

EFEITO DA ESPÉCIE E DO ESMAGAMENTO NAS CURVAS DE SECAGEM DOS FENOS, EM CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO ALENTEJO

H. Nestler

P. Moura

J. Efe Serrano

Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia
Núcleo da Mitra – Évora

RESUMO

Em início de Abril e início de Maio de 1989 procedeu-se à execução de 2 ensaios semelhantes com as seguintes espécies forrageiras representativas na região: AVEIA, AZEVÉM, VÍCIA ANUAL, VÍCIA COMUN e TREMOÇILHA. Cada corte efectuado foi colocado num mesmo local de secagem subdividindo-se em 2 lotes com as plantas intactas e as plantas esmagadas por gadanheira condicionadora.

Periodicamente procedeu-se ao controle da humidade residual de cada lote, com análise separada nas folhas e nos caules. Durante cada período de secagem fez-se a medição dos principais parâmetros climáticos do local, nomeadamente temperaturas, humidades relativas, ventos e energias solares incidentes.

Submeteram-se as curvas traçadas à variabilidade estatística para detecção de diferentes dinâmicas de secagem entre forragens e técnicas de fenação, cujos resultados da primeira corte se apresentam.

1. INTRODUÇÃO

As forragens conservadas (em feno e silagem) representam na agricultura mediterrânica do Sul de Portugal cerca de 40% das necessidades anuais de alimentação animal; destas forragens conservadas mais de 90% são no sob a forma de fenos. A

qualidade destes fenos de um modo geral mediocre ou devido ao tardio corte das forragens, já que o agricultor recebe a instabilidade climática na época devida. O estudo da influência dos parâmetros climáticas no processo de fenação adquire assim grande importância, para um melhor domínio e uma maior confiança no fabrico de fenos com corte um pouco mais cedo. Para além das condições climáticas no processo da fenação, importante se torna o estudo da morfologia e do estado físico das plantas forrageiras mais usuais no Alentejo sobre a sua própria cinética de secagem.

Deste modo é objectivo deste primeiro trabalho tentar definir curvas de secagem para diferentes forragens, em condições físicas diferentes, sujeitas ao mais adverso parâmetro climático da fenação: a chuva. Neste trabalho apresentamos os primeiros resultados dum primeiro corte no cedo.

Diversos trabalhos já existem na literatura no sentido de explicar o processo de fenação, todos com o objectivo de prever o tempo da secagem da forragem X em condições Y (Gupta *et. al.*, 1989).

Em condições mediterrânicas é importante lembrar que a principal precipitação é invernal com temperaturas baixas impeditivas de bom crescimento. Na primavera o crescimento acelera-se bastante originando processos de desenvolvimento muito rápidos, devido a uma taxa de radiação solar elevada e a uma escassez de chuvas. Surge assim para o agricultor o dilema entre fazer quantidade (kg MS/ha) ou fazer qualidade (kg MSD e de PB/ha). A decréscimo de valor nutritivo com o atraso na época de corte é bem conhecido, para qualquer forragem e em especial nas forragens mediterrânicas da Primavera. No Quadro 1 podemos recordar a evolução química, digestiva e ingestiva da consociação Aveia x Vícia segundo Serrano (1978).

QUADRO 1 – Evolução química-alimentar de feno de aveia x vícia, cortado em 4 fases do ciclo vegetativo

| CORTES (data) | MO | PB | "ADF" | MOD | INGESTÃO VOLUNTÁRIA |
|--------------------------|------------------|------|-------|------|------------------------|
| | ----- % MS ----- | | | | g MS/p O,75 |
| INICIO FLORAÇÃO (6/4) | 88.4 | 12.4 | 34.3 | 75.0 | 83 |
| FIM FLORAÇÃO (27/4) | 90.8 | 9.6 | 6.3 | 70.3 | 70 |
| GRÃO PASTOSO (20/5) | 93.0 | 7.5 | 36.2 | 5.4 | 67 |
| GRÃO DURO (22/6) | 94.7 | 5.9 | 45.8 | 57.4 | 48 |

O melhor compromisso entre uma boa qualidade e uma boa quantidade é atingido normalmente na fase de floração-início de espigamento (emergência). Esta fase vegetativa, para a zona de Évora, atinge-se normalmente no fim de Abril-início de Maio caracterizada ainda por uma grande instabilidade climática. Segundo dados

dos últimos 30 anos, há uma probabilidade de chuva mensal de 54 l/m² em Abril e de 36 l/m² em Maio; mas há ainda 30% de probabilidade de que essa queda de chuva atinga 80,6 l/m² em Abril de 61,8 l/m² em Maio (Mendes e Reis, 1980). Para a zona de Évora, Reis e Gonçalves (1987) apontam uma média de 60 l/m² de precipitação em Abril com uma insolação de 250 h/mês e com temperaturas médias de 14°C (max. 20°C e min. 7.6°C). No período 1948/70, segundo Machado (1980), há no mês de Abril em média 10 dias consecutivos de precipitação, podendo atingir 16 dias como máximo.

A dinâmica da fenação tem sido investigada segundo vários factores de causa e de consequência. Assim influenciam a secagem da planta nomeadamente o estado vegetativo, a estrutura da planta e o valor nutritivo (Harris e Tullberg, 1980). A curva de secagem típica, em condições climáticas normais, mostra uma secagem inicial muito rápida passando depois a um lento declínio de secagem. Clark *et al.* (1977) mostram, que a rápida perda de água inicial pelas escarificações dos tecidos e pelos estomas abertos. A partir da fase inicial outras vias de secagem ganham importância tais como epidermes e cutículas (Harris e Dhanoa, 1984). A segunda fase de secagem está directamente ligada às características da morfologia da planta. Lewis (1979) encontrou para gramíneas as folhas e a relação folhas/caules ou seja, o estado da planta como importantes factores influenciadores da secagem. Uma planta na fase vegetativa, com 80% de humidade inicial, seca em um terço do tempo do que uma planta madura embora com menos água inicial. Este menor teor de água de constituição das plantas maduras também não compensa o seu menor valor nutritivo. Segundo Shepard (1959), cit. por Lewis e Harris (1979), para as leguminosas, devido a um teor inicial de água elevada e uma grande percentagem de caules na planta completa, as folhas secam demasiado e perdem-se facilmente enquanto os caules mantêm uma alta humidade residual. O condicionamento (ou esmagamento) pode ajudar muito no caso das leguminosas a atenuar esta barreira física. Green e Jagger (1978) descrevem o microclima típico dentro dum cordão de forragem e os factores que influenciam a secagem nesse cordão. Segundo Darnedde (1979) o condicionamento só tem um efeito desejado com espalhamento e exposição da forragem à radiação solar. Até agora não parece ainda bem estudada a influência do condicionamento na fenação das diferentes espécies mediterrânicas assim como o comportamento das folhas e caules destas espécies na secagem natural. Em Portugal, as vantagens ou não do condicionamento na fenação têm sido mais teóricas do que assentes em qualquer base científica ou mesmo experimental. Foi para tentar esclarecer estes pontos, nomeadamente o comportamento de forragens do Alentejo, em secagem e rehidratação no mês de Abril, que delineámos e executámos o presente trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

Os ensaios foram efectuados na Herdade de Mitra, Universidade de Évora, no ano 1989, tendo decorrido os cortes e fenações entre os dias 19 e 27 de Abril.

2.2. Forragens e Técnica de Amostragem

Trabalhamos com 4 forragens usuais no Alentejo:

- AVELA (*Avena sat.* L. cv. Boa Fé)
- AZEVÉM (*Lolium multiflorum* cv. Billion)
- VÍCIA (*Vicia sat.* cv. Caia)
- TREMOÇILHA (*Lupinus luteus*, comun)

Em cada local da cultura recolheram-se cerca de 30 kg de forragem verde, transportaram-se para um mesmo local da secagem e submeteu-se metade de cada amostra a esmagamento com uma gadanheira condicionadora de rolos canelados. De seguida procedeu-se ao espalhamento de cada tratamento em cima de rede estendida a 20 cm do chão. As plantas ficaram espalhadas de modo a não provocarem ensombramentos e em quantidades de cerca de 1.6 kg por repetição. Iniciou-se a tiragem das amostras de cada talhão às 0,20, 26,50, 74,98, 170 e 194 horas. Cada amostra retirada consistiu em cerca de 200g de MV que foram levados para o laboratório em sacos de plástico fechados. De seguida foram separados manualmente os caules e folhas (a panícula da Aveia e a espiga do Azevém fizeram parte dos caules) para determinação da humidade residual de cada lote, em estufa de ar forçado a 105°C. A humidade residual da planta completa foi calculada com base nos valores dos componentes separados, atendendo às diferentes proporções na planta completa.

2.3. Medição das condições climáticas

Durante os 9 dias de secagem foram medidos diariamente os seguintes parâmetros climáticas:

- Temperaturas máx., mín. e média entre as 9H00 e as 18H00
- Humidade relativa média entre às 9H00 e às 18H00
- Precipitação
- Radiação solar
- Velocidade do vento entre as 9H00 e as 18H00
- A temperatura máx. e mín. diária foi medida com termómetro de mercúrio a cerca de 20 cm do solo (Quadro 2).
- A temperatura e humidade relativa médias foram calculadas a partir de valores às 9H00, 11H00, 14H00 e 18H00 com um termo-higrómetro DELTA-OHM HD 8501 H portátil com 4 repetições para cada medição, feitas a 100 cm do solo (Quadro 3).
- A precipitação foi medida em 2 udómetros, adaptados de recipientes metálicos previamente testados (Quadro 4).
- A energia solar incidente foi medida no próprio local da secagem com piranómetro registador cumulativo. Devido a falhas de energia eléctrica houve interrupções temporárias nos registos energéticos conforme se refere no Quadro 5 adiante apresentado.

- A velocidade do vento foi medida a partir de um anemómetro analógico às 09H00, 11H00, 14H00 e 18H00, tendo-se calculado o valor máx. e mín. neste período (Quadro 6).

2.4. Delineamento experimental

O delineamento do ensaio foi em desenho completamente casualizado das forragens, dos condicionamentos e das repetições, num total de 48 lotes em secagem.

Os cálculos foram efectuados num PC IBM 50 e as análises estatísticas nos programas STATGRAPHICS, STATPACK e CHART. O nível de significância utilizado foi a 95%.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1. Caracterização das condições climáticas nos dias de secagem

Comparando os dados meteorológicos por nós registados com os esperados para o clima desta região diremos que quanto à temperatura a amplitude térmica diária foi ligeiramente menor (11.2°C) e com médias um pouco menos que o normal para a época; A média obtida por nós as 9H00 foi de 12.8°C sendo esta média nos 30 anos de 14.4°C (17.1% inferior). A média obtida às 18H00 foi 16.9°C e a média dos 30 anos de 17.3°C (2.3% inferior). Isto pode significar condições de secagem piores no nosso ensaio do que o esperado. As humidades relativas só subiram a valores que poderão afectar o gradiente de humidades forragem-ambiente nos 2 dias de chuvas, como que já seria de esperar. Em Abril de 1989 nós observamos 2 dias com precipitação >10,0 l/m² e 13 dias >0,1 l/m². Esta quantidade de chuvas (10.8 l/m² em 2 dias) foi suficiente para afectar a secagem e correspondeu a quedas esperadas em cerca 5 dias em Abril. A energia incidente foi ligeiramente inferior ao esperado (1846 contra 2067 J/cm²) e a velocidade do vento foi bastante baixa ou mesmo nula, criando também condições menos favoráveis à secagem das plantas. Na estação meteorológica de Évora foram obtidos para todo o mês de Abril de 1989 uma radiação incidente de 56058 J/cm². Em média, no período 1955/70 foram obtidos para Abril 61996 J/cm² ou seja 9,6 % mais do que em 1989.

QUADRO 2 - Temperaturas máximas e mínimas Nos 8 dias de secagem (°C)

| Dias | 20/4 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | médias | x30 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| Mín. | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 2.0 | 4.0 | 7.0 | 4.0 | 5.0 | 5.1 | 7.6 |
| Máx. | 18.2 | 20.0 | 18.3 | 17.3 | 12.5 | 14.5 | 14.9 | 14.1 | 16.3 | 20.2 |

x30: média do período 1941-70 para o mês de Abril

QUADRO 3 – Temperaturas (°C) e humidades relativas (%) médias nos 8 dias de secagem

| Dias | 20/4 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temp. | 16.8 | 19.0 | 19.1 | 18.9 | 13.1 | 15.3 | 13.6 | 13.0 |
| Humid. rel. | 66 | 49 | 58 | 60 | 83 | 75 | 46 | 55 |

QUADRO 4 – Precipitação (l/m²) observada no período de secagem

| Dias | 20/4 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | total |
|-------|------|----|----|----|-----|-----|----|----|-------|
| Prec. | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.8 | 4.0 | 0 | 0 | 10.8 |

Precipitação total em Abril 1989 = 63.4 l/m²

Média no período 1941-70 = 63.6 l/m²

Em média dos 30 anos temos que contar no mês de Abril com 2 dias de precipitação superior de 10,0 l/m² e 8 dias superior de 0,1 l/m² (Reis e Gonçalves, 1987).

QUADRO 5 – Radiação solar (J/cm²)

| Dias | 20/4 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Σ |
|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| Rad. | 1735 | 2381 | 2032 | 1957 | 584 | 1538 | 2689 | 1855 | 14771 |

Média por dia: 1846 J/cm²

QUADRO 6 – Amplitude da velocidade do vento (Km/h) no período diário entre as 9H00 e as 18H00

| Dias | 20/4 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| mín. | 1.8 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| máx. | 3.6 | 10.8 | 14.4 | 7.2 | 3.6 | 5.4 | 14.4 | 10.8 |

3.2. Análise das curvas de secagem das espécies, no estado inteiro e esmagado

A humidade total inicial nas 4 espécies forrageiras estudadas situou-se entre 77,1% na Aveia e 87,8% na Tremoçilha, não mostrando estas valores diferenças significativas que possam afectar a taxa de secagem de cada espécie. Os valores finais da humidade residual, após 194 horas de secagem natural (8 dias), ficaram todos, quer nas plantas inteiras quer nas esmagadas, acima dos 18% de humidade residual, que

considerámos como limite de segurança para armazenar feno (Gráficos 1, 2, 3, 4). Analisando a evolução das secagens até ao início das chuvas (às 98 horas) podemos ver que as 2 gramíneas (Aveia e Azevém) tiveram comportamento semelhante, mas nas 2 leguminosas (Vícia e Tremoçilha) verificou-se uma taxa de secagem bastante baixa na Tremoçilha como reflexo já esperado da morfologia dos caules. No estado de planta inteira as 2 gramíneas posicionaram-se entre as 2 leguminosas. As curvas de secagem das plantas esmagadas no período sem chuvas, provocou melhoria acentuada nas 4 espécies, tornando as 2 gramíneas ainda mais idênticas e as 2 leguminosas um pouco mais semelhantes. Foi obviamente a Tremoçilha a espécie mais beneficiada com este tratamento. A Vícia esmagada atingiu o estado de fenação completa (<18% humidade) antes das 98 horas, passando a Tremoçilha para 2º lugar (Gráficos 3 e 4). No período de secagem com algumas chuvas (entre 98-170 horas) as 4 forragens sofreram rehidratação tendo absorvido mais água as plantas esmagadas e mais as gramíneas que as leguminosas (exceptuando-se o caso da Vícia). A Tremoçilha inteira, pela sua lenta secagem, quase não mostrou rehidratação após a queda das chuvas (Gráfico 4). Exceptuando-se ainda a Vícia, notou-se uma tendência para mais rápida resecagem das plantas esmagadas, quando a chuva cessou (7º dia). Razões de disponibilidade de forragens impediram-nos de levar a secagem, após as chuvas, até aos 18% de humidade residual nos caules como teria sido desejável.

Este comportamento menos "esponjoso" da Vícia talvez se deva por um lado ao seu grande estado de secura logo a partir das 50 horas, e por outro à pouca capacidade de armazenamento hídrico tecidual dos caules, após aplastamento pela condicionadora. É ainda de realçar o facto de a técnica de esmagamento das forragens ter pouco significado nas primeiras 24-30 horas de secagem, em qualquer das espécies, o que deve ser tido em conta quando se deixam as forragens em pré-secagem 1 ou 2 dias antes de as ensilar.

3.3. Influência da proporção folhas/caules na evolução da curva de secagem da planta completa

As curvas de secagem das folhas e caules separados relativamente à planta completa, dão-nos uma visão do peso relativo destas 2 fracções em cada uma das 4 espécies forrageiras. Assim, podemos observar que a influência dos caules é determinante na secagem da Aveia e da Tremoçilha, menos influente no caso do Azevém e praticamente indiferente no caso da Vícia (Gráficos 5, 6, 7 e 8). Quando se submetem as plantas a esmagamento, não se notaram alterações de comportamento relativo entre órgãos excepto para o caso da Tremoçilha (Gráficos 5-A, 6-A, 7-A, e 8-A). Para esta espécie, o esmagamento dos caules provocou-lhes uma dinâmica de secagem muito semelhante à das folhas. Em qualquer das espécies o esmagamento provocou sempre uma aproximação à dinâmica de secagem das folhas, com todos os benefícios práticos que daí advêm.

3.4. Dinâmica de secagem das folhas e caules das forragens em estudo

Analisando propriamente o comportamento das 2 fracções morfológicas mais significativas das plantas (os colmos com algumas bainhas no caso das gramíneas e

os limbos com pedúnculos no caso das leguminosas) podemos constatar diferentes dinâmicas consoante a espécie e o estado de inteiro ou esmagado (Gráficos 9, 10, 11 e 12). Assim comparando as 2 gramíneas (Gráficos 9 e 10) encontramos uma significativa melhoria nas taxas de secagem das folhas inteiras do Azevém em comparação com as da Aveia. Após esmagamento essa diferença desapareceu quase completamente. No caso dos caules a pequena vantagem que os caules inteiros do Azevém revelaram, foi invertida a favor dos caules da aveia quando esmagados, o que põe de manifesto uma vez mais o facto de as respostas ao condicionamento serem tanto mais evidentes quanto mais difícil for a secagem do órgão intacto.

Também no caso das folhas inteiras, a Aveia mostrou pior taxa de secagem que o Azevém, tendo o efeito do esmagamento sido bem mais evidente naquela forragem, tornando as folhas semelhantes em ambos os géneros de plantas. Só as folhas esmagadas, quer da Aveia quer do Azevém, atingiram níveis de secagem ao 4º dia considerados seguros para armazenar. As rehidratações observadas nestas 2 plantas foram maiores para as folhas de Aveia e para os caules de Azevém. Os caules esmagados desta última rehidrataram-se até ao mesmo nível dos inteiros anulando esse benefício prévio.

Nas 2 leguminosas (Gráficos 11 e 12) foram nítidas as melhores taxas de secagem da Vícia inteira quer nos caules quer nas folhas. Introduzindo o esmagamento observamos o mais elevado benefício para os caules da Tremoçilha que quase se equivaleram às próprias folhas esmagadas. Na Vícia esse efeito foi evidente mas só para os caules. O efeito da chuva só se fez sentir na Tremoçilha para os caules esmagados, tendo a Vícia sido afectada nos caules e folhas, embora com grande taxa de ressecagem dos caules no 8º dia. Ao fim do 4º dia de secagem a Vícia tinha os caules e folhas esmagados em condições de armazenagem (Gráfico 11). As folhas esmagadas da Vícia atingiram esta condição logo às 48 horas o que pressupunha uma super-secagem nos dias seguintes (se não fosse a chuva) com todas as consequências negativas que se verificam em condições práticas, nas viragens. Neste importante ponto, as folhas da Tremoçilha demonstraram reter mais humidade residual contrariando um pouco mais o prejudicial fenómeno físico do desfolhamento.

3.5. Ajustamento de curva exponencial às curvas de secagem reais de cada forragem

A definição de um modelo de curva que nos indique, com rigor matemático a evolução do fenómeno de secagem em cada momento têm sido desejo de alguns autores (Hart e Burton, 1967; Spatz *et. al.*, 1970; Hayhoe e Jackson, 1974; Hill, 1976; Dyer e Brown, 1977). O problema não é fácil de equacionar, sobretudo se pretendermos introduzir na curva os parâmetros climáticos que influenciam a taxa de secagem (temp., vento, chuva, etc.). Por outro lado, dadas as diferentes taxas de perda de água que se manifestam ao longo das horas de secagem na folhas e caules, torna difícil a adaptação de equações clássicas usadas em fenómenos biológicos (exponenciais simples). Pensamos que a dinâmica de secagem natural de qualquer planta deve ser estudada em 2 períodos bem distintos: um 1º período até às 48 horas onde se manifestam grandes taxas de secagem (altos coeficientes de regressão) e um 2º período após as 48 horas em que as taxas de secagem diminuem repentinamente.

Contudo, neste trabalho fizemos somente um estudo único, para comparação das 4 espécies forrageiras em termos de dinâmica de secagem até às 98 horas, altura em que começou a chover. Para isso fomos testar algumas curvas de regressão linear e exponenciais que melhor explicam a dinâmica de secagem destas espécies, em condições climáticas idênticas. De entre as equações testadas, adoptamos a curva exponencial

$$Y = a - b^x \quad (b < 1)$$

como a de melhores coeficientes de correlação no intervalo 0-98 horas e para as 4 forragens. Embora tenhamos consciência, como já referimos, de que o fenómeno não é uniforme, fomos projectar o traçado de cada curva teórica até às 194 horas, para uma análise comparativa dos possíveis valores de humidade residual, caso não tivesse havido chuvas. Nos Gráficos 13, 14, 15 e 16 representam-se os traçados dessas curvas, cujos parâmetros numéricos estão expressos no Quadro 7.

QUADRO 7 – Valores dos coeficientes de intercepção (a), de regressão (b) e de correlação (r), segundo a equação exponencial $y = a - b^x$

| Parâ- metros | Aveia | | Azevém | | Vícia | | Tremoçilha | |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|------------|--------|
| | int. | esmag. | int. | esmag. | int. | esmag. | int. | esmag. |
| a | 1.886 | 1.903 | 1.914 | 1.903 | 1.935 | 1.949 | 1.943 | 1.988 |
| b | 0.999 | 0.997 | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.994 | 0.999 | 0.996 |
| r* | -0.98 | -0.97 | -0.93 | -0.95 | -0.98 | -0.9 | -0.98 | -0.98 |

r* = significativos a $P < 0.005$

Entre as 2 gramíneas voltámos a não encontrar diferenças nas curvas ajustadas, mas nas 2 leguminosas já os traçados das curvas se tomam bem diferentes. O efeito do esmagamento foi significativo nas 4 forragens, com especial relevo para a Tremoçilha. Admitindo estas taxas teóricas de secagem, podemos ver que cerca dos 5 dias de secagem todas as plantas esmagadas estão secas, destacando-se a Vícia que cerca dos 7 dias atingiu este estado de secura, mesmo na planta inteira. Finalmente comparando os valores de humidade residual teóricos às 170 horas (fim da chuva) e os valores reais após a rehidratação, constata-se que essa diferença foi máxima para o Azevém esmagado e mínima para Tremoçilha inteira. Exceptuando a Vícia, o efeito do esmagamento foi evidente na maior rehidratação das forragens.

4. CONCLUSÕES GERAIS PRÁTICAS

Em termos das conclusões globais a retirar deste trabalho, ressaltam as seguintes:

- A rapidez de fenação das 4 espécies forrageiras estudadas não é uniforme, quando deixadas intactas a secar. A Vícia tem a melhor taxa de secagem,

seguindo-se muito identicamente as 2 gramíneas (Aveia e Azevém), situando-se em último lugar a Tremoçilha.

- A técnica do esmagamento mecânico com rolos (condicionamento) beneficiou mais as leguminosas, em especial a Tremoçilha, e mais a Aveia que o Azevém. Os benefícios na secagem traduziram-se ao fim do 4º dia em 20.7%, 18.9%, 22.0% e 43.7% respectivamente para a Aveia, Azevém, Vícia e Tremoçilha.
- A queda de 10,8 l/m² de chuva no 5º e 6º dia de secagem traduziu-se por taxas de rehidratação maiores nas plantas esmagadas, exceptuando a Vícia que tinha já um teor de humidade residual muito baixo (14.8%), com caules bastante duros e quebradiços. A Tremoçilha e Aveia inteiras foram as mais insensíveis queda pluviométrica.
- Nas condições climáticas referidas para este período de secagem, constata-se que após 8 dias, só a Vícia esmagada estaria em condições de recolha com alguma segurança. Admitindo uma secagem sem chuva e segundo uma equação exponencial adaptada, verificamos que as 4 espécies condicionadas estariam prontas a recolher ao 5º dia mas nas forragens inteiras só a Vícia ao 7º dia estaria fenada. Ao 8º dia de secagem a Aveia teria 29.4% de humidade residual, o Azevém 25.3% e a Tremoçilha 51.1%. Anote-se que estes valores se obtiveram em plantas não amontoadas em cordão, o que na prática se traduziriam por valores médios certamente diferentes destes.
- Finalmente é de realçar o facto de a consociação prática mais usual, a AVEIA x VÍCIA, ser constituída pelas espécies forrageiras que aqui revelaram divergir bastante em termos de dinâmica de secagem. O condicionamento vai acelerar mais a taxa de secagem da Vícia nas 1^{as} horas, potenciando as perdas nas viragens logo a partir das 48 horas. O ideal teórico seria esmagar só a Aveia e deixar a Vícia intacta o que é uma impossibilidade óbvia, por agora.

GRÁFICO 1 – Curvas de Secagem da AVEIA

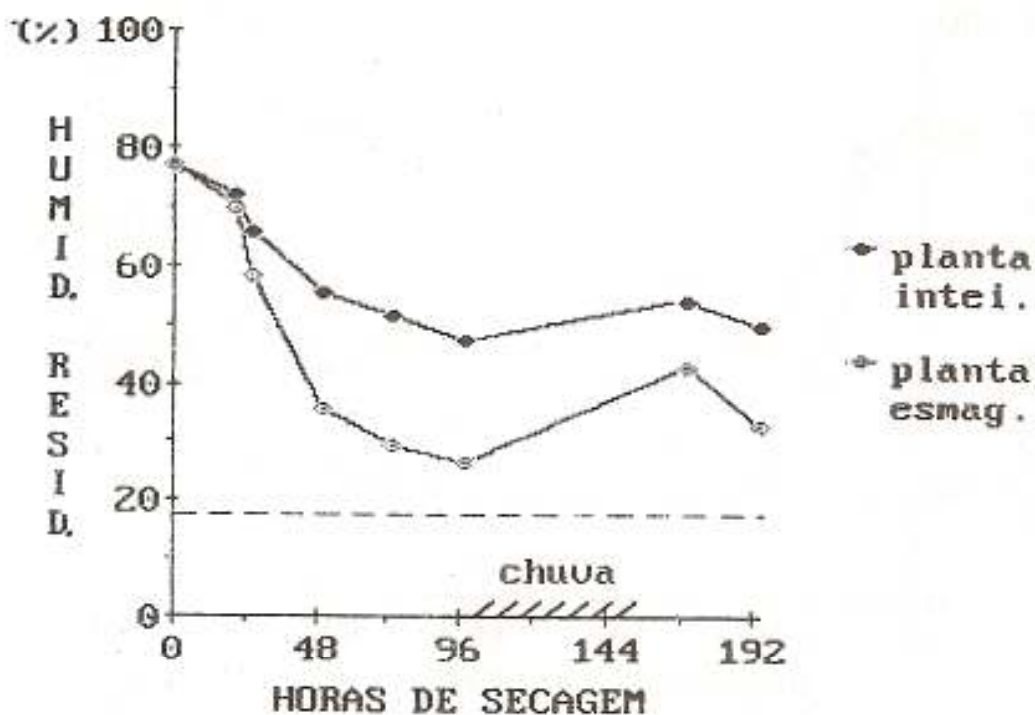


GRÁFICO 2 – Curvas de Secagem do AZEVÉM

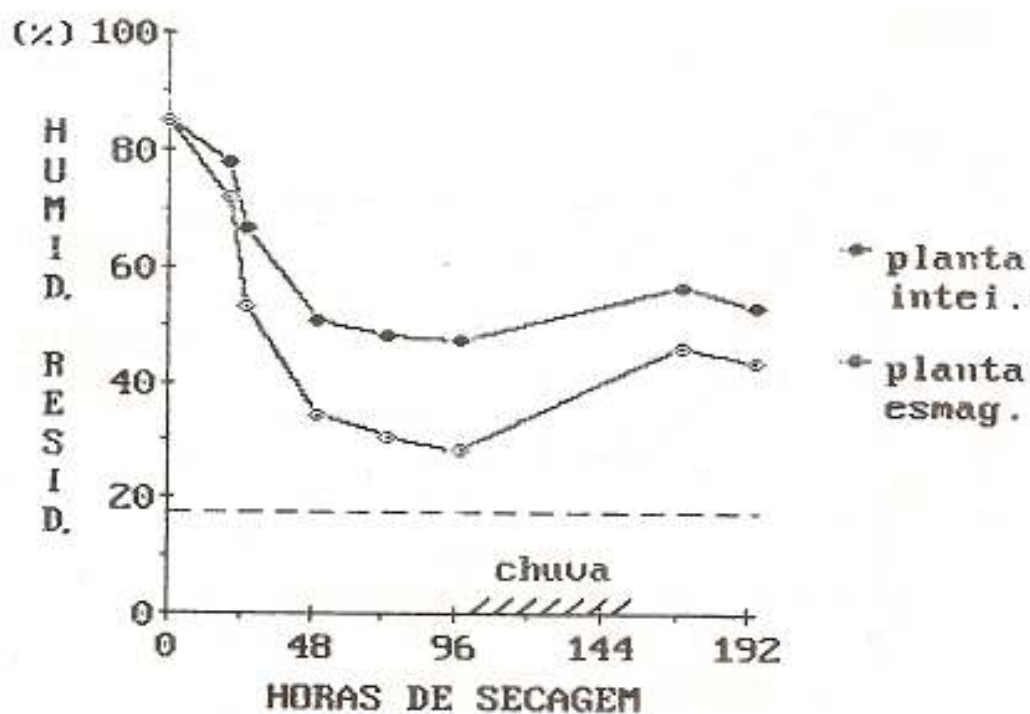


GRÁFICO 3 – Curvas de Secagem da VÍCIA

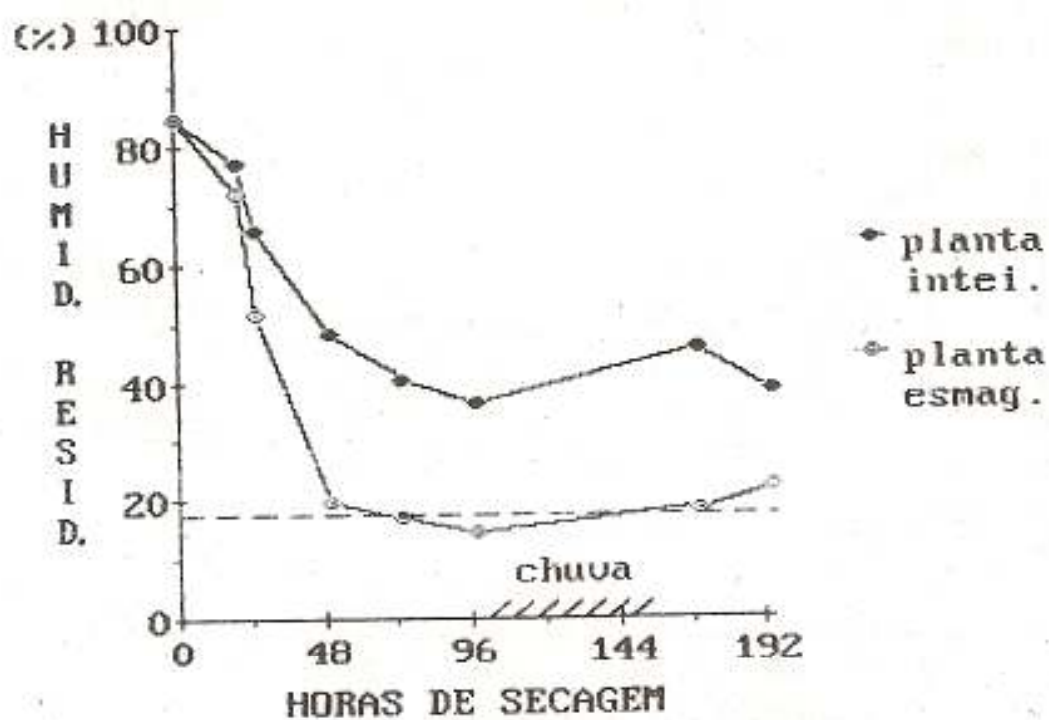


GRÁFICO 4 – Curvas de Secagem da TREMOÇILHA

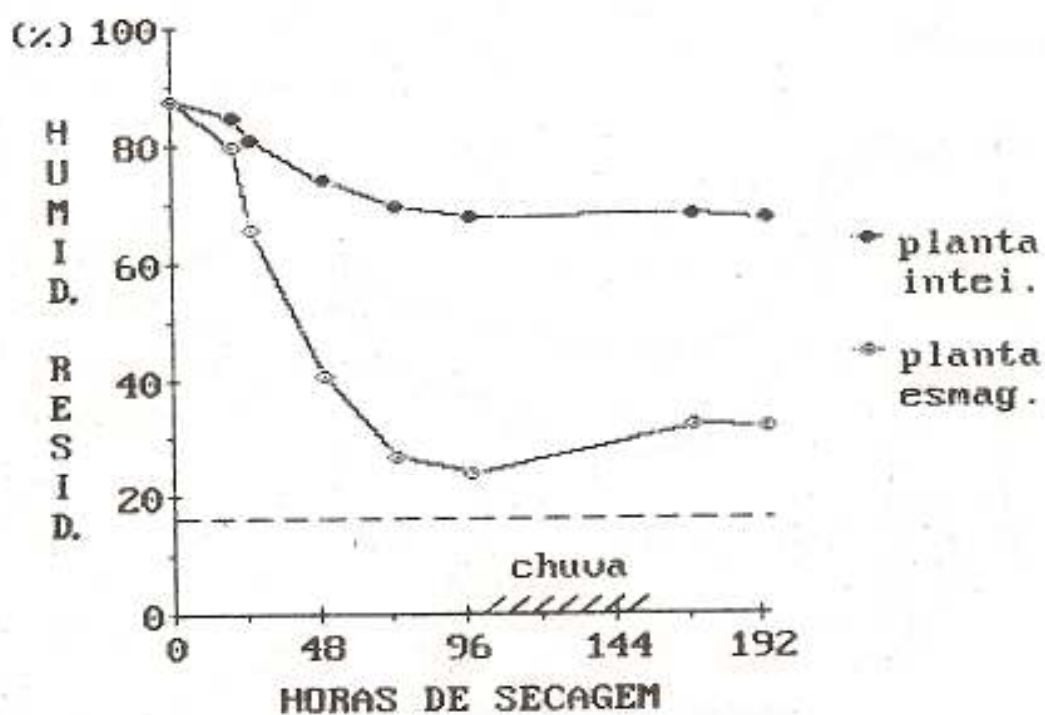


GRÁFICO 5 – Influência dos caules e folhas na secagem da AVEIA inteira

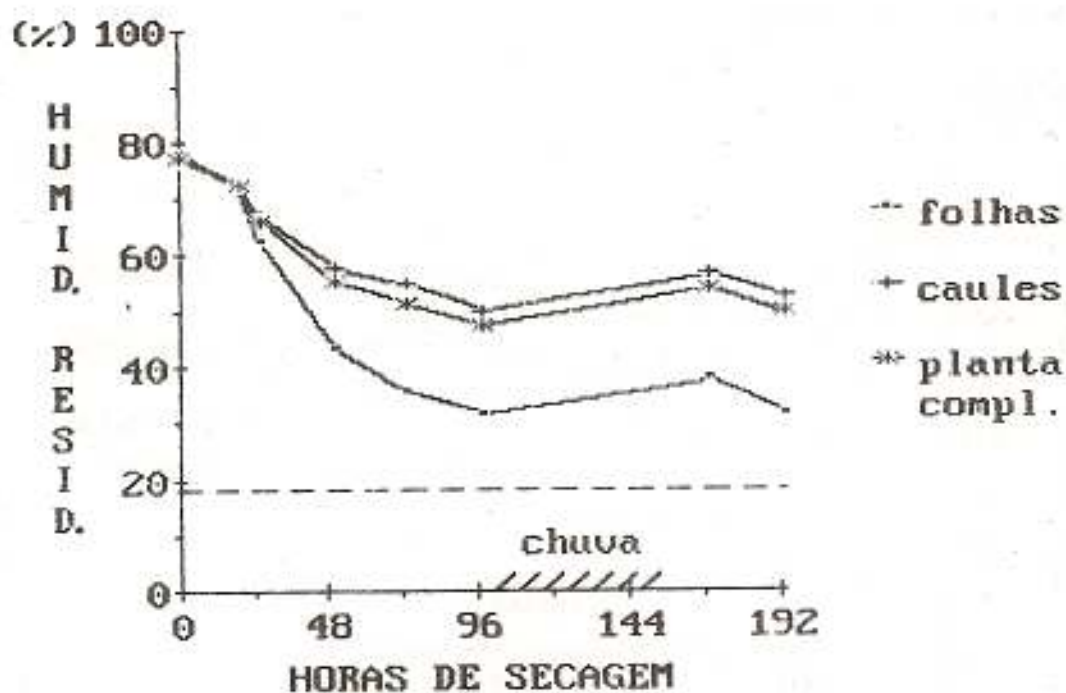


GRÁFICO 5-A – Influência dos caules e folhas na secagem da AVEIA esmagada

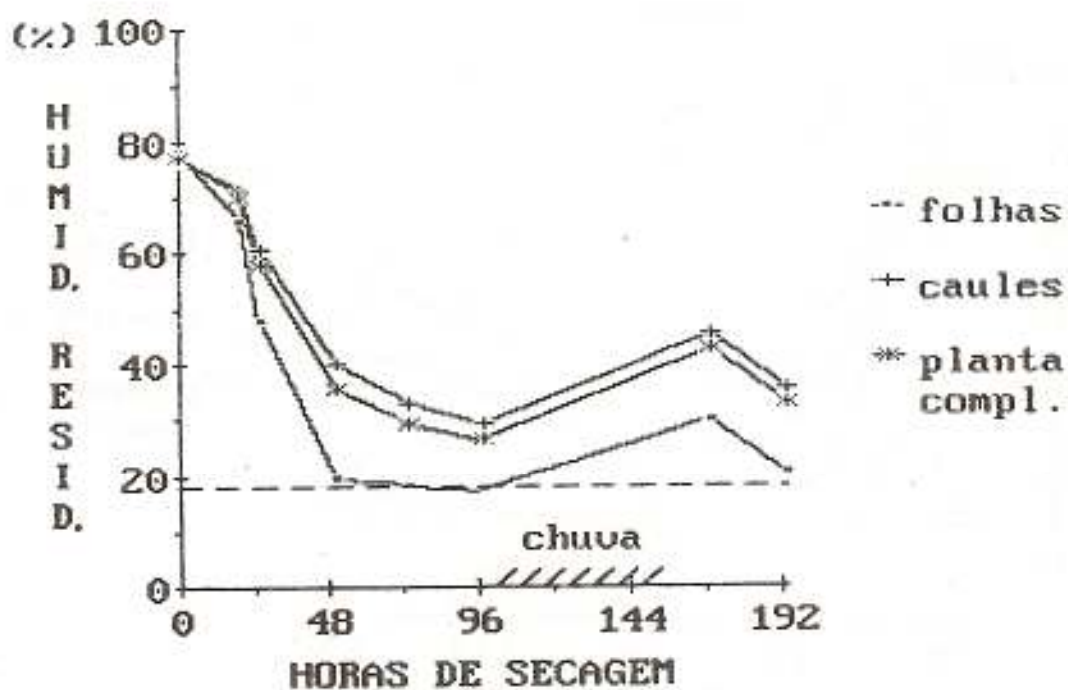


GRÁFICO 6 – Influência dos caules e folhas na secagem do AZEVÉM inteiro

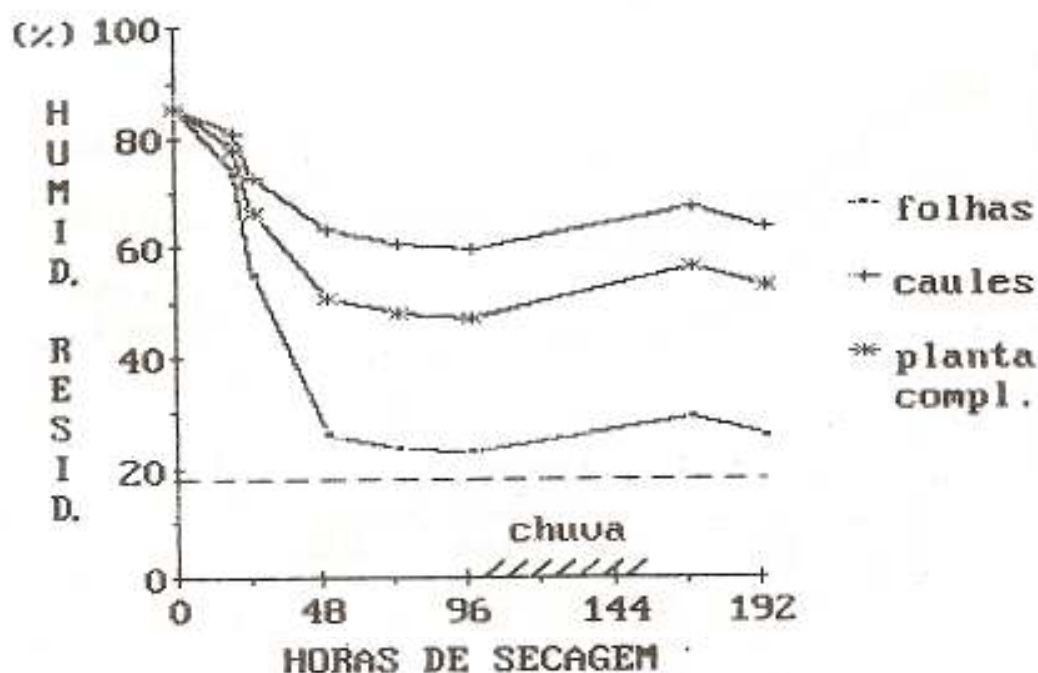


GRÁFICO 6-A – Influência dos caules e folhas na secagem do AZEVÉM esmagado

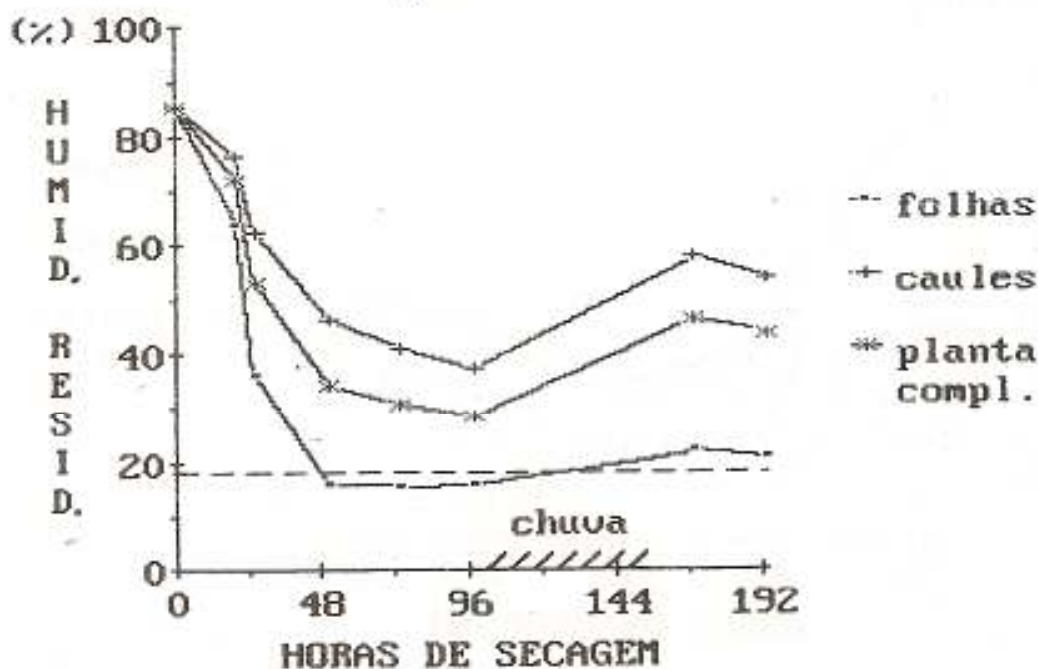


GRÁFICO 7 – Influência dos caules e folhas na secagem da VÍCIA inteira

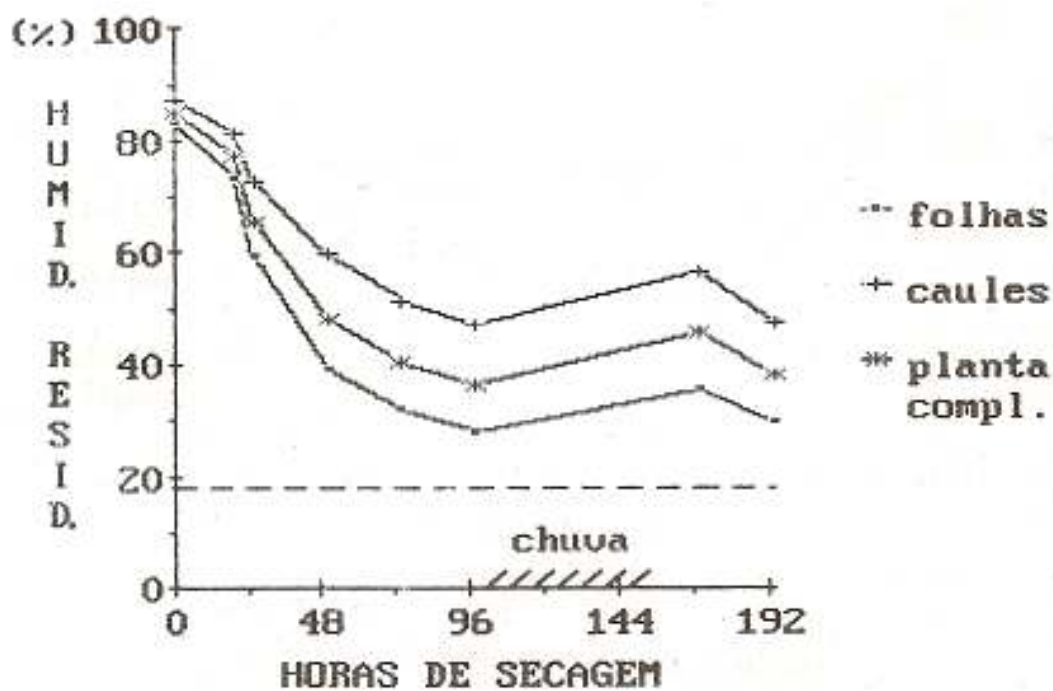


GRÁFICO 7-A – Influência dos caules e folhas na secagem da VÍCIA esmagada

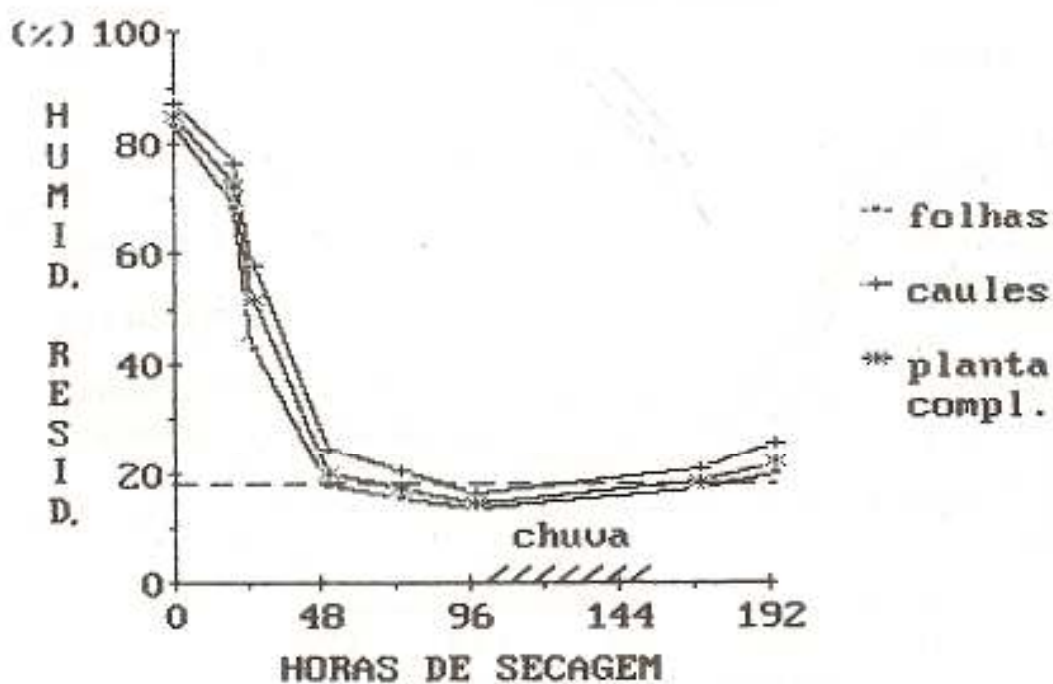


GRÁFICO 8 - Influência dos caules e folhas na secagem da TREMOÇILHA inteira

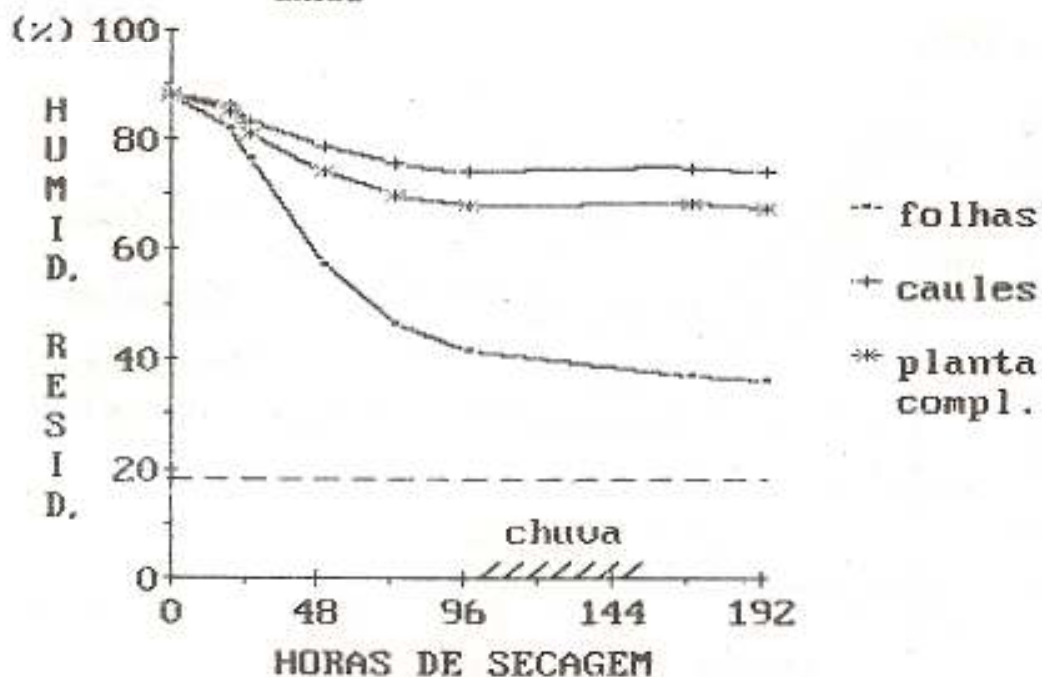


GRÁFICO 8-A - Influência dos caules e folhas na secagem da TREMOÇILHA esmagada

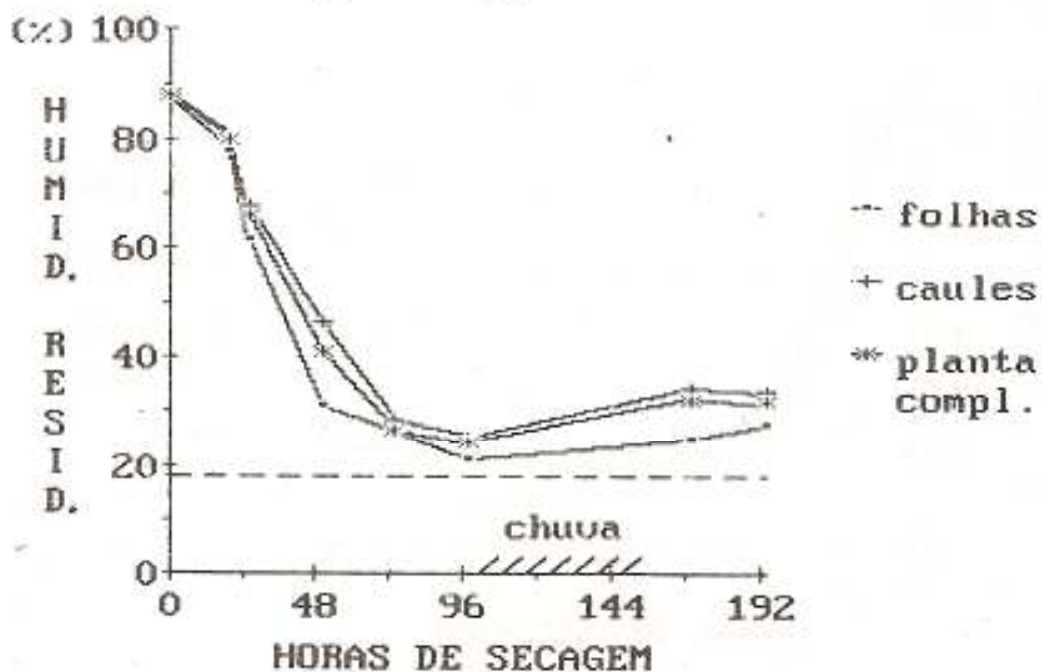


GRÁFICO 9 – Curvas de secagem das folhas e caules da AVEIA

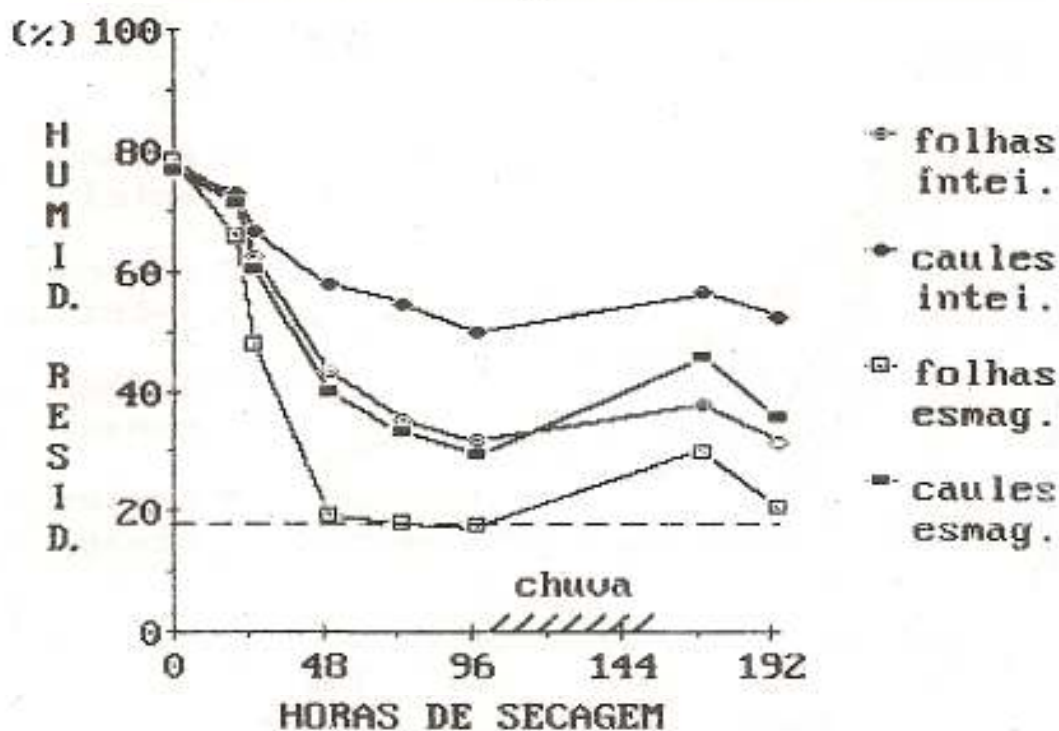


GRÁFICO 10 – Curvas de secagem das folhas e caules do AZEVÉM

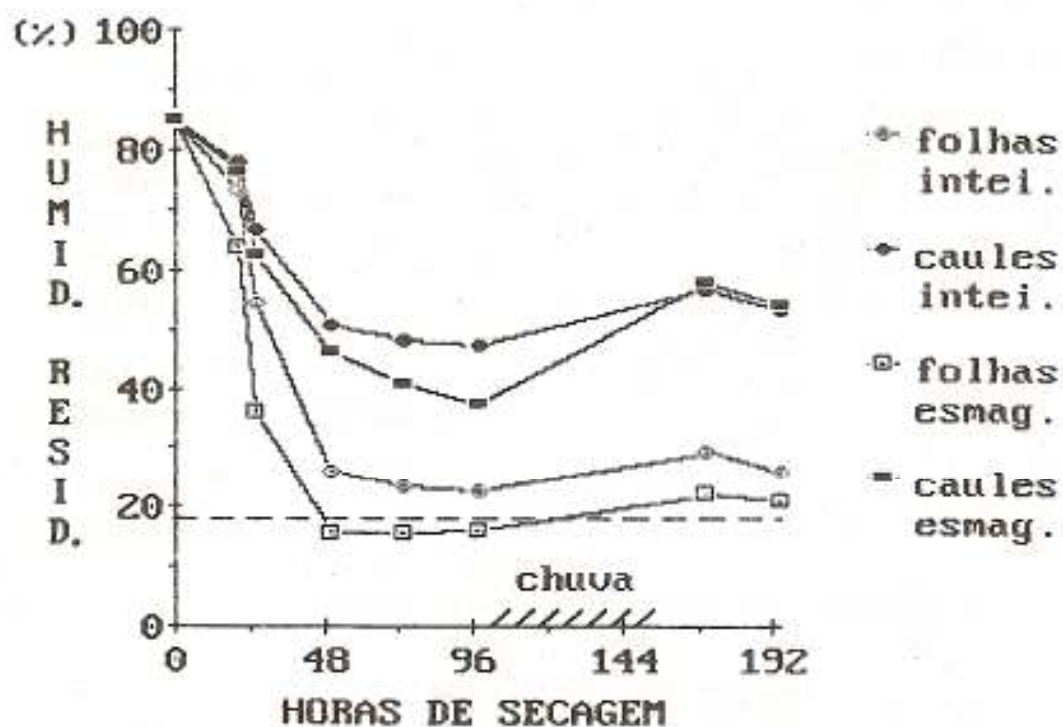


GRÁFICO 11 - Curvas de secagem das folhas e caules da VÍCIA

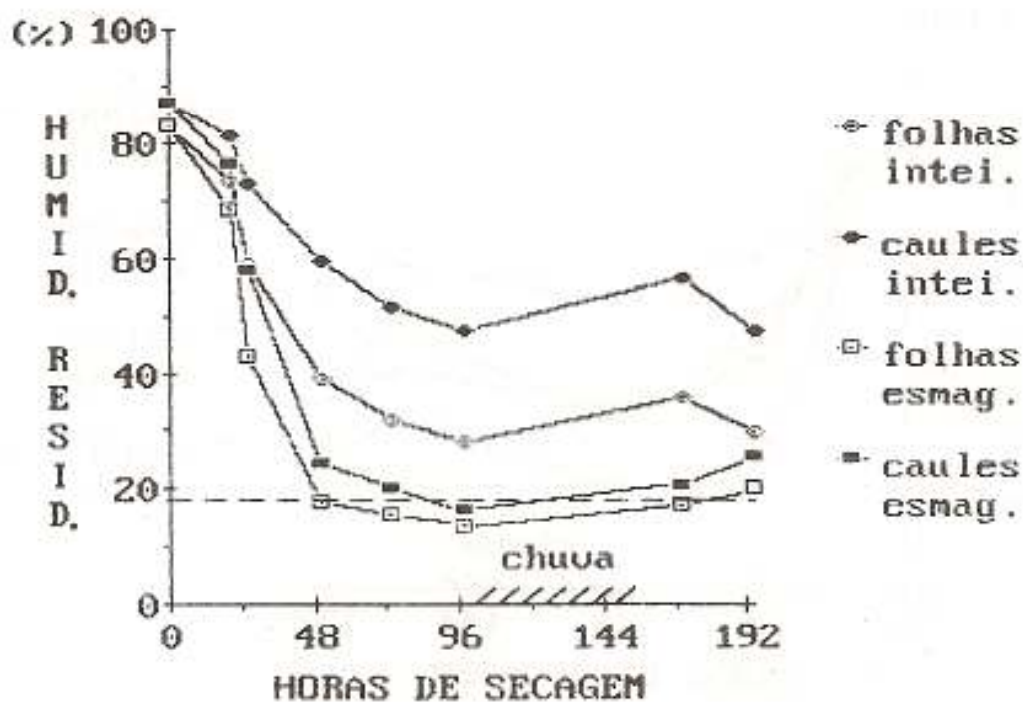


GRÁFICO 12 - Curvas de secagem das folhas e caules da TREMOÇILHA

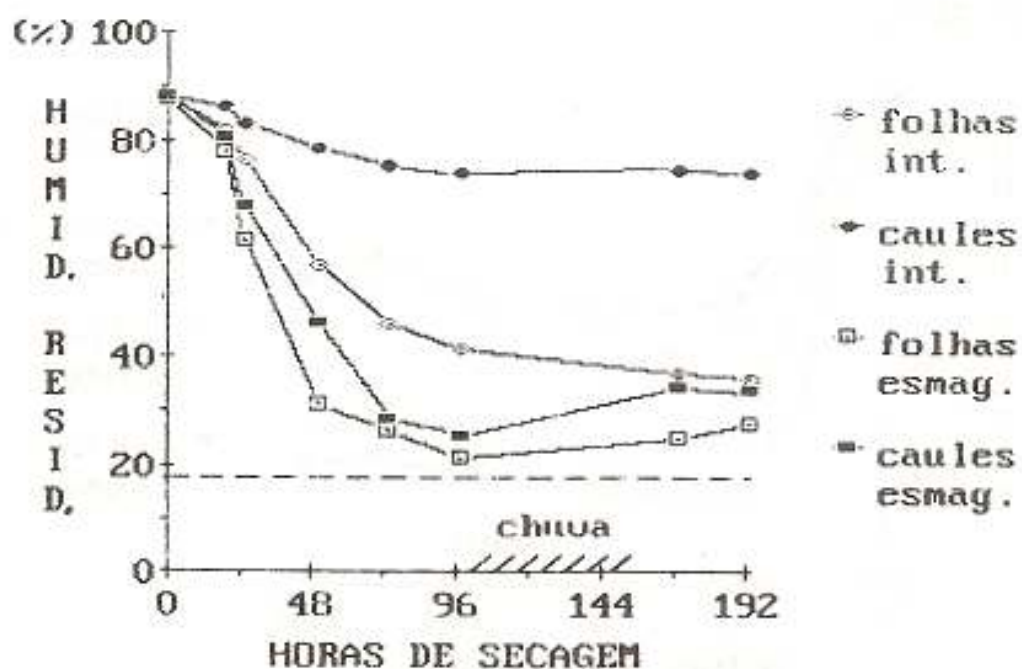


GRÁFICO 13 – Comparação entre curvas de secagem reais e ajustadas para a AVEIA

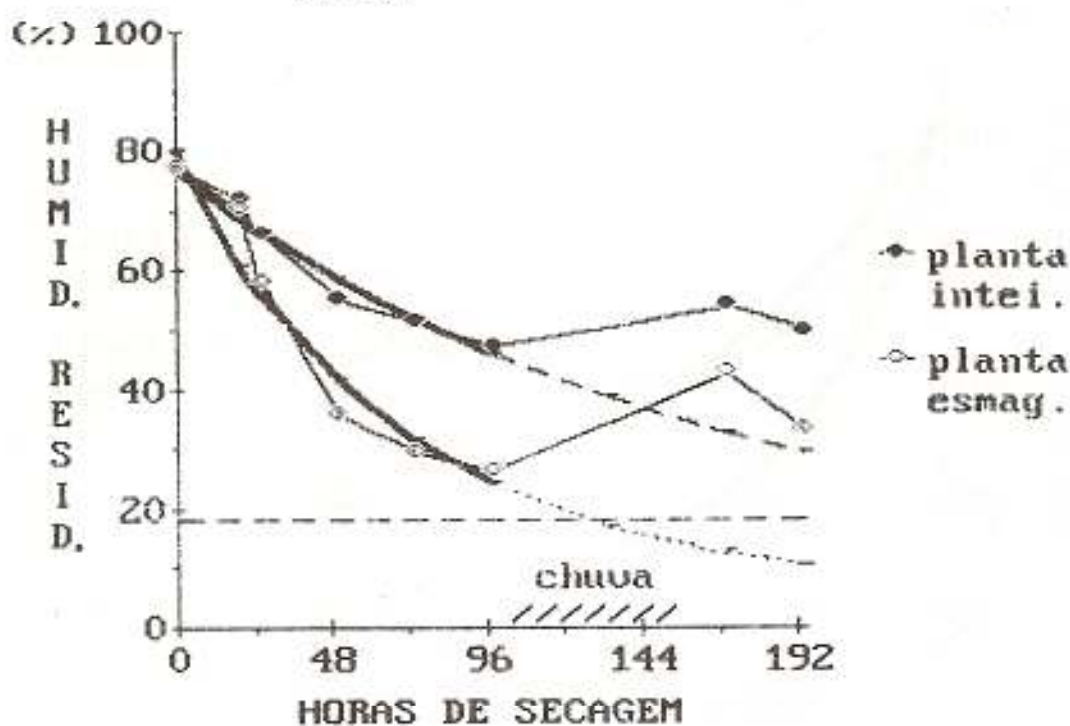


GRÁFICO 14 – Comparação entre curvas de secagem reais e ajustadas para o AZEVÉM

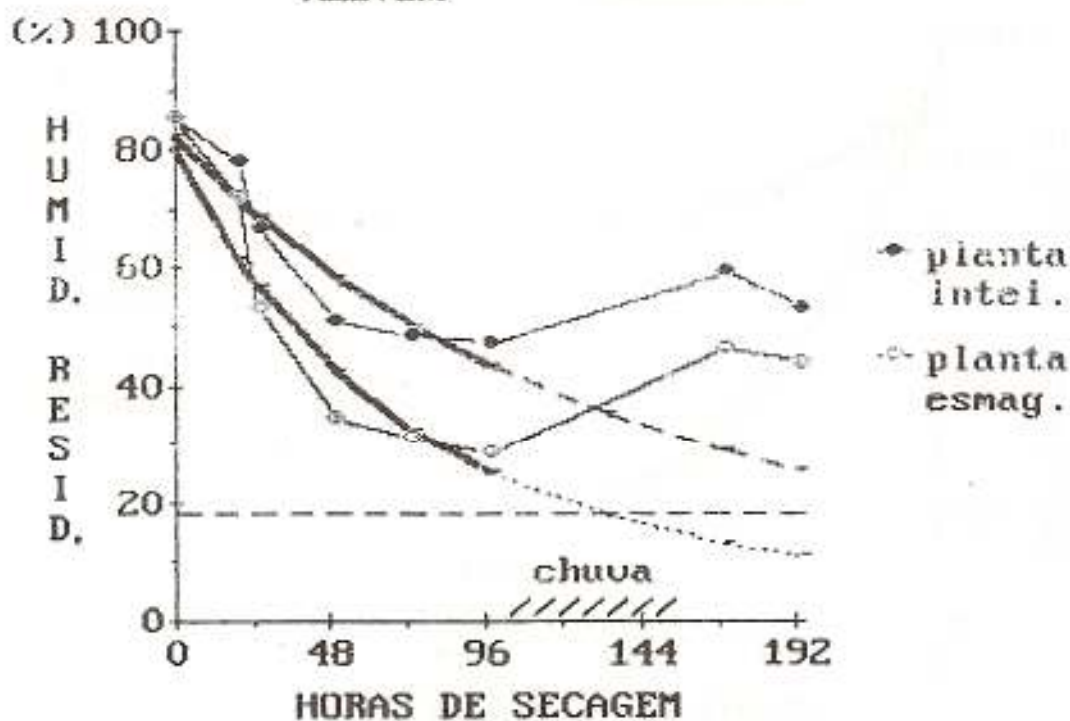


GRÁFICO 15 – Comparação entre curvas de secagem reais e ajustadas para a VÍCIA

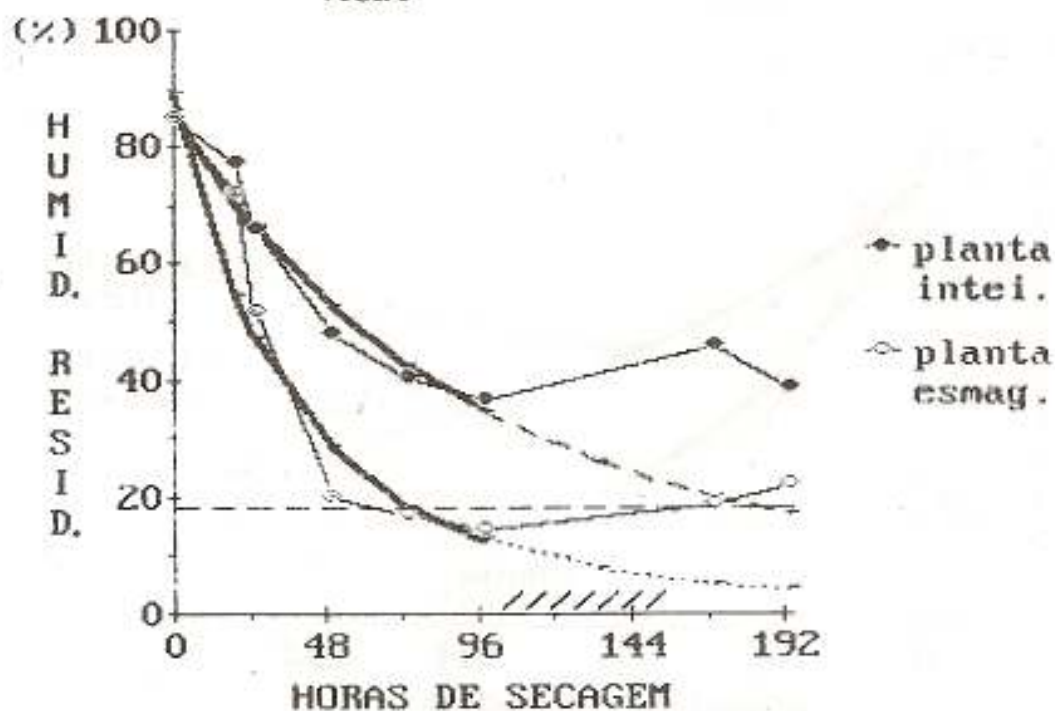
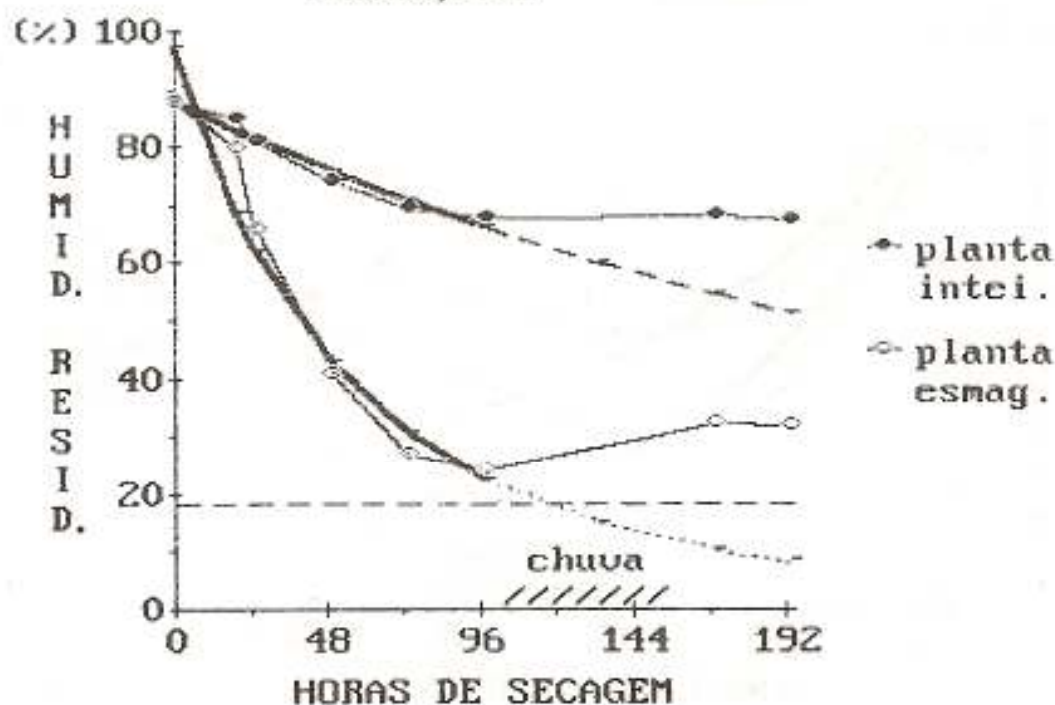


GRÁFICO 16 – Comparação entre curvas de secagem reais e ajustadas para a TREMOÇILHA



5. BIBLIOGRAFIA

- CLARK, B.; PRIOUL, J. L. e COUDERC, H. (1977). *The physiological response to cutting in Italian ryegrass*. Journal of British Grassland Society, 32: 1-5.
- DERNEDDE, W. (1979). *Treatments to increase the drying rate of cut forage*. Forage conservation in the 80's, Occasional Symposium N° 11, C. Thomas, Brighton, British Grassland Society.
- DYER, J.A. e BROWN, D.W. (1977). *A climatic simulator for field drying day*. Agricultural Meteorology, 18: 37-48.
- GREEN, R.M. e JAGGER, B.M. (1978). *Microclimate energy exchange and water loss from the hay swath*. Annual Report, The Grassland Research Institute, 73-75.
- GUPTA, M.L.; MACMILLAN R.H.; MCMAHON, T.A. e BENNETT, B.W. (1989) *A simulation model to predict the drying time for pasture hay*. Grass and Forage Sci., 44: 1-10.
- HARRIS, C.E. e DHANOA, M.S. (1984). *The influence of the epidermis on the drying rates of red clover leaf petioles and stems and of Italian ryegrass stems at low water contents*. Grass and Forage Sci., 39: 67-74.
- HARRIS, C.E. e TULLBERG, J.N. (1980). *Pathways of water losses from legumes and grasses cut for conservation*. Grass and Forage Sci., 35: 1-11.
- HART, R.H. e BURTON, G.W. (1967). *Curing coastal bermudagrass hay: effects of weather, yield and quality of fresh herbage on drying rate, yield and quality of cured hay*. Agronomy Journal, 59: 367-371.
- HAYHOE, H.N. e JACKSON, L.P. (1974). *Weather effects on hay drying rates*. Canadian Journal of Plant Sci., 54: 479- 484.
- HILL, J.D. (1976). *Predicting the natural drying of hay*. Agricultural Meteorology, 17: 195-204.
- LEWIS, J. (1979). *The effect of stage of growth on the rate of drying of cut grass at 20 °C*. Grass and Forage Sci., 34: 139-144.
- LEWIS, J. e HARRIS, C.E. (1980). *Plant and swath limits*. Forage conservation in the 80's, Occasional Symposium No. 11, C. Thomas, Brighton, British Grassland Society.
- MACHADO, M.J. (1980). *Número de dias seguidos «sem» e «com» precipitação em Portugal Continental*. O clima de Portugal, Fasc. XXII, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
- MENDES, J. e REIS, R. (1980). *Contribuição para o estudo estatístico das séries mensais, trimestrais e anuais da quantidade de precipitação, no ano agrícola, em Portugal Continental*. O clima de Portugal, Fasc. XXIII, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.

REIS, R. e GONÇALVES, M. (1987). *Caracterização climática da região agrícola do Alentejo*. O clima de Portugal, Fasc. XXXIV, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.

SERRANO, J. Efe (1978). *O preço de custo efectivo do Feno e da Silagem de Av. x Vícia, na época de 1976/77*. Estação Zootécnica Nacional, Trabalho policopiado.

SPATZ, G.; VAN ELMERN J. e LAWRYNOWICZ, R. (1970). *Der Trocknungsverlauf von Heu in Freiland*. - Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 47: 446-464.

ANEXO

QUADRO 8 - Valores reais de humidade residual em cada período de amostragem, nas plantas inteiras.

| Forragem/Hora | | 0 | 20 | 26 | 50 | 74 | 98 | 170 | 194 |
|---------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aveia | f | 78.22 | 71.48 | 62.55 | 43.25 | 35.3 | 31.63 | 37.57 | 31.56 |
| | c | 76.82 | 72.83 | 66.72 | 57.65 | 54.65 | 49.98 | 56.38 | 52.4 |
| | p | 77.1 | 72.17 | 65.9 | 55.29 | 51.42 | 47.17 | 54.1 | 49.75 |
| | p* | 76.91 | 68.87 | 66.68 | 58.61 | 51.76 | 45.92 | 32.68 | 29.38 |
| Azevém | f | 85.1 | 73.35 | 54.63 | 26.0 | 23.47 | 22.8 | 29.16 | 25.8 |
| | c | 85.3 | 80.65 | 72.72 | 63.32 | 60.45 | 59.6 | 67.42 | 63.72 |
| | p | 85.21 | 77.86 | 66.46 | 50.78 | 48.12 | 47.24 | 56.55 | 53.16 |
| | p* | 82.04 | 71.29 | 68.55 | 58.34 | 50.12 | 43.25 | 28.67 | 25.26 |
| Vícia | f | 83.07 | 73.28 | 59.07 | 38.87 | 31.77 | 28.08 | 35.6 | 29.77 |
| | c | 87.15 | 81.18 | 72.85 | 59.58 | 51.38 | 47.38 | 56.67 | 47.5 |
| | p | 84.88 | 77.18 | 65.78 | 48.06 | 40.31 | 36.46 | 45.85 | 38.37 |
| | p* | 86.1 | 70.15 | 66.07 | 52.48 | 42.17 | 34.36 | 19.8 | 16.81 |
| Tremoçilha | f | 87.62 | 81.73 | 76.3 | 56.9 | 46.27 | 41.28 | 36.65 | 35.83 |
| | c | 87.92 | 86.03 | 83.07 | 78.53 | 75.58 | 73.88 | 74.61 | 74.02 |
| | p | 87.8 | 84.69 | 81.02 | 74.0 | 69.42 | 67.77 | 68.32 | 67.42 |
| | p* | 87.7 | 82.79 | 81.28 | 75.86 | 70.79 | 66.22 | 54.47 | 51.14 |

f = folhas, c = caules, p = planta completa

p* = Valores ajustados pela equação $y = a - b^x$

QUADRO 9 – Valores reais de humidade residual em cada período de amostragem, nas plantas esmagadas

| Forragem/Hora | | 0 | 20 | 26 | 50 | 74 | 98 | 170 | 194 |
|---------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aveia | f | 78.22 | 65.65 | 47.7 | 19.23 | 18.17 | 17.42 | 29.85 | 20.45 |
| | c | 76.82 | 71.45 | 60.55 | 39.97 | 32.97 | 29.42 | 45.57 | 35.62 |
| | p | 77.1 | 70.1 | 58.09 | 35.55 | 29.41 | 26.44 | 42.75 | 32.87 |
| | p* | 79.98 | 60.67 | 56.1 | 41.5 | 31.41 | 24.27 | 12.48 | 10.33 |
| Azevém | f | 85.1 | 63.65 | 35.82 | 15.65 | 15.47 | 15.92 | 21.98 | 20.72 |
| | c | 85.3 | 76.38 | 62.48 | 46.25 | 40.78 | 37.4 | 57.73 | 53.95 |
| | p | 85.21 | 71.92 | 53.01 | 34.29 | 30.75 | 28.29 | 46.09 | 43.77 |
| | p* | 79.98 | 61.38 | 56.75 | 42.36 | 32.28 | 25.06 | 13.06 | 10.84 |
| Vícia | f | 83.07 | 68.2 | 42.57 | 17.6 | 15.38 | 13.52 | 17.23 | 19.95 |
| | c | 87.15 | 76.42 | 58.04 | 24.23 | 20.23 | 16.15 | 20.6 | 25.5 |
| | p | 84.88 | 72.12 | 51.6 | 19.83 | 17.05 | 14.45 | 18.6 | 21.98 |
| | p* | 88.92 | 54.08 | 47.1 | 28.38 | 18.28 | 12.47 | 5.23 | 4.2 |
| Tremoçilha | f | 87.62 | 77.87 | 61.58 | 31.12 | 26.2 | 21.07 | 24.53 | 27.24 |
| | c | 87.92 | 80.52 | 67.6 | 46.05 | 28.2 | 25.33 | 34.36 | 33.56 |
| | p | 87.8 | 79.74 | 65.82 | 40.8 | 26.59 | 24.06 | 32.05 | 31.78 |
| | p* | 97.27 | 68.55 | 62.09 | 42.66 | 30.34 | 22.23 | 10.29 | 8.32 |

f = folhas, c =c aules, p = planta completa

p* = Valores ajustados pela equação $y = a - b^x$