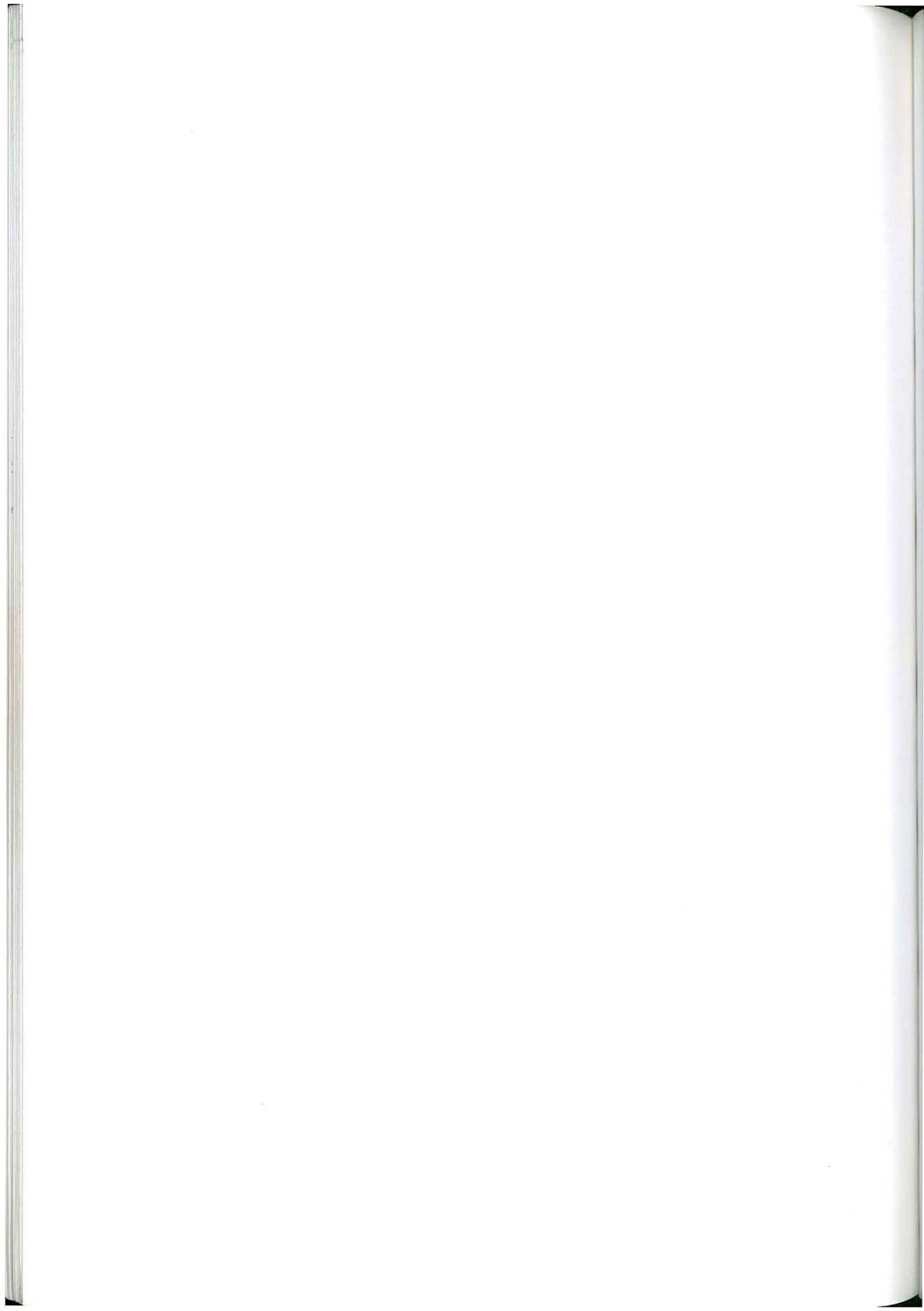
Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	129,130	64,565	5,878**
resíduo	18	197,702	10,984	
total	20	326,832	75,549	

Quadro 19-Análise de variância da regressão Digestibilidade enzimática (polinomial)

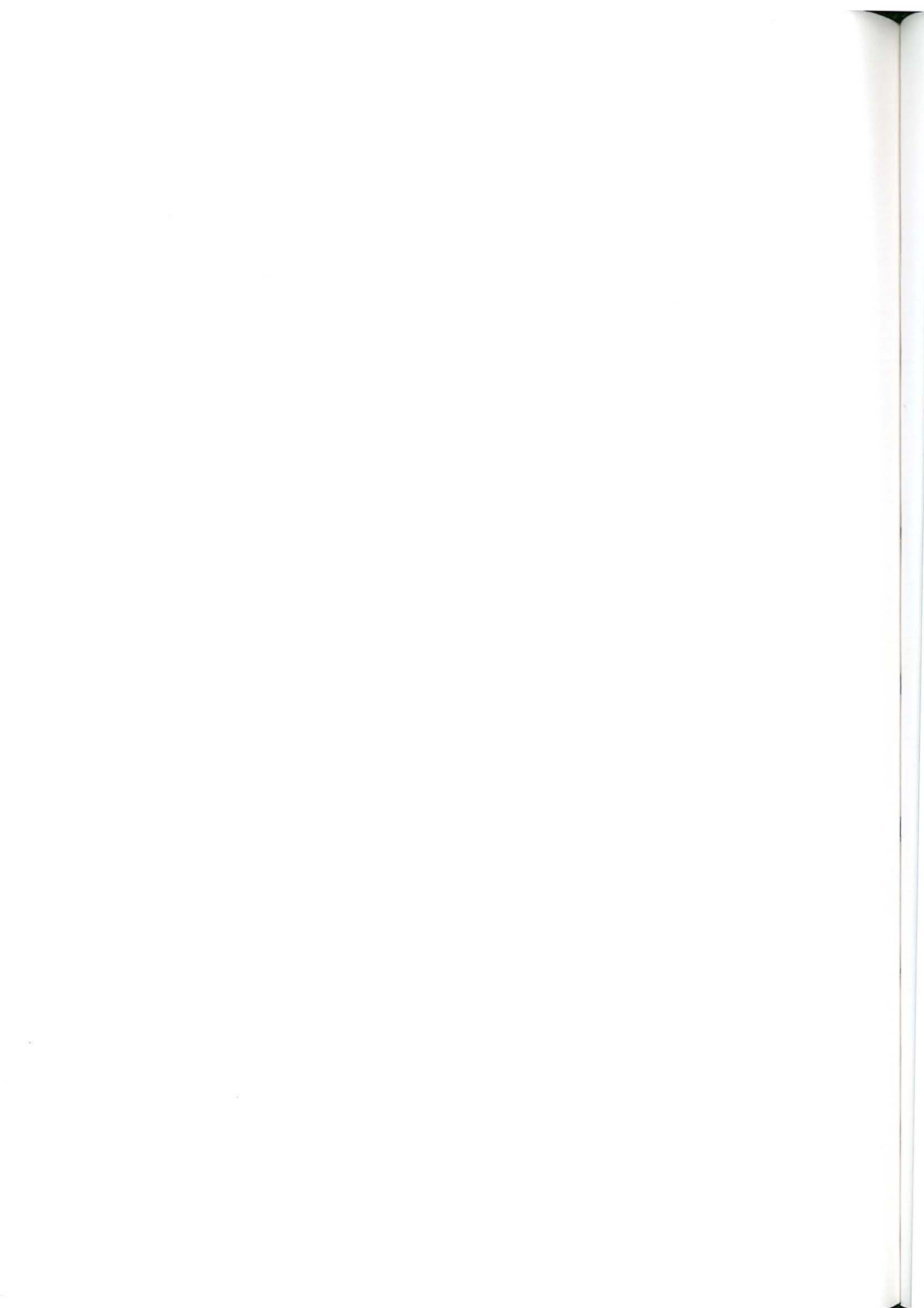
Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	184,080	92,040	11,606***
resíduo	18	142,753	7,931	
total	20	326,833	99,971	

Quadro 20-Análise de variância da regressão NDF indigestível (polinomial)

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F
regressão	2	186,233	93,116	11,921***
resíduo	18	140,600	7,811	
total	20	326,833	100,927	



SÍNTESES



SÍNTESIS

En la revisión bibliográfica se realiza una pequeña descripción del Nordeste de Portugal, concejos de Bragança y Vinhais, de su geografía, clima, suelo, censo de animales rumiantes y composición florística de los pastos naturales de la región.

En las Figs. 1 y 2 se encuentra la localización de la región en Portugal. Presenta un clima de bastantes contrastes, con Inviernos rigurosos y Veranos cálidos y secos. Debido a que presenta una cota superior a 700 m y temperaturas medias anuales que varían entre 9 y 11°C, es denominada Tierra Fría. Los suelos presentan buena permeabilidad interna, principalmente en los lugares ocupados por los prados naturales.

Son los rumiantes el componente principal del sistema de producción agraria de la región debido a los condicionalismos del suelo, clima y población, favorables a los pastos naturales. El efectivo de ovinos y caprinos en la región de Bragança y Vinhais en 1989 fué, respectivamente, de 64 146 y 14 571 animales, observándose un aumento en los últimos años, pues en 1979 era respectivamente 44 400 y 10 000 animales. El efectivo bovino en 1989 fué de 14 359 animales y en 1979 era sólo 13 244 animales.

En la región, los pastos naturales cubren una superficie de 14 700 ha, siendo cerca de 3500 ha de regadío y las restantes de secano. Éstos son utilizados para pastoreo directo por los animales durante una parte del año y vedados al pasto, normalmente entre Marzo/Abril o Mayo/Junio, dependiendo del local, para obtener mayor producción de hierba para henificación. Normalmente, el corte para heno se efectúa cuando las plantas están en la fase de fructificación o próximas de ella.

La composición florística de los pastos naturales es muy compleja. Se encuentra un predominio nítido de gramíneas con un gran número de especies, menor número de leguminosas, algunas juncáceas y ciperáceas y gran número de otras especies. La composición media (%) de las principales gramíneas, leguminosas, juncáceas, ciperáceas y diversas está representada en los Cuadros 1 y 2 del texto. La composición florística de los pastos naturales de la región es muy diversa y variable dentro de la región.

La composición química de los pastos naturales es variable dependiendo como es lógico de la composición florística de éstos (Cuadro 3). Como el valor nutritivo de los pastos naturales varía grandemente de unos lugares a otros, y también a lo largo del año, resulta importante encontrar un método simple, pero suficientemente fiable, para estimar ese valor, siendo este el objetivo fundamental de la tesis.

Se han revisado los principales factores que afectan al valor nutritivo de los henos y de que forma actúan. En este contexto discutimos las especies y variedades presentes en un pasto natural, la edad de esas especies en el momento del corte, el clima, los suelos y tratamientos fertilizantes, utilización del pastoreo, condiciones de corte, recogida y conservación.

Finalmente, se discute la metodología sobre la determinación de la digestibilidad "in vivo" y los principales factores que la afectan, enumerando los factores dependientes del animal y del alimento, tales como, especie, edad, composición química del alimento, interacciones entre los constituyentes del régimen alimenticio, forma de presentación de los alimentos y nivel alimenticio.

En el trabajo experimental, se seleccionaron 21 pastos naturales al azar en los concejos de Bragança y Vinhais y representativos de toda la región (Fig. 2). De cada pasto natural, se obtuvieron cerca de 400 kg de heno, retirados al azar para el estudio de la composición química y determinación de la digestibilidad "in vivo". Como el estado vegetativo influye mucho sobre la digestibilidad, se tomó un único estado vegetativo para el momento de la siega del forraje (estado de fructificación). Se optó por este estado de desarrollo de la planta, porque es el normal en la región, una vez que las condiciones climáticas sólo así lo permiten y también porque el agricultor pretende asegurar elevadas producciones de MS por hectárea.

El análisis químico de los henos estudiados fué efectuado en un laboratorio, montado por nosotros, en la Escola Superior Agrária de Bragança. En las muestras, previamente molidas en molino de martillos con criba de 1 mm, fueron determinadas las diversas fracciones analíticas de un análisis inmediato y fraccionamiento de la pared celular.

Para efectuar los ensayos de digestibilidad "in vivo" se hizo necesario instalar un equipo de cajas de digestibilidad para corderos lo cual fué montada de manera adecuada para el efecto, en la Escola Superior Agrária de Bragança. En este sentido, fué construida la sala donde colocamos a los animales del ensayo y además fueron construidas otras tres consecutivas, en una de las cuales colocamos las balanzas para pesar los alimentos, desperdicios y heces, en otra colocamos la estufa a 65° C con ventilación forzada y arca congeladora y en otra el molino de martillos con criba de 1 mm y arcas para almacenar los alimentos. Fig. 3.

Los corderos fueron alojados en jaulas de metabolismo fabricadas en metal y equipadas con dispositivos para recogida separada de heces y orina esquematizadas en la

Fig. 4.

Fueron utilizados para el estudio 8 corderos adultos del grupo étnico Churro Galego Bragançano con los cuales fueron constituidos 2 grupos de 4 animales cada uno.

Antes de comenzar los ensayos, los corderos fueron desparasitados y vacunados contra la enterotoxemia. Antes del periodo experimental, los animales tuvieron un periodo de adaptación a las jaulas, al alimento y al ambiente durante 20 días.

El heno fué cortado en trozos de aproximadamente 5 cm, con la finalidad de evitar pérdidas en los comederos, reducir la ingestión selectiva y facilitar las pesadas.

Cada ensayo comprendió 12 días 5 de los cuales sirvieron para la adaptación al nuevo alimento y 7 para medida de la ingestión y de la excreción fecal.

Los animales fueron alimentados 2 veces por día, una por la mañana (8 horas) y otra por la tarde (16 horas) en cantidades que garantizasen la ingestión "ad libitum". Para eso, se dió el alimento al animal (ajustado diariamente) de manera que la cantidad ofrecida excediese 10-15% la cantidad ingerida voluntariamente. Agua y sales minerales se encontraban siempre a disposición de los animales.

Durante el periodo de medida de la ingestión y excreción fecal, 7 días, en cada día el alimento ofrecido o rechazado y las heces fueron pesados y registradas, individualmente. Durante este periodo también se procedió a recoger muestras diarias representativas del heno ofrecido, del rehusado y de las heces.

Las muestras de heno ofrecido y rehusado se secaron diariamente en estufa con circulación forzada de aire a temperatura de 65° C durante 24 horas. Estas muestras, después de determinado el respectivo contenido de MS, fueron acumuladas en una única muestra durante el periodo de recogida y al final de éste molidas en molino de martillos equipado con criba de red redonda con 1 mm de diámetro para su posterior análisis químico.

De las heces diarias, después de cuidadosa homogeneización sólo se conservó un 20% del total excretado por el carnero y a una temperatura entre -15° C y -18° C. Al final de cada periodo de recogida, se retiraba una muestra representativa la cual era molida y secada en la estufa con circulación forzada de aire a 65°C durante 48 horas. Después de determinado el respectivo contenido en MS estas muestras eran molidas en molino de martillos equipado con criba de red redonda con 1 mm de diámetro para un posterior análisis químico.

Los corderos eron pesados al inicio y al final de cada periodo experimental.

Además de la digestibilidad "in vivo" se determinó la ingestibilidad, o sea, la cantidad de alimento ingerido diariamente por unidad de peso de los animales, que se expresó en MS y MO y en ambos casos fueron referidas al peso vivo y al peso metabólico.

Uno de los objetivos fundamentales de la tesis es comparar, para los henos de prados naturales del Nordeste de Portugal, los valores de la digestibilidad determinada "in vivo" con otras estimaciones de la digestibilidad con el objetivo de deducir cual de estos métodos resulta ser el más preciso en este caso particular.

Los métodos para la estimación de la digestibilidad que hemos estudiado en este trabajo corresponden a la digestibilidad "in vitro" Tilley Terry modificado, digestibilidad enzimática (celulasa), digestibilidad del NDF y estimación a partir de la composición química.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la composición química de los 21 henos estudiados.

Sobre la materia seca, nos aparece el heno de Babe con el contenido más alto, 91,66% y el heno de Mofreita Sequeiro con el más bajo, 86,69%.

Respecto a las cenizas, es el heno de Prada Regadio el que presenta un índice más elevado (7,81%) y el de Montesinho Velho el más bajo (4,29%), teniendo una media de $6,6\% \pm 0,88$.

Considerando el contenido en NDF y NDF sin cenizas es el heno de Soeira Regadio el que presenta los valores más altos (73,41% y 72,63%, respectivamente) y el de Montesinho Velho los valores más bajos (64,15% y 63,02%, respectivamente). El total de los henos analizados tienen como media respectivamente $68,4\% \pm 2,78$ y $67,3\% \pm 2,89$.

En relación al contenido en ADF, es el heno de Teixo Rebordão el que aparece en primer lugar (46,33%), siendo el del Vale de Parada Outeiro el que aparece en último lugar (39,74%). El contenido medio en ADF fué de $42,5\% \pm 2,09$.

Sobre el ADL es el heno de Parâmio el que presenta un mayor valor, 7,84%, correspondiendo el más bajo al de Babe con 4,06% y presentando una media de $5,6\% \pm 1,04$.

La PB tiene una media de $7,3\% \pm 0,83$, siendo el heno de S. Lourenço S. Pedro el que presenta el valor más alto (8,47%) y el heno de Mofreita Sequeiro el valor más bajo (5,57%).

Las variaciones observadas en la composición química entre pastos no debían ser

atribuidas al diferente estado vegetativo, pues, en todos ellos, el corte se realizó en el estado de fructificación. Sin embargo, como existe una complejidad de especies botánicas, es natural que no se encuentren todas en el mismo estado vegetativo en el momento de corte. Así, cuando el contenido en NDF del heno de un pasto es más alto podrá significar que la mayor parte de las especies se encontraban en un estado vegetativo más avanzado. Además, la gran cantidad de especies y la gran variación entre pastos pueden también explicar las diferencias observadas. Es el caso de la PB que, en los pastos donde el valor es más alto deben de ser justificados por tener mayor porcentaje de leguminosas.

El heno de Travanca Regadio ocupa el primer lugar en el porcentaje de la digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica y de la estimada (41,80% y 55,52%, respectivamente) y el heno de Marrão de Baixo Gimonde el último lugar (31,26% y 51,8%, respectivamente). La media es de $37,8\% \pm 2,90$ y $54,1\% \pm 1,02$.

Si consideramos la digestibilidad del NDF es el heno de Vale Parada Outeiro el que alcanza el valor más alto (54,98%) y el heno de Mofreita Sequeiro el más bajo (42,25%) presentando una media para todos los henos de $46,7\% \pm 2,95$.

Finalmente, la digestibilidad enzimática fué mayor para el heno de Vale de Parada Outeiro (48,65%) y menor para el heno de Soeira Regadio (38,59%) presentando un valor medio de $44,2\% \pm 2,82$.

En el Cuadro 4 se presentan las digestibilidades "in vivo" y la ingestión de los henos estudiados.

La digestibilidad "in vivo" de la MS tuvo un valor medio de $56,2\% \pm 4,19$, siendo el heno de Prada Sequeiro el que presenta el valor más alto (63,91%) y el heno de Mofreita Sequeiro el que presenta el valor más bajo (49,67%).

Sobre la digestibilidad "in vivo" de la MO el valor más alto se obtuvo también para el heno de Prada Sequeiro con 65,82%, seguido del de S. Lourenço S. Pedro y Bouças Outeiro, respectivamente con 62,82% y 61,67%. En último lugar, y al igual que para la MS, se encuentra el heno de Mofreita Sequeiro con 51,58%, siendo la media $57,9\% \pm 4,13$.

Observamos que, en general, a una digestibilidad "in vivo" más alta se corresponde un contenido en PB más alto y un contenido en NDF más bajo y viceversa. Es el caso, por ejemplo, del heno de S. Lourenço S. Pedro que presenta el contenido más elevado en PB y de los más bajos en NDF y, por el contrario, del heno de Mofreita Sequeiro que presenta el contenido en PB más bajo y uno de los valores más altos de NDF.

El heno ingerido en menor cantidad diaria de MS y MO por kg de peso vivo fué el de Paço Rio Frio (14,34 g y 13,37 g, respectivamente).

El que se ingerió en mayor cantidad de Materia Seca y Materia Orgánica fué el heno de Prada Sequeiro (25,27 g y 23,75 g, respectivamente).

El valor medio ingerido de MS y MO correspondió a 21,0 g \pm 2,25 y 19,6 g \pm 2,11 por kg de peso vivo, respectivamente.

El heno de Paço Rio Frio fué el ingerido en menor cantidad diaria de MS y MO por kg de peso metabólico (40,44 g y 37,20 g, respectivamente), y el heno de Prada Sequeiro el ingerido en mayor cantidad diaria de MS y MO (71,65 g y 67,37 g, respectivamente).

El valor medio de MS y MO diariamente ingerido por kg de peso metabólico fué respectivamente de 59,1 g \pm 6,35 y 54,8 g \pm 6,07.

Como podra obsevar-se existe una importante variabilidad en la ingestion voluntaria de MS y MO de unos henos a otros, lo cual es explicado a traves de la composición química y digestibilidad.

A través de los resultados de digestibilidad "in vivo" obtenidos verificamos que aparecía una mayor variabilidad entre animales para un mismo heno, de la que existía entre los diferentes henos (Cuadros 4, 5 y 6). Observamos ese hecho en los valores de la digestibilidad "in vivo" de la MS correspondientes a los henos Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo y Mofreita Regadio en los cuales el coeficiente de variación (CV) es mayor que el obtenido entre animales (10,65, 8,58, 7,31, respectivamente, contra el coeficiente de variación 7,46 entre todos los henos) (Cuadros 4 y 5).

También en los valores de la digestibilidad "in vivo" de la MO podemos verificar a través de los henos de Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo y Padraveia Gimonde que los coeficientes de variación entre animales (10,27, 7,75, 7,31), corresponden a valores superiores al del coeficiente de variación entre todos los henos (7,14) (Cuadros 4 y 6).

La mayor variabilidad obtenida entre animales con relación a la de los henos puede ser atribuida a dos orígenes distintos. Por un lado a que resulta muy difícil lograr una homogeneidad en la distribución de un mismo heno a cada uno de los cuatro corderos del lote correspondiente, y por otra parte, a la diferencia de peso en los animales experimentales (Anexo 1, Cuadro 2). La falta de homogeneidad en las cantidades ofrecidas a los corderos de un mismo heno se debe a la gran diversidad de especies botánicas que constituyen cada heno, por lo que hubiera sido necesario para lograr una buena homogeneidad la distribución en

forma de harina.

Como consecuencia de la variación de los valores del coeficiente de digestibilidad en función de la ingestión, se han corregido los resultados en función de esa variable (covariable) y los valores obtenidos después de esta corrección tienen ya un coeficiente de variación mucho menor (Cuadros 7 y 8). Así, todas las desviaciones estándar (DP) y coeficientes de variación (CV) de las digestibilidades "in vivo" de la MS y MO disminuyeron con esta corrección, a excepción del heno de Mofreita Sequeiro que tuvo un ligero aumento. En el caso de la digestibilidad "in vivo" de la MS, se pasó de una desviación estándar y de un coeficiente de variación de 0,30 y 0,60 respectivamente para 0,76 y 1,54 y el heno de Marrão de Baixo Gimonde disminuyó de 5,29 y 10,65 para 0,59 y 1,20, respectivamente. En cuanto a la digestibilidad "in vivo" de la MO se pasó de una desviación estándar y coeficiente de variación de 0,57 y 1,11, respectivamente, para 1,37 y 2,66 y el heno de Marrão de Baixo Gimonde disminuyó de 5,33 y 10,27 para 0,58 y 1,11, respectivamente.

Con la corrección efectuada la variabilidad que existía entre los animales para un mismo heno fue mucho más pequeña que entre los diferentes henos. En general, para una digestibilidad más baja fue mayor la corrección que para una más alta, lo cual está de acuerdo con todas las referencias bibliográficas de trabajos experimentales en los que se ha estudiado la influencia del nivel de ingestión sobre el valor del coeficiente de digestibilidad. Desde el punto de vista estadístico es correcto hacer la corrección a través de la covariable ingestión para todos los henos en conjunto, pero del punto de vista nutricional no es correcto mezclar todos los datos. Como consecuencia de ello, hemos corregido los resultados con la covariable ingestión heno por heno y no todos juntos (Cuadros 9 y 10). En este caso todas las desviaciones estándar y coeficientes de variación de las digestibilidades "in vivo" de la MS y MO disminuyeron, con excepción del heno Travanca Regadio que se mantuvo igual.

No obstante haber efectuado la referida corrección, aún aparece un heno en el que tanto para la digestibilidad "in vivo" de la MS como de la MO, el CV y DP entre los animales, 9,70 y 9,29 (Cuadro 9 y 10) son mayores que los encontrados entre henos, 7,46 y 7,19 (Cuadro 4) (heno Marrão de Baixo Gimonde).

El valor del NDF indigestible se estimó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{NDF sin cenizas} \times (1 - \text{Dig.NDF}) - (\text{Cuadro 11})$$

En todos los henos estudiados el contenido en PB resultó ser bastante bajo e inferior al que se podría considerar como óptimo para el desarrollo microbiano (Cuadro 3), por lo que con toda seguridad la actividad celulítica ruminal debió de estar limitada por el aporte de

nitrogeno. En estas condiciones es logico que hayamos encontrado una correlación positiva (0,475) entre los valores de la digestibilidad "in vivo" y los contenidos en PB.

En el Cuadro 12 figuran los coeficientes de correlación encontrados entre la digestibilidad "in vivo" de la MO y la digestibilidad estimada a partir de los diferentes metodos empleados.

A través del Cuadro 12 observamos que la correlación más elevada entre el CUD de la MO y su estimación corresponde la digestibilidad enzimática (0,732) seguida del NDF indigestible (0,726).

Conforme a lo esperado sobre el efecto de la fibra y de la PB en la digestibilidad, verificamos que los coeficientes de correlación para NDF sin cenizas, ADF, ADL y NDF indigestible son negativos y el coeficiente de correlación para la PB es positivo.

La ecuación que presenta mejor resultado (más significativa y R^2 más alto) es la de la digestibilidad enzimática seguida del NDF indigestible (Cuadro 13). Cuando efectuamos la "Stepwise regression" la digestibilidad enzimática se reveló como el mejor parámetro para estimar la digestibilidad "in vivo" de la MO.

Por las razones anteriormente expuestas la estimación de la digestibilidad mediante el metodo de la celulasa se ve mejorada al considerar tambien como variable el contenido en PB. La ecuación obtenida con las dos variables para la estimación de la digestibilidad fué:

$$\text{Eq. 1} \quad Y = 1,165 \text{ Digestibilidad enzimática} + 0,912 \text{ PB}$$

$$N = 21; R = 0,747; R^2 = 0,558 \text{ ***}; S_{yx} = 2,759$$

Una estimación aceptable de la digestibilidad de la MO puede efectuarse tambien mediante la ecuación:

$$\text{Eq. 2} \quad Y = 0,376 \text{ PB} - 0,988 \text{ NDF ind} + 90,882$$

$$N = 21; R = 0,728; R^2 = 0,530 \text{ ***}; S_{yx} = 2,070$$

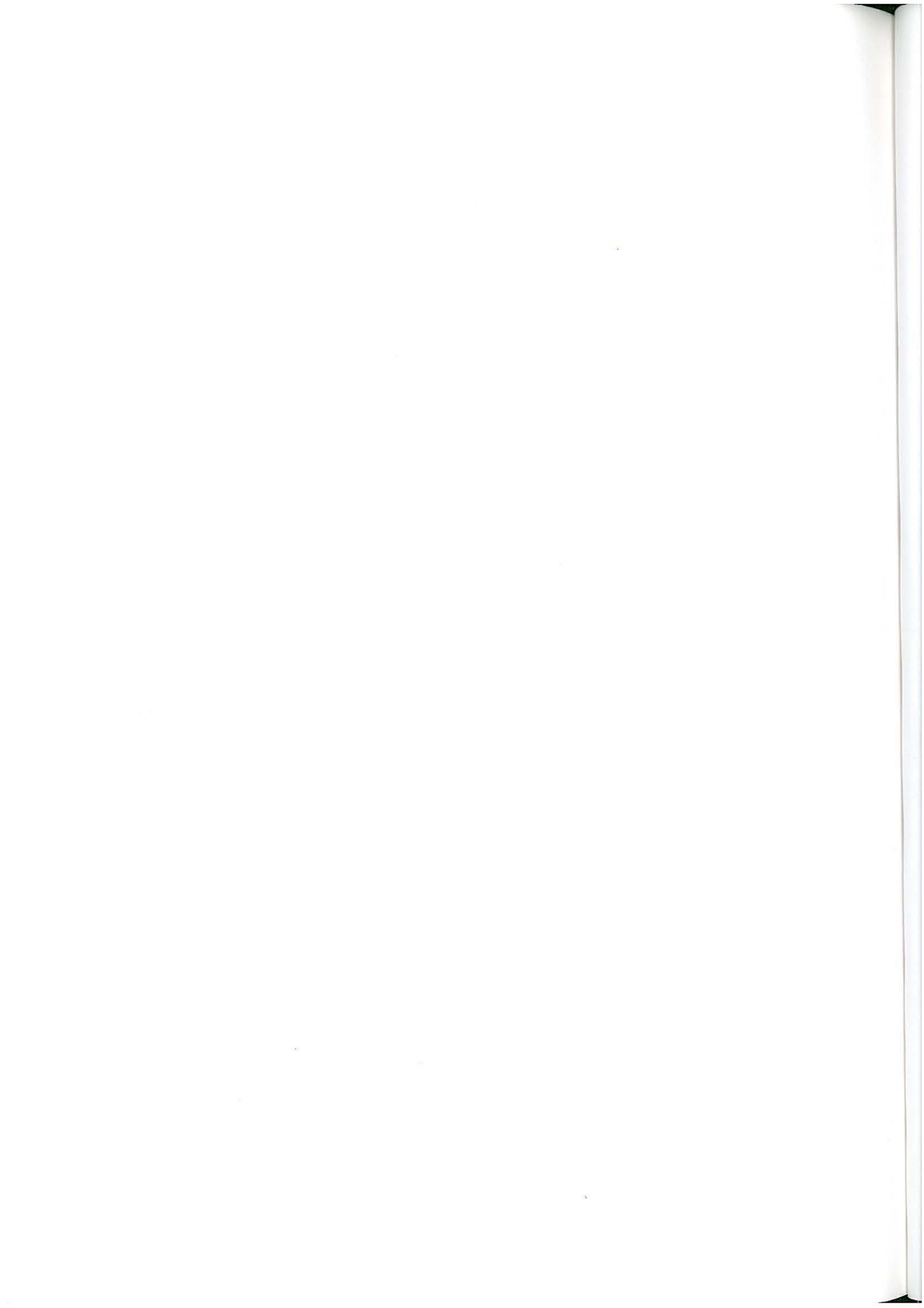
Finalmente fueron determinadas con los mismos parámetros ecuaciones de regresión polinómicas (Cuadro 14).

La ecuación que mejoró más la estimación del CUD de la MO fué la obtenida con NDF indigestible. En la Gráfica 1, resultante de esta ecuación, observamos que el aumento del contenido en NDF indigestible no corresponde a una disminución lineal del CUD de la MO. Así, a medida que el NDF disminuye, y a partir de un determinado valor, el aumento del CUD de la MO pasa a ser menor o nulo. Por tanto, desde este momento, deja de ser el

NDF indigestible el factor limitante del CUD de la MO.

El método de estimación que mejor se adapta a un determinado pasto natural podrá no ser el mejor para otro, según los principales factores de variación de la digestibilidad de los henos. Por eso resultan diferencias entre los valores del CUD de la MO observados y los estimados por las diferentes ecuaciones de regresión utilizadas en este trabajo, variando éstas según los diferentes henos (Cuadros 15, 16 y 17). En estos Cuadros podemos verificar que los valores estimados que se alejan más de los observados, para todas las ecuaciones, son los del heno de Prada Sequeiro. Como otros ejemplos, tenemos el caso del heno de Padraveia Gimonde donde la mejor estima es la obtenida con el NDF indigestible (residuo = 0,060) y del heno de Travanca Sequeiro donde la mejor estima se obtiene con la digestibilidad enzimática (residuo = 0,007).

Finalmente y de una manera general se puede decir que para todos los henos procedentes de pastos naturales del Nordeste de Portugal, la mejor estimación de la digestibilidad corresponde a una ecuación polinómica en función de la variable NDF indigestible, siendo también aceptables la estimación con una ecuación polinómica con la variable digestibilidad enzimática y las ecuaciones múltiples 1 y 2 ya comentadas.



SYNTHESIS

The review of the literature presents a description of the Northeastern part of Portugal, namely Bragança e Vinhais, concerning the geography, climate, soil, number of ruminants and plant composition of the pastures of this area.

The region (Pictures 1 and 2) called Terra Fria, shows a rather contrasting climate with severe Winters and hot and dry Summers. The altitude is above 700 metres and the average temperatures vary between 9° and 11°C in a year. The soil has a good internal permeability, especially where there are natural pastures.

The ruminants are the main component of the agrarian production system of the region due to soil, climate and settlement restrictions favorable to the formation of *lameiros* (natural pastures). The number of sheep and goats in the areas of Bragança and Vinhais was, respectively, 64 146 and 14 571 animals in 1989, a number which has increased in the last few years, since it was respectively 44 400 and 10 000 animals in 1979. The number of bovine was 14 359 in 1989 13 244 in 1979.

In the region the *lameiros* cover an area of 14 700ha. Only 3 500ha are irrigated. These, are directly pastured by the animals during part of the year. Depending on the region, *lameiros* are closed to pasturing from March to April or from May to June, in order to preserve the highest producing cut by hay-making. The hay making process usually takes place when the plant is bearing fruit or about to.

The plant composition of the *lameiros* is very complex. Although legumes, some juncaceae and cyperaceae and a great number of other species, can be observed in *lameiros*, a clear predominance of grasses is a rather common characteristic. The average number of cyperaceae and others is represented in Pictures 1 and 2. The plant composition of the *lameiros* of this region is very different and varies from place to place within the same region.

The chemical composition of the *lameiros* varies according to their plant composition (Table 3). Since quality of the *lameiros* changes from one place to the other and throughout the year, it is important to find a simple but reliable method to assess their nutritive value. This was the main goal of this thesis.

Next, the main factors which affect the nutritional value of the hay and its "modus

operandi" were discussed. In this context, we discussed plant composition, age at the time of the harvest, the climate, the soil and fertilizing treatments, the pasturing use, and the cutting, collecting and preserving conditions.

Finally, we discussed the methodology to determine the digestibility "in vivo" and the main factors which affect it, numbering those which depend on the animal and the food, such as species, age, chemical composition of the food, the interactions between nutrients, particle size and feeding level.

In the experimental work, 400kg of hay were sampled out of each of the 21 lameiros selected in the region, to study the chemical composition DM, OM, CP, NDF, ADF, ADL and the "in vitro" (Tilley and Terry, enzymatic and NDF) and "in vivo" digestibilities. Since the age of the plant greatly influences the digestibility, hays were chosen at fructification, a stage usually adopted for hay-making because weather conditions don't allow otherwise and the farmer wants to get maximum yield of Dry matter. The chemical analyses were carried out in a laboratory installed by us in the Escola Superior Agrária de Bragança. The samples were previously ground in a hammer mill with 1mm screen.

Hays produced in the Northeast of Portugal showed low CP levels ($\leq 8,47\%$), as a consequence of the harvesting time (fructification state) and the flower composition of the "lameiros". Likewise, the NDF level shows that the harvesting for hay making was rather late, containing an average level of $67,3 \pm 2,89\%$. The values for "in vivo" digestibility were low (an average of $57,9 \pm 4,13\%$), which may be the result of a high NDF and low CP levels. Of the various equations used to estimate the digestibility "in vivo", we found that polynomial equations with the indigestible NDF were the most adequate. The same fit was obtained with multiple regressions including CP and the enzymatic digestibility ($Y = 1,165 \text{ dig. enz.} + 0,912 \text{ CP}$) as well as CP and the NDF indigestible ($Y = 0,376 \text{ CP} - 0,988 \text{ NDF ind.} + 90,882$).

In order to carry out the "in vivo" digestibility tests, we had to prepare the metabolism and sample preparation rooms in the Escola Superior Agrária de Bragança (Picture 3) with digestibility boxes for sheep and the necessary equipment. The sheep were kept in metabolism cages made of metal and equipped with a collecting device to separate the feces from the urine (Picture 4).

Eight adult sheep were used in this study belonging to the Churro Galego Bragançano breed, divided into two groups of four animals each.

Before beginning the tests the sheep were dewormed and vaccinated against enterotoxemia. Before the experimental period the animals spent some time adapting to the cages, the feed and the environment (exactly twenty days). Each test took 12 days, 5 of which were spent on adapting to the new hay.

The hay was cut to the size of approximately 5cm, to prevent losses in the feeders and selective ingestion, as well as to make weighing easier.

The animals were fed twice a day, partly in the morning (8 a.m) and partly in the afternoon (16 p.m.) in quantities which were able to ensure the ingestion "ad libitum". Therefore, the animals were given quantities of food (subject to daily adjustments) which exceeded between 10-15% the quantity they would voluntarily eat. The animals freely acceded to water and mineral salts.

Refusals and feces were individually weighed and registered. During this period representative samples of the offered and refused hay and the feces were daily collected.

The hay samples were dried in an air-forced oven at the temperature of 65°C for 24 hours. Following DM determination, these samples were accumulated during the collection period and ground in hammer mills equipped with a 1 mm circular screen for further chemical analysis.

Of the daily feces, and after a careful homogenization, only 20% of the total feces of each sheep were frozen at -15°C to -18°C. At the end of each collecting period, a representative sample was taken, ground and dried in an air forced oven at 65°C for 48 hours. Following DM determination, these fecal samples were ground in hammer mills equipped with a 1 mm circular screen for further chemical analysis.

The sheep were weighed at the beginning and at the end of each experimental period.

In addition to the "in vivo" digestibility, intake, that is, the amount of feed ingested daily for each kg of the animal, was determined, expressed in DM and OM and in both cases referred to the live and metabolic weight.

One of the main goals of this thesis is to compare, for the hay of natural pastures in Northeastern part of Portugal, the digestibility values determined "in vivo" with the digestibility estimates, in order to ascertain which of these methods is the most accurate in

this particular case. The digestibility estimation methods studied in this work correspond to the modified "in vitro" Tilley Terry digestibility, the enzymatic digestibility (cellulase, the NDF digestibility and the estimate from the chemical composition of the 21 studied hays.

Concerning dry matter, the Babe hay shows the highest content, 91,66% and the Mofreita Sequeiro the lowest 86,69%. As to the ashes, it is the Prada Regadio hay which shows the highest level, (7,81%) and Montesinho Velho the lowest (4,29%). The average is $6,6\% \pm 0,88$.

The Soeira Regadio hay shows the highest values in terms of the content of NDF and NDF without ashes (73,41% and 72,63% respectively) and Montesinho Velho the lowest (64,15 % and 63,02 %, respectively). The average of the total analyzed hays is, respectively, $68,4\% \pm 2,78$ and $67,3\% \pm 2,89$.

As to the ADF content, the Teixo Rebordão hay comes first on the list (46,33%) and the hay Vale de Parada Outeiro comes last (39,74%). The average ADF level was $42,5\% \pm 2,09$.

In terms of ADL, Parâmio hay is on top of the list, 7,84% and the Babe hay at the bottom with 4,06%, showing an average of $5,6 \pm 1,04$.

The CP shows an average of $7,3\% \pm 0,83$ and the S. Lourenço. S. Pedro hay shows the highest value (8,47%) and the Mofreita non-irrigated the lowest (5,57%).

The variations observed between lameiros in terms of the chemical composition should not be ascribed to the different vegetative stages, since, in each case, cutting occurred at fructification. However, since there is a complexity of botanical species, a non homogeneous forage at the moment of the cut could have been produced. Thus, when the NDF content of a hay in a lameiro is higher it may signify that most of the species were already in a more advanced vegetative stadium. Besides, the great variety of species and the difference between lameiros may also explain the spotted differences. In fact, lameiros with higher legume percentage showed also higher Crude Protein levels.

The hay of Travanca-rrigated occupies the first place regarding the "in vitro" digestibility of the Organic Matter and the estimated "in vivo" digestibility (41,80% and 55,52% respectively); the Marrão de Baixo Gimonde hay occupies the last place (31,26% and 51,8% respectively). The average is respectively $37,8\% \pm 2,90$ e $54,1\% \pm 1,02$.

As to the NDF digestibility the Vale de Parada Outeiro reaches the highest value (54,98%) and the Mofreita non irrigated the lowest (42,25%). The average for all hays was $46,7\% \pm 2,95$.

Finally, the enzymatic digestibility was higher in the Vale de Parada Outeiro hay (48,65%) and lower in the Sociro Regadio (38,59%) showing an average value of $44,2\% \pm 2,82$.

Table 4 presents the "in vivo" digestibilities and hay intake.

The DM "in vivo" digestibility showed an average value of $56,2\% \pm 4,19$ being higher in the Prada Sequeiro hay (63,91%) and lower in Mofreita Regadio (49,67%).

As to the OM "in vivo" digestibility the highest value was also reached in Prada Sequeiro hay, with 65,82% followed by S. Lourenço S. Pedro e Bouças Outeiro with respectively, 62,82% and 61,67%. Last comes Mofreita Sequeiro hay as it happened for the DM digestibility, with 51,58% and with an average of $57,9\% \pm 4,13$.

We found that, a higher "in vivo" digestibility usually corresponds to a higher CP content and a lower NDF content and vice-versa. It is, for example, the case of the S. Lourenço S. Pedro hay which shows a higher CP content and one of the lowest values in NDF; the Mofreita Sequeiro hay, on the contrary, shows the lowest CP and one of the highest NDF values.

The lowest daily intake of DM and OM occurred when the animals received Paço Rio Frio (14,34kg and 13,37g, respectively). The highest daily intake was found with Prada non-irrigated (25,27g and 23,75g respectively). The average intake of DM and OM was $21,0g \pm 2,25$ and $19,6g \pm 2,11$ per kg body weight, respectively. In terms of metabolic weight, the hay from Paço Rio Frio showed the lowest intake of DM and OM (40,44g and 37,20g respectively); the maximum intake occurred with Prada Sequeiro (71,65g and 67,37g respectively). The average values were $59,1g \pm 6,35$ and $54,8g \pm 6,07$.

A significant variability in intake occurred from hay to hay, which may be explained by the chemical composition and digestibility. Although the differences in the "in vivo" digestibility were significant, we found higher variability between animals for the same hay, than between different hays (Tables 4, 5 and 6). Using Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo and Padraveia Gimonde as examples (Tables 4 and 6), the "in vivo"

digestibility values for OM showed coefficients of variation between animals (10,27, 7.75, 7,31) much higher than the coefficient of variation observed for hays (7,14).

The highest variability between animals referring to hays may be ascribed to two different reasons. On the one hand it is difficult to distribute homogeneously one hay among the 4 sheep of each lot, although particles were reduced to 5cm; on the other hand, there is a difference in weight between the experimental animals (Appendix 1, Table 2). The fact that the quantities of the some hay fed to the animals is not homogeneous is due to the great diversity of botanical species which form it. As a consequence, we corrected the results using intake as a covariable, and the values obtained after that correction showed already a much lower variation (Tables 7 and 8). Thus, the standard deviation and the coefficient of variation for DM and OM "in vivo" digestibility decreased with this correction. The hay from Mofreita Sequeiro which registered a slight increase was an exception.

Due to the correction, the variability between the animals for the same hay was much smaller than between the different hays. In general, the correction was more important for low values of digestibility, which agrees with the data published in the literature. From a statistical point of view, it is acceptable to make the correction through the covariable for all the hays, but from the nutritional point of view it is suspicious to mix all the data. Therefore, we corrected the results with the covariable for each hay separately (Tables 9 and 10). In this case all the standard deviations and coefficient of variation for DM and OM "in vivo" digestibilities have decreased, except for the hay from Travanca Regadio which registered no change. In spite of the above mentioned correction, the hay Marrão de Baixo Gimonde showed higher coefficient of variation and standard deviation between the animals (9,70 and 9,29, Tables 9 and 10) then the average between hays (7,46 and 7,19, Table 4).

The value of the NDF indigestible was estimated through the following equation:

$$\text{NDF without ashes} \times (1 - \text{Dig.NDF}) \quad (\text{Table 11})$$

In all the studied hays the CP contents is rather low and not reaching the level that can be considered optimal to the normal microbial development (Table 3). This may determine limited cellulose degradation in the rumen by insufficient nitrogen contribution. Under these conditions it is logical that we have found a positive correlation (0,475) between the "in vivo" digestibility values and the CP contents.

On Table 12, the correlation coefficients between the OM "in vivo" digestibility and

the digestibility estimated from the different methods are presented. The highest correlation was obtained with the enzymatic digestibility (0,732) followed by the NDF indigestible (0,726).

Bearing in mind the effect both of the fibre and the CP on the digestibility we verified that the correlation coefficients for NDF without ashes, ADF, ADL and NDF indigestible are negative whereas the correlation coefficient for the CP is positive.

The equation which shows the best fit (more significant and with higher R^2) is the one including the enzymatic digestibility followed by the NDF indigestible (Table 13).

When we carried out the stepwise regression, the enzymatic digestibility was the best parameter to estimate the OM "in vivo" digestibility.

For the already mentioned reasons, the digestibility estimation according to the cellulase method improves when we use the CP contents also as a variable. The equation obtained with the two variables was:

$$Y = 1,165 \text{ enz. dig.} + 0,912\text{CP} \quad \text{Eq. 1}$$

$$N=21; R = 0,747; R^2 = 0,558 \text{ ***}; S_{yx} = 2,759$$

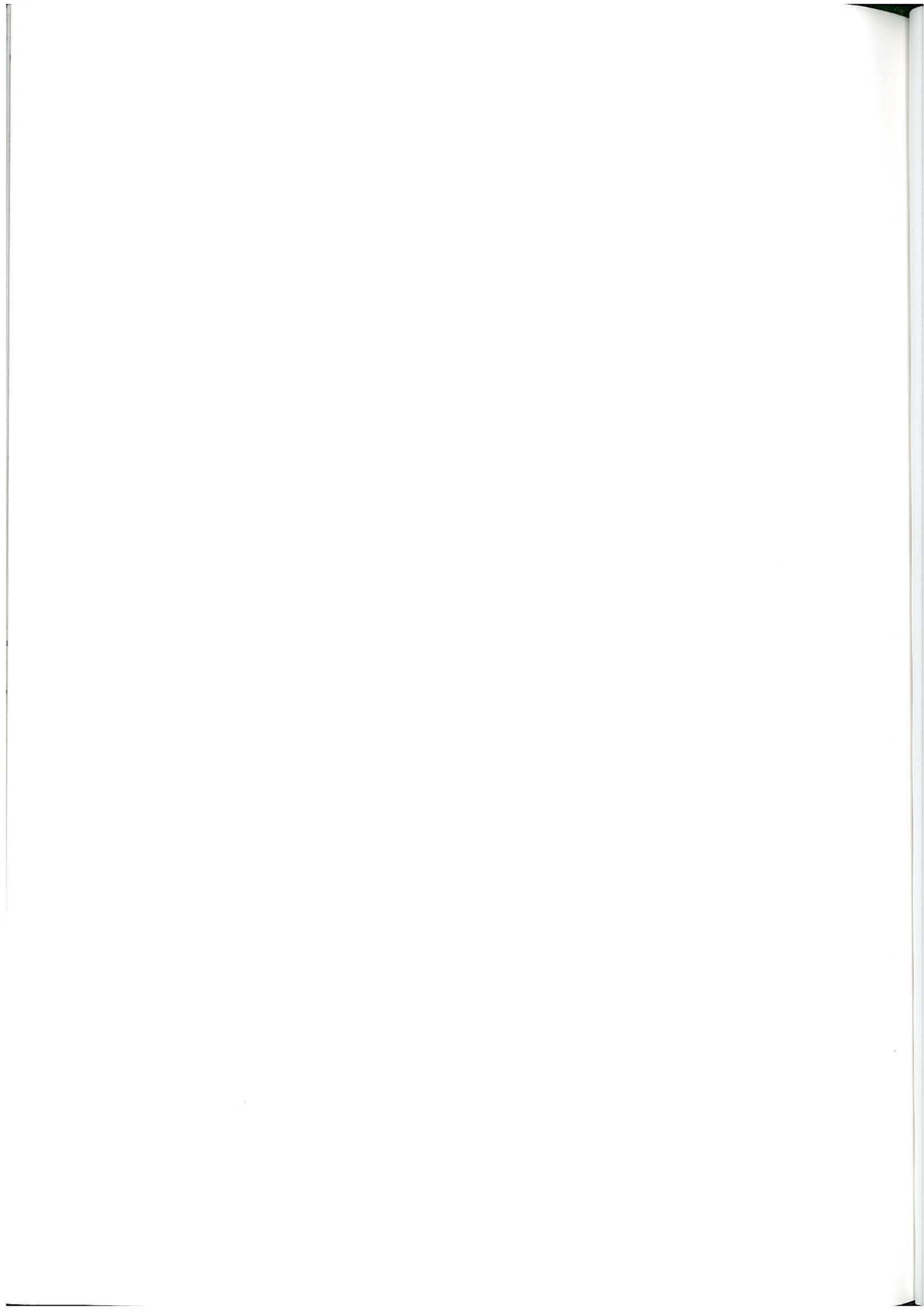
Another adequate estimate is obtained by the equation:

$$Y = 0,376 \text{ CP} - 0,988 \text{ ind. NDF} + 90,882 \quad \text{Eq. 2}$$

$$N=21; R = 0,728; R^2 = 0,530 \text{ ***}; S_{yx} = 2,070$$

Finally, polynomial regression equations were determined with the same parameters (Table 14).

The estimation method that best serves a certain lameiro may not give good estimates for another, because of various factors affecting digestibility. In fact, Tables 15, 16 and 17, illustrate estimated values which differ substantially from those observed. Prada Sequeiro shows the highest difference. Also as an example, the digestibility of the hay from Padraveia Gimonde is best estimated through the NDF indigestible and better fits are obtained through the enzymatic digestibility (residue=0,007) for Travanca hay. However, in general, it can be concluded that A) a polynomial equation in terms of the NDF indigestible gives the best estimates B) adequate estimates are also obtained with a polynomial equation using the enzymatic digestibility and with multiple regressions according to Equations 1 and 2.



SYNTHESE

Dans la révision bibliographique on a fait une description du Nord-est du Portugal, particulièrement Bragança et Vinhais, concernant la géographie, le climat, le sol, l'effectif de ruminants et la composition botanique des prairies naturelles de la région.

La région (Figures 1 et 2) présente un climat caractérisé par des Hivers très froids et des Étés chauds et secs. Cette région est localisée à 700 m de altitude et présente des températures annuelles qui varient entre 9 et 11°C, on l'appelle Terra Fria. Le sol est perméable, surtout dans les lieux des prairies naturelles.

Les ruminants sont le composant principal du système de production de la région dû aux conditions du sol, au climat et au peuplement, qui sont favorables pour les prairies naturelles. L'effectif d'ovins et caprins de la région de Bragança et Vinhais, en 1989, a été de 64 146 et 14 571 animaux, respectivement, et on a observé une augmentation car, en 1979 l'effectif était 44 400 et 10 000 animaux, respectivement. L'effectif bovin, en 1989, a été 14 359 animaux et, en 1979, il était 13 244 animaux.

Cettes prairies occupent une grande superficie et sont utilisées pour le pâturage direct par les animaux pendant une partie de l'année et elles sont fermées au pâturage pendant les mois de Mars/Avril ou Mai/Juin selon le lieu, pour la fénaison. La coupe de l'herbe pour la fénaison est réalisée à l'état de frutification.

La composition botanique de ces prairies est complexe. On trouve une grande quantité et une grande variété d'espèces de graminées, quelques espèces de légumineuses et de *Juncaceae*, *Cyperaceae* et beaucoup d'autres espèces. Le recouvrement moyen (%) des graminées, légumineuses, *Juncaceae* et *Cyperaceae* est présenté dans les Tableaux 1 et 2. La composition botanique de ces prairies est diverse et varie entre les prairies de la région.

La composition chimique des prairies naturelles est variée et elle dépend de la composition botanique de la prairie (Tableau 3). La valeur nutritive des prairies varie beaucoup entre les prairies naturelles de la région et pendant l'année. Alors, il semble très important trouver une méthode simple et précise pour estimer la valeur nutritive des foins des prairies naturelles du Nord-est de Portugal. Dans notre travail on a essayé trouver une méthode pour estimer la digestibilité des foins des prairies naturelles de cette région.

De suite on a revu les principaux facteurs qui ont un effet sur la valeur nutritive des foins. On a discuté les différentes espèces et variétés présentes dans une prairie naturelle,

l'âge des espèces au moment du coupe, le climat, le sol et les fertilisations, l'utilisation pour le pâturage, les conditions de coupe, récolte et conservation.

À la fin, on a discuté la méthodologie pour la détermination de la digestibilité "in vivo" et les principaux facteurs que ont un effet sur la digestibilité "in vivo". Les facteurs dépendants de l'animal et les facteurs dépendants de l'aliment, tels que, l'espèce, l'âge, la composition chimique, les interactions entre les différents composants du régime alimentaire, la façon d'apresentation de l'aliment et le niveau alimentaire.

Pour le travail experimental, on a choisi 21 prairies naturelles de la région dans les municipalités de Bragança et Vinhais, représentatives de toute la région (Figure 2). On a enlevé 400 kg de foin de chaque prairie pour déterminé la composition chimique et la digestibilité "in vivo". L'état végétatif a un effet sur la digestibilité. On a pris des échantillons à l'état de frutification parce que c'est le même que on utilise dans cette région à cause du climat et pour obtenir une bonne production de MS par ha.

On a équipé un laboratoire dans l'École Superior de Bragança pour analyser les échantillons.. Les échantillons ont été broyés à la grille de 1 mm avant la détermination de la composition chimique.

Pour les essais de digestibilité "in vivo" les animaux ont été placés en cages à métabolisme. Une salle pour les animaux a été bâtit à l'École Superior de Bragança, et aussi trois salles pour mettre les balances, l'étuve avec ventilation forcée pour sécher les échantillons d'aliments, refus et fèces, le congelateur, le moulin à marteaux et les caisses pour les aliments (Fig 1).

Les animaux ont été placés en cages à métabolisme avec un dispositif pour la récolte séparée des fèces et de l'urine (Fig. 4.).

On a utilisé 8 moutons adultes de la race Churro galego Bragançano, groupés en 2 lots de 4 animaux .

Avant le début de l'essai les animaux ont été déparasité et vaccinés contre l'enterotoxemie. Avant le début du période experimental , les animaux ont eu une période d'adaptation (20 jours).

Les foins ont été coupés en morceaux de 5 cm pour empêcher les pertes pendant l'ingestion de l'aliment, reduire l'ingestion selective e faciliter le pesages.

Chaque essai a eu la duration de 12 jour (5 jour pour l'adaptation au aliment et 7 jours pour la mesure de l'ingestion et excretion fécale).

Les animaux ont reçu 2 repas par jour, un pour le matin (8 heures) et un autre pour le soir (16 heures). Les quantités de fourrage offertes ont été suffisantes pour l'ingestion "ad libitum". Ainsi, les refus ont représenté, tous les jours, 10-15% de l'aliment offert. L'eau et un supplément minéral ont été fournis aux animaux pendant les essais de digestibilité.

Nous avons mesuré, chaque jour, les quantités de aliment offertes, refusées et excrétées. On a prélevé des échantillons de l'aliment offerts, refusés et des fèces, chaque jour.

Les échantillons d'aliment offerts et refusés ont été séchés, chaque jour, à 65°C, pendant 24 h, dans une étuve avec ventilation, pour la détermination de la MS. À la fin, on a broyé, à la grille de 1 mm, un échantillon représentatif pour la détermination de la composition chimique.

On a enlevé 20% des fèces par animal et on les a conservés à température entre -15 -18°C. À la fin, on a enlevé un échantillon pour la détermination de la MS (65°C, 48h). Les échantillons séchés ont été broyés par la grille de 1mm pour la détermination de la composition chimique.

Les moutons ont été pesés avant et à la fin de chaque essai de digestibilité.

On a aussi mesuré l'ingestion - quantités de aliment ingérée (MS et MO) par kg de poids vif et par kg de poids métabolique.

L'objectif principal de notre travail était trouver une méthode simple et précise pour estimer la digestibilité des foin des prairies naturelles de la région du Nord-est de Portugal. Pour ça, on a estimé la digestibilité "in vivo" avec les méthodes suivantes: digestibilité "in vitro" Tilley et Terry modifié, digestibilité enzymatique (célulase), digestibilité "in vitro" du NDF et la composition chimique (matières azotée, NDF, ADF, ADL).

Dans le Tableau 3 on peut voir les résultats de la composition chimique des foin étudiés.

Le foin de Babe a présenté la teneur en MS plus élevée (91,66%) et le foin de Mofreita Sequeiro la teneur plus basse (86,69%).

La teneur de cendres a varié entre 4,29%, pour le foin de Montesinho Velho, et 7,81%, pour le foin de Prada Regadio. La teneur moyenne a été $6,6\% \pm 0,88$.

À ce qui concerne la teneur en NDF et NDF sans cendres, le foin de Soeira Regadio a eu les valeurs plus élevées (73,41 et 72,63%, respectivement) et le foin de Montesinho Velho a eu les valeurs plus basses (64,15 et 63,02%, respectivement). La teneur moyenne de

NDF et NDF sans cendres a été $68,4 \pm 2,78\%$ et $67,3 \pm 2,89\%$, respectivement.

Le foin de Teixo Rebordãos a présenté la teneur en ADF plus élevée ($46,33\%$) et le foin de Vale Parada Outeiro la teneur en ADF plus basse ($39,74\%$), étant la moyenne de $42,5 \pm 2,09\%$.

La teneur en ADL plus élevée a été obtenue pour le foin de Parâmio ($7,84\%$) et la plus basse pour le foin de Babe ($4,06\%$). La moyenne a été $5,6 \pm 1,04\%$.

Les foins ont présenté une teneur en matières azotées totales moyenne de $7,3 \pm 0,83\%$. Le foin de S. Lourenço S. Pedro a eu la valeur plus élevée ($8,47\%$) et le foin de Mofreita Sequeiro la valeur plus basse ($5,57\%$).

L'herbe pour la fenaison a été coupé à l'état de frutification et pourtant, les variations de la composition chimique ne doivent pas être causées par les différences de l'état végétatif. Cependant, la grande variété d'espèces présentes dans une prairie ne sont pas, certainement, toutes dans le même état végétatif. Quand un foin présente une teneur en NDF élevée, on peut dire, que l'état végétatif, de la plupart des espèces, était tardif (frutification). Au même temps, cette variation de la composition chimique reflète la grande variété d'espèces présentes dans la prairie et, surtout, la grande variation observée entre prairies. Les prairies où les légumineuses sont l'espèce plus importante, ont présenté la teneur en matières azotées élevée.

La digestibilité "in vitro" de la MO moyenne et la digestibilité "in vivo" estimée moyenne ont été, respectivement, $37,8 \pm 2,90\%$ et $54,1 \pm 1,02\%$, ayant le foin de Travanca Regadio les valeurs plus élevées ($41,80\%$ et $55,52\%$, respectivement) et le foin de Marrão de Baixo les valeurs plus basses ($31,6\%$ et $51,8\%$, respectivement).

Les foins de Vale de Parada Outeiro et de Mofreita Sequeiro ont eu, respectivement les valeurs $54,98\%$ et $42,25\%$, pour la digestibilité du NDF. La moyenne a été $46,7 \pm 2,95\%$.

À ce qui concerne la digestibilité enzymatique, on a obtenu une valeur de $48,65\%$ pour le foin de Vale Parada Outeiro et une valeur de $38,59\%$ pour le foin de Soeira Regadio.

Les valeurs de la digestibilité "in vivo" et l'ingestion des foins étudiés sont données dans le Tableau 4.

Le foin de Mofreita Sequeiro a présenté la plus faible digestibilité "in vivo" de la MS ($49,67\%$) et le foin de Prada Sequeiro a présenté la plus élevée ($63,91\%$). Les foins ont présenté une digestibilité "in vivo" de la MS moyenne de $56,2 \pm 4,19\%$.

Le foin de Prada Sequeiro a eu la valeur plus faible pour la digestibilité de la MO, suivi du foin de S. Lourenço S. Pedro, étant, respectivement, 62,82% et 61,67%. La digestibilité plus basse a été observée pour le foin de Mofreita Sequeiro (51, 58%), étant la moyenne $57,9 \pm 4,13\%$.

On a vérifié que les foins dont la teneur en matières azotées était élevée et la teneur en NDF était faible, ont présenté une digestibilité "in vivo" élevée. Par exemple, le foin de S. Lourenço S. Pedro a présenté la teneur plus élevée en matières azotées et une teneur basse en NDF. Par contre, le foin de Mofreita Sequeiro a présenté la teneur en matières azotées basse et la teneur élevée en NDF, et la digestibilité "in vivo" a été faible.

L'ingestion de MS et MO par kg poids vif plus basse a été obtenue pour le foin de Paço Rio Frio (14,34g et 13,37g respectivement).

L'ingestion de MS et MO par kg poids vif du foin de Prada Sequeiro a été la plus élevée (25,27g et 23,75g, respectivement).

L'ingestion moyenne de MS et MO par kg poids vif a été $21,0 \pm 2,25$ g et $19,6 \pm 2,11$, respectivement.

Les quantités de MS et MO du foin de Paço Rio Frio, ingerées par jour par kg poids métabolique ont été, respectivement, 40,44g et 37,20g et les quantités de MS et MO du foin de Prada Sequeiro ingerées ont été 71,65g et 67,37g par jour et par kg poids métabolique, respectivement

L'ingestion moyenne de MS et MO par kg poids métabolique a été $59,1 \pm 6,35$ g et $54,8 \pm 6,07$ g, respectivement.

On a observé aussi une grande variation entre animaux pour la digestibilité. Ainsi, on a observé une variation plus élevée entre animaux, dans un foin, que entre foins. pour la digestibilité "in vivo" (Tableaux 4, 5 e 6).

Pour la digestibilité "in vivo" de la MO on peut vérifier, en regardant les foins de Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo e Padraveia Gimonde, que, les coefficients de variation entre animaux (10,27, 7,75 et 7,31, respectivement) sont inferieures au coefficient de variation entre foins (7,14) (Tableaux 4 et 6).

La cause principale de ce fait est la grande diversité d'espèces que composent le foin et la difficulté de obtenir une distribution homogène du foin aux animaux . La différence entre le poids vif des animaux (Anéxe 1, Tableau 2) peut aussi être la cause de la variation de la digestibilité "in vivo" observée.

On a corrigé les valeurs de la digestibilité "in vivo" avec l'ingestion (covariance) et on a vérifié que la variation a diminué (Tableaux 7 et 8). Après la correction, tous les écarts-types et les coefficients de variation de la digestibilité "in vivo", sauf pour le foin de Mofreita Sequeiro, ont diminué. L'écart-type et le coefficient de variation de la digestibilité "in vivo" de la MS du foin de Mofreita Sequeiro a augmenté, en passant de 0,30 et 0,60 respectivement pour 0,76 et 1,54. Par contre, pour les foins de Marrão de Baixo l'écart-type de la digestibilité in vivo de la MS du foin de Marrão de Baixo a diminué de 5,29 pour 0,599 et le coefficient de variation a diminué de 10,65 pour 1,20. De la même façon, l'écart-type et le coefficient de variation de la digestibilité "in vivo" de la MO du foin de Mofreita Sequeiro ont augmenté de 0,57 et 1,11, respectivement pour 1,37 et 2,66 et pour le foin de Marrão Gimonde ils ont diminué, respectivement, de 5,33 et 10,27 pour 0,58 et 1,11.

Après la correction la variation entre animaux a diminué. La correction a été plus forte pour les digestibilités basses, ce qui est d'accord avec l'influence du niveau alimentaire sur la digestibilité. On croit que c'est mieux, du point de vue de l'alimentation, faire une correction dans chaque foin. Après cette correction (Tableaux 9 et 10), tous les écarts-types et tous les coefficients de variations de la digestibilité "in vivo" de la MS et de la MO ont diminué, sauf pour le foin de Travanca Regadio qui n'a pas changé.

Après la correction, il y a encore un foin dont la digestibilité in vivo de la MS et de la MO ont présenté un écart-type et un coefficient de variation entre animaux plus élevée (9,70 et 9,29) que ceux observés entre foins (7,46 et 7,19, Tableau 4). C'est le cas du foin de Marrão de Baixo Gimonde.

On a estimé le NDF indigestible avec l'équation suivante:

$$\text{NDF sans cendres} \times (1 - \text{Dig.NDF}) \quad (\text{Tableau 11})$$

La teneur en matières azotées des foins étudiés ont été basses et inférieures à la teneur optimale pour l'activité des microorganismes du ruminant (Tableau 3), ayant un effet limitateur de l'activité cellulolytique du ruminant. Alors, c'était pour ça que la corrélation entre la digestibilité "in vivo" et les teneurs en matières azotées a été positive ($r=0,475$).

Dans le tableau 12 on a présenté les corrélations observées entre la digestibilité "in vivo" et les valeurs obtenues avec les différentes méthodes utilisées.

En regardant le tableau 12 on peut vérifier que la corrélation plus élevée a été obtenue entre la digestibilité "in vivo" et la digestibilité enzymatique ($r=0,732$), suivie de la corrélation entre la digestibilité "in vivo" et le NDF indigestible ($r=0,726$).

Les coefficients de corrélation entre la digestibilité "in vivo" et la teneur en NDF, ADF, ADL et NDF indigestible ont été négatives et le coefficient de corrélation entre la digestibilité "in vivo" et la teneur en matières azotées a été positive.

L'équation de régression linéaire pour l'estimative de la digestibilité "in vivo" que a présenté le meilleur résultat (r^2 plus élevé) a été obtenue avec la digestibilité enzymatique, suivie du NDF indigestible (Tableau 13).

Après la "Stepwise regression" on a vérifié que la digestibilité enzymatique a été la méthode que a présenté la meilleure estimative de la digestibilité "in vivo".

Quand on a utilisé les matières azotées et la digestibilité enzymatique pour estimer la digestibilité "in vivo" on a obtenu l'équation suivante:

$$Y = 1,165 \text{ Dig. enz.} + 0,912 \text{ matières azotées} \quad \text{Eq. 1}$$

$$N=21; R = 0,747; R^2 = 0,558 ***; Syx = 2,759$$

Avec les matières azotées et le NDF indigestible on a obtenu l'équation suivante::

$$Y = 0,376 \text{ matières azotées} - 0,988 \text{ NDF ind} + 90,882 \quad \text{Eq. 2}$$

$$N=21; R = 0,728; R^2 = 0,530 ***; Syx = 2,070$$

On a aussi essayé des équations polynomiales (Tableau 14).

La meilleure équation polynomiale pour l'estimative de la digestibilité "in vivo" a été obtenue avec de NDF indigestible (Graphique 1). Dans ce graphique on peut vérifier que la digestibilité de la MO a baissé de une façon linéaire avec l'augmentation du NDF indigestible, jusqu'à un point, où cette augmentation a commencé à diminuer. Dès ce point, on peut dire que le NDF indigestible n'est plus le facteur limitateur de la digestibilité "in vivo" de la MO.

Cependant, la meilleure estimative de la digestibilité "in vivo" obtenue pour le foin d'une prairie naturelle n'était pas la meilleure pour le foin d'autre prairie naturelle, à cause des facteurs qui ont un effet sur la digestibilité "in vivo". Les différences entre les valeurs de la digestibilité "in vivo" de la MO observées et les valeurs estimées avec les équations de régression ont varié entre foins (Tableaux 15,16 et 17). On peut vérifier que les différences plus élevées, entre les valeurs de la digestibilité "in vivo" de la MO observées et les valeurs estimées avec les équations de régression, ont été obtenues pour le foin de Prada Sequeiro. Par exemple, pour le foin de Padraveia Gimonde, la meilleure estimative a été obtenue avec le NDF indigestible (résidu=0,060) et pour le foin de Travanca Sequeiro la meilleure estimative a été obtenue avec la digestibilité enzymatique (résidu=0,007).

En générale, on peut dire que pour les foins des prairies naturelles du Nord-est de Portugal, les meilleures estimatives de la digestibilité "in vivo" de la MO ont été obtenues avec les suivantes équations: l'équation polynomial avec le NDF indigestible, l'équation polynomial avec la digestibilité enzymatique et les équations multiples 1 et 2, déjà présentées.

SÍNTESE

Na revisão bibliográfica efectuou-se uma pequena descrição do Nordeste de Portugal, nomeadamente Bragança e Vinhais, no que respeita à geografia, clima, solo, efectivo ruminante e composição florística dos lameiros da região.

A região (Figs. 1 e 2) apresenta um clima bastante contrastado, com Invernos rigorosos e Verões quentes e secos. Devido à sua localização apresentar uma cota superior a 700 m e apresentar temperaturas médias anuais que variam entre 9 e 11°C, é denominada de Terra Fria. Os solos apresentam boa permeabilidade interna, principalmente nos locais ocupados pelos prados naturais.

São os ruminantes a componente principal do sistema de produção agrária da região devido aos condicionalismos do solo, clima e povoamento, favoráveis aos pastos naturais (lameiros). O efectivo de ovinos e caprinos na região de Bragança e Vinhais em 1989 foi, respectivamente, de 64 146 e 14 571 animais, observando-se um aumento nos últimos anos, pois em 1979 era respectivamente 44 400 e 10 000 animais. O efectivo bovino em 1989 foi de 14 359 animais e em 1979 era apenas 13 244 animais.

Na região, os lameiros cobrem uma superfície de 14 700 ha, sendo cerca de 3 500 ha de regadio e o restante de sequeiro. Estes são utilizados para pastoreio directo pelos animais durante uma parte do ano e vedados ao pasto, normalmente entre Março/Abril ou Maio/Junho, dependendo do local, para se obter maior produção de erva para fenação. Normalmente, a fenação efectua-se quando as plantas estão na fase de frutificação ou próximo dela.

A composição florística dos lameiros é muito complexa. Encontra-se um predomínio nítido de gramíneas com um grande número de espécies, menor número de leguminosas, algumas juncáceas e ciperáceas e grande número de outras espécies. O recobrimento médio (%) das principais gramíneas, leguminosas, juncáceas, ciperáceas e diversas está representado nos Quadros 1 e 2 do texto. A composição florística dos lameiros da região é muito diversa e variável de local para local dentro da região.

A composição química dos lameiros é variável dependendo, como é lógico, da composição florística deste (Quadro 3). Como o valor nutritivo dos lameiros varia grandemente de uns locais a outros, e também ao longo do ano, torna-se importante encontrar um método simples, mas suficientemente fiável, para estimar esse valor, sendo este o

objectivo fundamental da tese.

Seguidamente foram revistos os principais factores que afectam o valor nutritivo dos fenos e de que forma actuam. Neste contexto, discutimos as espécies e variedades presentes num lameiro, a idade dessas espécies no momento do corte, o clima, os solos e tratamentos fertilizantes, utilização de pastoreio, condições de corte, recolha e conservação.

Por fim, discutimos a metodologia sobre a determinação da digestibilidade "in vivo" e os principais factores que a afectam, enumerando os factores dependentes do animal e do alimento, tais como, espécie, idade, composição química do alimento, interacções entre os constituintes do regime alimentar, forma de apresentação dos alimentos e nível alimentar.

No trabalho experimental, seleccionamos 21 lameiros ao acaso nos concelhos de Bragança e Vinhais e representativos de toda a região (Fig. 2). De cada lameiro, obtiveram-se cerca de 400 kg de feno, retirados ao acaso para o estudo da composição química e determinação da digestibilidade "in vivo". Como o estado vegetativo influi grandemente sobre a digestibilidade, tomou-se um único estado vegetativo para o momento de corte da forragem (estado de frutificação). Optou-se por este estado de desenvolvimento da planta, porque é o normal na região, uma vez que as condições climáticas só assim o permitem e também porque o agricultor pretende assegurar elevadas produções de MS por hectare.

A análise química dos fenos estudados foi efectuada num laboratório, montado por nós, na Escola Superior Agrária de Bragança. Nas amostras, previamente moídas em moínho de martelos com crivo de 1mm, foram determinadas as diversas fracções analíticas de uma análise imediata e fraccionamento da parede celular.

Para efectuar os ensaios de digestibilidade "in vivo" foi necessário instalar um equipamento de caixas de digestibilidade para carneiros o qual montamos de maneira adequada para o efeito, na Escola Superior Agrária de Bragança. Neste sentido, foi construída uma sala onde colocamos os animais em ensaio e além desta foram construídas mais três consecutivas, numa das quais colocamos as balanças para as pesagens dos alimentos, refugos e fezes, noutra colocamos a estufa a 65°C com ventilação forçada e a arca congeladora e numa outra o moínho de martelos com crivo de 1 mm e arcas para armazenamento dos alimentos (Fig.3).

Os carneiros foram alojados em gaiolas de metabolismo fabricadas em metal e equipadas com dispositivos para recolha separada de fezes e urina esquematizadas na Fig. 4.

Foram utilizados para o estudo 8 carneiros adultos do grupo étnico Churro Galego

Bragançano dos quais foram constituídos 2 grupos de 4 animais cada um.

Antes do início dos ensaios, os carneiros foram desparasitados e vacinados contra a enterotoxemia. Antes do período experimental, os animais tiveram um período de adaptação às gaiolas, ao alimento e ao ambiente durante 20 dias.

O feno foi cortado em troços de aproximadamente 5cm, com a finalidade de evitar perdas nos comedouros, reduzir a ingestão selectiva e facilitar as pesagens.

Cada ensaio compreendeu 12 dias 5 dos quais para adaptação ao novo alimento e 7 para medida da ingestão e da excreção fecal.

Os animais foram alimentados 2 vezes por dia, uma da parte da manhã (8 horas) e outra de tarde (16 horas) em quantidades que garantissem a ingestão "ad libitum". Para isso, foi fornecido ao animal alimento (ajustado diariamente) de modo a que a quantidade oferecida excedesse 10-15% a quantidade ingerida voluntariamente. Água e sais minerais encontraram-se sempre à disposição dos animais.

Durante o período de medida da ingestão e excreção fecal, o alimento oferecido, o recusado e as fezes foram individualmente pesadas e registadas. Durante este período também se procedeu à recolha de amostras diárias representativas do feno oferecido, do feno recusado e das fezes.

As amostras de feno oferecido e recusado foram secas diariamente em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C durante 24 horas. Estas amostras, depois de determinado o respectivo teor de MS, foram acumuladas numa só amostra durante o período de recolha e no final deste foram moídas em moínho de martelos equipado com crivo de malha redonda com 1mm de diâmetro para posterior análise química.

Das fezes diárias, após cuidadosa homogeneização apenas se conservou 20% do total excretado por carneiro e a uma temperatura entre -15°C e -18°C. No final de cada período de recolha, era retirada uma amostra representativa a qual era moída e seca na estufa com circulação forçada de ar a 65°C durante 48 horas. Depois de determinado o respectivo teor de MS estas amostras eram moídas em moínho de martelos equipado com crivo de malha redonda com 1mm de diâmetro para posterior análise química.

Os carneiros eram pesados no início e no fim de cada período experimental.

Para além da digestibilidade "in vivo" foi determinada a ingestibilidade, ou seja a quantidade de alimento ingerido diariamente por unidade de peso dos animais, que foi expressa em MS e M O e em ambos os casos foram referidos ao peso vivo e ao peso

metabólico.

Um dos objectivos fundamentais desta tese é comparar, para os fenos de prados naturais do Nordeste de Portugal, os valores da digestibilidade determinada "in vivo" com outras estimativa da digestibilidade com o objectivo de deduzir qual destes métodos resulta ser o mais preciso neste caso particular.

Os métodos de estimativa da digestibilidade que estudamos neste trabalho correspondem à digestibilidade "in vitro" Tilley Terry modificado, digestibilidade enzimática (cellulase), digestibilidade do NDF e estimação a partir da composição química.

No Quadro 3 inserem-se os resultados da composição química dos 21 fenos estudados.

No que diz respeito à matéria seca, aparece-nos o feno de Babe com o teor mais alto, 91,66% e o feno de Mofreita Sequeiro com o teor mais baixo, 86,69%.

No que se refere a cinzas, é o feno de Prada Regadio que apresenta um índice mais elevado (7,81%) e o de Montesinho Velho o mais baixo (4,29%) apresentando como média $6,6\% \pm 0,88$.

Quanto ao teor em NDF e NDF sem cinzas é o feno de Soeira Regadio que apresenta os valores mais altos (73,41% e 72,63 respectivamente) e o de Montesinho Velho os valores mais baixos (64,15% e 63,02% respectivamente). O total dos fenos analisados tem como média respectivamente $68,4\% \pm 2,78$ e $67,3\% \pm 2,89$.

Em relação ao conteúdo em ADF, é o feno de Teixeira Rebordão que aparece em primeiro lugar (46,33%), sendo o de Vale de Parada Outeiro que aparece em último lugar (39,74%). O teor médio em ADF foi de $42,5\% \pm 2,09$.

No que diz respeito ao ADL é o feno do Parâmio que assume o primeiro lugar, 7,84%, aparecendo em último lugar o de Babe com 4,06%, apresentando uma média de $5,6\% \pm 1,04$.

A PB aparece-nos com uma média de $7,3\% \pm 0,83$, sendo o feno de S. Lourenço S. Pedro o que apresenta o valor mais alto (8,47%) e o feno de Mofreita Sequeiro o valor mais baixo (5,57%).

As variações observadas na composição química entre lameiros não deviam ser atribuídas ao diferente estado vegetativo, pois, em todos eles, o corte foi realizado no estado de frutificação. No entanto, como existe uma complexidade de espécies botânicas, é natural

que não se encontrem todas no mesmo estado vegetativo no momento do corte. Assim, quando o teor em NDF do feno de um lameiro é mais alto poderá significar que a maior parte das espécies se encontravam num estado vegetativo mais avançado. Para além disto, a grande quantidade de espécies e a grande variação entre lameiros pode também explicar as diferenças observadas. É o caso da PB que, nos lameiros onde o valor é mais alto deve ser justificado por uma maior percentagem de leguminosas.

O feno de Travanca Regadio ocupa o primeiro lugar no que respeita à digestibilidade "in vitro" da Matéria Orgânica e da digestibilidade "in vivo" estimada (41,80% e 55,52% respectivamente) e o feno de Marrão de Baixo Gimonde o último lugar (31,26% e 51,8% respectivamente). A média é respectivamente de $37,8\% \pm 2,90$ e $54,1\% \pm 1,02$.

Em relação à digestibilidade do NDF é o feno de Vale Parada Outeiro que atinge o valor mais alto (54,98%) e o feno de Mofreita Sequeiro o valor mais baixo (42,25%) apresentando uma média para todos os fenos de $46,7\% \pm 2,95$.

Finalmente, a digestibilidade enzimática foi maior no feno de Vale de Parada Outeiro (48,65%) e menor no feno de Soeira Regadio (38,59%) apresentando um valor médio de $44,2\% \pm 2,82$.

No Quadro 4 apresentam-se as digestibilidades "in vivo" e ingestão dos fenos estudados.

A digestibilidade "in vivo" da MS apresentou um valor médio de $56,2\% \pm 4,19$, sendo o feno de Prada Sequeiro o que apresenta o valor mais alto (63,91%) e o feno de Mofreita Sequeiro o que apresenta o valor mais baixo (49,67%).

No que respeita à digestibilidade "in vivo" da MO o valor mais alto obteve-se também com o feno de Prada Sequeiro com 65,82%, seguido do S.Lourenço S. Pedro e Bouças Outeiro, respectivamente com 62,82% e 61,67%. Em último lugar, e como para a MS, encontra-se o feno de Mofreita Sequeiro com 51,58%, apresentando como média $57,9\% \pm 4,13$.

Verificamos que, de um modo geral, uma digestibilidade "in vivo" mais elevada corresponde a um teor em PB mais alto e um teor em NDF mais baixo e vice versa. É o caso, por exemplo, do feno de S. Lourenço S. Pedro que apresenta o teor mais elevado em PB e dos mais baixos em NDF e pelo contrário o feno de Mofreita Sequeiro que apresenta o teor em PB mais baixo e um dos valores mais altos de NDF.

O feno que foi ingerido em menor quantidade diária de MS e MO por Kg de peso vivo foi o de Paço Rio Frio (14,34g e 13,37g respectivamente).

O que foi ingerido em maior quantidade de Matéria Seca e Matéria Orgânica foi o feno de Prada Sequeiro (25,27g e 23,75g, respectivamente).

O valor médio ingerido de MS e MO foi de $21,0g \pm 2,25$ e $19,6g \pm 2,11$ por kg de peso vivo, respectivamente.

O feno de Paço Rio Frio foi o ingerido em menor quantidade diária de MS e MO por Kg de peso metabólico 40,44g e 37,20g respectivamente, o feno de Prada Sequeiro foi o ingerido em maior quantidade diária de MS e MO (71,65g e 67,37g respectivamente).

O valor médio de MS e MO diariamente ingerido por Kg de peso metabólico foi respectivamente de $59,1g \pm 6,35$ e $54,8g \pm 6,07$.

Como se pode observar existe uma importante variabilidade na ingestão voluntária de MS e MO de uns fenos a outros o qual é explicado através da composição química e digestibilidade.

Através dos resultados da digestibilidade "in vivo" obtidos verificamos que aparecia uma maior variabilidade entre animais para um mesmo feno, do que a que existia entre os diferentes fenos (Quadros 4, 5 e 6).

Nos valores da digestibilidade "in vivo" da MO podemos verificar através dos fenos Marrão de Baixo Gimonde, Montesinho Novo e Padraveia Gimonde que os coeficientes de variação entre animais (10,27, 7,75, 7,31) correspondem a valores superiores que o coeficiente de variação entre todos os fenos (7,14) (Quadros 4 e 6).

A maior variabilidade obtida entre animais com relação à dos fenos, pode ser atribuída a duas causas distintas. Por um lado a dificuldade em conseguir uma homogeneidade na distribuição de um mesmo feno a cada um dos quatro carneiros do lote correspondente, e por outro lado à diferença de peso nos animais experimentais (Anexo 1, Quadro 2). A falta de homogeneidade nas quantidades oferecidas aos carneiros de um mesmo feno deve-se à grande diversidade de espécies botânicas que o constituem, pelo que teria sido necessário para uma boa homogeneidade a distribuição em forma de farinha.

Como consequência da variação dos valores do coeficiente de digestibilidade, em função da ingestão, corrigimos os resultados em função dessa variável (covariável) e os valores obtidos depois desta correção já tinham um coeficiente de variação muito menor (Quadros 7 e 8). Assim, todos os desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV) das

digestibilidades "in vivo" da MS e MO diminuíram com esta correcção, à excepção do feno Mofreita Sequeiro que teve uma ligeira subida. No caso da digestibilidade "in vivo" da MS, passou do desvio padrão e coeficiente de variação 0,30 e 0,60 respectivamente para 0,76 e 1,54 enquanto que o feno Marrão de Baixo Gimonde desceu de 5,29 e 10,65 para 0,59 e 1,20 respectivamente. Quanto à digestibilidade "in vivo" da MO passou do desvio padrão e coeficiente de variação 0,57 e 1,11 respectivamente para 1,37 e 2,66, enquanto que o feno Marrão de Baixo Gimonde desceu de 5,33 e 10,27 para 0,58 e 1,11 respectivamente.

Com a correcção efectuada, a variabilidade que existia entre os animais para um mesmo feno foi muito mais pequena que entre os diferentes fenos. Em geral, para uma digestibilidade mais baixa foi maior a correcção que para uma mais alta, estando de acordo com todas as referências bibliográficas de trabalhos experimentais nos quais se estudou a influência do nível de ingestão sobre o valor do coeficiente de digestibilidade. Do ponto de vista estatístico é correcto fazer a correcção através da covariável ingestão para todos os fenos em conjunto, mas do ponto de vista nutricional não é correcto misturar todos os dados. Como consequência corrigimos os resultados com a covariável ingestão feno por feno e não todos juntos (Quadros 9 e 10). Neste caso todos os desvios padrões e coeficientes de variação das digestibilidades "in vivo" da MS e MO desceram, à excepção do feno Travanca Regadio que se manteve igual.

Apesar de ter efectuado a referida correcção, ainda aparece um feno tanto na digestibilidade "in vivo" da MS como na da MO, em que o CV e DP entre os animais (9,70 e 9,29, Quadros 9 e 10) são maiores que os encontrados entre fenos (7,46 e 7,19, Quadro 4) (feno Marrão de Baixo Gimonde).

O valor do NDF indigestível estimou-se através da seguinte equação:

$$\text{NDF sem cinzas} \times (1 - \text{Dig.NDF}) - (\text{Quadro 11})$$

Em todos os fenos estudados o conteúdo em PB é bastante baixo e inferior ao que se poderia considerar como óptimo para o normal desenvolvimento microbiano (Quadro 3), pelo que concerteza a actividade celulítica do rúmen devia estar limitada pelo aporte de azoto. Nestas condições é lógico que tenhamos encontrado uma correlação positiva (0,475) entre os valores da digestibilidade "in vivo" e os conteúdos em PB.

No Quadro 12 aparecem as correlações encontradas entre a digestibilidade "in vivo" da MO e a digestibilidade estimada a partir dos diferentes métodos empregues.

Através do Quadro 12 verificamos que a correlação mais elevada entre o CUD da

MO e sua estimativa corresponde à digestibilidade enzimática (0,732) seguida do NDF indigestível (0,726).

Atendendo ao efeito da fibra e da PB na digestibilidade, verificamos que os coeficientes de correlação para NDF sem cinzas, ADF, ADL e NDF indigestível são negativos e o coeficiente de correlação para a PB é positivo.

A equação que apresenta melhor resultado (mais significativa e R^2 mais alto) é a da digestibilidade enzimática seguida do NDF indigestível (Quadro 13).

Quando efectuámos a regressão em "Stepwise" a digestibilidade enzimática revelou-se como o melhor parâmetro para estimar a digestibilidade "in vivo" da MO. No entanto, e apesar de estatisticamente significativa, a regressão apresentou ainda um ajustamento algo deficiente em termos biológicos. Atendendo ao efeito sinérgico da PB, incluímos este parâmetro no modelo mediante as equações de regressão múltiplas:

$$\text{Eq. 1} \quad Y = 1,165 \text{ Dig. enz.} + 0,912 \text{ PB}$$
$$N = 21; R = 0,747; R^2 = 0,558 \text{ ***}; S_{yx} = 2,759$$

$$\text{Eq. 2} \quad Y = 0,376 \text{ PB} - 0,988 \text{ NDF ind} + 90,882$$
$$N = 21; R = 0,728; R^2 = 0,530 \text{ ***}; S_{yx} = 2,070$$

Finalmente foram determinadas com os mesmos parâmetros equações de regressão polinomiais (Quadro 14).

A equação que melhorou mais a estimativa do CUD da MO foi a obtida com NDF indigestível. No gráfico 1, resultante desta equação, verificamos que ao aumento do teor em NDF indigestível não corresponde uma diminuição linear do CUD da MO. Assim, à medida que o NDF indigestível baixa e a partir de determinado valor o aumento do CUD da MO passa a ser menor ou nulo. Portanto, desde este momento deixa de ser o NDF indigestível o factor limitante do CUD da MO.

O método de estimativa que melhor se adapta a um determinado lameiro poderá não ser o melhor para outro, segundo os principais factores de variação da digestibilidade dos fenos. Por isso aparecem diferenças entre os valores do CUD da MO observados e os estimados pelas diferentes equações de regressão utilizadas neste trabalho, variando estas segundo os diferentes fenos (Quadros 15, 16 e 17). Nestes quadros podemos verificar que os valores estimados que se afastam mais dos observados, para todas as equações, são os do

feno de Prada sequeiro. Como outros exemplos temos o caso do feno de Padraveia Gimonde onde a melhor estimativa é obtida com o NDF indigestível (resíduo=0,060) e do feno de Travanca sequeiro onde a melhor estimativa é obtida com a digestibilidade enzimática (resíduo=0,007).

Finalmente, e de uma maneira geral, podemos dizer que para todos os fenos procedentes de lameiros do Nordeste de Portugal, a melhor estimativa da digestibilidade corresponde a uma equação polinomial em função da variável NDF indigestível, sendo também aceitáveis a estimativa com uma equação polinomial com a variável digestibilidade enzimática e as equações múltiplas 1 e 2 já comentadas.