



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

***Estudo do Factor Enriquecimento
na Erosão Hídrica do Solo***

*Tese de dissertação submetida para obtenção do grau
de Mestre em Engenharia do Solo e da Água*

José Manuel da Costa Dantas

Évora

1997



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

***Estudo do Factor Enriquecimento
na Erosão Hídrica do Solo***

*Study of Enrichment Factor in
Water Erosion of Soils*

*Tese de dissertação submetida para obtenção do grau
de Mestre em Engenharia do Solo e da Água*

José Manuel da Costa Dantas



88876

Évora

1997

ERRATA

Página	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
3	1	cinco	seis
3	5	relacionados com	relacionados
4	9	natureza	Natureza
30	25	intensiva	extensiva
31	15	Shaineberg	Shainberg
45	12	e da leguminosa	e a leguminosa
48	2	apenas na	apenas a
53	13	enriqueci-mento	enriquecimento
53	28	solo; além	solo. Além
54	15	dos sedimentos	estudado nos sedimentos
55	15	no entanto	a propósito
56	9	indicia a eventual acção	demonstra a contribuição
61	26	reflecte-se	reveste-se

AGRADECIMENTOS

Este trabalho decorreu na Universidade de Évora, sob orientação do Prof. Doutor Alfredo Gonçalves Ferreira, a quem agradeço o apoio, conselhos e paciência, ao longo das várias fases para a concretização da presente tese.

À Dra. Maria de Lurdes Pimenta, Responsável Técnica do Laboratório Químico-Agrícola da Universidade de Évora, a minha gratidão pelo apoio e disponibilidade das instalações para a componente de experimentação química deste trabalho.

Ao Eng. Carlos Alexandre, do Departamento de Geociências da Universidade de Évora, o meu agradecimento pelos conselhos na utilização do sedimentógrafo, de grande utilidade na fase inicial.

Aos Técnicos do Laboratório Químico-Agrícola, em especial à Maria José, mas também ao Tavares e Teresa, o meu agradecimento pela ajuda na aprendizagem da componente química das metodologias experimentais.

À D. Helena, Técnica do Laboratório de Física do Solo da Universidade de Évora, e à sua Directora, Prof. Doutora Maria do Rosário Oliveira, os meus agradecimentos pela utilização das suas instalações e pelo apoio prestado.

À Beatriz, do Laboratório de Hidrologia, o meu agradecimento pelo apoio nas determinações granulométricas.

À Menina Augusta, do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, o agradecimento pela sua disponibilidade sempre manifestada quando necessária.

À Dra. Ana Santos pelo incentivo constante e permanente em todas as fases da presente tese, o meu público agradecimento.

A todas as pessoas que, das mais variadas formas, contribuíram para a realização e apresentação deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

Os sedimentos recolhidos em talhões de erosão foram analisados para detectar variações texturais e perdas de nutrientes devidas à erosão hídrica. As amostras encontravam-se disponíveis no Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso (Mértola), cujos talhões se localizam em solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos normais de xisto (Vx), com duas rotações de dois anos distintas: trigo-alqueive e trigo-leguminosa.

O objectivo deste trabalho é estudar e modelar o factor enriquecimento para avaliar a perda de nutrientes de áreas agrícolas e eventuais consequências em termos de perda de produtividade e de poluição das águas. O factor enriquecimento é a relação entre a concentração de um determinado nutriente no sedimento erodido e a concentração do mesmo nutriente no solo original.

Procederam-se a análises texturais e a determinações da capacidade de troca catiónica e das várias de bases de troca, nos sedimentos recolhidos e solos dos talhões do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, para assim compreender a relação das características dos sedimentos com as do solo original.

Para as condições existentes em cada um dos talhões, o enriquecimento de modo geral não variou muito significativamente com o uso do solo. Contudo, a introdução da leguminosa, no lugar do alqueive, apresenta-se ligeiramente mais benéfica para os solos. Os resultados indicam uma tendência para maiores taxas de enriquecimento se verificarem em solos mais pobres. A variação do factor enriquecimento, no presente caso em termos da soma do limo e da argila, após uma zona constante, caracteriza-se por um decréscimo ligeiro com o aumento da perda de solo, sugerindo uma certa estabilidade no mecanismo de enriquecimento com a dimensão da perda de solo.

ABSTRACT

Sediment collected from erosion plots was analysed for texture changes and nutrient losses due to water erosion. The samples are originated in Vale Formoso Experimental Erosion Station. These plots are located in red mediterranean soils derived from schist rock (Lithic Rhodoxeralf), under winter wheat-bare fallow and winter wheat-legume crop rotations.

The purpose of this assignment is to study and model the enrichment factor to evaluate the loss of nutrients from agricultural lands and consequences on productivity decrease and non-point source pollution. Enrichment factor is the rate of the concentration of a specific nutrient in eroded sediment and the concentration of the same nutrient in original soil.

Textural, cation exchange capacity and the amounts of different cations were determined in sediment samples and in the soil of the erosion plots, of Vale Formoso Experimental Erosion Station, to understand the relation of the sediment characteristics with the original soil.

For each plot, the enrichment in general didn't vary significantly with land use. However, legume crop appears to be more beneficial for soil conservation. Results indicate also a tendency for higher enrichment factor on the degraded soils. The variation of enrichment factor, in terms of silt and clay, with increasing soil loss shows a constant zone for less erosive events, and after it is slight decrease, suggesting a stability of enrichment mechanism with soil loss amount.

ÍNDICE DE TEXTO

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE DE TEXTO.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE QUADROS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Âmbito e objectivos.....	1
1.2. Organização da tese.....	3
2. ESTADO ACTUAL DOS CONHECIMENTOS.....	4
2.1. A erosão.....	4
2.2. Processos de perda de nutrientes.....	7
2.2.1. Perda de nutrientes por erosão.....	8
2.3. Factor enriquecimento.....	9
2.4. Mecanismos relacionados com a perda de nutrientes e com o enriquecimento.....	13
2.4.1. Mecanismo da selectividade da deposição.....	14
2.4.2. Mecanismo de desagregação pelas gotas.....	16
2.4.3. Processo de formação da crosta.....	17
2.4.4. Poluição difusa.....	18
2.5. Factores condicionantes do enriquecimento.....	18

2.6. Granulometria.....	20
2.6.1. Argila.....	21
2.7. Adsorção e troca iónica.....	24
2.7.1. Capacidade de troca catiónica.....	25
2.7.2. Grau de saturação de bases e percentagem de sódio de troca.....	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1. Introdução.....	29
3.2. Caracterização geral e enquadramento do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	30
3.3. Metodologias laboratoriais.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Sedimentos depositados.....	37
4.2. Sedimentos totais.....	44
4.2.1. Perspectiva por eventos.....	44
4.2.2. Perspectiva anual.....	55
4.3. Análise comparativa.....	61
5. CONCLUSÕES.....	64
6. ESTUDOS FUTUROS.....	66
BIBLIOGRAFIA.....	67
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 2.1. Localização das zonas do Planeta mais sensíveis à erosão hídrica e à erosão eólica..... 5
- Figura 2.2. Relação em escala logarítmica entre o factor de enriquecimento do P lábil, P inorgânico, N total e C orgânico, com a perda de solo cumulativa, para situações de apenas arrastamento11
- Figura 2.3. Variação do logaritmo do enriquecimento em azoto (N) e em carbono orgânico (CO) com o logaritmo da perda de solo cumulativa, em situações de apenas destacamento (a) e de predominância do destacamento (b)11
- Figura 2.4. Redução na quantidade de nutrientes no solo em função da perda de solo, para dois solos distintos dos EUA.....12
- Figura 2.5. Relação linear entre o enriquecimento em nutrientes e o enriquecimento em argila nos sedimentos, originários de um solo *Durant loam*, obtida em situações de apenas arrastamento14
- Figura 2.6. Comparação entre as características de sedimentação do solo original (a) e do sedimento resultante do destacamento da chuva e sequente deposição: 1 minuto após a exposição à chuva simulada de 100 mm/min (b) e 15 minutos depois (c)15
- Figura 2.7. Variação temporal do enriquecimento do azoto total (N), consoante o processo erosivo e a percentagem de cobertura do solo, 0% (a) e 50% (b)19

Figura 2.8. Variação do enriquecimento (N total) com o tempo, para uma situação em que o destacamento é o processo erosivo dominante e numa outra em que domina o arrastamento.....	20
Figura 2.9. Principais componentes da fracção argilosa dos solos e de duas outras fracções: areia e limo	21
Figura 2.10. Distribuição dos iões adjacentes à superfície das argilas, de acordo com o conceito da camada dupla difusa.....	23
Figura 2.11. Relação entre o pH de solos minerais e o grau de saturação de bases.....	27
Figura 3.1. Localização geográfica e planta do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	31
Figura 3.2. Esquema de um talhão de erosão do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	33
Figura 4.1. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de argila nos sedimentos depositados.....	38
Figura 4.2. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos depositados.....	38
Figura 4.3. Relação do enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em bases de troca totais (S) com a variação do enriquecimento em argila (a) e limo+argila (b), na terra fina dos sedimentos depositados na situação de trigo no talhão 1.....	41
Figura 4.4. Relação do enriquecimento em bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+}) com a variação do enriquecimento em argila (a) e limo+argila (b) na terra fina dos sedimentos depositados na situação de trigo no talhão 1.....	43
Figura 4.5. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos totais.....	44
Figura 4.6. Relação da perda de limo+argila com a variação do escoamento, em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3.....	47
Figura 4.7. Relação da perda de limo+argila com a variação da perda de solo, em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3.....	47

Figura 4.8. Relação linear entre o logaritmo do enriquecimento em limo+argila com o logaritmo da perda de solo, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3	49
Figura 4.9. Relação não linear entre o logaritmo do enriquecimento em limo+argila com o logaritmo da perda de solo, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3	51
Figura 4.10. Relação entre o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos totais com o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos depositados, considerando a pedregosidade do solo e só com terra fina (s/ pedreg), na rotação trigo-leguminosa no talhão 3	54
Figura 4.11. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos totais, em relação à perspectiva anual.....	55
Figura 4.12. Relação da perda anual de limo+argila com a variação da erosividade anual segundo o índice EI_{30} (a) e o índice $EI_{30,dt:25}$ (b), em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações	57
Figura 4.13. Relação da perda anual de limo+argila com a variação do escoamento, em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações	57
Figura 4.14. Relação da perda anual de limo+argila com a variação da perda de solo anual, em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações	58
Figura 4.15. Relação linear entre o logaritmo do enriquecimento anual em limo+argila com o logaritmo da perda de solo anual, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações.....	59

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. Algumas propriedades das argilas do grupo da caulinite e da montmorilonite.....	24
Quadro 2.2. Capacidades de troca catiónica de alguns dos colóides do solo	26
Quadro 2.3. Variação da capacidades de troca catiónica (CTC) consoante a dimensão das partículas do grupo da caulinite	27
Quadro 3.1. Características dos talhões 1, 2, 3 e 5 do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	31
Quadro 3.2. Características físicas (com base na Escala de <i>Atterberg</i>) e químicas dos solos do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	32
Quadro 3.3. Descrição das rotações Trigo-Alqueive e Trigo-Leguminosa Sideração do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	33
Quadro 3.4. Cronologia das rotações Trigo-Alqueive e Trigo-Leguminosa Sideração, respectivamente nos talhões 1 e 2, e 3 e 5, do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, desde 1966 a 1986.....	34
Quadro 3.5. Designação das fracções que constituem as partículas do solo em função do seu diâmetro, de acordo com a Escala de <i>Atterberg</i>	36
Quadro 4.1. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em soma de bases de troca (S) com a variação do enriquecimento em argila, na terra fina dos sedimentos depositados.....	40

Quadro 4.2. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em soma de bases de troca (S) com a variação do enriquecimento em limo+argila, na terra fina dos sedimentos depositados.....	40
Quadro 4.3. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+}) com a variação do enriquecimento em argila, na terra fina dos sedimentos depositados.....	42
Quadro 4.4. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+}) com a variação do enriquecimento em limo+argila, na terra fina dos sedimentos depositados.....	42
Quadro 4.5. Caracterização das regressões entre a perda de limo+argila (L+A) com a variação do escoamento (Esc) e da perda de solo (PS), em termos de sedimentos totais.....	46
Quadro 4.6. Caracterização das regressões lineares entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais.....	48
Quadro 4.7. Caracterização das regressões não lineares entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais.....	50
Quadro 4.8. Caracterização das regressões múltiplas entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS) e da concentração de sedimentos (CSed), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais.....	52
Quadro 4.9. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em limo+argila (L+A) nos sedimentos totais com o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos depositados ($L+A_{\text{dep}}$), considerando a pedregosidade do solo e só com terra fina	54
Quadro 4.10. Caracterização das regressões entre a perda anual de limo+argila (L+A) com a variação da erosividade anual, com base no índice EI_{30} e o índice $EI_{30,dt:25}$, e da variação anual do escoamento e da perda de solo, para os sedimentos totais e no conjunto das duas rotações.....	56

Quadro 4.11. Caracterização das regressões entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS_A) e das regressões múltiplas dos primeiros com os segundos e com os logaritmos da concentração de sedimentos ($CSed_A$), considerando a pedregosidade e só com terra fina, para os sedimentos totais e no conjunto das duas rotações.....	59
---	----

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito e objectivos

Em Portugal Continental, e concretamente no Alentejo, a chuva é o principal agente erosivo. Esta última região apresenta já algumas áreas consideradas desertificadas, ou seja, zonas cuja produtividade biológica entrou numa fase de declínio duradouro, e outras onde, se não se intervir, a erosão poderá tornar-se dramática e com consequências quase irreversíveis. Por isso, há necessidade de um adequado conhecimento dos distintos aspectos intervenientes no seu processo, de modo a preconizarem-se medidas orientadas para o seu controlo. De referir que esta tomada de medidas, não só promoverá a conservação do solo, mas também a conservação da água, dois aspectos de extrema importância na luta contra a desertificação em zonas de elevado risco, como o é o Interior Alentejano.

A erosão é considerada como um processo de degradação do solo, uma vez que reduz numa primeira abordagem a camada de solo. Esta degradação torna-se ainda mais significativa pelo facto de ser a camada mais superficial a arrastada, cuja fertilidade é superior relativamente à adjacente, evidenciando-se tanto mais grave, quanto mais delgada é a camada de solo.

O factor de enriquecimento corresponde à concentração de um determinado constituinte, relacionado com a fertilidade do solo, no material erodido relativamente à sua concentração no solo original. Este é um conceito regularmente utilizado em estudos sobre a perda de nutrientes na erosão hídrica do solo, contribuindo para uma mais aproximada avaliação da sua degradação pela erosão e proporcionando, nesta sequência, a escolha das melhores práticas culturais para a sua conservação.

Esta tese de mestrado tem como objectivo principal estudar uma determinada metodologia. Neste contexto, a pergunta à qual se pretende responder com esta actividade científica é: “Qual o comportamento do «factor de enriquecimento» nos processos erosivos e como o avaliar?”. De

salientar que a abordagem ao enriquecimento que aqui se apresenta está relacionada principalmente com a capacidade de troca catiónica, um dos principais indicadores do potencial produtivo dos solos.

Para responder a esta pergunta foram realizados trabalhos de laboratório na Universidade de Évora, concretamente nos laboratórios Químico-Agrícola, de Física do Solo e de Hidrologia. Neste estudo da perda de nutrientes pela erosão hídrica, realizaram-se análises químicas e físicas aos sedimentos das colheitas efectuadas ao longo de 20 anos, nos talhões «tipo *Wischmeier*» do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, em Mértola. Estas análises permitiram detectar alterações nas características dos solos devidas à erosão, em distintas situações de uso do solo, relacionando a qualidade dos sedimentos com as condições existentes.

Este estudo tem interesse sob diferentes aspectos nomeadamente na fertilidade e produtividade dos solos, bem como na poluição das águas e dos solos. De facto, a perda de nutrientes provoca a diminuição do potencial produtivo, devido a deficiências de nutrição. Em casos extremos, este tipo de situação poderá conduzir à degradação ecológica dos ecossistemas, pela reduzida capacidade de suporte biológico dos solos.

Além disso, a água do escoamento superficial com origem nos campos agrícolas transporta em suspensão grande quantidade de partículas finas (argilas), nas quais se encontram adsorvidos uma elevada quantidade substâncias químicas, nomeadamente nutrientes e pesticidas, promovendo deste modo a denominada poluição difusa. Estas substâncias transportadas pelas águas superficiais atingem lagos, albufeiras ou reservatórios de água, afectando a qualidade da água e conseqüentemente o seu abastecimento às populações. A eutrofização é um outro problema que as substâncias químicas em suspensão poderão causar nos corpos de água, devido ao incremento na produção de biomassa que estas proporcionam.

A metodologia utilizada neste trabalho consiste na determinação de algumas características químicas e físicas, quer aos sedimentos recolhidos nos talhões de estudo da erosão, quer às amostras do solo dos mesmos. Os parâmetros abordados são:

- Análises físicas: determinação da areia, limo e argila (textura);
- Análises químicas: capacidade de troca catiónica e bases de troca.

Os dados obtidos através das determinações efectuadas permitiram uma abordagem em termos de factor enriquecimento, relativamente à sua perspectiva anual e por eventos. Estes foram analisados estatisticamente, recorrendo a análises de variância (ANOVA's) e à caracterização de regressões, que proporcionaram a validação de relações e o estabelecimento de conclusões.

1.2. Organização da tese

Esta tese divide-se em cinco capítulos, que é o corpo principal, e por um conjunto de anexos, com o objectivo de complementar os assuntos abordados neste trabalho.

O capítulo 2 caracteriza o estado actual dos conhecimentos na área da erosão e respectivo factor enriquecimento, particularmente os seus processos e mecanismos, entre outros aspectos teóricos relacionados com.

A caracterização dos materiais e métodos utilizados são apresentadas no capítulo 3, nomeadamente uma referência ao Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso e aspectos da experimentação laboratorial.

No capítulo 4 apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos, após o qual se referem as principais conclusões, no capítulo 5.

Por último, no capítulo 6 são apresentadas algumas sugestões relativamente a alguns estudos que se poderão realizar no futuro, como continuação do presente trabalho.

2. ESTADO ACTUAL DOS CONHECIMENTOS

2.1. A erosão

A erosão é um importante processo de degradação do solo conhecido há muito tempo, desde que o Homem começou a cultivar a terra. Com a intensificação da agricultura esta tornou-se, conseqüentemente, mais preocupante. É evidente que esta degradação por erosão coincide com a «erosão acelerada» ou «antrópica», ou seja, quando se verifica uma aceleração dos processos erosivos pela acção do Homem, principalmente devida a práticas agrícolas ou florestais inadequadas. Contudo, é igualmente necessário falar-se em «erosão natural», ou «geológica», quando se supõe que apenas resulta das forças da natureza (Hudson 1982).

A erosão é um processo no qual, por acção de um agente erosivo, se verifica a desagregação das partículas do solo e a sua passagem (transporte) para o exterior de uma fronteira considerada, por exemplo, um talhão, uma parcela agrícola ou uma bacia hidrográfica; ou seja, a perda de solo na área considerada. Há autores, contudo, que optam por restringir o conceito de erosão, referindo-se apenas à desagregação das partículas (Ellison 1947 *in* Hudson 1982). Contudo, num sentido mais amplo, e numa perspectiva dinâmica do processo, além das fases de desagregação e transporte, pode ainda incluir-se a deposição, que se verifica quando a energia do escoamento superficial, principal responsável pelo transporte das partículas, não é suficiente para as manter em suspensão ou promover o seu arrastamento.

Dois conceitos deverão ser introduzidos: o de «erosividade» e o de «erodibilidade». A erosividade define-se como a capacidade potencial de um agente erosivo para provocar erosão; por erodibilidade entende-se a susceptibilidade de um solo em sofrer erosão (Hudson 1982).

Os agentes causadores dos processos erosivos são vários, com distintas escalas geográficas de importância (Figura 2.1). A água e o vento («erosão eólica») são os principais, caracterizando-se pela sua dimensão planetária. As baixas temperaturas, normalmente acompanhadas de forma-

ção de gelo, e o degelo, assim como os mecanismos biológicos, são também agentes erosivos, mas cuja importância, no entanto, se reduz a uma escala local e/ou sazonal. A erosão provocada pela água, denominada «hídrica», é aquela que se aborda no presente estudo e aquela com maior importância em Portugal Continental.

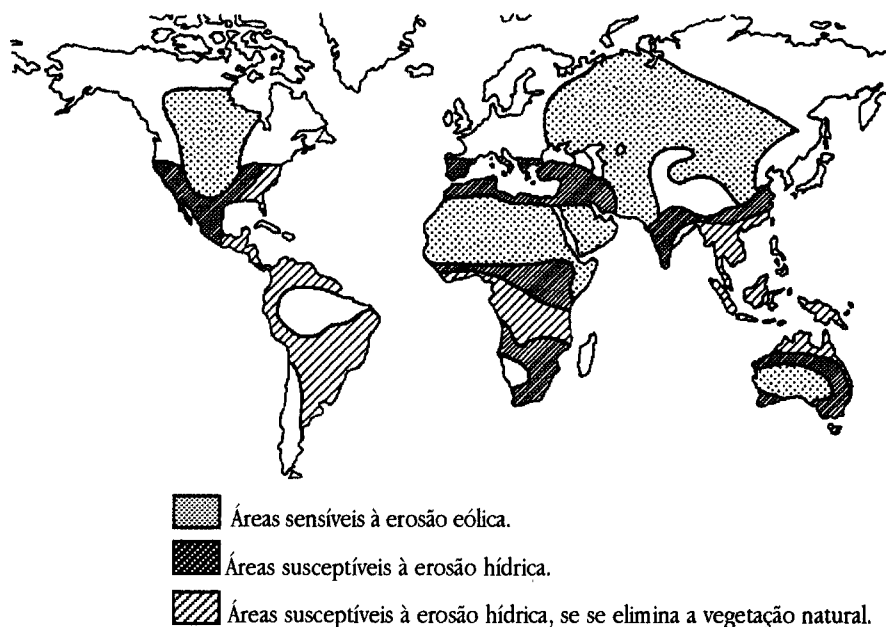


Figura 2.1. Localização das zonas do Planeta mais sensíveis à erosão hídrica e à erosão eólica (adaptado de Hudson 1982)

A erosão hídrica verifica-se quando é a água o agente que desencadeia todo o processo erosivo. Neste tipo de erosão, a fase de desagregação do solo acontece essencialmente no momento do impacto das gotas de chuva. Neste mecanismo, as gotas têm um primeiro contacto com o solo, sobre o qual exercem uma força de compressão; uma vez que a energia das gotas de chuva não é absorvida na sua totalidade após este primeiro impacto, verifica-se a formação de uma coroa devido a um esforço de corte radial, projectando água e partículas de solo (Ghadiri & Payne 1986 in Tomás 1997). Numa superfície plana o salpico distribui homogeneamente a água e o solo numa área concêntrica; pelo contrário, numa superfície inclinada, os salpicos surgem predominantemente na direcção dos pontos mais baixos da encosta; há conseqüentemente um transporte líquido de solo ao longo da pendente. Após o impacto das gotas pode verificar-se a formação de escoamento superficial que vai proporcionar o transporte das partículas desagregadas. Este escoamento exerce ainda um papel de desagregação de outras partículas, através da fricção com as já em arrastamento.

Numa perspectiva dinâmica, com o início de uma chuvada numa determinada encosta, desencadeia-se ao longo da mesma uma sequência de diferentes processos erosivos até se atingir, por

último, a fase de deposição. Devem ser salientados o efeito do salpico, após o impacto das gotas de chuva sobre o solo, e o «escoamento superficial laminar», ou seja, o escoamento através de uma camada muito fina de água. Estes processos verificam-se extensivamente sobre uma ampla área, os quais se englobam no termo «erosão inter-sulcos» (Elliot *et al.* 1989a *in* Bajracharya *et al.* 1992). O escoamento tem tendência para evoluir para formas mais concentradas e localizadas, devido à concentração do escoamento provocado pela microtopografia do terreno, que, ao aumentar a sua tensão de arrastamento, provoca o destacamento de material e a incisão do sulco. Por ordem crescente de dimensão, refiram-se os sulcos e as ravinas, cujos processos erosivos são englobados nos termos «erosão concentrada», «localizada» ou «em sulcos». A evolução do escoamento superficial laminar para escoamento em sulcos comporta quatro estágios (Morgan 1986): fluxo em pequenos canálculos dispersos, fluxo em pequenos canálculos concentrados, fluxo em micro-canais sem formação de cabeceira (*headcut*) e fluxo em micro-canais com formação de cabeceira.

O estudo da erosão, nomeadamente os efeitos dos vários factores intervenientes e os mecanismos que a condicionam, pode ser realizada no campo, em condições naturais, ou no laboratório, recorrendo-se à simulação. A experimentação de campo ou de laboratório é utilizada consoante o objectivo a atingir, ambas apresentando vantagens uma sobre a outra. Os resultados obtidos nos ensaios de campo são mais realistas; no entanto, o laboratório permite uma maior manipulação dos diferentes factores intervenientes nos processos erosivos.

Grande parte dos trabalhos de campo recorrem à utilização de talhões de escoamento, normalmente do «tipo *Wischmeier*» (Wischmeier & Smith 1978). Estes talhões são delimitados fisicamente no topo e nas partes laterais, sendo conhecidos a área, declive e comprimento da encosta, espécie(s) cultivada(s), práticas culturais e o tipo de solos. O escoamento e os sedimentos são recolhidos numa caleira, colocada na parte mais baixa, os quais são medidos utilizando equipamentos instalados para o efeito. Faz-se também a medição da precipitação, nomeadamente através de «udómetros» ou de «udógrafos», instalados nas proximidades dos talhões.

A necessidade de previsão e a procura de uma melhor compreensão dos fenómenos proporcionaram o estabelecimento de equações e a construção de modelos matemáticos sobre erosão. Os modelos utilizados para representar a erosão podem ser agrupados em três grandes grupos (Morgan 1986): físicos, analógicos e digitais. Os modelos digitais, os mais utilizados, poderão ser divididos em três tipos: os «empíricos», os «estocásticos» e os «fisicamente baseados».

A EUPS, Equação Universal de Perda de Solo (Wischmeier & Smith 1978), é o modelo empírico de erosão mais conhecido e divulgado, que se apresenta normalmente pela equação 2.1:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

2.1

onde a perda de solo (A) deve-se a vários factores: a precipitação (R), o solo (K), o comprimento (L) e o declive (S) da encosta, a cobertura do solo pelas plantas e as práticas inerentes ao seu cultivo (C), e as medidas de conservação adoptadas (P).

Os modelos fisicamente baseados actualmente existentes, de modo geral, incluem várias componentes, sendo a erosão apenas uma delas. Estes modelos descrevem os processos intervenientes na erosão através de equações matemáticas, que exige um profundo conhecimento teórico dos seus mecanismos. Entre diversos é de destacar o *WEPP (Water Erosion Prediction Project)*, um dos que se baseia na equação da continuidade dos sedimentos (Tomás 1997).

Como já anteriormente se referiu, com a agricultura a erosão tornou-se mais problemática. Há, contudo, um valor máximo da taxa de erosão aceitável para os campos agrícolas, englobado no conceito de «tolerância de perda de solo» (Wischmeier & Smith 1978). Neste conceito, o valor máximo aceitável baseou-se inicialmente na taxa de formação do solo. Contudo, na sequência de algumas limitações na sua aplicabilidade, a tolerância de perda de solo passou-se a definir como a taxa de erosão permissível, abaixo da qual a fertilidade do solo seja mantida durante um período de 20 a 25 anos (Morgan 1986). A partir deste valor recomenda-se a adopção de medidas de controlo da erosão, que genericamente poderão agrupar-se em três grupos: práticas culturais; ordenamento dos cultivos; e estruturas, mais ou menos, permanentes (Dantas 1993).

Entre as várias práticas culturais, as mobilizações do solo são, de facto, as que apresentam um papel mais activo na promoção da erosão, pela elevada perturbação que provocam no solo. Devido a diferenças de morfologia e densidade de cultivo, as plantas apresentam distintas eficiências na protecção do solo (Morgan 1986). No entanto, frequentemente é necessário cultivar mesmo as que têm um papel reduzido no controlo da erosão. Por isso, algumas medidas de ordenamento agrícola devem ser referidas, de modo a minimizar os efeitos que a prática da sua cultura exige. Os sistemas mais utilizados são as rotações das culturas (Kelley 1983) e os cultivos em faixas, ao longo das curvas de nível (Constantinesco 1976), bem como as faixas de vegetação permanente a jusante dos campos agrícolas e ao longo das linhas de água (Cooper *et al.* 1987). Os terraços, os canais ou valas de drenagem e os muros e barreiras são sistemas mais ou menos permanentes para protecção do solo, que poderão ser ainda referidos.

2.2. Processos de perda de nutrientes

A perda de nutrientes num determinado solo pode verificar-se por acção de vários processos, nomeadamente através das remoções resultantes das colheitas obtidas e dos resíduos das culturas, pela lixiviação, através de perdas gasosas e por erosão (Stroosnijder *sd*; Barrows & Kilmer 1963). Além da extracção das culturas, este último é consensualmente considerando como o principal responsável pelas perdas verificadas.

As perdas de nutrientes resultantes dos processos erosivos poderão verificar-se de duas formas: adsorvidos e/ou absorvidos nas partículas sólidas ou dissolvidos na água do escoamento superficial. Um elevado número de investigadores (White 1986 *in* Palis *et al.* 1990a; Zhu *et al.* 1989; Foster *et al.* 1985; Schuman *et al.* 1973a,b *in* Sharpley 1985; (Alberts *et al.* 1978; Holt *et al.* 1979) *in* Alberts & Moldenhauer 1981; Klingebiel 1972) afirma, entretanto, que a maior parte das perdas de alguns dos principais nutrientes, em terrenos agrícolas mais ou menos declivosos, estão associadas com a componente sólida (sedimentos) do escoamento superficial.

A lixiviação ou drenagem profunda pode ser condicionante, todavia, em situações de chuvas abundantes, bem como na sequência de regas mal planeadas, cuja água depois de se infiltrar poderá movimentar-se para zonas abaixo da radicular, arrastando consigo substâncias químicas móveis, principalmente nutrientes. Assim, os nutrientes não ficam disponíveis para as plantas e podem inclusivamente pôr em causa a qualidade da água subterrânea (Agus & Cassel 1992).

2.2.1. Perda de nutrientes por erosão

Além dos aspectos físicos, a erosão envolve também uma componente química, contudo, menos evidente. Como já anteriormente se fez referência, juntamente com a fracção sólida do escoamento superficial perde-se grande quantidade de nutrientes, particularmente na fracção argilosa, local onde a sua maior parte se encontra adsorvida (Young & Onstad 1978 *in* Alberts *et al.* 1981). Nesta sequência, o conhecimento do tamanho dos agregados e das partículas primárias, bem como a sua densidade, fluatibilidade e composição, é de extrema importância na determinação das perdas de nutrientes.

Como se sabe, o tamanho das partículas erodidas varia consoante o tipo e intensidade do processo erosivo (Palis *et al.* 1990a; Alberts *et al.* 1980). Assim, na sequência de um processo erosivo deverão corresponder valores de perda de nutrientes a ele associados, que são função da forma como o episódio se desenvolveu (Foster *et al.* 1985; Ghadiri & Rose 1991a,b; Palis *et al.* 1990a,b). A propósito, Palis e outros (1990b) detectaram concentrações de azoto nos sedimentos superiores quando só existe destacamento por acção da chuva (erosão inter-sulcos), que numa situação em que predomina o arrastamento (erosão em sulcos). Este aspecto é explicado pela distinta distribuição de tamanhos das partículas dos sedimentos resultantes nas duas situações, significativamente mais fina na primeira relativamente à segunda, e, que na situação de apenas arrastamento, se aproximava das características do solo original.

Vários são os factores que poderão condicionar a perda de nutrientes. Refiram-se todos aqueles que influenciam a erosão, nomeadamente a precipitação, o solo, a topografia, a cobertura vegetal e usos do solo e as práticas de conservação e ordenamento adoptadas. As práticas culturais, principalmente o tipo de mobilizações, e os usos do solo, bem como as práticas de conservação, são os mais estudados (Gaynor & Findlay 1995; Sombatpanit *et al.* 1995;

Camardela & Elliott 1993; Chichester & Richardson 1992; McIsaac *et al.* 1991; Dillon *et al.* 1991; Palis *et al.* 1990b; Blevins *et al.* 1990; Gross *et al.* 1990; Zhu *et al.* 1989; Owens *et al.* 1989; Alberts *et al.* 1981; McDowell & McGregor 1980), pois são aqueles sobre os quais se pode intervir com vista à diminuição das perdas de nutrientes.

Com base nos resultados obtidos nos vários trabalhos até hoje realizados sobre a perda de nutrientes, poderá concluir-se que as práticas de conservação, ao promoverem o controlo da erosão, reduzem também a perda de nutrientes. Contudo, devido ao enriquecimento em nutrientes dos sedimentos erodidos, os valores globais das perdas de nutrientes deverão por isso ser corrigidos.

A remoção selectiva dos nutrientes nos sedimentos e na água do escoamento superficial tem consequências tanto na qualidade da água nas linhas de água como na fertilidade dos solos (Stroosnijder 1995; Korentajer *et al.* 1991; Sharpley 1985). O protagonismo e a importância de um relativamente ao outro varia consoante o sistema agrícola em que se está presente. Stroosnijder (1995) afirma a propósito que, no caso da agricultura de elevados investimentos, típica de países desenvolvidos, existe uma maior preocupação com os efeitos a jusante, no que se refere à qualidade dos recursos hídricos. Contrariamente, na agricultura de baixos investimentos, frequente em países menos desenvolvidos ou regiões desfavorecidas, o maior interesse concentra-se nos efeitos a montante. Deste modo, a investigação nestas últimas regiões deve considerar a gestão da quantidade de substâncias químicas existentes no solo, estabelecendo para o efeito sistemas de agricultura sustentada que a considerem. A importância deste aspecto é ainda mais preocupante uma vez que, às perdas de nutrientes, estão normalmente associadas perdas de matéria orgânica (Stroosnijder 1995) e de materiais finos (argilas), bastante influentes no complexo de troca.

2.3. Factor enriquecimento

O «factor de enriquecimento» (E), também conhecido como «taxa de enriquecimento», é um conceito utilizado em estudos sobre a perda de nutrientes. Neste tipo de abordagem relaciona-se a concentração de um determinado nutriente nos sedimentos erodidos com a concentração do mesmo nutriente no solo original (Stroosnijder 1995; Sharpley 1985; (White 1986; Stoltenberg & White 1953) *in* Ghadiri & Rose 1991a; Menzel 1980; Barrows & Kilmer 1963; Massey & Jackson 1952; Stroosnijder *sa*), sendo o seu valor, normalmente superior à unidade, dado pela equação 2.2:

$$E = \frac{\text{kg X/kg de sedimento erodido}}{\text{kg X/kg de solo original}}, \quad 2.2$$

onde X pode ser um qualquer nutriente existente no solo. Os nutrientes, e por vezes algumas das suas formas, normalmente estudados são o fósforo total e o disponível para actividade biológica, o azoto total, o carbono orgânico e o potássio de troca (Sharpley 1985).

O factor de enriquecimento, para efeitos práticos a partir deste momento designado apenas «enriquecimento» ou « E », encontra-se geralmente relacionado com a perda de solo e com o escoamento superficial (Sharpley 1985; Menzel 1980; Massey & Jackson 1952). De facto, as baixas perdas por erosão ocorrem em situações de baixa velocidade do escoamento superficial, por isso incapaz de transportar grandes partículas. Resulta então um aumento da proporção de pequenas partículas, as quais conseqüentemente enriquecem os sedimentos em argila e nutrientes (Barrows & Kilmer 1963; Frere 1976 *in* Alberts & Moldenhauer 1981).

Os dois factores inicialmente mais utilizados para representar a dimensão/duração de um processo erosivo foram a quantidade de sólidos no escoamento e a quantidade de sólidos total (Massey & Jackson 1952). A selectividade do processo erosivo com a dimensão do mesmo foi graficamente representada por Bedell e outros (1947 *in* Massey & Jackson 1952), relação esta que sugeria uma hipérbole. Esta constatação permite perceber que transformações logarítmicas seriam então possíveis de se realizar, na sequência do qual Massey e Jackson (1952) apresentam a Relação Geral, representada pela equação 2.3:

$$\log Y_{fc} = a - b_1 \log X - b_2 \log Z, \quad 2.3$$

sendo Y_{fc} , o enriquecimento de um determinado constituinte relacionado a fertilidade; X , a concentração de sedimentos no escoamento, em ton/acre.polegada; Z , a quantidade de sólidos perdidos, em ton/acre; e a , b_1 e b_2 , coeficientes adimensionais determinados experimentalmente. No entanto, os anteriores autores consideravam que estes dois factores em conjunto não proporcionavam um aumento significativo de precisão, relativamente a cada um em separado.

A relação geral foi ainda utilizada por alguns autores, nomeadamente por Barrows e Kilmer (1963). Contudo, pela sua simplicidade, a relação do enriquecimento dos sedimentos apenas com a perda de solo começou a ser comumente utilizada. Esta relação é apresentada pela primeira vez por Menzel (1980), com o propósito da sua utilização na previsão da perda de nutrientes no modelo *CREAMS* (*Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems*), a qual é representada através da equação 2.4:

$$\ln E = \ln a - b \ln Sed, \quad 2.4$$

sendo E o enriquecimento, Sed a perda de solo cumulativa, em Kg/ha, e a e b coeficientes adimensionais determinados experimentalmente, os quais são função, nomeadamente, do nutriente em questão e do tipo de solos.

A variação negativa entre o enriquecimento e a perda de solo pode ser visualizada nas Figuras 2.2 e 2.3. Na Figura 2.2 apresenta-se a relação, em escala logarítmica, do enriquecimento de vários nutrientes com a perda de solo, para situações em que apenas se verifica o arrastamento, ou seja, não se verifica a acção de destacamento das gotas de chuva. Na Figura 2.3 apresenta-se a relação entre os logaritmos do factor enriquecimento em azoto e em carbono orgânico com a perda de solo, para situações em que domina a acção de destacamento das gotas de chuva.

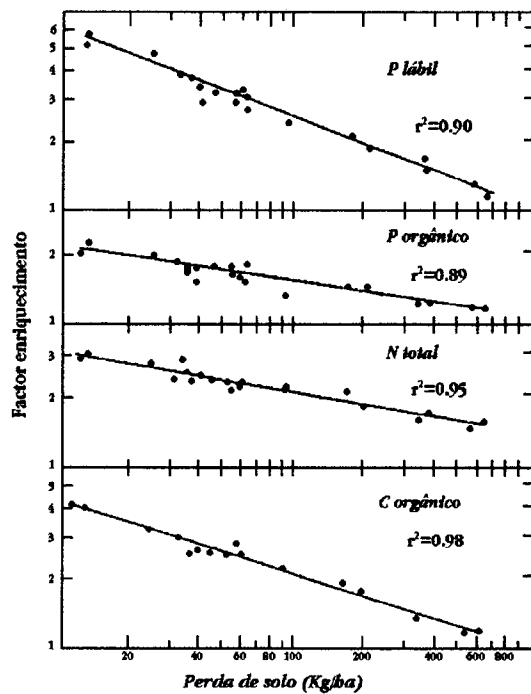


Figura 2.2. Relação em escala logarítmica entre o factor de enriquecimento do P lábil, P inorgânico, N total e C orgânico, com a perda de solo cumulativa, para situações de apenas arrastamento (adaptado de Sharpley 1985)

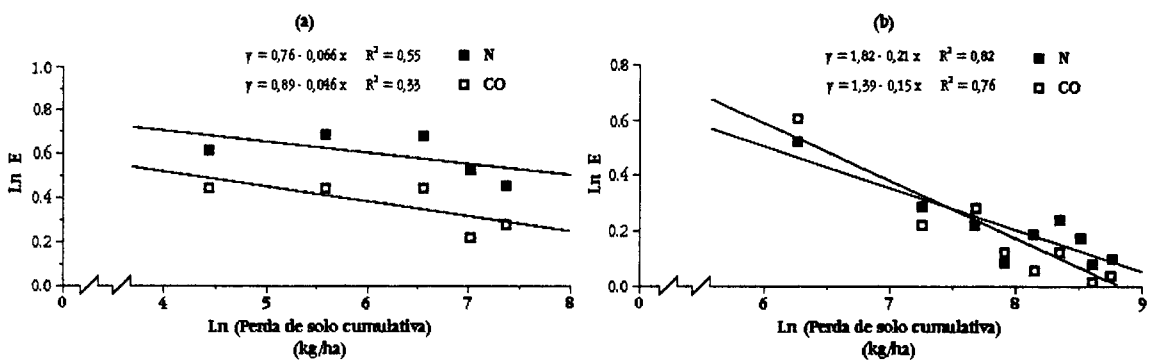


Figura 2.3. Variação do logaritmo do enriquecimento em azoto (N) e em carbono orgânico (CO) com o logaritmo da perda de solo cumulativa, em situações de apenas destacamento (a) e de predominância do destacamento (b) (adaptado de Gbadiri & Rose 1991b)

A quantidade total da perda de um determinado nutriente nos sedimentos erodidos ($SedX$), em Kg/ha, calcula-se através da equação 2.5:

$$SedX = SoloX \cdot Sed \cdot E, \quad 2.5$$

onde $SoloX$ é a concentração do nutriente no solo original (Kg de nutriente/Kg de solo) (Ghadiri & Rose 1991b). A variação da redução de nutrientes no solo, devida ao enriquecimento, em função da perda de solo é visualizada na Figura 2.4.

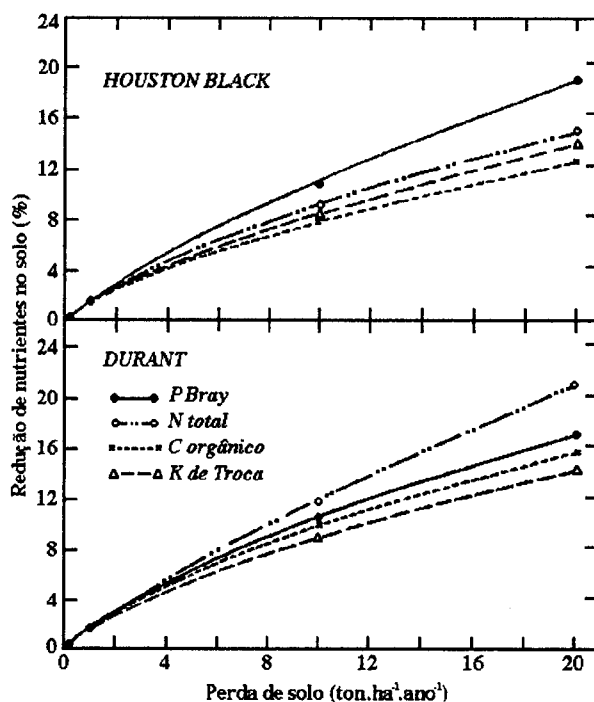


Figura 2.4. Redução na quantidade de nutrientes no solo em função da perda de solo, para dois solos distintos dos EUA (adaptado de Sharpley 1985)

Além das suas aplicações na modelação, o enriquecimento é também frequentemente utilizado para expressar o efeito das mobilizações e outras práticas culturais no conteúdo de argila e de nutrientes dos sedimentos (Alberts & Moldenhauer 1981). Permite-se, desta forma, a escolha das melhores práticas agrícolas para controlo das perdas de água, sedimentos e nutrientes (Foster 1979 *in* Alberts & Moldenhauer 1981).

A abordagem proposta pelo enriquecimento, particularmente em situações pouco erosivas, reveste-se da maior importância, uma vez que nestas situações verifica-se um maior enriquecimento do sedimento em nutrientes. Estas situações, a longo prazo, revelam-se críticas, devido ao gradual, e não muito perceptível, esgotamento do solo em nutrientes, reduzindo assim a sua produtividade e conduzindo à sua degradação.

2.4. Mecanismos relacionados com a perda de nutrientes e com o enriquecimento

Como já anteriormente se afirmou, além da fracção sólida, também a água do escoamento superficial pode transportar consigo substâncias químicas. Esta transferência de substâncias químicas da camada superficial do solo para o escoamento superficial deve-se a uma sequência de processos, desencadeados numa primeira fase pela turbulência sobre o solo provocada pelo salpico das gotas de chuva (Ahuja *et al.* 1983; Stroosnijder 1995,*sd*).

Como seria de esperar, a forma e a rugosidade da superfície, que poderá aumentar a superfície exposta, pode por isso mesmo aumentar significativamente o grau de interacção entre o solo e a chuva e, conseqüentemente, a quantidade de substâncias químicas, bem como de partículas de solo, transferidas para o escoamento superficial. Este grau de interacção depende ainda em grande medida da energia cinética das gotas de chuva.

De salientar que, abaixo da zona de mistura verifica-se também uma transferência de substâncias químicas para o escoamento, devido a fenómenos de sucção gerados pela turbulência do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo (Ahuja & Lehman 1983). Este processo de difusão acelerado é mais evidente em solos com camada impermeável ou em situações em que as práticas promovam um aumento da permeabilidade da superfície do solo. Ahuja e Lehman (1983) afirmam que o grau de interacção diminui exponencialmente com a profundidade no perfil do solo, de acordo com a equação 2.6:

$$\beta = \exp(-bz), \quad 2.6$$

em que β é o grau de interacção, z a profundidade e b uma constante empírica. A profundidade de interacção normalmente varia entre 2 e 6 mm (Stroosnijder 1995).

Após o impacto das gotas de chuva, poderá dar-se ainda a libertação de alguns nutrientes adsorvidos nas partículas, dependendo do poder tampão do solo no estabelecimento do equilíbrio entre os nutrientes adsorvidos e em solução. A libertação de substâncias químicas absorvidas ou adsorvidas nos resíduos das culturas é ainda um outro processo que poderá acontecer (Stroosnijder 1995,*sd*).

De notar que, durante a fase de transporte do processo erosivo foi detectado, por Sharpley e outros (1981), a adsorção de P solúvel pelos sedimentos em suspensão. Contudo, com o decorrer do evento verificou-se uma diminuição desta adsorção, que terá sido devida à também gradual diminuição da fracção argila em suspensão.

Relativamente à perda de nutrientes associada à fracção sólida, como já anteriormente se referiu, a fracção argila desempenha um papel extremamente importante, uma vez que é a principal responsável, juntamente com a matéria orgânica, pela adsorção da maior parte das

substâncias químicas existentes no solo. Além disso, a sua acção no enriquecimento é ainda fundamental nos mecanismos que aqui se apresentam: o mecanismo do decapamento das gotas de chuva, o da acção selectiva da deposição e o da formação da crosta à superfície do solo. Na sequência destes, relacionado ainda com o enriquecimento e a produção de nutrientes, apresenta-se ainda um outro denominado de poluição difusa.

2.4.1. Mecanismo da selectividade da deposição

Menzel (1980), a partir de resultados obtidos experimentalmente, sugeriu que a causa do enriquecimento se devia à presença de maior quantidade de partículas finas no sedimento relativamente ao solo original. No entanto, este não explicou a razão desta maior proporção de partículas finas, ou seja, os mecanismos intervenientes no seu enriquecimento. A relação entre o enriquecimento em nutrientes com o enriquecimento em argila, obtida por Sharpley (1985), pode ser visualizada na Figura 2.5. É evidente, para as condições em que o estudo se realizou, a relação mais intensa no caso do P lábil e do C orgânico, relativamente aos restantes nutrientes.

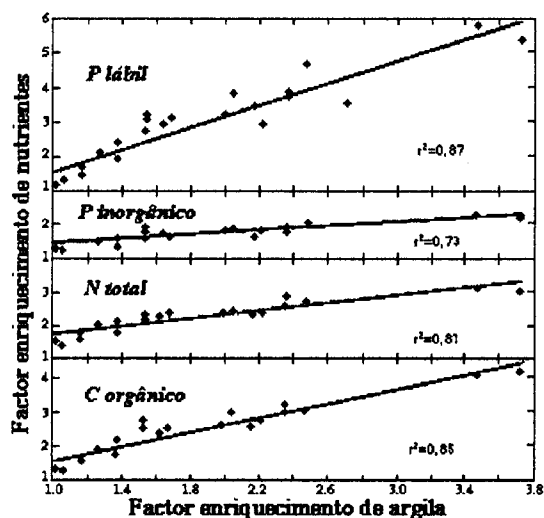


Figura 2.5. Relação linear entre o enriquecimento em nutrientes e o enriquecimento em argila nos sedimentos, originários de um solo Durant loam, obtida em situações de apenas arrastamento (adaptado de Sharpley 1985)

O mecanismo da selectividade, em termos de tamanhos das partículas, do processo de deposição, desenvolvido e estudado por diversos investigadores (Palis *et al.* 1990a,b; Rose *et al.* 1988 *in* Stroosnijder *sd*; Sharpley 1985; (Foster 1982; Frere *et al.* 1980; Meyer *et al.* 1975) *in* Ghadiri & Rose 1991a; Barrows & Kilmer 1963), justifica o facto do sedimento ser inicialmente mais fino, como se pode deprender da Figura 2.6. Entretanto, com o decorrer do episódio chuvoso, esta

característica vai-se reduzindo, devido à formação de uma camada de deposição mais grosseira (Ghadiri & Rose 1991a).

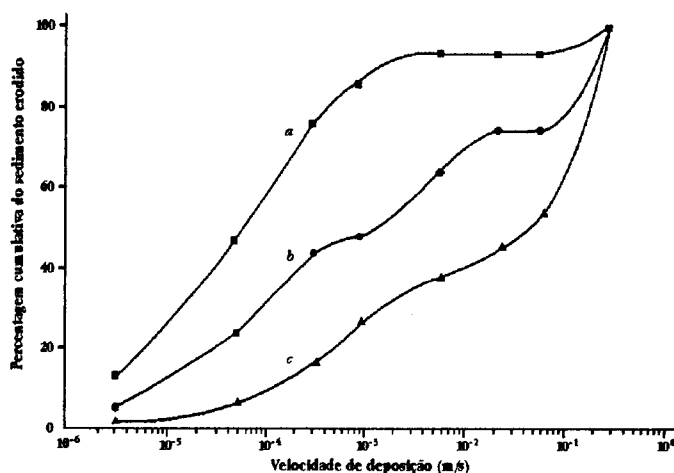


Figura 2.6. Comparação entre as características de sedimentação do solo original (a) e do sedimento resultante do destacamento da chuva e sequente deposição: 1 minuto após a exposição à chuva simulada de 100 mm/min (b) e 15 minutos depois (c) (adaptado de Rose et al. 1988 in Stroosnijder sd)

De facto, as partículas de maior dimensão e maior densidade depositam-se mais rapidamente, enquanto as mais finas são facilmente transportadas pelo escoamento superficial. Assim, uma vez que as partículas mais finas, particularmente as argilas, são mais ricas nomeadamente em nutrientes, verifica-se um enriquecimento do sedimento erodido relativamente ao solo original.

Nesta sequência, Palis e outros (1990a) referem, como conclusões do seu trabalho, que para se ter um enriquecimento diferente da unidade é necessário verificar-se alguma variação no tamanho dos sedimentos (velocidade de sedimentação); quanto maior essa variação, mais afastado será o enriquecimento da unidade.

No estudo realizado pelos investigadores anteriormente referidos obtiveram-se, nos primeiros instantes do processo erosivo, valores mais elevados de azoto nos sedimentos que no solo original, decrescendo para valores próximos da unidade praticamente durante todo o processo. Segundo os mesmos, este comportamento será devido à presença de matéria orgânica, que foi retirada na fase inicial pelo escoamento superficial.

Destacar ainda o facto da capacidade de transporte ser proporcional à 5ª potência da velocidade (Meyer & Wischmeier 1969 in Alberts et al. 1981). Ou seja, pequenas reduções na velocidade do escoamento superficial provocam significativas deposições, um aspecto extremamente importante, relacionado com o mecanismo de erosão e deposição selectiva e, conseqüentemente, com o enriquecimento dos sedimentos.

2.4.2. Mecanismo de desagregação pelas gotas

O mecanismo da fragmentação dos agregados por acção das gotas de chuva, proposto por Ghadiri e Rose (1991a,b), não se assume como uma oposição à tese da erosão selectiva das partículas mais finas, apresentada por Menzel (1980), e desenvolvida por muitos outros investigadores (Stroosnijder 1995; Palis *et al.* 1990a,b; Sharpley 1985). Este surge como um complemento, explicando o enriquecimento quando a camada de água à superfície é insignificante, ou seja, em que não se verifica um fluxo de água à superfície do solo, predominando o impacto das gotas como mecanismo erosivo dominante.

Esta tese baseia-se num gradiente de concentração química no interior dos agregados, que se considera superior nas camadas mais exteriores e que poderá dever-se a duas causas prováveis (Ghadiri & Rose 1991a). Uma primeira, reside na possibilidade de, após a formação dos agregados, a matéria orgânica adicional se localizar à sua superfície, fazendo com que a parte exterior dos agregados se encontre enriquecida em nutrientes, nomeadamente C e N orgânicos, em relação ao seu interior. Uma outra resulta da possibilidade das concentrações do N e C orgânicos serem mais baixas no centro dos agregados, devido à prolongada ocorrência de condições anaeróbicas nessa zona.

A remoção da camada exterior dos agregados localizados à superfície do solo, processa-se principalmente através do impacto das gotas de chuva, já anteriormente referido. Assim, devido ao gradiente químico dos agregados, a sua desagregação pelo impacto das gotas de chuva produz partículas de menor dimensão e com enriquecimento superior à unidade. Portanto, as partículas finas produzidas pelo mecanismo de decapamento são de natureza e origem diferente das partículas de igual dimensão no solo original, caracterizando-se pelo seu enriquecimento em substâncias químicas.

Além do decapamento pelas gotas, poderão verificar-se outros mecanismos, mecânicos ou químicos, provavelmente de menor dimensão. É de destacar, por exemplo, o rápido humedecimento da superfície do solo, que ao provocar a progressiva compressão do ar aprisionado no interior dos agregados, poderá conduzir à abertura de fissuras ou até a sua completa fragmentação (Dexter 1988 *in* Tomás 1997). A desagregação química é ainda um outro exemplo, na qual se verifica uma dispersão dos colóides minerais, que é função do gradiente de concentração electrolítica entre a solução do solo e a chuva.

Uma vez que, em situações de uma camada de água à superfície do solo negligenciável, o mecanismo da acção selectiva da deposição não explica o enriquecimento, a tese da acção de decapamento dos agregados parece ser a mais capaz de o explicar. A formação da camada de deposição grosseira, um pouco após a exposição da superfície do solo à acção da precipitação, parece ser um indicador da existência do mecanismo de desagregação pelas gotas de chuva (Ghadiri & Rose 1991a).

2.4.3. Processo de formação da crosta

A crosta é uma camada superficial do solo, normalmente da ordem de alguns milímetros, caracterizando-se pela sua maior densidade, compactidade e dureza, principalmente no estado seco, relativamente ao solo subjacente. Nesta sequência, as crostas caracterizam-se também por uma menor porosidade, menor condutividade hidráulica saturada e menor permeabilidade ao ar principalmente quando húmida (SSSA 1987 *in* Alexandre 1989).

As crostas poderão ser de dois tipos: as estruturais e as de deposição (Alexandre 1989). As crostas estruturais formam-se pela acção física das gotas de chuva, pisoteio, veículos e alagamento, nas quais não existe deposição e prevalece o arrastamento. As crostas de deposição formam-se pela deposição de partículas finas de solo, após transporte pelo escoamento, nas quais a deposição é superior ao arrastamento. Um outro tipo de crosta, relacionado com a dispersão química dos agregados, poderá ainda ser referido, principalmente em condições de excesso de sódio de troca (Alexandre 1989).

O processo de formação da crosta compreende várias fases: inicia-se com a já anteriormente referida desagregação mecânica e química dos agregados pelas gotas de chuva; segue-se a obstrução dos poros por partículas mais finas lavadas para camadas inferiores, que é tanto maior quanto mais intensa a dispersão; seguidamente dá-se a deposição de partículas em suspensão; e, por último, a compactação pelo rearranjo das partículas na deposição (Alexandre 1989). A secagem é a fase final do processo de formação da crosta, em que se verifica um endurecimento com aumento da compactação e das forças de coesão (Alexandre 1989).

A propósito refira-se um caso particular para situações em que o destacamento é o processo erosivo dominante (Proffitt *et al.* 1991). Nestas condições, o sedimento produzido, além de em maior quantidade, era mais fino no início da chuvada, tornando-se grosseiro com o tempo até uma distribuição de tamanhos das partículas de equilíbrio. Esta redução temporal dos materiais finos não é somente explicada pela selectividade da deposição e suspensão. Na situação estudada, a deposição das partículas mais grosseiras, após o seu destacamento pela chuva, forma um depósito grosseiro, que cobre algumas partes do solo. As partículas que formam este depósito grosseiro poderão ser novamente destacadas, originando uma camada de sedimento ainda mais grosseiro e reduzindo, por isso, o destacamento do solo. Um equilíbrio dinâmico é atingido quando a deposição é igual ao redestacamento.

A crosta à superfície do solo, ao reduzir a entrada de água e as trocas gasosas, proporciona um aumento do escoamento e uma diminuição do arejamento. Apesar de reduzir em cerca de 70% o transporte do salpico, provavelmente devido ao aumento da resistência mecânica do solo, a existência da crosta aumenta 50 vezes a capacidade de transporte do solo pelo escoamento (Cai *et al.* 1985 *in* Alexandre 1989). Assim, a redução da erosão pelo salpico proporcionada pela formação da crosta superficial não é suficiente para contrariar o aumento na erosão total. De

facto, a redução da infiltração conduz a um aumento do escoamento que, ao superar a resistência da superfície do solo (crosta), origina o aparecimento de sulcos.

2.4.4. Poluição difusa

No passado, várias fontes poluidoras, como a precipitação atmosférica, o escoamento superficial de áreas urbanas, agrícolas e florestais, e o escoamento da água da rega, consideravam-se como naturais e, normalmente, incontroláveis. Estas fontes enquadram-se na chamada «poluição difusa» (Castro 1986), assim denominada por oposição à pontual.

A poluição difusa é resultante de todos os processos e mecanismos anteriormente referidos, responsáveis pela perda de nutrientes, proporcionando a dispersão destes últimos na paisagem. Apesar de bastante determinante na qualidade de qualquer linha de água, este tipo de poluição, até há pouco tempo, era considerado negligenciável relativamente à pontual.

Devido à sua íntima relação com o ciclo hidrológico, a poluição difusa depende do volume e intensidade da precipitação, das características de infiltração e armazenamento da bacia hidrográfica, entre outros parâmetros hidrológicos (Novotny 1988 *in* Sepúlveda & Ribeiro 1992).

O factor mais limitante da poluição difusa é, de facto, o uso do solo (Wanielista *et al.* 1977 *in* Castro 1986), sendo as actividades agrícolas os seus principais responsáveis (Duda 1985 *in* Castro 1986). Os usos que produzem mais sedimentos são também aqueles que lançam maiores quantidades de nutrientes nas superfícies de água. Entre as fontes rurais refiram-se (Loher 1974 *in* Castro): deposição atmosférica seca e húmida; fertilizantes e pesticidas; nutrientes e matéria orgânica inicialmente existente no solo; resíduos de plantas e folhas; resíduos de actividade pecuária e resíduos de animais selvagens.

2.5. Factores condicionantes do enriquecimento

Os principais factores que afectam o enriquecimento são (Rose *et al.* 1988 *in* Stroosnijder 1995): o tipo de solo, as práticas de mobilização do solo, o tipo de processo erosivo e a quantidade e duração do acontecimento erosivo. Além disso, o relevo, características da precipitação e tipo e percentagem de cobertura dos resíduos à superfície do solo ((Rose & Dalal 1988; Alberts *et al.* 1983) *in* Palis *et al.* 1990b; Cogo *et al.* 1983) são também aspectos que, ao condicionarem os vários factores anteriormente referidos, têm implicações no valor do enriquecimento.

O tipo de solo vai condicionar o enriquecimento, uma vez que as suas diferentes propriedades afectam, com variável grau, a agregação do mesmo. Entre as várias características que poderão condicionar o enriquecimento, podem referir-se a superfície específica, a distribuição de tamanhos das partículas, a densidade dos agregados e partículas primárias, a matéria orgânica e a mineralogia da fracção argila (Palis *et al.* 1991a).

As práticas de mobilização do solo, bem como outras práticas que visam a sua conservação, nomeadamente a cobertura de resíduos (Palis *et al.* 1990b), como já acima se referiu, apresentam implicações negativas na perspectiva do enriquecimento. De facto, em termos das perdas globais verificadas, estas apresentam-se vantajosas; contudo, particularmente a longo prazo, se o enriquecimento não for considerado, as consequências poderão tornar-se problemáticas, podendo conduzir ao já anteriormente referido esgotamento e consequente degradação do solo.

As mobilizações do solo influenciam o enriquecimento, pelas suas implicações no desenvolvimento dos processos erosivos. Esta relação é devida à alteração na quantidade de resíduos sobre o solo (Figura 2.7), também com consequências no processo de formação da crosta, bem como na distribuição dos agregados secos e na rugosidade e desagregação física do solo ((Burwell & Larson 1969; Foster & Meyer 1972) in Alberts & Moldenhauer 1981), que as distintas mobilizações proporcionam.

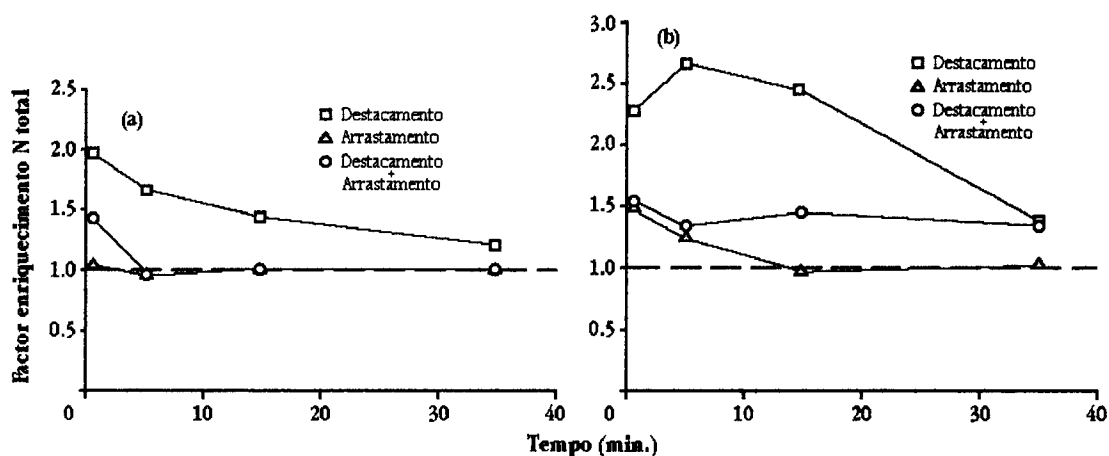


Figura 2.7. Variação temporal do enriquecimento do azoto total (N), consoante o processo erosivo e a percentagem de cobertura do solo, 0% (a) e 50% (b) (adaptado de Palis *et al.* 1990b)

Relativamente ao tipo de processo erosivo, vários investigadores (Stroosnijder 1995; Ghadiri & Rose 1991b; Palis *et al.* 1990b) referem que o destacamento pela chuva apresenta uma tendência para provocar, principalmente numa fase inicial, sedimentos de dimensão muito mais fina que a do solo original (Figura 2.6; pág. 15). Deste modo, valores de enriquecimento maiores que a

unidade resultarão quando este processo erosivo contribui significativamente para a concentração de sedimentos erodidos. Nestas situações, os seus valores diminuem com o aumento da quantidade de solo erodido (Figuras 2.2 e 2.3, e 2.7 e 2.8), devido à distribuição de tamanhos dos sedimentos, com o decorrer do episódio erosivo, se aproximar da distribuição do solo original (Palis *et al.* 1990a).

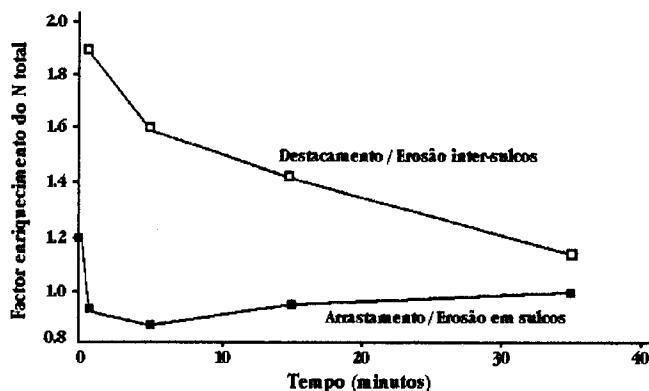


Figura 2.8. Variação do enriquecimento (N total) com o tempo, para uma situação em que o destacamento é o processo erosivo dominante e numa outra em que domina o arrastamento (adaptado de Rose *et al.* 1988 in Stroosnijder *sd*)

2.6. Granulometria

O solo apresenta uma grande diversidade de tamanhos, relativamente às partículas minerais que o constituem. A proporção relativa de cada um dos conjuntos de partículas de dimensões compreendidas entre certos limites na terra fina (partículas de diâmetros menores de 2 mm) denomina-se «textura» (Costa 1975). A análise granulométrica, regularmente denominada «análise mecânica», é o método normalmente utilizado no laboratório para se proceder à sua determinação.

É de destacar, como se pode ver na Figura 2.9, que a presença de maior quantidade de partículas finas (por exemplo, argilas) significa uma maior alteração química e, nesta sequência, maior quantidade de minerais secundários. Em oposição, as areias, mais que os limos, caracterizam-se por uma menor alteração química, relacionando-se normalmente com a existência de abundante quantidade de quartzo.

Os principais factores que influenciam a textura de um determinado solo são (Costa 1975):

- A natureza da rocha-mãe, tanto mais influente quanto menos evoluído seja o solo.
- A topografia, pelas condições mais, ou menos, propícias à formação de argilas, bem como sua migração/acumulação.
- O clima, principal responsável pela quantidade de argila não-herdada.

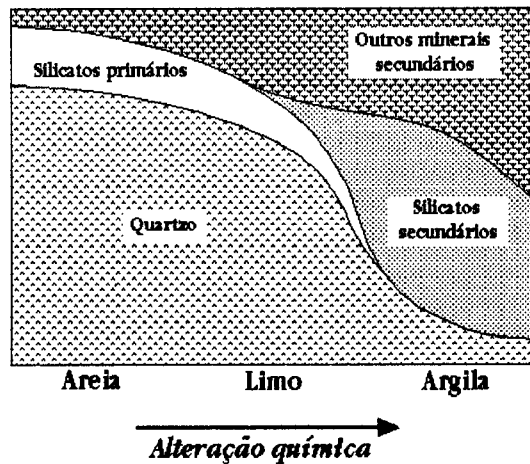


Figura 2.9. Principais componentes da fracção argilosa dos solos e de duas outras fracções: areia e limo (adaptado de Macedo & Lemos 1961)

2.6.1. Argila

Como já anteriormente se referiu, grande parte dos nutrientes, e outras substâncias químicas, são transportados através das partículas mais finas, particularmente as argilas, nas quais se encontram adsorvidas. Assim, considera-se necessário tecer algumas considerações sobre estas últimas, de modo a uma melhor compreensão da sua acção.

O termo «argila» poderá ter vários significados (Donahue *et al.* 1981):

- Fracção composta de partículas de diâmetro efectivo menor que $2 \mu\text{m}$ (0,002 mm).
- Denominação para minerais de composição específica.
- Classe textural.

No presente estudo, considera-se o conjunto de partículas minerais inferior a 0,002 mm, que apesar de incluir determinada proporção de minerais primários, por exemplo quartzo e mica, é essencialmente constituída por minerais secundários: minerais de argila e óxidos e hidróxidos de alumínio e de ferro, resultantes da alteração dos minerais primários (Costa 1975).

A determinação da mineralogia dos solos é de elevada utilidade, nomeadamente em relação ao grau de evolução dos mesmos e da sua reserva mineral, que funciona como fonte directa de elementos nutritivos, para além do seu papel na agregação dos solos (Costa 1975).

A maior parte dos minerais de argila são formados por dois tipos de unidades estruturais (Grim 1968). Uma primeira consiste em duas finas e compactas camadas de 3 oxigénios ou hidroxilos cada, no interior das quais um átomo de alumínio, ferro ou magnésio se encontra incluído, formando um octaedro em que os seis oxigénios ou hidroxilos sejam equidistantes. Quando na presença do alumínio, apenas dois terços das posições possíveis são preenchidas para equilibrar a estrutura, denominada de gibsite; quando é o magnésio que está presente, todas as posições são preenchidas para equilibrar a estrutura, neste caso denominada de brucite. A outra

unidade é constituída por quatro oxigénios, ou hidroxilos se necessário para equilibrar a estrutura, organizados de modo a formar um tetraedro com um átomo de silício no seu centro.

Cada uma das unidades estruturais pode repetir-se indefinidamente, formando estruturas em lâmina, que no caso dos tetraedros de sílica se organizam em hexágonos. As várias argilas apresentam configurações distintas relativamente às lâminas octaédricas e tetraédricas (Grim 1968).

No âmbito do presente estudo, tendo em conta a mineralogia dos solos envolvidos, dever-se-á destacar a estrutura da caulinite e a da montmorilonite, também conhecida por smectite:

- A caulinite é composta por uma combinação de uma lâmina de tetraedros de sílica ligada a uma lâmina de octaedros de alumina, de modo a formar uma única camada. Refira-se ainda que, na lâmina de sílica, os tetraedros apontam para o interior da unidade formada pelas duas lâminas.
- A montmorilonite é formada por unidades compostas por duas lâminas de tetraedros de sílica, as quais apontam e se ligam a uma lâmina octaédrica de alumina, que se encontra entre ambas, formando uma só camada. Esta estrutura caracteriza-se ainda por possuir vários catiões de troca, entre as lâminas de sílica de camadas contíguas.

As argilas encontram-se entre os mais importantes constituintes do solo. Devido à sua reduzida dimensão, estas caracterizam-se por uma elevada actividade superficial, nomeadamente adsorção iónica, plasticidade, retenção de água, entre outras, apresentando algumas variações de acordo com a sua composição mineralógica.

As características particulares da argila, relativamente às restantes partículas do solo, devem-se ainda à sua diferente composição. De facto, como já anteriormente se referiu, enquanto a areia e limo são essencialmente constituídos por quartzo e alguns silicatos primários, nas argilas predominam os silicatos secundários (Figura 2.9), consequência de uma mais intensa alteração (Macedo & Lemos 1961).

As argilas caracterizam-se por possuírem uma carga negativa líquida, que permite a adsorção e troca de catiões, por exemplo K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e H^+ , de grande utilidade na nutrição das plantas e na agregação do solo. Esta carga electronegativa deve-se a várias razões, sendo a principal as substituições isomórficas, ou seja, a substituição de alguns catiões por outros de menor valência. Além desta, podem ser referidas outras, nomeadamente existência de oxigénio livre nos bordos das argilas, devido à sua fragmentação, bem como de oxigénio de carga negativa, resultante da libertação do hidrogénio ionizado proveniente do ião hidróxido das argilas (Donahue *et al.* 1981; Costa 1975; Grim 1968).

Na caulinite praticamente não existem substituições isomórficas, pelo que a carga negativa destes minerais não depende deste mecanismo. De facto, devido à justaposição de planos de oxigénios e de oxidrilos de unidades adjacentes, estabelecem-se ligações de hidrogénio, bastante

fortes, dificultando a acessibilidade interna. Deste modo, a carga da caulinite depende principalmente do oxigénio livre existente nos bordos fragmentados. Apesar de em menor escala, a carga negativa dos oxigénios da dissociação dos oxidrilos poderá também verificar-se (Costa 1975; Grim 1968).

A carga negativa da montmorilonite depende quase exclusivamente (cerca de 80%) das substituições isomórficas. Uma vez que as unidades adjacentes confrontam-se com oxigénios, as ligações são conseqüentemente bastante fracas (Costa 1975). A restante carga negativa deve-se ao oxigénio livre dos bordos fragmentados (Grim 1968).

É de realçar ainda a carga negativa dependente do pH, que se considera independente até aproximadamente 5-6. A partir destes valores e até cerca de 10, as cargas dependentes do pH aumentam. Este aspecto é bastante significativo no caso da caulinite, devido ao baixo patamar em que se situa (Costa 1975).

O comportamento das argilas nos solos explica-se, com distintos níveis de sucesso, através da teoria da «camada dupla difusa» ((Gouy 1910; Chapman 1913) *in* Anónimo *sd*). Devido à sua elevada superfície específica e excesso, de dimensão variável consoante o tipo, em cargas negativas (raramente positivas, em função do pH), as argilas exercem uma atracção electrostática sobre catiões (ou aniões) e moléculas polares em solução. A camada de cargas (negativas) imediatamente à superfície das argilas é relativamente uniforme. Pelo contrário, a concentração de iões (catiões) decresce gradualmente, a partir da superfície das argilas, até atingir o valor da solução do solo (Figura 2.10). Ou seja, verifica-se uma tendência para os iões adsorvidos se difundirem para o exterior, de forma a equilibrarem as concentrações, sendo os aniões repelidos pelas forças negativas das partículas.

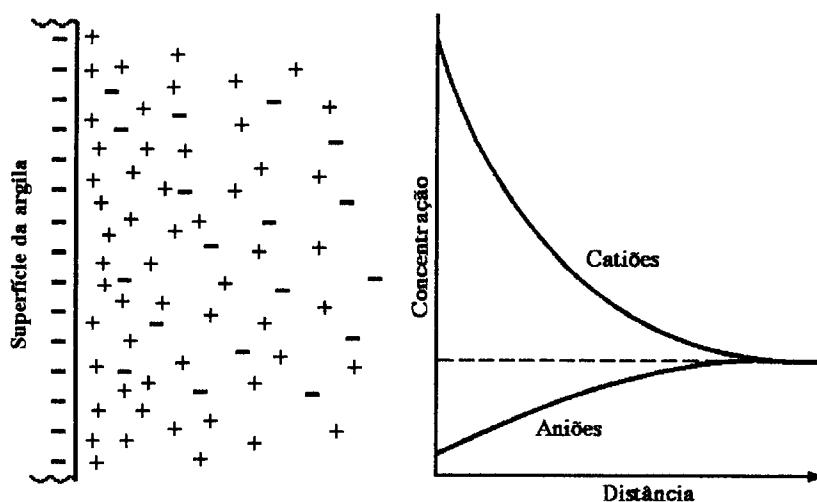


Figura 2.10. Distribuição dos iões adjacentes à superfície das argilas, de acordo com o conceito da camada dupla difusa (adaptado de Anónimo *sd*)

As argilas caracterizam-se ainda pelo seu poder tamponizante e pela sua susceptibilidade à dispersão e floculação. Refira-se também o facto das argilas estabelecerem ligações com as substâncias orgânicas (de idênticas propriedades coloidais), formando o chamado «complexo argilo-húmico» (Costa 1975). No Quadro 2.1 apresentam-se algumas das características dos grupos de argilas com importância para o presente estudo, concretamente a caulinite e a montmorilonite (smectite).

Quadro 2.1. Algumas propriedades das argilas do grupo da caulinite e da montmorilonite

Item \ Grupo	Caulinite	Montmorilonite (Smectite)
Tipo (tetraédrica:octaédrica)	1:1	2:1
Carga da camada	≈0	≈0,5 - 1
Tamanho das partículas (μm)	4,0 - 0,3	0,2 - 0,02
Iões de troca	Baixo	Elevado
Absorção da água	Baixa	Muito elevada
Permeabilidade	Elevada	Muito baixa
Plasticidade	Baixa	Elevada

fonte: adaptado de Grim (1953 in Krumbein & Sloss 1963) e Grim (1968)

As partículas de argila poderão ser transportadas no escoamento superficial na forma de partículas isoladas ou em agregados. Os grandes agregados, bem como as partículas isoladas de maior dimensão, depositam-se primeiro, quando a capacidade de transporte do escoamento superficial desce abaixo da capacidade de carga para esses sedimentos. Consequentemente, se por acaso o conteúdo em argilas dos agregados é elevado, uma mais significativa quantidade de nutrientes é removida por acção do escoamento, que por isso interessa considerar.

2.7. Adsorção e troca iónica

O processo que conduz à concentração de materiais numa determinada zona de interface é denominado de adsorção (Tan 1993). A adsorção depende não só da carga superficial, mas também da área dessa mesma superfície, sendo ainda o seu comportamento variável com a temperatura. As forças intervenientes no processo de adsorção são de vários tipos (Tan 1993):

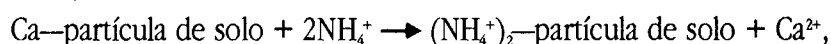
- As forças físicas de superfície, concretamente «forças de van der Waals», resultantes das interações dipolo-dipolo;
- As forças resultantes das «pontes de hidrogénio», nas quais o átomo de hidrogénio funciona como o elo de ligação;
- As resultantes de ligações hidrofóbicas, associadas à adsorção de compostos não polares, os quais competem com as molécula de água por posições de troca, substituindo-a;

- As ligações electrostáticas entre substâncias, devidas à carga eléctrica da superfície do colóide, que são responsáveis pela adsorção da água, dos catiões de troca e de compostos orgânicos;
- As reacções que envolvem ligações covalentes coordenadas e as resultantes de substituições de compostos orgânicos por um outro tipo de moléculas.

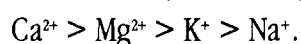
A troca iónica que se verifica no solo é um processo reversível, no qual se verifica a permuta entre os iões retidos na superfície de uma determinada fase sólida, sem alteração sensível ou decomposição da mesma, e quantidades equivalentes de iões existentes em solução numa fase líquida, ou inclusivamente noutra fase sólida em contacto (Costa 1975). Esta retenção e troca de iões verifica-se, principalmente, nos minerais de argila e colóides húmicos, devido à sua elevada superfície específica. De facto, em solução coloidal os iões envolvem as partículas que a constituem, através de ligações electrostáticas, formando a já referida camada dupla difusa.

Chama-se troca catiónica quando a permuta se realiza especificamente entre catiões. Os catiões adsorvidos podem dividir-se entre os de reacção ácida, nomeadamente alumínio e hidrogénio, e os básicos, como o cálcio, magnésio, potássio e sódio, as denominadas bases de troca (Donahue *et al.* 1981). Os catiões do primeiro grupo dominam em solos ácidos, enquanto que os do segundo são dominantes nos solos de reacção alcalina ou neutra (Costa 1975).

A troca catiónica pode ser representada da seguinte forma (neste caso troca do catião cálcio pelo catião amónio):



admitindo-se um movimento contínuo em torno do ponto de ligação na fase sólida (partícula de solo). Esta troca depende da energia com que são retidos os vários catiões, apresentando as bases de troca a seguinte sequência decrescente (Costa 1975):



2.7.1. Capacidade de troca catiónica

A capacidade de troca catiónica, ou seja, a capacidade dos solos em adsorver e trocar catiões, é definida como a quantidade de catiões necessária para neutralizar as cargas negativas, de uma quantidade de solo unitária em determinadas condições, nomeadamente de pH (pH 7 no caso da sua determinação pelo método do acetato de amónio e pH 8,1 no caso do método da cloreto de bário-trietanolamina, devendo-se salientar o valor da capacidade de troca inferior no primeiro relativamente ao segundo para uma mesma amostra) (Costa 1975).

A capacidade de troca representa o poder do solo em reter nutrientes, que posteriormente poderão ser cedidos às plantas, encontrando-se relacionada com os teores em minerais de argila e sua natureza, com a matéria orgânica e com a acidez do solo. Nesta sequência, a capacida-



de de troca tem importância prática em diversos domínios, nomeadamente nutrição vegetal, fertilidade do solo e controlo da poluição (Tan 1993).

A capacidade de troca (*CTC*) está cientificamente relacionada com a área e carga da superfície do colóide, a qual é dada pela equação 2.7 (Tan 1993):

$$CTC = S \cdot \sigma, \quad 2.7$$

sendo *S*, a superfície específica, e σ , a densidade de carga superficial. Contudo, a capacidade de troca é normalmente determinada pela extracção dos catiões através de um solução de um catião conhecido, que ocupa todos os locais de troca. Bolt e outros (1976 *in* Tan 1993) referem que este valor deveria ser corrigido, subtraindo a interferência dos aniões de troca, pelo seu efeito, embora reduzido, de atracção dos catiões.

A capacidade de troca catiónica mede-se em miliequivalentes por 100 gramas de solo (meq/100 g), correspondendo a uma milésima do peso do ião hidrogénio, que se utiliza como referência. O termo miliequivalente revela-se útil pois o número de locais negativos numa determinada amostra de solo não varia; se se utilizassem os pesos químicos, o valor da capacidade de troca oscilaria consoante os catiões adsorvidos, devido a possuírem tamanhos diferentes (Donahue *et al.* 1981).

Relativamente aos valores da capacidade de troca catiónica dos colóides existentes nos solos Vx de Vale Formoso (Quadro 2.2), dever-se-á salientar, em primeiro lugar, o valor bastante elevado dos colóides húmicos relativamente aos colóides minerais. Em relação aos minerais de argila, é de destacar o elevado valor da montmorilonite, resultante das frequentes substituições isomórficas, da expansibilidade dos seus cristais, que permite a acessibilidade interna de catiões a posições de troca entre unidades adjacentes, e ainda da maior superfície específica, devido à reduzida dimensão dos seus cristais. Contrariamente, a caulinite apresenta um valor bastante baixo, na sequência da inexistência de substituições isomórficas, inacessibilidade interna dos catiões, bem como menor superfície específica (Costa 1975).

Quadro 2.2. Capacidades de troca catiónica de alguns dos colóides do solo

Colóides	CTC (meq/100 g)
Húmus	200
Montmorilonite	70-95
Caulinite	3-15

fonte: adaptado de Tan 1993

Como já anteriormente se fez referência, as argilas, juntamente com a matéria orgânica, são os principais responsáveis pela adsorção da maior parte das substâncias químicas existentes no

solo. Contudo, as propriedades coloidais da argila devem-se principalmente à porção de diâmetro inferior a $1,0 \mu\text{m}$ (Costa 1975). Na caulinite, a fracção que se caracteriza por maiores valores na capacidade de troca catiónica corresponde à inferior a $0,1 \mu\text{m}$, caracterizando-se ainda por uma significativa variação relativamente às distintas classes de tamanhos (Quadro 2.3); pelo contrário, nas argilas em que as substituições isomórficas são frequentes, como a montmorilonite, esta variação é reduzida (Grim 1968).

Quadro 2.3. Variação da capacidades de troca catiónica (CTC) consoante a dimensão das partículas do grupo da caulinite

Dimensão das partículas (μm)	0,05-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1	2-4	5-10	10-20
CTC (meq/100 g)	9,5	5,4	3,9	3,8	3,6	2,6	2,4

fonte: adaptado de Harmon & Fraulini 1940 (in Grim 1968)

2.7.2. Grau de saturação de bases e percentagem de sódio de troca

O grau ou percentagem de saturação de bases (V) corresponde à proporção de bases nos locais de troca, sendo dada pela equação 2.8 (Tan 1993):

$$V = \frac{\sum \text{Bases de troca (meq / 100 g)}}{CTC} \cdot 100, \quad 2.8$$

sendo a restante fracção correspondente ao hidrogénio e alumínio de troca.

Deste modo, há uma correlação positiva entre o grau de saturação de bases e o pH, que se pode visualizar na Figura 2.11. Assim, a saturação de bases será normalmente muito maior nas regiões áridas relativamente às húmidas, nas quais existe uma maior quantidade de hidrogeniões na solução do solo (menor pH) (Tan 1993).

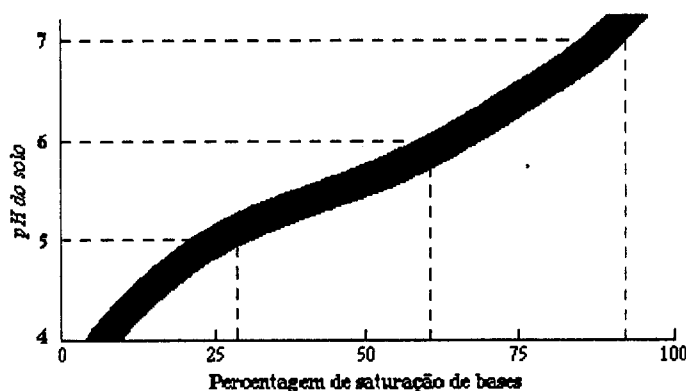


Figura 2.11. Relação entre o pH de solos minerais e o grau de saturação de bases (adaptado de Donahue et al. 1981)

O grau de saturação de bases é também um indicador de fertilidade do solo, uma vez que a facilidade com que o solo disponibiliza os cátions adsorvidos está relacionada com a mesma. Assim, considera-se um solo com grau de saturação de base $\geq 80\%$ como muito fértil, entre 80 e 50% de fertilidade média e com $\leq 50\%$ é considerado não fértil (Tan 1993).

A percentagem de sódio de troca (*PST*) é ainda um outro parâmetro normalmente determinado, que se relaciona com a salinidade dos solos. A sua quantidade é dada pela equação 2.9:

$$PST = \frac{\text{Iões Na}^+ \text{ de troca}}{CTC} \cdot 100. \quad 2.9$$

Este parâmetro tem implicações não só na nutrição vegetal, mas também nas condições físicas do solo, nomeadamente no trabalho do solo. De facto, elevados valores indicam a existência de elevadas quantidades de sódio de troca no solo, que provoca a dispersão dos colóides que o constituem. Este comportamento deve-se à reduzida energia de retenção do ião Na^+ pelas partículas colóidais do solo, que proporciona uma maior espessura da camada difusa e uma fraca neutralização das cargas negativas dessas partículas, promovendo por isso a repulsão entre partículas (Costa 1975).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Introdução

Quando se pretende fazer um estudo sobre os sedimentos resultantes de uma determinada situação, opta-se normalmente pela sua produção através de simuladores, com a vantagem de se poder controlar as condições que se pretende evidenciar. Outras vezes utilizam-se talhões de campo, nos quais se faz a recolha dos sedimentos após a ocorrência de episódios chuvosos, que corresponde à situação do presente estudo. Contudo, em relação aos talhões de campo, é de salientar o facto destes não fornecerem geralmente informação separada sobre cada um dos processos erosivos, pois a água e sedimentos recolhidos no fundo do talhão são resultantes da combinação dos vários factores que compõem a erosão.

Uma das formas de medir directamente a taxa de enriquecimento é apresentada por Palis e outros (1990a) e Stroosnijder (*sd*). Esta metodologia consiste na recolha de amostras de sedimentos (com ou sem separação por tamanhos) num momento específico, as quais são secas ao ar e analisadas ao azoto total, bem como a outros nutrientes; de igual modo, faz-se a recolha de amostras de solo não erodido (com ou sem separação por tamanhos), seguindo o mesmo procedimento que as anteriores. Os valores assim obtidos são introduzidos na equação 2.2, para então se calcular o factor enriquecimento (E) dos sedimentos erodidos.

A perda dos nutrientes adsorvidos no solo estão proporcionalmente relacionados com algumas das suas propriedades físicas e químicas, nomeadamente a superfície específica (Frere *et al.* 1980 *in* Palis *et al.* 1990a), composição das classes de tamanhos das partículas (Foster *et al.* 1985), densidade dos agregados e das partículas (Rhoton *et al.* 1983 *in* Palis *et al.* 1990a), matéria orgânica (Massey & Jackson 1952) e mineralogia das argilas (Bailey & White 1964 *in* Palis *et al.* 1990a). Deste modo, a avaliação da perda de nutrientes e do factor enriquecimento poderá passar também pelo cálculo de qualquer uma destas propriedades.

Neste trabalho recorreu-se às amostras de sedimentos recolhidos nos talhões do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, que se encontravam disponíveis. No Laboratório Químico-Agrícola e nos de Física do Solo e de Hidrologia, da Área Departamental de Ciências Agrárias, procedeu-se à realização das análises químicas e físicas, para avaliação do factor enriquecimento. Os registos de caracterização de cada uma das recolhas dos talhões estudados, publicados por Tomás e Coutinho (1992), foram também utilizados (Anexo XII).

As análises aos sedimentos consistiram em determinações físicas, nomeadamente da granulometria, e em determinações químicas, concretamente da capacidade e das bases de troca (Anexo XIV). Com vista à determinação do enriquecimento procedeu-se à recolha de amostras do solo de cada um dos talhões, às quais foram ainda realizadas as mesmas determinações que aos sedimentos (Anexo XI).

Os dados obtidos permitiram uma abordagem em termos de factor enriquecimento, relativamente à sua perspectiva anual e por eventos. Estes foram analisados estatisticamente, recorrendo a análises de variância (ANOVA's) e à caracterização de regressões, apresentando-se, como modelo, a análise estatística de uma das situações estudadas (Anexo XV). Destacar ainda que, na análise de resíduos (página LVIII do Anexo XV), após a sua realização foram subtraídos alguns eventos (entre 4 e 5), os quais não evidenciam qualquer padrão (Anexo XVI), para além de se enquadrarem dentro dos valores e condições das populações de onde são originários.

3.2. Caracterização geral e enquadramento do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

O Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso (Figura 3.1) situa-se a 1,5 Km da EN nº 265, que liga Serpa a Mértola, ao Km nº 42, a 11 Km Este do Pulo do Lobo, sendo as suas coordenadas geográficas, aproximadamente, 37°45'30"N e 7°37'W. O uso do solo anterior à instalação do Centro caracterizava-se pela produção intensiva de trigo, introduzido nas décadas de 1920 e 1930, após o desbaste da sua vegetação natural, que consistia no montado de azinho disperso com mato. A precipitação média anual, nos últimos 30 anos, ronda os 480 mm, caracterizando-se pela sua concentração no semestre húmido, de Outubro a Março, durante o qual ocorre aproximadamente 75% do valor anual (Tomás 1992).

O Centro possui 16 talhões experimentais de erosão dispostos lado a lado em torno de uma pequena colina, segundo a linha de maior declive (Figura 3.1). No Quadro 3.1 apresentam-se algumas das características, nomeadamente comprimento, largura, declive e orientação, dos 4 talhões que se estudam no presente trabalho (talhões 1, 2, 3 e 5). É de salientar a homogeneidade que os caracteriza, nomeadamente em termos de declive e exposição, eliminando deste modo algumas das variáveis intervenientes.

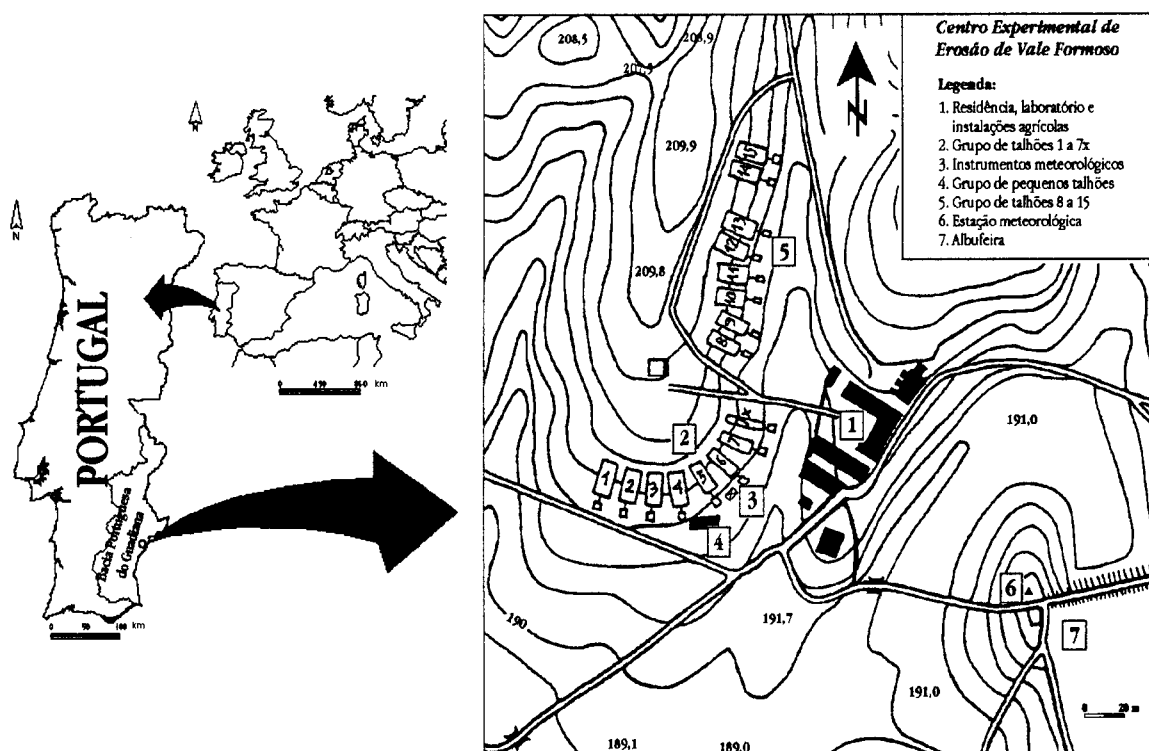


Figura 3.1. Localização geográfica e planta do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

Quadro 3.1. Características dos talhões 1, 2, 3 e 5 do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

Talhão	Comprimento (m)	Largura (m)	Declive (%)	Orientação ¹ (graus)
1	20,1	8,3	11,0	207
2	20,1	8,3	10,3	198
3	20,1	8,3	9,8	187
5	20,1	8,3	10,5	157

¹ A direcção Norte corresponde a 0° e a direcção Este a 90°.

Os solos nos quais os talhões se encontram instalados classificam-se de Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Xistos, Vx (SROA 1959), apresentando-se no Quadro 3.2 as suas principais características físicas e químicas. Relativamente ao material originário, refira-se que os xistos são rochas laminadas e metamórficas, ricas em micas (ilite) (ou clorites ou sercites), com quantidades variáveis de quartzos e com pouca quantidade de outros minerais climaticamente alteráveis, formadas essencialmente no Carbónico (Costa 1952). A propósito, Shaineberg e outros (1990), para os solos Vx do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, apresentaram a seguinte proporção relativamente à sua mineralogia: caulinite (5), quartzo (1) e smectite (montmorilonite) (2).

Quadro 3.2. Características físicas (com base na Escala de Atterberg) e químicas dos solos do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

Características físicas:										
	Material grosseiro	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila					
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					
Talhão 1	51,9	32,2	15,9	21,4	30,5					
Talhão 2	50,8	31,5	15,8	19,7	33,0					
Talhão 3	47,0	28,3	16,3	19,9	35,4					
Talhão 5	51,5	29,5	18,2	22,4	29,9					
Características químicas:										
	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	Na⁺	S	CTC	V	Na	pH	m.o.
	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(%)	(%)	(H ₂ O)	(%)
Talhão 1	0,32	1,10	0,19	0,37	2,0	5,6	36	6,7	5,10	1,01
Talhão 2	0,43	1,30	0,28	0,46	2,5	5,5	45	8,3	5,28	1,03
Talhão 3	0,54	1,15	0,34	0,35	2,4	5,6	43	6,3	5,34	1,10
Talhão 5	0,46	0,89	0,28	0,31	2,0	5,8	34	5,5	5,25	1,32

A coloração vermelha dos solos vermelhos mediterrânicos de xistos argilosos deve-se à ferruginação, cujos mecanismos envolvidos são ainda imperfeitamente conhecidos. A ferruginação, também chamada rubificação ou braunificação, consiste na libertação de ferro a partir de minerais primários e na dispersão de partículas de óxido de ferro, em quantidades cada vez maiores consoante o nível de oxidação ou hidratação; à medida que aumenta o nível de oxidação o solo torna-se de cor pardacenta, pardacenta-vermelha e vermelha, sequencialmente (Buol *et al.* 1973).

O processo de ferruginação dos óxidos de ferro é favorecido por situações de clima seco, que se podem encontrar na região mediterrânica. No entanto, refira-se que nesta região os solos vermelhos actuais (recentes) são bastante pontuais, localizando-se em zonas com microclimas muito precisos. Assim, a maior parte dos solos vermelhos que existem na região mediterrânica resultaram de um processo de evolução antigo, sob um clima diferente do actual, podendo ser considerados como solos relíquia ou fósseis (Duchaufour 1960; Cardoso 1965).

Em alguns dos solos vermelhos mediterrânicos de xistos, os horizontes superiores transformaram-se por evolução pedológica recente, em função do clima e vegetação actuais. A erosão tem, sequencialmente, um papel extremamente importante na evolução destes solos, pela decapitação dos horizontes mais superficiais. Por isso, muitos dos solos vermelhos mediterrânicos de xisto, e não só, são hoje considerados solos delgados esqueléticos. Refira-se, por último, que os solos mediterrânicos vermelhos de xisto poderão, em função da sua localização climática e topográfica, apresentar características que os aproximam de outros tipos de solos. Isto deve-se à intervenção de outros processos de evolução do solo, por exemplo a já referida erosão (nas encostas convexas) e a gleização (nas zonas baixas), nestes solos há muito tempo formados por ferruginação.

Na Figura 3.2 apresenta-se um esquema dos talhões. Como se pode ver nesta figura, a área do talhão é delimitada superior e lateralmente; a jusante encontra-se uma caleira para recolha da água e dos sedimentos, numa bateria de três tanques. Estes encontram-se separados por um descarregador com um repartidor de caudal, armazenando no tanque que se lhe segue apenas 1 onze avos do que lhe chega. No primeiro tanque fica depositado o sedimento constituído por partículas de maior dimensão, passando para os tanques seguintes o material em suspensão.

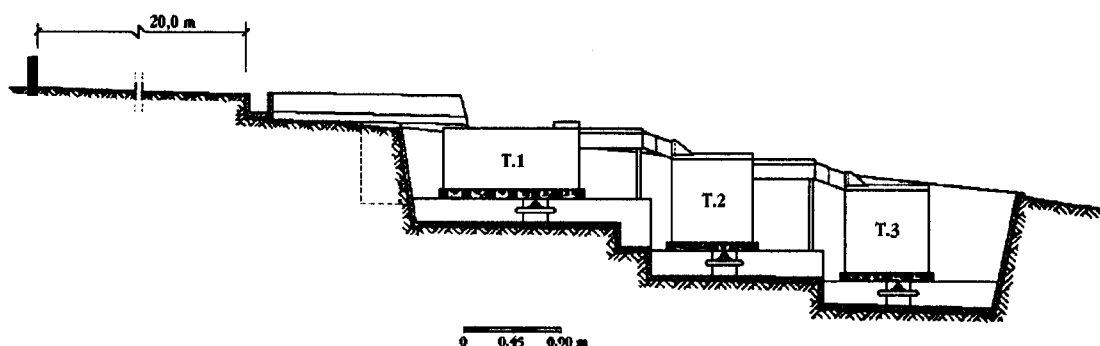


Figura 3.2. Esquema de um talhão de erosão do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

Referir ainda que nas situações estudadas neste trabalho, os sedimentos que foram armazenados correspondiam apenas aos do depósito do primeiro tanque. Os sedimentos em suspensão deste e, quando existentes, dos outros dois tanques eram apenas quantificados no laboratório em termos de peso seco, para se avaliar a perda de solo, não se procedendo ao seu armazenamento; salientar que a amostra para determinar o peso de solo seco dos tanques 2 e 3 era recolhida após uma vigorosa agitação.

Os usos do solo nos vários talhões consistem em diversas rotações culturais típicas da região onde o Centro se insere. Uma vez, neste momento e para este trabalho, não ser possível a abordagem a todos, optou-se pela rotação Trigo-Alqueive e Trigo-Leguminosa Sideração, de dois anos, praticadas nos talhões 1 e 2, e 3 e 5, respectivamente (Quadros 3.3 e 3.4).

Quadro 3.3. Descrição das rotações Trigo-Alqueive e Trigo-Leguminosa Sideração do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso

Rotação Trigo-Alqueive, 2 anos, talhões 1 e 2	Rotação Trigo-Leguminosa Sideração, 2 anos, talhões 3 e 5
Época	Operação
1 Abril	20 Novembro
Abertura do alqueive	Preparação da cama e sementeira do trigo
20 Novembro	31 Maio
Preparação da cama e sementeira do trigo	Colheita e remoção dos resíduos
31 Maio	31 Outubro
Colheita e remoção dos resíduos	Preparação e sementeira da leguminosa
	20 Abril
	Incorporação da matéria verde

Quadro 3.4. Cronologia das rotações Trigo-Alqueive e Trigo-Leguminosa Sideração, respectivamente nos talhões 1 e 2, e 3 e 5, do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, desde 1966 a 1986

Ano	Talhão 1	Talhão 2	Talhão 3	Talhão 5
1966/67	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1967/68	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1968/69	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1969/70	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1970/71	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1971/72	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1972/73	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1973/74	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1974/75	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1975/76	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1976/77	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1977/78	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1978/79	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1979/80	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1980/81	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1981/82	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1982/83	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1983/84	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração
1984/85	Trigo	Alqueive	Leguminosa Sideração	Trigo
1985/86	Alqueive	Trigo	Trigo	Leguminosa Sideração

A escolha da cultura do trigo baseou-se essencialmente no facto de esta ser a cultura que apresenta uma maior implantação em toda a região do Alentejo, principalmente em termos de área cultivada (Fox 1985). No presente trabalho opõe-se o seu sistema mais tradicional relativamente à introdução de uma inovação tecnológica com vista à redução da sua vulnerabilidade à erosão, por vezes recomendada (Hare *et al.* 1992), que é a substituição do alqueive por uma leguminosa para sideração.

3.3. Metodologias laboratoriais

a) Preparação da amostra

A preparação da amostra tem como objectivos separar a fracção fina (<2 mm) dos elementos grosseiros, nas amostras em que existem, homogeneizar a amostra, de modo que as sub-amostras sejam representativas, e aumentar a eficiência da extracção dos elementos. Uma vez que as amostras se encontram já secas, a sua preparação envolveu as seguintes etapas: desagregação física, crivagem e nova desagregação (Anexo I).

b) Determinação das bases de troca e da capacidade de troca catiónica

Após a determinação do pH das amostras (Anexo II), pretendia-se recorrer a distintos métodos para caracterização da capacidade de troca catiónica e das bases de troca, de acordo com a acidez ou alcalinidade das mesmas. Para as amostras com pH inferior a 6,8 recorreu-se, então, ao método do «acetato de amónio» a pH 7, regularmente utilizado no Laboratório Químico-Agrícola, da Universidade de Évora (Universidade de Évora *sd*) (Anexo III). No início, pretendia-se utilizar, para as restantes amostras (de pH mais elevado), o método do «cloreto de bário-trietanolamina» da Universidade da Califórnia, em Davis, nos EUA (Singer & Janitzky *sd*).

Contudo, a primeira metodologia apenas não era indicada para solos calcários, por provocar a sua parcial dissolução, nada se referindo à eventual alcalinidade. Apesar das amostras em questão serem originárias de um solo não calcário, desconhecia-se o comportamento em termos de um eventual enriquecimento dos sedimentos relativamente ao calcário; procedeu-se então à sua determinação (calcário activo) nas amostras que apresentavam um pH neutro a alcalino, em cerca de três por talhão (Anexo IV). Uma vez que não se detectou a existência de calcário optou-se, nesta sequência, pela realização do método do «acetato de amónio» na determinação das bases de troca e da capacidade de troca catiónica para todas as amostras.

Refira-se ainda que o método do acetato de amónio é mais eficiente quando a proporção das bases é muito diminuta (Costa 1975), que é o presente caso. Além dos já acima referidos solos calcários, esta metodologia não é ainda indicada para solos halomórficos, como resultado da dificuldade em separar o sódio solúvel e de troca.

c) Análise granulométrica

A análise granulométrica regularmente utilizada em laboratório para se determinar as várias fracções granulométricas é a denominada «análise mecânica». Outros métodos são ainda utilizados, todos todavia baseados na «Lei de Stokes», representada pela equação 3.1:

$$v = \frac{2}{9} \cdot g \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\eta} \cdot r^2, \quad 3.1$$

onde:

v , é a velocidade de sedimentação das partículas (cm/s);

g , é a aceleração da gravidade (cm/s²);

ρ_1 e ρ_2 , são a massa volúmica das partículas e do líquido, respectivamente (g/cm³);

η , é a viscosidade dinâmica do líquido (*poises*);

r , é o raio da partícula.

No Quadro 3.5 apresenta-se a subdivisão das fracções ou lotes da terra fina, de acordo com a «Escala de Atterberg», recomendada pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo, consoante o diâmetro das partículas que constituem o solo.

Quadro 3.5. Designação das fracções que constituem as partículas do solo em função do seu diâmetro, de acordo com a Escala de Atterberg

Designação dos lotes	Diâmetro das partículas (mm)
Elementos grosseiros	> 2
Areia grossa	2 - 0,2
Areia fina	0,2 - 0,02
Limo	0,02 - 0,002
Argila	< 0,002

fonte: Atterberg 1911 in Costa 1975

A composição granulométrica das várias amostras foi determinada recorrendo-se para o efeito a um sedimentógrafo (Micromeritics 1988) (Anexo VI). Este aparelho produz automaticamente as curvas granulométricas de cada uma das amostras, para um intervalo de tamanhos entre 300 e 0,1 μm . Com vista a uma maior exactidão das curvas produzidas, fizeram-se várias determinações da granulometria por análise mecânica (Anexo VII), as quais demonstraram uma correlação bastante satisfatória entre ambas (Anexo IX). Na análise do enriquecimento optou-se pelos valores obtidos através da análise pelo sedimentógrafo, uma vez não exigir uma transformação dos valores.

Referir ainda, com o objectivo de perceber a sua interferência, realizou-se a determinação da matéria orgânica em quatro amostras por talhão (além das amostras de solo dos talhões), as quais incluíam o máximo de representatividade em relação à sua granulometria (Anexo X). Entretanto, esta componente não foi considerada na análise ao enriquecimento pelo facto das amostras dos sedimentos não serem recentes, não se sabendo por isso ao certo a que se referia a matéria orgânica nelas existente actualmente. Contudo, em trabalhos futuros, principalmente com amostras de sedimentos recentes, a matéria orgânica deverá ser considerada, para uma mais consistente compreensão do mecanismo do enriquecimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, em termos de enriquecimento, que aqui se apresentam correspondem, numa primeira parte, a uma abordagem aos sedimentos depositados, aos quais foram realizadas análises físicas e químicas; numa segunda parte faz-se uma abordagem aos sedimentos totais, que além dos depositados englobam ainda os sedimentos em suspensão. Destacar que os sedimentos totais são analisados quer na perspectiva do evento (neste caso considera-se como uma sequência de episódios chuvosos, após os quais se procede à sua caracterização e eventual recolha de uma amostra de sedimentos), quer também na perspectiva anual, que corresponde a uma integração no ano dos valores por eventos.

Uma vez que existe uma correlação perceptível entre o conteúdo em argila e as restantes análises químicas do sedimento depositado, principalmente em termos de capacidade de troca catiónica (CTC), já evidenciada por Dantas e Ferreira (1997) (R^2 entre 0,44 e 0,76), optou-se pela avaliação do enriquecimento nos sedimentos totais com base no comportamento da argila.

Entretanto, entendeu-se que a abordagem efectuada aos sedimentos totais dever-se-ia basear na soma do limo e argila (limo+argila) e não somente na argila. Isto porque uma parte dos sedimentos, os em suspensão, não foram possíveis de analisar, pelo facto de não terem sido armazenados, os quais se caracterizam por uma proporção variável de partículas da dimensão dos limos e argilas. Consequentemente, a análise em termos da soma de limo e argila foi, a par da verificada para a argila isoladamente, também realizada aos sedimentos depositados.

4.1. Sedimentos depositados

Relativamente aos sedimentos depositados, procurou-se numa primeira instância determinar se existiam diferenças significativas entre cada uma das situações estudadas, em termos

de uso do solo e de efeito dos talhões. Pelas razões já anteriormente apontadas, a análise de variância baseou-se no enriquecimento em argila e em limo+argila, cujos resultados se poderão visualizar nas Figuras 4.1 e 4.2, respectivamente. A propósito, importa referir que:

- T1, T2, T3 e T5 correspondem respectivamente a talhão 1, talhão 2, talhão 3 e talhão 5;
- TA e TL correspondem respectivamente a (rotação) trigo-aqueive e trigo-leguminosa;
- Conjunto das letras minúsculas apresenta as situações (letras maiúsculas) que não diferem de si própria, para $\alpha \leq 0,05$;
- Os destinos das setas correspondem à agregação das duas situações de origem.

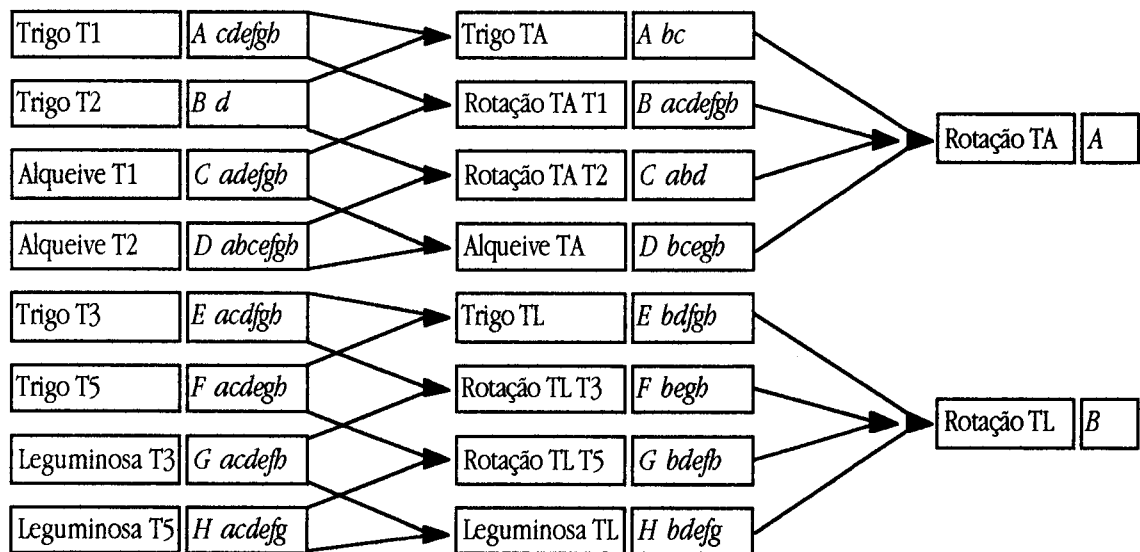


Figura 4.1. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de argila nos sedimentos depositados

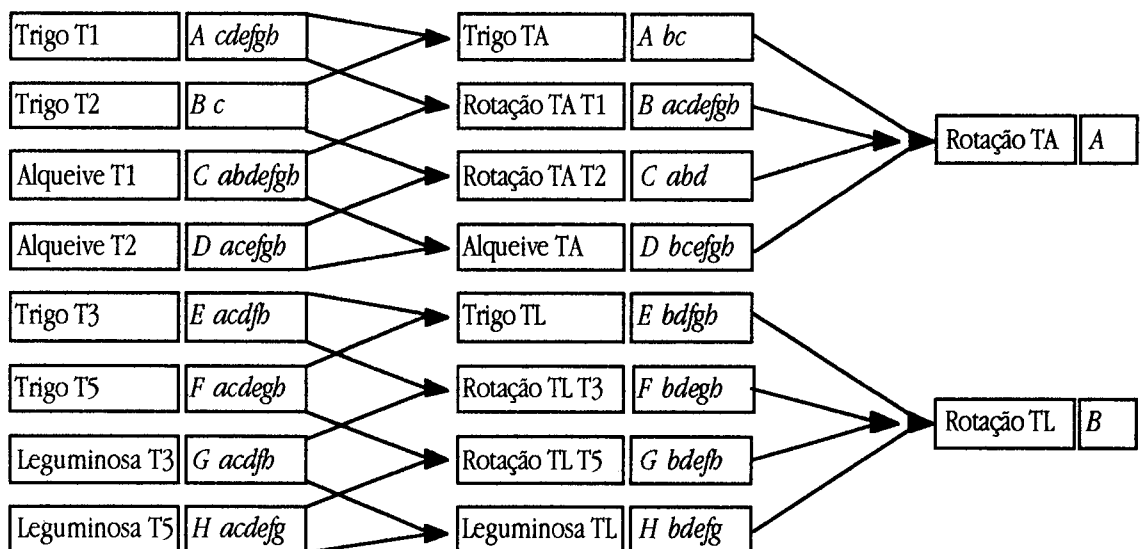


Figura 4.2. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos depositados

A análise de variância efectuada, como se pode ver nas Figuras 4.1 e 4.2, evidenciou um comportamento semelhante entre os enriquecimentos em argila e em limo+argila nos sedimentos. Esta semelhança indica que a fracção do limo e a fracção da argila caracterizam-se neste estudo por um comportamento semelhante em termos do mecanismo de enriquecimento.

Quer na análise à argila quer ao limo+argila, dever-se-á evidenciar nestas últimas figuras a situação do trigo após alqueive no talhão 2 (Trigo T2), que se apresenta significativamente distinta de quase todas as restantes situações. Tal deve-se, numa primeira análise, ao facto desta situação apresentar uma dispersão dos valores de enriquecimento muito mais reduzida relativamente às restantes. Ou seja, nos anos em que o talhão 2 ficava com trigo não se verificaram eventos chuvosos que originassem sedimentos com valores de enriquecimento muito elevados ou muito reduzidos. Este comportamento distinto nos anos de trigo no talhão 2, em relação aos anos de trigo no talhão 1, só é possível tendo em consideração a variação bienal na perda de solo, devida às condições meteorológicas (Tomás 1997). No próprio ano, o diferente comportamento entre os usos, de cada um dos talhões, poderá dever-se às distintas condições da superfície do solo, resultantes do manejo relacionado a cada um deles.

Consequentemente, na sequência das agregações efectuadas, para as duas abordagens, resultou um comportamento distinto nas resultantes do trigo no talhão 2, nomeadamente o trigo após alqueive (Trigo TA) (agregação do trigo nos talhões 1 e 2) e da rotação trigo-alqueive no talhão 2 (Rotação TA T2) (agregação do trigo e do alqueive, ambos do talhão 2).

Salientar ainda o facto de, em termos do enriquecimento em argila e também em limo+argila nos sedimentos depositados, as duas rotações no conjunto dos talhões se apresentarem significativamente distintas uma da outra. Contudo, tal facto muito provavelmente dever-se-á à influência da anteriormente referida situação "anormal" do trigo após alqueive no talhão 2.

A análise de variância efectuada permitiu, deste modo, evidenciar situações distintas, algumas das quais resultantes de agregações, que não diferiam significativamente entre si ($\alpha \leq 0,05$). Nesta sequência, as situações estatisticamente distintas que se procurou evidenciar foram:

- Trigo (após alqueive) no talhão 1 (Trigo T1);
- Trigo (após alqueive) no talhão 2 (Trigo T2);
- Situação de alqueive (agregação do alqueive nos talhões 1 e 2) (Alqueive TA);
- Rotação trigo-leguminosa (agregação dos talhões 3 e 5) (Rotação TL).

Estas distintas situações foram analisadas relativamente às relações que se poderiam colocar, nomeadamente o estudo das regressões entre o enriquecimento em argila e em limo+argila com o enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em soma de bases de troca (S) (Quadros 4.1 e 4.2 e Figura 4.3) e nas várias bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) (Quadros 4.3 e 4.4 e Figura 4.4), abordagem esta para a terra fina. A propósito, referir que mais de 50% dos eventos originam sedimentos em que a proporção de material grosseiro é inferior a 1%;

além disso, referir ainda que mais de 90% dos eventos caracterizam-se por uma proporção de materiais grosseiros inferior a 10%.

Assim, relativamente às correlações entre o enriquecimento em CTC e em S com o enriquecimento em argila (Quadro 4.1) e em limo+argila (Quadro 4.2), é de destacar em primeiro lugar os seus elevados níveis de significância (**= $p > 0,999$; *= $p > 0,99$; *= $p > 0,95$; *ns*= $p < 0,95$), Destacar que, estes coeficientes de correlação são semelhantes aos obtidos por Sharpley (1985), para a relação entre o enriquecimento em nutrientes e o enriquecimento em argila, os quais rondam entre 0,73 e 0,87. Entre as várias situações, é excepção a de trigo no talhão 2, que apresenta uma relação não significativa. Tendo em conta o já referido para esta situação, considera-se que a relação entre o enriquecimento em CTC e em S com o enriquecimento em argila e em limo+argila não só não é consistentemente caracterizada por estes coeficientes, mas também não o é em termos da sua diferença relativamente às demais.

Quadro 4.1. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em soma de bases de troca (S) com a variação do enriquecimento em argila, na terra fina dos sedimentos depositados

	Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
CTC	Trigo no talhão 1	E CTC = -0,097(<i>ns</i>)+1,125(***) E argila	0,764	***
	Trigo no talhão 2	E CTC = 0,297(<i>ns</i>)+0,947(<i>ns</i>) E argila	0,196	<i>ns</i>
	Alqueive	E CTC = 0,098(<i>ns</i>)+1,066(***) E argila	0,701	***
	Rotação trigo-leguminosa	E CTC = 0,049(<i>ns</i>)+1,198(***) E argila	0,436	***
S	Trigo no talhão 1	E S = 0,742(<i>ns</i>)+1,457(*) E argila	0,431	*
	Trigo no talhão 2	E S = 2,180(*)+0,177(<i>ns</i>) E argila	0,006	<i>ns</i>
	Alqueive	E S = 0,814(<i>ns</i>)+1,164(***) E argila	0,413	***
	Rotação trigo-leguminosa	E S = 1,213(***)+0,785(**) E argila	0,201	**

Quadro 4.2. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em soma de bases de troca (S) com a variação do enriquecimento em limo+argila, na terra fina dos sedimentos depositados

	Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
CTC	Trigo no talhão 1	E CTC = 0,040(<i>ns</i>)+0,939(***) E limo+argila	0,689	***
	Trigo no talhão 2	E CTC = -1,415(<i>ns</i>)+1,914(***) E limo+argila	0,581	***
	Alqueive	E CTC = -0,071(<i>ns</i>)+1,124(***) E limo+argila	0,828	***
	Rotação trigo-leguminosa	E CTC = -0,189(<i>ns</i>)+1,305(***) E limo+argila	0,635	***
S	Trigo no talhão 1	E S = 0,869(<i>ns</i>)+1,250(*) E limo+argila	0,412	*
	Trigo no talhão 2	E S = 3,419(**)-0,557(<i>ns</i>) E limo+argila	0,046	<i>ns</i>
	Alqueive	E S = 0,593(<i>ns</i>)+1,253(***) E limo+argila	0,508	***
	Rotação trigo-leguminosa	E S = 1,221(***)+0,731(**) E limo+argila	0,214	**

Nas restantes situações, os coeficientes de regressão, quer na abordagem à argila quer ao limo+argila, apresentam-se ligeiramente inferiores no trigo no talhão 1 e no alqueive em relação à rotação trigo-leguminosa, no que se refere ao enriquecimento em CTC. Relativamente ao enriquecimento em S, a situação inverte-se, sendo os coeficientes de regressão superiores no trigo do talhão 1 e no alqueive em comparação com a rotação trigo-leguminosa no conjunto.

Destacar ainda os maiores coeficientes de correlação na abordagem do limo+argila relativamente à argila, que indica um aumento de precisão através da introdução do limo. De referir, também, o facto da relação do enriquecimento em argila e em limo+argila com o enriquecimento em CTC apresentar maiores coeficientes de correlação relativamente ao enriquecimento em S, que significa uma menor estabilidade desta última característica nos sedimentos.

Ainda em relação aos Quadros 4.1 e 4.2, deve-se salientar os níveis do enriquecimento em S, substancialmente superiores ao enriquecimento em CTC, que se constata comparando os valores da intercepção nas rectas de regressão. Na Figura 4.3 pode-se visualizar este pormenor para uma das situações analisadas, concretamente a de trigo após alqueive no talhão 1. Este aspecto é extremamente importante do ponto de vista prático, uma vez que, em termos dos sedimentos depositados, o mecanismo do enriquecimento manifesta-se menos problemático na característica que, comparativamente, mais condiciona o potencial produtivo dos solos - a capacidade de troca catiónica.

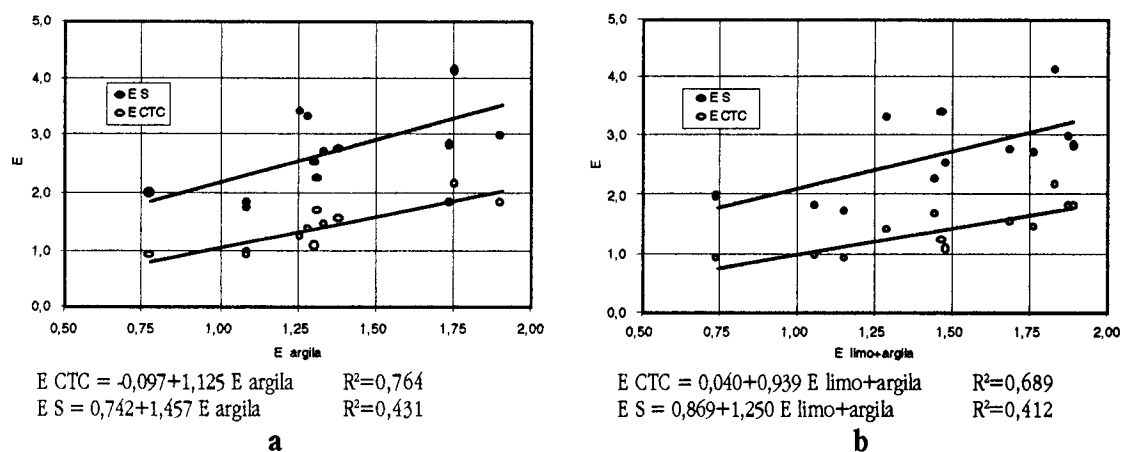


Figura 4.3. Relação do enriquecimento em capacidade de troca catiónica (CTC) e em bases de troca totais (S) com a variação do enriquecimento em argila (a) e em limo+argila (b), na terra fina dos sedimentos depositados na situação de trigo no talhão 1

Em relação às correlações entre o enriquecimento em termos das várias bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) com o enriquecimento em argila (Quadro 4.3) e em limo+argila (Quadro 4.4), deve-se salientar os baixos níveis de significância que as caracterizam. Apenas a variação do

Mg²⁺ apresenta relações significativas. De facto, nesta variação somente a situação do trigo no talhão 2 não se apresenta significativa, que provavelmente se deverá à reduzida dispersão dos seus valores, já anteriormente referida.

Quadro 4.3. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em bases de troca (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) com a variação do enriquecimento em argila, na terra fina dos sedimentos depositados

	Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Ca ²⁺	Trigo no talhão 1	E Ca ²⁺ = 2,825(ns)+4,620(ns) E argila	0,265	ns
	Trigo no talhão 2	E Ca ²⁺ = 8,566(*)-0,691(ns) E argila	0,006	ns
	Alqueive	E Ca ²⁺ = 3,063(ns)+3,272(*) E argila	0,239	*
	Rotação trigo-leguminosa	E Ca ²⁺ = 4,942(***)+0,523(ns) E argila	0,008	ns
Mg ²⁺	Trigo no talhão 1	E Mg ²⁺ = 0,006(ns)+1,169(*) E argila	0,442	*
	Trigo no talhão 2	E Mg ²⁺ = 0,888(ns)+0,556(ns) E argila	0,046	ns
	Alqueive	E Mg ²⁺ = 0,094(ns)+1,038(***) E argila	0,529	***
	Rotação trigo-leguminosa	E Mg ²⁺ = -0,295(ns)+1,277(***) E argila	0,590	***
K ⁺	Trigo no talhão 1	E K ⁺ = 2,236(ns)-0,123(ns) E argila	0,002	ns
	Trigo no talhão 2	E K ⁺ = 0,692(ns)+0,248(ns) E argila	0,014	ns
	Alqueive	E K ⁺ = 1,185(*)+0,417(ns) E argila	0,062	ns
	Rotação trigo-leguminosa	E K ⁺ = 0,761(***)+0,358(*) E argila	0,098	*
Na ⁺	Trigo no talhão 1	E Na ⁺ = 0,371(ns)+0,365(*) E argila	0,416	*
	Trigo no talhão 2	E Na ⁺ = 0,781(*)-0,131(ns) E argila	0,029	ns
	Alqueive	E Na ⁺ = 0,666(***)+0,050(ns) E argila	0,008	ns
	Rotação trigo-leguminosa	E Na ⁺ = 0,639(***)+0,057(ns) E argila	0,013	ns

Quadro 4.4. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em bases de troca (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) com a variação do enriquecimento em limo+argila, na terra fina dos sedimentos depositados

	Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Ca ²⁺	Trigo no talhão 1	E Ca ²⁺ = 3,537(ns)+3,753(ns) E limo+argila	0,227	ns
	Trigo no talhão 2	E Ca ²⁺ = 11,367(*)-2,307(ns) E limo+argila	0,047	ns
	Alqueive	E Ca ²⁺ = 2,474(ns)+3,501(**) E limo+argila	0,290	**
	Rotação trigo-leguminosa	E Ca ²⁺ = 4,323(***)+0,958(ns) E limo+argila	0,035	ns
Mg ²⁺	Trigo no talhão 1	E Mg ²⁺ = 0,054(ns)+1,040(*) E limo+argila	0,453	*
	Trigo no talhão 2	E Mg ²⁺ = 2,435(ns)-0,375(ns) E limo+argila	0,015	ns
	Alqueive	E Mg ²⁺ = -0,061(ns)+1,089(***) E limo+argila	0,618	***
	Rotação trigo-leguminosa	E Mg ²⁺ = -0,019(ns)+0,993(***) E limo+argila	0,437	***
K ⁺	Trigo no talhão 1	E K ⁺ = 2,081(ns)-0,007(ns) E limo+argila	0,000	ns
	Trigo no talhão 2	E K ⁺ = -0,466(ns)+0,917(ns) E limo+argila	0,136	ns
	Alqueive	E K ⁺ = 0,890(ns)+0,595(ns) E limo+argila	0,134	ns
	Rotação trigo-leguminosa	E K ⁺ = 0,8112(***)+0,230(*) E limo+argila	0,083	*
Na ⁺	Trigo no talhão 1	E Na ⁺ = 0,365(ns)+0,339(*) E limo+argila	0,465	*
	Trigo no talhão 2	E Na ⁺ = 1,166(**)-0,352(ns) E limo+argila	0,150	ns
	Alqueive	E Na ⁺ = 0,602(**)+0,091(ns) E limo+argila	0,029	ns
	Rotação trigo-leguminosa	E Na ⁺ = 0,676(***)+0,026(ns) E limo+argila	0,003	ns

Ou seja, no conjunto, as bases de troca apresentam uma tendência relativamente consistente, mas que não se mantém quando analisadas isoladamente, à exceção do Mg^{2+} , revelando deste modo uma elevada instabilidade relativamente à sua proporção nos sedimentos depositados. Esta instabilidade poderá dever-se à variação das condições do solo, devido ao manejo, bem como ao decurso da estação, concretamente em termos de humidade do solo, os quais têm interferência nos fenómenos de adsorção e no ciclo de bases.

Apesar das relações apresentadas nos Quadros 4.3 e 4.4, tal como já se referiu acima, se caracterizarem pelos baixos níveis de significância, deve-se contudo salientar o nível bastante elevado do enriquecimento em Ca^{2+} relativamente ao enriquecimento nas restantes bases de troca. Este aspecto é confirmado pelos distintos valores da intercepção, que variam aproximadamente entre 2,83 e 8,57, em termos de argila, e entre 3,5 e 11,4, em termos de limo+argila, para o Ca^{2+} , e entre -0,30 e 2,24, em termos de argila, e entre -0,47 e 2,44, em termos de limo+argila, para as restantes bases de troca. Além disso, referir o comportamento também semelhante, em relação aos coeficientes de regressão das relações aí apresentadas. Estes pormenores podem visualizar-se na Figura 4.4, referente à situação de trigo no talhão 1.

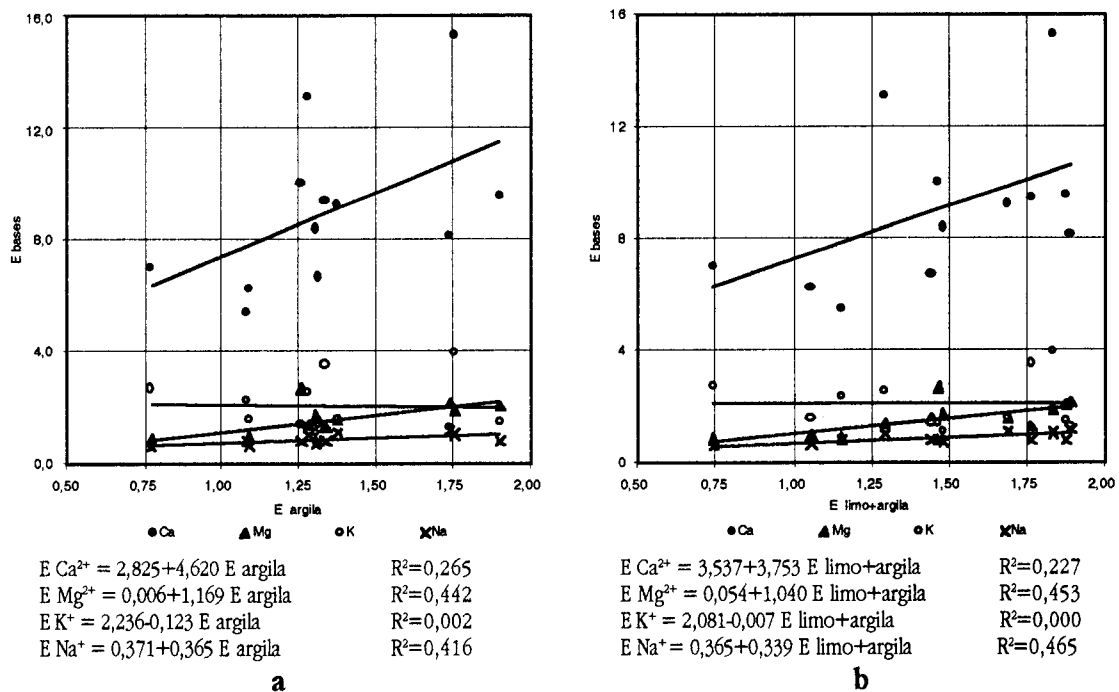


Figura 4.4. Relação do enriquecimento em bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) com a variação do enriquecimento em argila (a) e limo+argila (b) na terra fina dos sedimentos depositados na situação de trigo no talhão 1

Devido a este comportamento distinto do cálcio de troca, poderá inferir-se uma contínua depleção desta base de troca no solo ao longo do tempo, devido à acção da erosão e ao mecanismo de enriquecimento dos sedimentos. Este é um aspecto que apresenta consequências

negativas na agregação do solo, atendendo ao consensual efeito benéfico do Ca^{2+} para a mesma (Costa 1975). Destacar, também, que este gradual empobrecimento do cálcio de troca no solo explica os valores superiores, obtidos através da determinação experimental nas amostras de solo dos talhões, do Mg^{2+} relativamente ao Ca^{2+} (2:1), contrariamente ao referido para solos com argilas dominadas por minerais do grupo da caulinite (1:6) (Costa 1975).

4.2. Sedimentos totais

4.2.1. Perspectiva por eventos

Tal como nos sedimentos depositados, procurou-se também para os sedimentos totais por eventos determinar, em primeiro lugar, se existiam diferenças significativas entre cada uma das situações estudadas, relativamente ao uso do solo e ao efeito dos talhões. Na sequência do referido no preâmbulo do presente capítulo, a análise de variância baseou-se apenas no enriquecimento em limo+argila (Figura 4.5), uma vez que é a componente que de facto se considera mensurável na análise dos sedimentos totais (depositados e em suspensão).

Como se pode ver na Figura 4.5, a análise de variância realizada evidenciou comportamentos do trigo e da leguminosa, ambos no talhão 3 (Trigo T3 e Leguminosa T3), distintos dos verificados nas restantes situações, e não distintos entre si. Entre as outras situações, não se verificaram diferenças significativas. Assim, o enriquecimento em limo+argila por eventos nos sedimentos totais, soma dos depositados com os em suspensão, parece depender de outros condicionaismos que não o do tipo de uso do solo, uma vez que esta análise de variância apenas evidenciou efeitos ao nível do talhão, podendo inclusivamente relacionar-se com o evento em si.

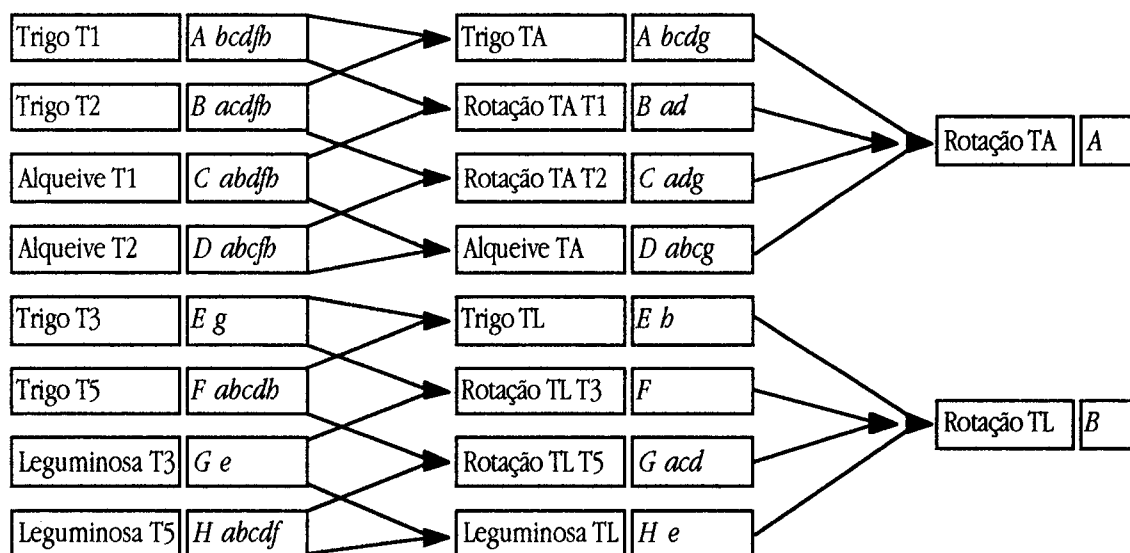


Figura 4.5. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos totais

Este comportamento distinto do talhão 3 dever-se-á muito provavelmente aos valores de limo e argila ligeiramente superiores (cerca de 6%) nesse talhão relativamente aos restantes, diferença esta que na perspectiva da redução no enriquecimento se apresentou também significativa (cerca de 10%, indicada pelos valores de intercepção das relações apresentadas no Quadro 4.6). Destacar ainda que, a introdução da componente dos sedimentos em suspensão conduziu a um aumento da dispersão dos valores do enriquecimento em limo+argila para a situação de trigo no talhão 2 (Trigo T2), que se apresentava reduzida na abordagem aos sedimentos depositados. A propósito, deve-se referir que, no período em estudo, a maior parte dos eventos chuvosos (mais de 80%) apenas produzem sedimento em suspensão.

Na sequência das agregações efectuadas resultou conseqüentemente um comportamento distinto nas resultantes do trigo e da leguminosa no talhão 3, nomeadamente o trigo após leguminosa (Trigo TL) (agregação do trigo após leguminosa nos talhões 3 e 5) e da leguminosa (Leguminosa TL) (agregação da leguminosa nos talhões 3 e 5), não distintos entre si, e principalmente a rotação trigo-leguminosa no talhão 3 (Rotação TL T3) (agregação do trigo após leguminosa no talhão 3 e da leguminosa também do talhão 3), que se mostrou significativamente distinta de todas as restantes situações. Este último aspecto confirmou o já referido efeito do talhão 3. De uma forma menos evidente, mas que também evidencia o efeito do talhão, deve-se salientar que a rotação trigo-alqueive nos talhões 1 e 2 mostraram-se significativamente distintas. Ou seja, as características do solo condicionam directamente o nível a que se apresenta o factor de enriquecimento dos sedimentos que dele resultam.

Destacar ainda o facto de, em termos do enriquecimento em limo+argila nos sedimentos totais, as duas rotações estudadas se apresentarem significativamente distintas uma da outra. Para tal, muito provavelmente terá contribuído o efeito dos talhões, principalmente o talhão 3.

Na sequência da análise de variância efectuada foi possível evidenciar situações distintas, neste caso resultantes da agregação de outras, que não diferiam significativamente entre si ($\alpha \leq 0,05$). Nesta sequência, as situações estatisticamente distintas que se procurou evidenciar foram:

- Rotação trigo-alqueive no talhão 1 (agregação do trigo e alqueive, ambos do talhão 1) (Rotação TA T1);
- Rotação trigo-alqueive no talhão 2 (agregação do trigo e alqueive, ambos do talhão 2) (Rotação TA T2);
- Rotação trigo-leguminosa no talhão 3 (agregação do trigo e alqueive, ambos do talhão 3) (Rotação TL T3);
- Rotação trigo-leguminosa no talhão 5 (agregação do trigo e alqueive, ambos do talhão 5) (Rotação TL T5).

Estas situações foram estudadas relativamente às relações entre as perdas de limo+argila com o escoamento e a perda de solo verificados (Quadro 4.5 e Figuras 4.6 e 4.7), às relações entre o enriquecimento em limo+argila com a perda de solo e com a concentração de sedimentos

(Quadros 4.6, 4.7 e 4.8 e Figuras 4.8 e 4.9), e ainda com o estabelecimento de relações entre a abordagem aos sedimentos totais com os sedimentos depositados (Quadro 4.9 e Figura 4.10).

Relativamente às correlações entre a perda de limo+argila com o escoamento e com a perda de solo (Quadro 4.5), dever-se-ão salientar os elevados níveis de significância, que, no caso da perda de solo, são acompanhados de também elevados coeficientes de correlação. Os coeficientes de correlação mais reduzidos no escoamento poderão dever-se à existência de muitos eventos quase sem perda de solo, sendo de referir que em apenas 43% destes se verifica perda de solo.

Quadro 4.5. Caracterização das regressões entre a perda de limo+argila (L+A) com a variação do escoamento (Esc) e da perda de solo (PS), em termos de sedimentos totais

Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Escoamento:			
Trigo-alqueive no talhão 1	Perda L+A = 0,669(***) Esc	0,293	***
Trigo-alqueive no talhão 2	Perda L+A = 1,334(***) Esc	0,286	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	Perda L+A = 0,797(***) Esc	0,260	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	Perda L+A = 1,224(***) Esc	0,448	***
Perda de solo:			
Trigo-alqueive no talhão 1	Perda L+A = 0,915(***) PS	0,992	***
Trigo-alqueive no talhão 2	Perda L+A = 0,866(***) PS	0,991	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	Perda L+A = 0,831(***) PS	0,992	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	Perda L+A = 0,794(***) PS	0,990	***

Ainda no Quadro 4.5, em relação ao escoamento, é de destacar os idênticos comportamentos, em termos de perda de limo+argila, entre as rotações trigo-alqueive no talhão 1 e trigo-leguminosa no talhão 3, bem como entre a trigo-alqueive no talhão 2 e trigo-leguminosa no talhão 5. Nestas últimas, os valores dos coeficientes de regressão são substancialmente superiores, em cerca de 74%. Esta diferença poderá dever-se à variabilidade no comportamento do escoamento nos talhões, elemento fundamental no mecanismo de enriquecimento, uma vez que o uso do solo e as características dos talhões, isoladamente, não conseguem explicar. De facto, nos talhões 1 e 3 existirá um maior número de eventos chuvosos, cujo escoamento resultou em baixas perdas de solo e, implicitamente, em reduzidas perdas de limo+argila. Referir, a propósito, que os valores de escoamento de cada evento correspondem a uma integração do episódio chuvoso, sendo de salientar que a mesma quantidade de escoamento poderá resultar em distintas perdas de solo, que é função nomeadamente das condições da superfície do solo nesse momento e do caudal no pico do hidrograma (Tomás 1997).

Em relação à perda de solo (Quadro 4.5), os valores dos coeficientes de regressão são semelhantes, sendo nos talhões com rotação trigo-alqueive superiores 10% aos verificados na rotação trigo-leguminosa. Esta diferença indicia um menor enriquecimento em materiais finos

dos sedimentos na rotação trigo-leguminosa relativamente à trigo-alqueive, principalmente nos eventos com maiores perdas de solo. Contudo, tal diferença poderá dever-se ao enviesamento da equação em relação aos dados, ao forçar-se a respectiva recta a coincidir com a origem.

Nas Figuras 4.6 e 4.7 podem visualizar-se, como exemplo das restantes, as regressões lineares da perda de limo+argila com o escoamento e com a perda de solo, respectivamente, para a rotação trigo-leguminosa no talhão 3. Da sua comparação é facilmente perceptível a relação mais próxima da perda de limo+argila com a perda de solo, que com o escoamento. De facto, o transporte de materiais finos durante o processo erosivo, apesar de gerado pelo escoamento, ao ser uma fracção da perda de solo, relaciona-se com esta de uma forma mais directa.

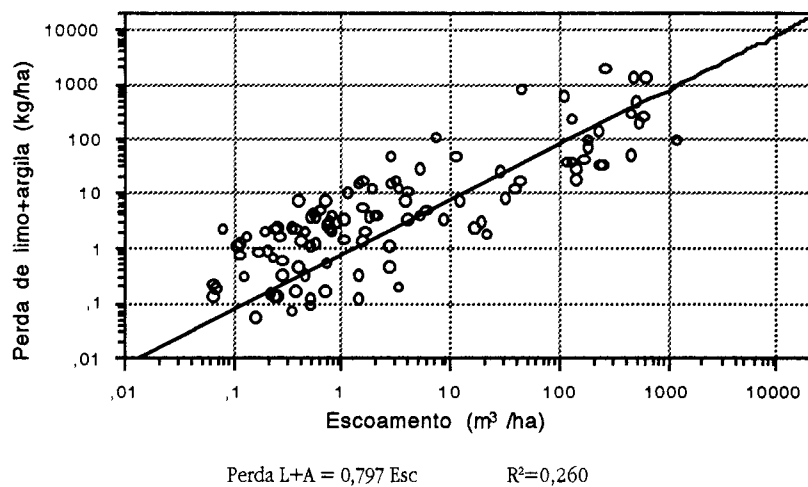


Figura 4.6. Relação da perda de limo+argila com a variação do escoamento, em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3

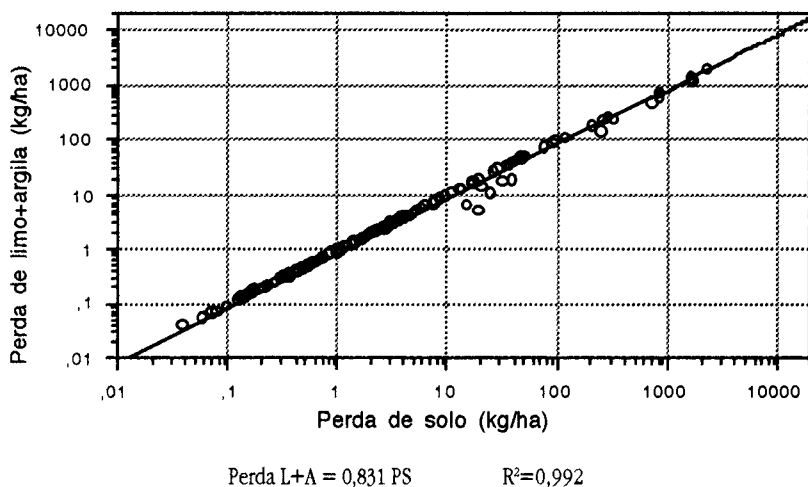


Figura 4.7. Relação da perda de limo+argila com a variação da perda de solo, em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3

Como se pode ver nos Quadros 4.6 e 4.7, as relações entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (considerando a pedregosidade existente nos sedimentos e no solo e apenas na terra fina) e os logaritmos da perda de solo caracterizam-se por elevados níveis de significância, quer em termos de regressões lineares, quer em termos das não lineares (polinomiais). Ou seja, o mecanismo de enriquecimento é estatisticamente explicado pela dimensão da perda de solo verificada. Como se pode perceber pelos coeficientes de correlação apresentados nos quadros acima referidos e por comparação das Figuras 4.8 e 4.9, dever-se-á destacar o facto das regressões polinomiais se ajustarem de uma forma mais perfeita aos dados obtidos, representando de uma forma mais precisa o comportamento do enriquecimento em função da perda de solo, para as condições do presente estudo.

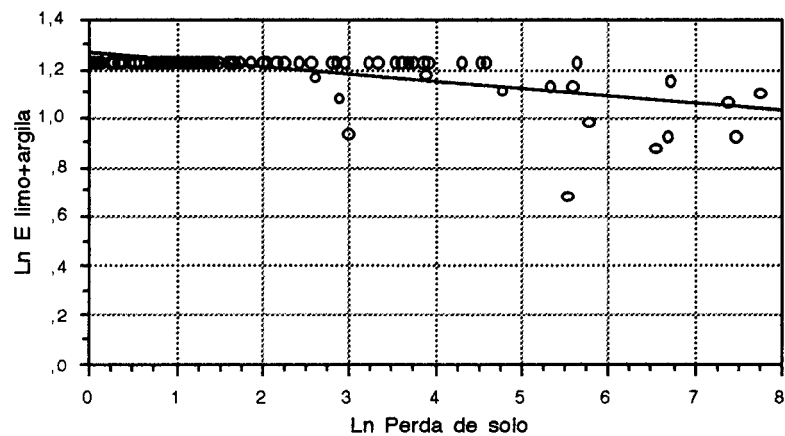
Em relação às regressões lineares (Quadro 4.6), cujas equações são idênticas à equação 2.4 (pág. 10) (Menzel 1980), refira-se o valor ligeiramente menor da intercepção para a rotação trigo-leguminosa no talhão 3 relativamente aos restantes (cerca de 10% com material grosseiro e de 7% para terra fina). Como anteriormente se referiu, tal comportamento dever-se-á ao valor também ligeiramente superior da fracção limo e argila, que caracteriza o solo desse talhão em relação aos restantes. Nesta sequência, poderá deduzir-se que os valores da intercepção parecem variar mais em função das características do solo e não tanto do seu uso. Referir a propósito que, ao excluir-se um dos seis solos em que Sharpley (1985) realizou um dos seus estudos, resultam coeficientes de variação para os valores da intercepção das rectas de regressão de 5% e para os valores dos declives de apenas 1%, confirmando de certa forma a maior influência do tipo de solo (e das suas características) nos primeiros relativamente aos segundos.

Quadro 4.6. Caracterização das regressões lineares entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais

Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Com pedregosidade:			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\ln E L+A = 1,401(***)-0,016(***)\ln PS$	0,190	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\ln E L+A = 1,375(***)-0,019(***)\ln PS$	0,422	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\ln E L+A = 1,260(***)-0,029(***)\ln PS$	0,393	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\ln E L+A = 1,420(***)-0,045(***)\ln PS$	0,291	***
Terra fina (s/ pedreg):			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\ln E L+Af = 0,670(***)-0,016(***)\ln PS$	0,190	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\ln E L+Af = 0,665(***)-0,019(***)\ln PS$	0,422	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\ln E L+Af = 0,625(***)-0,029(***)\ln PS$	0,393	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\ln E L+Af = 0,692(***)-0,037(***)\ln PS$	0,351	***

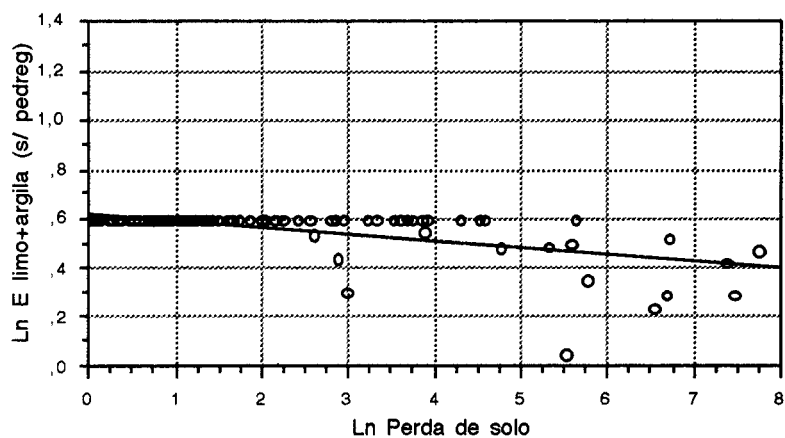
O decréscimo do enriquecimento com a quantidade de perda de solo, representado pelo sinal negativo dos coeficientes de regressão, que pode ser visualizado na Figura 4.8, apresenta-se

muito reduzido comparativamente ao obtido por Sharpley (1985), cujos coeficientes variam entre -0,200 e -0,299, para a argila, e mais próximo (apesar de menor) ao obtido por Ghadiri e Rose (1991b), que variam entre -0,05, para a matéria orgânica, e -0,07, para o azoto. Referir, a propósito, que no primeiro o escoamento é o processo erosivo dominante, contrariamente ao segundo em que domina o impacto das gotas de chuva, indiciando para as condições do presente trabalho uma eventual dominância nos mecanismos de destacamento relativamente aos de transporte, aspecto que está de acordo com o referido por Alexandre (1989) para estudos de erosão em solos Vx. Inversamente ao referido para as intercepções, nos valores dos coeficientes de regressão verificam-se comportamentos distintos consoante o tipo de uso do solo. Ou seja, o modo como varia (diminui) o enriquecimento com a dimensão da erosão é influenciado pelo uso do solo, provavelmente pelas condições da superfície do solo, concretamente, em termos de resíduos e da existência e/ou do tipo de crosta.



$$\ln E L+A = 1,260-0,029\ln PS \quad R^2=0,393$$

a



$$\ln E L+Af = 0,625-0,029\ln PS \quad R^2=0,393$$

b

Figura 4.8. Relação linear entre o logaritmo do enriquecimento em limo+argila com o logaritmo da perda de solo, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3

Como se pode constatar no Quadro 4.6, os decréscimos na rotação trigo-leguminosa (talhões 3 e 5) são praticamente o dobro dos verificados na rotação trigo-alqueive (talhões 1 e 2), refletindo-se em menores enriquecimentos para situações de perdas de solo mais elevadas. Deste modo, a substituição do alqueive pela leguminosa evidencia uma maior conservação do potencial produtivo do solo. Contudo, a existência de um elevado número de eventos de reduzida perda de solo, que pode ser variável, faz com estes possuam um peso elevado no estabelecimento da regressão, devendo por isso ser salientado.

Em relação às regressões polinomiais (Quadro 4.7), salientar mais uma vez o facto de estas se ajustarem de uma forma mais precisa aos dados obtidos, em comparação às lineares. Como se pode visualizar na Figura 4.9, a curva, que representa a regressão polinomial, caracteriza-se por uma primeira fase, na qual os logaritmos do enriquecimento são praticamente constantes; a partir de um dado momento, segue-se uma segunda fase, que se caracteriza por um decréscimo ligeiro com os logaritmos da perda de solo.

Quadro 4.7. Caracterização das regressões não lineares entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais

Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Com pedregosidade:			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\ln E L+A = 1,380(***)+0,007(ns)\ln PS-0,004(*) (\ln PS)^2$	0,233	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\ln E L+A = 1,346(***)+0,009(ns)\ln PS-0,004(***) (\ln PS)^2$	0,505	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\ln E L+A = 1,227(***)+0,008(ns)\ln PS-0,006(***) (\ln PS)^2$	0,460	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\ln E L+A = 1,414(***)-0,039(ns)\ln PS-0,001(ns) (\ln PS)^2$	0,292	***
Terra fina (s/ pedreg):			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\ln E L+Af = 0,649(***)+0,007(ns)\ln PS-0,004(*) (\ln PS)^2$	0,233	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\ln E L+Af = 0,636(***)+0,009(ns)\ln PS-0,004(***) (\ln PS)^2$	0,505	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\ln E L+Af = 0,592(***)+0,008(ns)\ln PS-0,006(***) (\ln PS)^2$	0,460	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\ln E L+Af = 0,669(***)-0,014(ns)\ln PS-0,004(ns) (\ln PS)^2$	0,367	***

Através da observação do Quadro 4.7, dever-se-á destacar o idêntico comportamento das intercepções nas equações polinomiais, em comparação ao verificado nas relações lineares, concretamente o menor valor na rotação trigo-leguminosa no talhão 3, o qual já foi anteriormente analisado (pág. 48). No entanto, saliente-se que os valores destas últimas intercepções definem com maior precisão o nível do patamar constante do enriquecimento, que caracteriza as situações de menores perdas de solo, pormenor facilmente perceptível através da observação das Figuras 4.8 e 4.9, relativas à rotação trigo-leguminosa no talhão 3. Importa salientar ainda que, apesar da existência do patamar constante, nessa zona verifica-se muito provavelmente uma variação do enriquecimento em partículas finas com a dimensão da perda de solo. Contudo, a abordagem ao enriquecimento bastante grosseira, em termos de classes de partículas, neste

caso agregação do limo e da argila, poderá mascarar uma eventual variação na dimensão das partículas que se possa verificar nas situações de menor perda de solo; salientar que tal efeito apesar de menos evidente também aconteceria apenas com a argila.

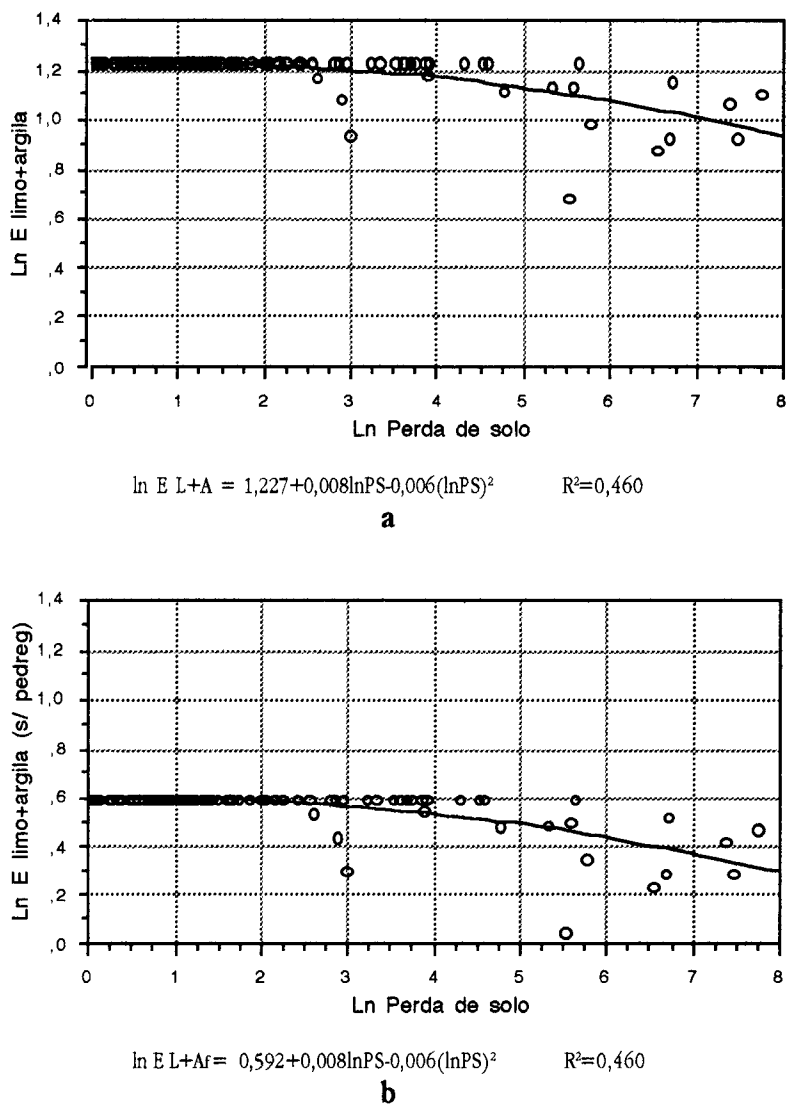


Figura 4.9. Relação não linear entre o logaritmo do enriquecimento em limo+argila com o logaritmo da perda de solo, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais na rotação trigo-leguminosa no talhão 3

Após a primeira zona constante, verifica-se um decréscimo do enriquecimento em limo+argila nos sedimentos com a quantidade de perda de solo, que pode ser visualizado para uma das rotações estudadas na Figura 4.9, cujo comportamento é explicado principalmente pela grandeza do valor afecto à variável em 2º grau (Quadro 4.7). No caso da rotação trigo-leguminosa no talhão 5, a relação polinomial apresenta-se ligeiramente diferente das restantes situações, na qual a variável em 2º grau é pouco determinante e, por isso, semelhante à linear. Ou seja, o

característico patamar constante não é tão evidente nesta situação, provavelmente devido à existência de um menor número de eventos de perda de solo mais reduzida, para os quais o enriquecimento em limo+argila é máximo.

Refira-se ainda que, nas regressões polinomiais (Quadro 4.7), o decréscimo no enriquecimento para a rotação trigo-leguminosa, no talhão 3, é também superior (neste caso cerca de 50%) ao da rotação trigo-alqueive, nos talhões 1 e 2, comportamento que já detectado para as lineares (Quadro 4.6). Esta abordagem confirma o já referido (pág. 50) efeito conservador do potencial produtivo do solo, na substituição do alqueive pela leguminosa. Assim, em situações de perdas de solo elevadas, a rotação trigo-leguminosa reflecte-se em menores perdas de limo e argila relativamente à trigo-alqueive, devido provavelmente a uma menor agregação do solo nesta última, criando condições mais favoráveis para o mecanismo da selectividade se manifestar.

Dever-se-á salientar ainda que, em ambos os tipos de regressões, as relações considerando a pedregosidade do solo (Figuras 4.8.a e 4.9.a) e apenas com a terra fina (sem pedregosidade) (Figuras 4.8.b e 4.9.b) caracterizam-se por um comportamento idêntico, somente diferindo no valor da intercepção das rectas, que é significativamente superior na primeira situação. Este facto evidencia, uma vez mais, o efeito das características do solo no nível dos valores da intercepção das regressões entre o enriquecimento em limo+argila e a perda de solo. Referir que este aspecto reveste-se de grande importância, uma vez que o enriquecimento dos sedimentos manifesta-se muito superior para situações de solos mais pobres, neste caso em argila.

Foram ainda realizadas regressões múltiplas entre os logaritmos decimais (contrariamente aos anteriores que eram naturais) do enriquecimento em limo+argila com os logaritmos decimais da perda de solo e da concentração de sedimentos (Quadro 4.8). Desta forma, pretendia-se estudar a aplicação da Relação Geral (RG) (equação 2.3; pág. 10), introduzida por Massey e Jackson (1952), para a perspectiva por eventos.

Quadro 4.8. Caracterização das regressões múltiplas entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS) e da concentração de sedimentos (CSed), considerando a pedregosidade e só com terra fina, em termos de sedimentos totais

Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Com pedregosidade:			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\log E L+A = 0,623(***)-0,026(***)\log PS+0,018(ns)\log CSed$	0,540	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\log E L+A = 0,604(***)-0,019(***)\log PS-0,007(ns)\log CSed$	0,459	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\log E L+A = 0,531(***)-0,038(***)\log PS+0,025(ns)\log CSed$	0,543	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\log E L+A = 0,633(***)-0,049(***)\log PS-0,018(ns)\log CSed$	0,343	***
Terra fina (s/ pedreg):			
Trigo-alqueive no talhão 1	$\log E L+Ar = 0,282(***)-0,020(***)\log PS+0,018(ns)\log CSed$	0,483	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$\log E L+Ar = 0,297(***)-0,021(***)\log PS-0,007(ns)\log CSed$	0,484	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$\log E L+Ar = 0,255(***)-0,038(***)\log PS+0,025(ns)\log CSed$	0,543	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$\log E L+Ar = 0,310(***)-0,045(***)\log PS-0,004(ns)\log CSed$	0,425	***

Como se pode ver no Quadro 4.8, a variação negativa da perda de solo no enriquecimento em limo+argila manifesta-se semelhante à RG para as várias situações, apresentando-se além disso estatisticamente significativo. Pelo contrário, o efeito da concentração de sedimentos apresenta-se variável no seu sentido, para além de não se considerar estatisticamente significativo. Este comportamento do escoamento dever-se-á muito provavelmente ao seu efeito variável na erosão do solo, já referido anteriormente (pág. 46), manifestando-se conseqüentemente no mecanismo de enriquecimento dos sedimentos.

Importa referir também que a grandeza do efeito da perda de solo é sempre superior à do efeito da concentração de sedimentos, em cerca do dobro, demonstrando uma mais próxima relação da primeira característica com o enriquecimento. Salientar ainda que os valores dos coeficientes associados à perda de solo são muito inferiores aos apresentados por Massey e Jackson (1952) (quase sete vezes), que confirma a já referida (pág. 49) ténue diminuição do enriquecimento com o aumento da perda de solo.

Em termos globais, dever-se-ão destacar os elevados níveis de significância que caracterizam as regressões múltiplas, para as várias situações apresentadas, aspecto que já se tinha verificado (pág. 48) para as anteriores regressões apresentadas. Deste modo, o enriquecimento mais uma vez é estatisticamente explicado pela dimensão do evento erosivo, neste caso em termos de perda de solo e de concentração de sedimentos no escoamento superficial, em conjunto. Contudo, a regressão múltipla caracteriza-se por uma maior precisão relativamente às regressões simples (perda de solo, apenas), indicada pelos seus maiores coeficientes de correlação. Este aumento de precisão deve-se à introdução de uma outra variável, a concentração dos sedimentos, o qual todavia não se considera significativo relativamente à abordagem da perda de solo isoladamente, constatação que está de acordo com o referido por Massey e Jackson (1952).

Tal como as lineares e as polinomiais, as regressões múltiplas (Quadro 4.8) confirmam também o distinto comportamento do enriquecimento ao considerar-se a pedregosidade e apenas com a terra fina (sem pedregosidade). Nestas, o coeficiente independente (não associado à perda de solo nem à concentração de sedimentos) parece também não depender do uso, mas provavelmente das características do solo; além disso, é ainda evidente o efeito benéfico, em termos da diminuição do enriquecimento em limo+argila, na substituição do alqueive pela leguminosa, já anteriormente evidenciado (págs. 50 e 52).

No Quadro 4.9, são apresentadas as regressões entre o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos totais e nos depositados, as quais se caracterizam pelos elevados níveis de significância e também elevados coeficientes de correlação. Salientar que estas relações revelam-se extremamente importantes, uma vez que permitem estabelecer uma relação entre a abordagem ao enriquecimento dos sedimentos depositados (item 4.1; pág. 37), nomeadamente as características estudadas, como sejam, a capacidade de troca e as bases de troca totais, e a abordagem ao enriquecimento dos sedimentos totais (depositados e em suspensão) (item 4.2.1; pág. 44).

Quadro 4.9. Caracterização das regressões entre o enriquecimento em limo+argila (L+A) nos sedimentos totais com o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos depositados (L+Adep), considerando a pedregosidade do solo e só com terra fina

Uso do solo	Equação	R ²	Nível significância
Com pedregosidade:			
Trigo-alqueive no talhão 1	$E L+A = -0,807(***)+2,542(***) E L+Adep$	0,990	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$E L+A = -0,540(***)+2,342(***) E L+Adep$	0,996	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$E L+A = -0,322(***)+2,085(***) E L+Adep$	0,995	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$E L+A = -0,638(***)+2,444(***) E L+Adep$	0,990	***
Terra fina (s/ pedreg):			
Trigo-alqueive no talhão 1	$E L+Af = -0,388(***)+1,224(***) E L+Adep$	0,990	***
Trigo-alqueive no talhão 2	$E L+Af = -0,266(***)+1,152(***) E L+Adep$	0,996	***
Trigo-leguminosa no talhão 3	$E L+Af = -0,171(***)+1,105(***) E L+Adep$	0,995	***
Trigo-leguminosa no talhão 5	$E L+Af = -0,309(***)+1,185(***) E L+Adep$	0,990	***

De notar que o enriquecimento em limo+argila dos sedimentos depositados não consideram a pedregosidade, relacionando-se apenas com a terra fina. Por isso, como se pode observar no Quadro 4.9, os coeficientes de regressão entre o enriquecimento em limo+argila destes com o enriquecimento em limo+argila dos sedimentos totais apresentam-se próximos da unidade, quando não se considera a pedregosidade. Pelo contrário, ao considerar-se a pedregosidade do solo dos talhões (cerca de 50%) resultam coeficientes de regressão que rondam o valor 2. Na Figura 4.10 podem visualizar-se, como exemplo, as regressões lineares entre o enriquecimento em limo+argila em termos de sedimentos totais com o enriquecimento em limo+argila para os sedimentos depositados, quer considerando a pedregosidade, quer apenas para a terra fina (sem pedregosidade), para a rotação trigo-leguminosa no talhão 3.

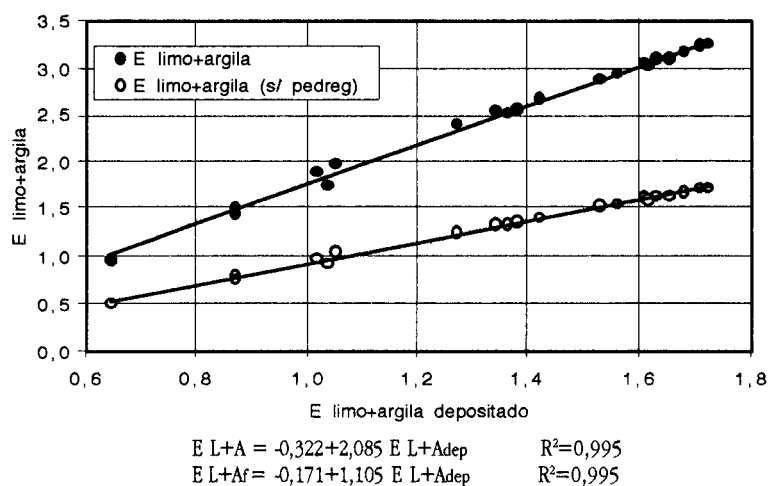


Figura 4.10. Relação entre o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos totais com o enriquecimento em limo+argila nos sedimentos depositados, considerando a pedregosidade do solo e só com terra fina (s/ pedreg), na rotação trigo-leguminosa no talhão 3

Como objectivo de estabelecer relações com parâmetros normalmente apenas disponíveis em termos anuais, converteram-se os valores existentes por eventos para uma perspectiva anual, a qual foi também sujeita a uma análise semelhante à realizada por eventos. Assim, para os sedimentos totais em termos anuais determinou-se, em primeiro lugar, se existiam diferenças significativas entre cada uma das situações estudadas, também em relação ao uso do solo e ao efeito dos talhões. A análise de variância baseou-se, mais uma vez, apenas no enriquecimento em limo+argila (Figura 4.11).

Como se pode ver na Figura 4.11, a análise de variância realizada não evidenciou comportamentos distintos entre as diferentes situações nos vários talhões, em termos de valores anuais do enriquecimento, que se mantém ainda na sequência das suas agregações. Deste modo, não se detectaram diferenças significativas entre as duas rotações. Assim, o enriquecimento em limo+argila dos sedimentos totais na perspectiva anual parece não depender dos vários condicionamentos, que anteriormente foram referidos para a perspectiva por eventos, nomeadamente as características do solo e os seus usos. Salientar, no entanto, que o elevado número de pequenos eventos (com reduzidas perdas de solo), que proporcionavam uma determinada tendência na perspectiva por eventos, encontram-se diluídos em termos anuais pela contribuição dos grandes eventos (com elevadas perdas de solo).

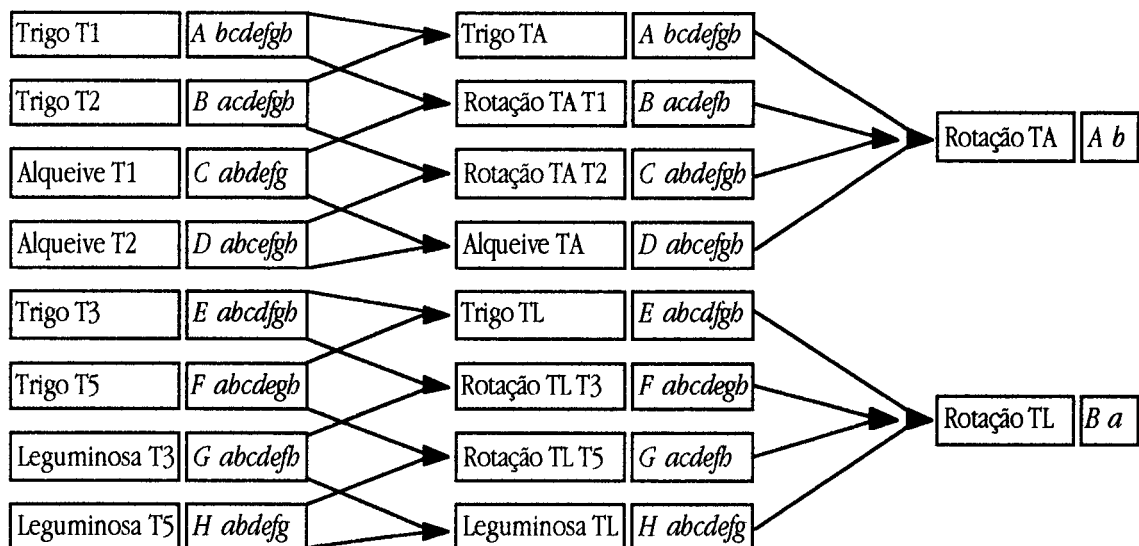


Figura 4.11. Esquema das relações resultantes da análise de variância entre as várias situações estudadas, em termos de limo+argila nos sedimentos totais, em relação à perspectiva anual

Uma vez que a análise de variância efectuada não permitiu evidenciar situações distintas, estas foram agregadas e analisadas no seu conjunto, proporcionando deste modo uma análise mais

simplificada e generalizada. Neste contexto, estudaram-se as relações anuais entre as perdas de limo+argila com a erosividade (Figura 4.12), com as quantidades de escoamento (Figura 4.13) e com a perda de solo (Figura 4.14), cujos parâmetros das regressões se apresentam no Quadro 4.10. Além disso, caracterizaram-se também as relações entre o enriquecimento em limo+argila com a perda de solo e com a concentração de sedimentos (Quadro 4.11 e Figura 4.15).

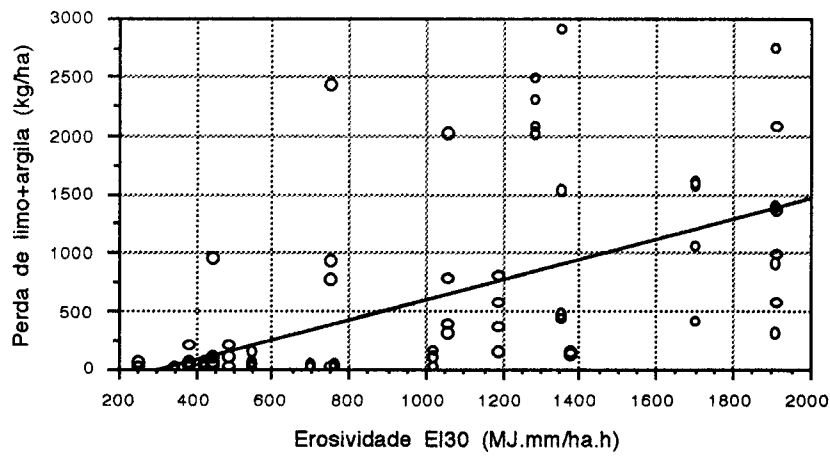
Relativamente às regressões entre a perda anual de limo+argila com a erosividade (Quadro 4.10), são de destacar os elevados níveis de significância que caracterizam as equações referentes aos dois índices, embora acompanhados de reduzidos coeficientes de correlação. Esta relação indicia a eventual acção do destacamento das gotas de chuva no mecanismo de enriquecimento, para as condições do presente trabalho.

Apesar do índice introduzido por Tomás (1997) ($El_{30,dt:25}$) se ajustar de uma forma mais perfeita às perdas de solo verificadas nos talhões do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, na perspectiva do enriquecimento, este não mantém a sua maior eficiência, a qual inclusivamente se apresenta ligeiramente invertida. De facto, com este último índice o coeficiente de correlação é de 0,317, enquanto que com o El_{30} é de 0,348. Como se pode observar na Figura 4.12, para ambos os índices verifica-se um grande afastamento relativamente ao modelo (regressão), ilustrando assim os reduzidos coeficientes de correlação.

Quadro 4.10. Caracterização das regressões entre a perda anual de limo+argila (L+A) com a variação da erosividade anual, com base no índice El_{30} e o índice $El_{30,dt:25}$, e da variação anual do escoamento e da perda de solo, para os sedimentos totais e no conjunto das duas rotações

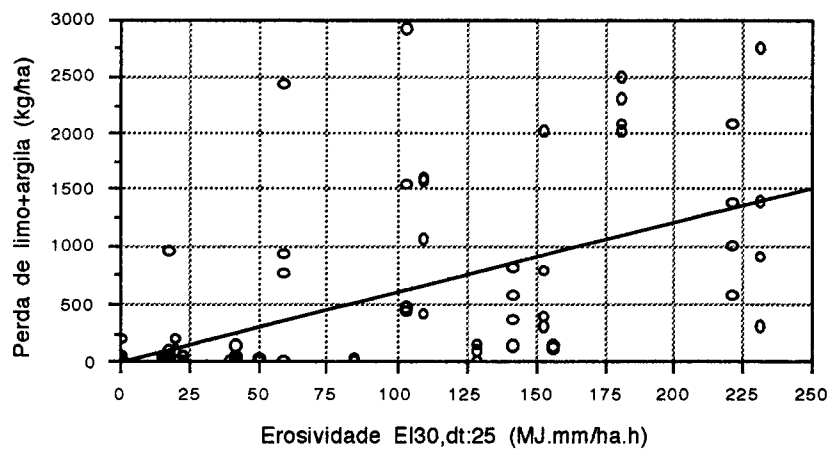
Característica	Equação	R²	Nível significância
Erosividade El_{30}	Perda $L+A_A = -264,632(ns) + 0,873(***) El_{30}$	0,348	***
Erosividade $El_{30,dt:25}$	Perda $L+A_A = -7,078(ns) + 6,088(***) El_{30,dt:25}$	0,317	***
Escoamento	Perda $L+A_A = 0,884(***) Esc_A$	0,426	***
Perda de solo	Perda $L+A_A = 0,858(***) PS_A$	0,992	***

A regressão entre a perda anual de limo+argila com o escoamento anual, em termos de sedimentos totais, como se pode ver no Quadro 4.10, apresenta também um elevado nível de significância. Esta possui, contudo, um coeficiente de correlação ligeiramente superior (0,426) aos dos índices anteriormente referidos, evidenciando uma relação mais próxima do enriquecimento com o escoamento superficial que com a erosividade da precipitação. Destacar que, a regressão entre a perda anual de limo+argila e o escoamento anual caracteriza-se ainda pelos coeficientes de correlação e de regressão intermédios, relativamente aos obtidos por eventos (Quadro 4.5; pág. 46). Na Figura 4.13 pode visualizar-se a regressão linear para a perspectiva anual entre a perda de limo+argila e o escoamento, a qual se apresenta semelhante à verificada na perspectiva por eventos.



$$\text{Perda L+AA} = -264,632 + 0,873 \text{ EI}_{30} \quad R^2 = 0,348$$

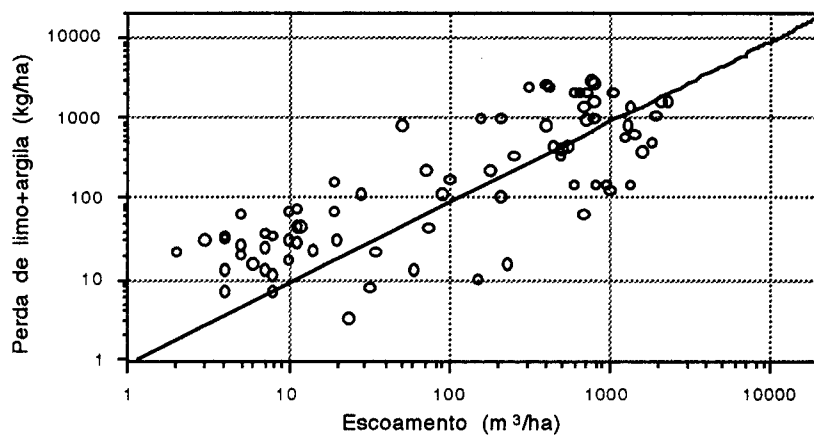
a



$$\text{Perda L+AA} = -7,078 + 6,088 \text{ EI}_{30,dt:25} \quad R^2 = 0,317$$

b

Figura 4.12. Relação da perda anual de limo+argila com a variação da erosividade anual segundo o índice EI_{30} (a) e o índice $\text{EI}_{30,dt:25}$ (b), em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações



$$\text{Perda L+AA} = 0,884 \text{ Esc}_A \quad R^2 = 0,426$$

Figura 4.13. Relação da perda anual de limo+argila com a variação do escoamento, em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações

Como já anteriormente se referiu para a perspectiva por eventos (pág. 47), também em termos anuais é evidente a relação mais próxima da perda de limo+argila com a perda de solo, comparativamente ao escoamento. De facto, como se pode ver no Quadro 4.10, a regressão entre a perda anual de limo+argila com a perda de solo anual, além do também elevado nível de significância, caracteriza-se ainda por um maior coeficiente de correlação (0,992). Ou seja, a transformação dos dados por eventos para uma perspectiva anual, portanto mais grosseira, em termos de perda de limo+argila não se reflectiu numa diminuição significativa da precisão das suas relações.

Destacar ainda que, o coeficiente de regressão da relação entre a perda de limo+argila e a perda de solo na perspectiva anual, de igual modo ao observado para o escoamento, encontra-se também numa posição intermédia relativamente aos obtidos nas várias situações da análise por eventos. Na Figura 4.14 pode visualizar-se a regressão linear entre a perda anual de limo+argila e a perda de solo anual, para o conjunto das duas rotações, sendo evidente a sua relação bastante mais estreita relativamente à da perda de limo+argila com o escoamento (Figura 4.13), que acima foi evidenciada.

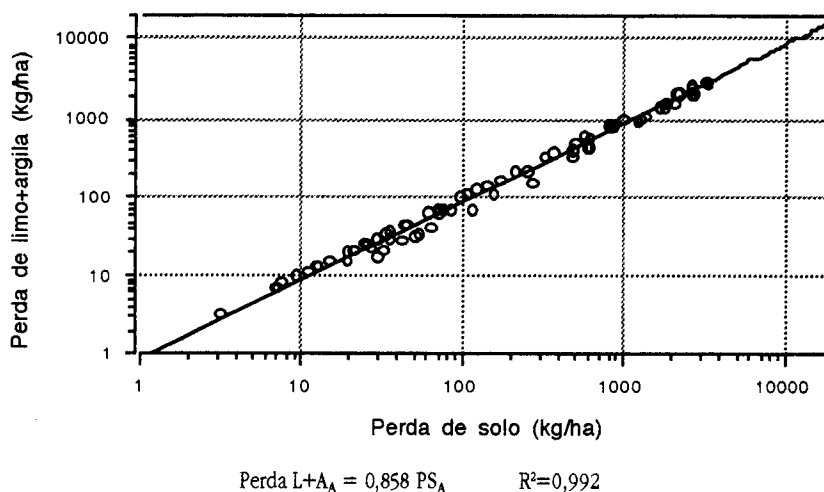


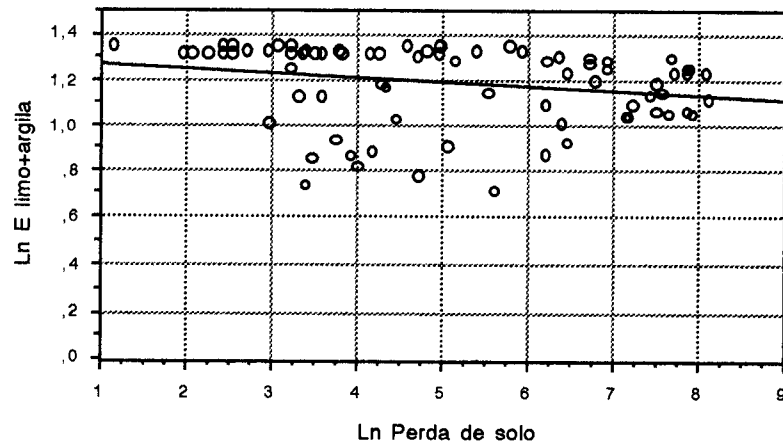
Figura 4.14. Relação da perda anual de limo+argila com a variação da perda de solo anual, em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações

Em relação às regressões lineares entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila e os logaritmos da perda de solo, considerando a pedregosidade e só com a terra fina (sem pedregosidade) (Quadro 4.11), é de destacar em primeiro lugar os seus baixos níveis de significância, os quais são acompanhados de também reduzidos coeficientes de correlação, contrariamente ao observado na perspectiva por eventos (Quadro 4.6; pág. 48). Contudo, dever-se-á salientar o facto destas regressões, que também são idênticas à equação 2.4 (pág. 10) apresentada por Menzel (1980), se apresentarem significativas para $\alpha \leq 0,10$.

Quadro 4.11. Caracterização das regressões entre os logaritmos do enriquecimento em limo+argila (L+A) com os logaritmos da perda de solo (PS_A) e das regressões múltiplas dos primeiros com os segundos e com os logaritmos da concentração de sedimentos ($CSed_A$), considerando a pedregosidade e só com terra fina, para os sedimentos totais e no conjunto das duas rotações

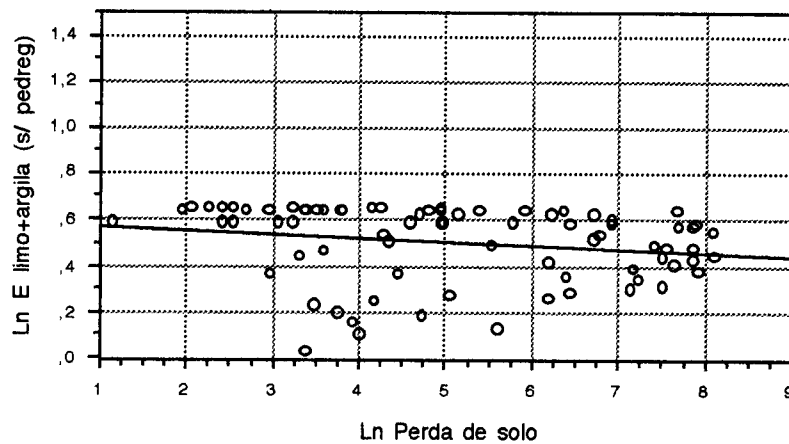
Característica	Equação	R ²	Nível significância
Simples (perda de solo):			
Com pedregosidade	$\ln E L+A_A = 1,283(***)-0,019(ns(\ddagger))\ln PS_A$	0,046	ns(\ddagger)
Terra fina (s/ pedreg)	$\ln E L+A_A = 0,594(***)-0,017(ns(\ddagger))\ln PS_A$	0,041	ns(\ddagger)
Múltipla (perda solo & concentração sedimentos):			
Com pedregosidade	$\log E L+A_A = 0,556(***)-0,019(ns)\log PS_A-0,015(ns)\log CSed_A$	0,047	ns
Terra fina (s/ pedreg)	$\log E L+A_A = 0,254(***)-0,016(ns)\log PS_A-0,015(ns)\log CSed_A$	0,036	ns

\ddagger contudo, é significativo para $\alpha \leq 0,10$



$$\ln E L+A_A = 1,283-0,019\ln PS_A \quad R^2=0,046$$

a



$$\ln E L+A_A = 0,594-0,017\ln PS_A \quad R^2=0,041$$

b

Figura 4.15. Relação linear entre o logaritmo do enriquecimento anual em limo+argila com o logaritmo da perda de solo anual, considerando a pedregosidade (a) e só com terra fina (s/ pedreg) (b), em termos de sedimentos totais para o conjunto das duas rotações

Nas equações que relacionam o enriquecimento em limo+argila e a perda de solo (Quadro 4.11), são de destacar os valores da intercepção, que são significativamente superiores (em mais do dobro) considerando a pedregosidade relativamente à situação só com terra fina (Figura 4.15), aspecto já também referido para a perspectiva por eventos (págs. 52 e 53). Deste modo, também em termos anuais se poderá apontar o efeito das características do solo no nível dos valores da intercepção das regressões entre o enriquecimento em limo+argila e a perda de solo.

Além disso, os valores da intercepção e dos coeficientes de regressão apresentam-se num nível inferior, relativamente aos obtidos na análise por eventos. De facto, quando se esperaria que se situassem a um nível intermédio, os primeiros foram inferiores 6%, considerando a pedregosidade, e 10%, apenas com a terra fina, enquanto que os segundos foram inferiores cerca de 50%. Muito provavelmente, tal comportamento dever-se-á à integração na perspectiva anual dos eventos, diluindo em certa medida o efeito distinto dos grandes e dos pequenos eventos, bem como à inclusão dos eventos de dimensão menor que 1 Kg/ha, que são omitidos na perspectiva por eventos.

Tal como na perspectiva por eventos, também na abordagem anual foram realizadas regressões múltiplas entre os logaritmos decimais do enriquecimento em limo+argila com os logaritmos decimais da perda de solo e os da concentração de sedimentos, considerando a pedregosidade e só com a terra fina (sem pedregosidade) (Quadro 4.11). Deste modo, pretendia-se também estudar a aplicação da Relação Geral (equação 2.3; pág. 10) (Massey & Jackson 1952), para os sedimentos totais na perspectiva anual.

Assim, como se pode ver no Quadro 4.11, as equações da regressão múltipla para as duas situações são semelhantes à RG, em termos dos efeitos negativos da perda de solo e da concentração de sedimentos, não se apresentando contudo como significativas. De igual modo, os seus coeficientes consideram-se também como não significativos, sendo além disso muito inferiores aos apresentados por Massey e Jackson (1952). De facto, enquanto neste trabalho os coeficientes são de 0,016 e 0,019, para a perda de solo, e de 0,015, para o escoamento, nos apresentados pelos investigadores anteriormente referidos os coeficientes rondam entre 0,108 (para a matéria orgânica) e 0,523 (para o K), no caso da perda de solo, e entre 0,098 (para o P) e 0,265 (para o K), para o escoamento. Este último aspecto confirma, na perspectiva anual, o já referido (pág. 48-49) reduzido decréscimo do enriquecimento com a perda de solo, na abordagem por eventos.

Refira-se ainda que, estas regressões múltiplas, tal como as anteriores lineares e as lineares, polinomiais e múltiplas da perspectiva por eventos, apresentam também um distinto comportamento, em termos do coeficiente independente, quando se considera a pedregosidade e apenas com a terra fina (sem pedregosidade). Ou seja, tal como já foi anteriormente referido (págs. 52 e 53 e acima), as características do solo influenciam directamente o nível dos valores da inter-

cepção das regressões. Assim, mais uma vez se deverá evidenciar a sua elevada importância, pelo facto do enriquecimento dos sedimentos se manifestar muito superior em situações de solos mais pobres.

4.3. Análise comparativa

Em relação ao distinto comportamento, em termos da análise de variância, para os sedimentos depositados (Figuras 4.1 e 4.2; pág. 38) e para os sedimentos totais (Figura 4.5; pág. 44), ambos por eventos, dever-se-ão salientar dois aspectos extremamente importantes.

Por um lado, nos sedimentos depositados não parece haver diferenças significativas no comportamento do enriquecimento entre cada uma das situações em cada um dos talhões. O caso distinto e "anormal" do trigo no talhão 2, nos sedimentos depositados, tal como foi referido (pág. 39), dever-se-á muito provavelmente à dispersão bastante reduzida dos valores de enriquecimento em argila e em limo+argila. Como também foi referido, este comportamento terá de ter subjacente a variação bienal da perda de solo, devida às condições meteorológicas (Tomás 1997), bem como às eventuais diferentes condições da superfície do solo, resultantes do maneio relacionado com os seus usos.

Por outro lado, nos sedimentos totais os efeitos de cada situação por talhão são mais visíveis. Isto significa que a adição da componente em suspensão dos sedimentos promoveu uma maior precisão no conhecimento do mecanismo de enriquecimento, o qual, saliente-se, se mostrou mais sensível ao efeito dos talhões. Destacar ainda que, esta adição eliminou o efeito negativo da concentração dos pontos referida para os sedimentos depositados na situação do trigo no talhão 2. Este facto, deveu-se ao aumento da dispersão dos valores do enriquecimento em limo+argila, muito provavelmente pela inclusão de um grande número de pequenos eventos chuvosos (a maior parte), que apenas produzem sedimento em suspensão.

Ainda em relação aos sedimentos depositados, é de salientar uma vez mais o nível substancialmente superior do enriquecimento em bases totais relativamente ao do enriquecimento em capacidade de troca. Tal como foi anteriormente referido (pág. 41), este aspecto reflecte-se de uma extrema importância, uma vez que o mecanismo do enriquecimento se apresenta menos problemático na característica que condiciona em grande medida o potencial produtivo dos solos, que é a capacidade de troca catiónica.

Nos sedimentos totais, a análise de variância evidenciou também um comportamento distinto, em termos de enriquecimento, entre a perspectiva por eventos e a anual. De facto, o enriquecimento em limo+argila dos sedimentos totais na perspectiva anual, contrariamente à por eventos, parece ser independente das características do solo e dos seus usos. Este distinto comportamento, como também foi salientado (pág. 55), dever-se-á ao facto do elevado número de

eventos com reduzidas perdas de solo, que proporcionava uma certa tendência por eventos, se encontrar diluído em termos anuais pela contribuição dos eventos com elevadas perdas de solo.

Em relação à variação do enriquecimento em limo e argila dos sedimentos totais com a perda de solo, na abordagem por eventos, é de destacar o facto das regressões polinomiais (Quadro 4.7; pág. 50) se ajustarem de uma forma mais perfeita aos dados obtidos, comparativamente às lineares (Quadro 4.6; pág. 48). De facto, as regressões polinomiais de 2º grau apresentam uma primeira fase, em que os logaritmos do enriquecimento são constantes, seguida por uma segunda fase, que se caracteriza por um decréscimo ligeiro com os logaritmos da perda de solo.

No entanto, as regressões lineares permitem uma comparação com alguns autores encontrados na bibliografia. Tal como foi anteriormente referido (págs. 48-49), os decréscimos do enriquecimento com a quantidade de perda de solo apresentam-se cerca de 10 vezes inferiores aos obtidos por Sharpley (1985), em situações de apenas arrastamento, e da mesma ordem de grandeza dos obtidos por Ghadiri e Rose (1991b), em situações em que o destacamento é predominante. Este comportamento indicia, para as condições do presente trabalho, um predomínio do destacamento relativamente ao transporte em termos do mecanismo de enriquecimento dos sedimentos. A propósito, salientar que, Alexandre (1989) em estudos de erosão em solos Vx aponta também a desagregação provocada pelo impacto das gotas de chuva como o mecanismo responsável pela quantidade de sedimentos erodidos.

Salientar também que apenas nos sedimentos totais, na perspectiva por eventos, o efeito benéfico da substituição do alqueive pela leguminosa é evidente. De facto, os decréscimos (coeficiente de regressão) do enriquecimento em limo e argila nos sedimentos com o aumento da perda de solo na rotação trigo-leguminosa são praticamente o dobro dos verificados na rotação trigo-alqueive, nas regressões lineares (pág. 50); nas polinomiais são 50% superiores (pág. 52). Deste modo, com a introdução da leguminosa, em substituição do alqueive, verificam-se menores enriquecimentos em partículas finas (limos e argilas) para as situações de perdas de solo mais elevadas. Isto apesar da análise de variância apenas evidenciar efeitos ao nível do talhão (Figura 4.5; pág. 44), a qual indicava à partida uma determinada independência relativamente ao tipo de uso do solo.

Os diversos tipos de regressões, que representam a variação do enriquecimento, caracterizam-se por um coeficiente independente, que parece não depender do uso do solo, sendo a sua variação devida a alterações nas características do solo, concretamente no valor da fracção limo e argila, anteriormente referido (pág. 48). Além disso, esta variação apresenta-se significativamente distinta (cerca do dobro) se se considerar a pedregosidade e se apenas com a terra fina (sem pedregosidade). A propósito, refira-se que o enriquecimento detectado nos sedimentos, na sequência da erosão, significa um empobrecimento do solo, nomeadamente,

em termos da percentagem de limo e de argila (partículas finas, nas quais se encontram adsorvidos grande parte dos nutrientes), da capacidade de troca catiónica e de cálcio de troca, com graves consequências no potencial produtivo do mesmo. Este aspecto aumenta o efeito já negativo da redução pela erosão da camada de solo, que de um modo geral é bastante delgada nos solos Vx.

Por último, refira-se ainda que, quando os processos erosivos decorrem em situações de campo, muitos mecanismos, eventualmente já demonstrados em laboratório, entram em acção, podendo sobrepor-se uns relativamente aos outros e interagir uns com os outros. Além disso, tal como prevê a equação da continuidade para a erosão (Tomás 1997), também no enriquecimento a forma como decorre cada um dos eventos poderá reflectir-se no seguinte, influenciando o seu comportamento. Desta forma, é evidente a complexidade do mecanismo de enriquecimento dos sedimentos para as situações de campo, que é o caso do presente estudo.

5. CONCLUSÕES

As conclusões mais significativas do presente estudo que poderão ser referidas são de seguida apresentadas:

- i) Nos sedimentos depositados, a relação do enriquecimento em argila e em limo+argila com o enriquecimento em CTC apresenta uma maior precisão relativamente ao enriquecimento em S, significando uma menor estabilidade desta última característica nos sedimentos.
- ii) Relativamente aos sedimentos depositados, salientar também o nível superior do enriquecimento em bases totais relativamente ao do enriquecimento em capacidade de troca, apresentando-se o mecanismo do enriquecimento menos problemático na característica que condiciona em larga medida o potencial produtivo dos solos - a capacidade de troca catiónica.
- iii) Ainda em relação aos sedimentos depositados, salientar o facto de, no conjunto, as bases de troca apresentarem uma tendência relativamente consistente, mas que não se mantém quando analisadas isoladamente. Este aspecto poderá dever-se à variação das condições do solo, bem como ao decurso da estação, os quais podem interferir nos fenómenos de adsorção e no ciclo de bases.
- iv) O mecanismo de enriquecimento em limo e argila nos sedimentos, na perspectiva por eventos, é estatisticamente explicado pela dimensão do evento erosivo, concretamente através da perda de solo verificada, apresentando as regressões polinomiais de 2º grau dos seus logaritmos um ajustamento mais perfeito, relativamente às lineares. As primeiras caracterizam-se por uma primeira fase, na qual os logaritmos do enriquecimento são praticamente constantes, e por uma segunda fase, que se caracteriza por um decréscimo ligeiro com os logaritmos da perda de solo.

- v) A substituição do alqueive pela leguminosa apresenta um efeito positivo, que apenas nos sedimentos totais, na perspectiva por eventos, é evidente. Com a introdução da leguminosa, em substituição do alqueive, verificam-se menores enriquecimentos em partículas finas (limos e argilas), para as situações de perdas de solo mais elevadas.
- vi) O enriquecimento em limo e argila dos sedimentos em termos anuais parece não depender, nomeadamente, das características do solo e dos seus usos, referidos para a perspectiva por eventos. Este comportamento dever-se-á ao facto do elevado número de eventos com reduzidas perdas de solo, que proporcionavam uma determinada tendência na perspectiva por eventos, se encontrarem diluídos em termos anuais pela contribuição dos eventos com elevadas perdas de solo.
- vii) Os diversos tipos de regressões, que representam a variação do enriquecimento, caracterizam-se por um coeficiente independente que parece apenas depender das características do solo, concretamente no valor da fracção limo e argila. Este aspecto é confirmado pelo facto da variação se apresentar significativamente distinta ao considerar-se a pedregosidade e se apenas com a terra fina (sem pedregosidade).
- viii) O enriquecimento detectado nos sedimentos, derivado da erosão, significa um empobrecimento do solo, com graves consequências no potencial produtivo do mesmo, aumentando o efeito já negativo da redução pela erosão da camada de solo, camada esta que nos solos Vx se apresenta de um modo geral bastante delgada.
- ix) A abordagem proposta pelo enriquecimento, particularmente em situações pouco erosivas, reveste-se da maior importância, uma vez que nestas situações verifica-se um maior enriquecimento dos sedimentos. Estas situações, a longo prazo, revelam-se críticas, devido à gradual, e não muito perceptível, diminuição em partículas finas (argilas) no solo e, conseqüentemente, esgotamento em nutrientes, reduzindo assim o seu potencial produtivo e conduzindo à sua degradação.
- x) Para uma efectiva redução da perda de argila e, implicitamente, de nutrientes dever-se-á intervir através da redução da perda de sedimentos, não pela redução do enriquecimento. Note-se a relação inversa entre a erosão e o enriquecimento, que neste trabalho é demonstrada e vulgarmente apresentada na bibliografia.

6. ESTUDOS FUTUROS

Como continuação do presente trabalho, outros estudos a realizar no futuro poderão ser referidos, nomeadamente:

1. Alargamento da presente abordagem para as amostras de sedimentos recolhidos nos restantes talhões do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.
2. Realização de ensaios de campo com chuva simulada, em solos distintos e com usos diversos, para obtenção de sedimentos, com vista a posteriores análises químicas e físicas, para se avaliar alguns dos factores de enriquecimento.
3. Realização de ensaios de laboratório com chuva simulada, para obtenção de sedimentos, com vista a posteriores análises químicas e físicas, para deste modo se estudar pormenorizadamente os mecanismos relacionados com o enriquecimento.

A informação já existente e os novos dados a adquirir, proporcionariam deste modo a validação de algumas das considerações preliminares do presente estudo.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDRE, C.A.J. 1989. *Formação de Crosta à Superfície do Solo*, Provas de Aptidão Pedagógica, Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Évora.
- ANÓNIMO *sd.* *Clay-Water-Electrolyte System*, Chapter 7.
- AGUS, F. & CASSEL, D.K. 1992. *Field-Scale Bromide Transport as Affected by Tillage*, S.S.S.A. Journal, 56, 254-260.
- AHUJA, L.R. & LEHMAN, O.P. 1983. *The Extent and Nature of Rainfall-soil Interaction in the Release of Soluble Chemicals to Runoff*, J. Environ. Qual., 12, 34-40.
- AHUJA, L.R., LEHMAN, O.P. & SHARPLEY, A.N. 1983. *Bromide and Phosphate in Runoff Water from Shaped and Cloddy Soil Surfaces*, S.S.S.A. Journal, 47, 746-748.
- ALBERTS, E.E. & MOLDENHAUER, W.C. 1981. *Nitrogen and Phosphorus Transported by Eroded Soil Aggregates*, S.S.S.A. Journal, 45, 391-396.
- ALBERTS, E.E., MOLDENHAUER, W.C. & FOSTER, G.R. 1980. *Soil Aggregates and Primary Particles Transported in Rill and Interrill Flow*, S.S.S.A. Journal, 44, 590-595.
- ALBERTS, E.E., NEIBLING, W.H. & MOLDENHAUER, W.C. 1981. *Transport of Sediment Nitrogen and Phosphorus in the Runoff through Cornstalk Residues Strips*, S.S.S.A. Journal, 45, 1177-1184.
- BAJRACHARYA, R.M., ELLIOT, W.J. & LAL, R. 1992. *Interrill Erodibility of Some Ohio Soils Based on Field Rainfall Simulation*, S.S.S.A. Journal, 56, 267-272.
- BARROWS, H.L. & KILMER, V.J. 1963. *Plant Nutrient Losses from soils by Water Erosion*, Adv. Agronomy, vol. 15, 303-316.

- BLEVINS, R.L., FRYE, W.W., BALDWIN, P.L. & ROBERTSON, S.D. 1990. *Tillage Effects on Sediment and Soluble Nutrient Losses from a Maury Silt Loam Soil*, J. Environ. Qual., 19, 683-686.
- BUOL, S.W., HOLE, F.D. & McCracken, R.J. 1973. *Soil Genesis and Classification*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- CAMBARDELA, C.A. & ELLIOTT, E.T. 1993. *Carbon and Nitrogen Distribution in Aggregates from Cultivated and Native Grassland Soils*, S.S.S.A. Journal, 57, 1071-1076.
- CARDOSO, J.V.J.C. 1965. *Os Solos de Portugal. Sua Classificação, Caracterização e Génese. 1 - A Sul do Rio Tejo*, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa.
- CASTRO, P.P. 1986. *Estimação e Controlo da Poluição Difusa no Estuário do Tejo*, Relatório Sectorial do Projecto: Metodologia de Gestão da Qualidade da Água de um Estuário. Caso do Estuário do Tejo, Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente (Projecto Tejo) e Grupo de Análise de Sistemas Ambientais do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- CHICHESTER, F.W. & RICHARDSON, C.W. 1992. *Sediment and Nutrient Loss from Clay Soils as Affected by Tillage*, J. Environ. Qual., 21, 587-590.
- COGO, N.P., MOLDENHAUER, W.C. & FOSTER, G.R. 1983. *Effect of Residue, Tillage-Induced Roughness, and Runoff Velocity on Size Distribution of Eroded Soil Aggregates*, S.S.S.A. Journal, 47, 1005-1008.
- CONSTANTINESCO, I. 1976. *Soil Conservation for Developing Countries*, FAO Soils Bulletin 30, Rome.
- COOPER, J.R., GILLIAM, J.W., DANIELS, R.B. & ROBARGE, W.P. 1987. *Riparian Areas as a Filters for Agricultural Sediment*, S.S.S.A. Journal, 51, 416-420.
- COSTA, J.B. 1952. *Lições da Cadeira de Pedologia e Conservação do Solo*, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- COSTA, J.B. 1975. *Caracterização e Constituição do Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- DANTAS, J.M. 1993. *Estudo da Erosão Hídrica. Contribuição para o seu Controlo*, Relatório de Estágio da Licenciatura em Engenharia Hortofrutícola, Universidade do Algarve, Faro.

- DANTAS, J.M. & FERREIRA, A.G. 1997. *Land Degradation by Water Erosion in the Southern of Portugal. Preliminary Results of Enrichment Factor Approach*, Proceedings of the International Conference "Environmental Challenges in an Expanding Urban World - And the Role of Emerging Information Technologies", Costa da Caparica.
- DILLON, P.J., MOLOT, L.A. & SCHNEIDER, W.A. 1991. *Phosphorus and Nitrogen Export from Forested Stream Catchments in Central Ontario*, J. Environ. Qual., 20, 663-670.
- DONAHUE, R.L, MILLER, R.W & SHICKLUNA, J.C. 1981. *Introducción a los Suelos y al crecimiento de las Plantas*, Editorial Prentice/Hall Internacional.
- DUCHAUFOUR, P. 1960. *Précis de Pédologie*, Masson & Cie Éditeurs, Paris.
- FOSTER, G.R., YOUNG, R.A. & NEIBLING, W.H. 1985. *Sediment Composition for Nonpoint Source Pollution Analyses*, Trans. ASAE, 28, 133-146.
- FOX, R. 1985. *Extensive Farming in the Alentejo*, in *The Portuguese Agriculture*, Cornell University.
- GABRIELS, D. & MOLDEHAUER, W.C. 1978. *Size Distribution of Eroded Material From Simulated Rainfall: Effect Over a Range of Texture*, S.S.S.A. Journal, 42, 954-958.
- GAYNOR, J.D. & FINDLAY, C.W. 1995. *Soil and Phosphorus Loss from Conservation and Conventional Tillage in Corn Production*, J. Environ. Qual., 24, 734-741.
- GHADIRI, H. & ROSE, C.W. 1991a. *Sorbed Chemical Transport in Overland Flow: I. A Nutrient and Pesticide Enrichment Mechanism*, J. Environ. Qual., 20, 628-633.
- GHADIRI, H. & ROSE, C.W. 1991b. *Sorbed Chemical Transport in Overland Flow: II. Enrichment Ratio Variation with Erosion Processes*, J. Environ. Qual, 20, 634-641.
- GRIM, R.E. 1968. *Clay Mineralogy*, International Series in the Earth and Planetary Sciences, 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc., United States of America.
- GROSS, C.M., ANGLE, J.S. & WELTERLEN, M.S. 1990. *Nutrient and Sediment Losses from Turfgrass*, J. Environ. Qual., 19, 663-668.
- HARE, F.K., WARREN, A., MAIZELS, J.K., KATES, R.W., JOHNSON, D.L., HARING, K.J. & GARDUÑO, M.A. 1992. *Desertificação: Causas e Consequências*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- HUDSON, N. 1982. *Conservation del Suelo*, Edition en español, Editorial Reverté, S.A., Barcelona.

- KELLEY, H.W. 1983 - *Keeping the Land Alive. Soil Erosion: its causes and cures*, FAO Soils Bulletin 50, Rome.
- KLINGEBIEL, A.A. 1972. *Soil and Water Management to Control Plant Nutrients in Natural Waters*, in *Effects of Intensive Fertilizer Use on the Human Environment*, FAO Conference, 152-178, Rome.
- KORENTAJER, L., HENRY, P.C. & EISENBERG, B.E. 1991. *A Simple Effects Analysis of the Effects of Phosphogypsum Application on Phosphorus Transport to Runoff Water and Eroded Soil Sediments*, J. Environ. Qual., 20, 596-603.
- KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. 1963. *Stratigraphy and Sedimentation*, 2nd Edition, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- MACEDO, J.M.B. & LEMOS, M.A.M. 1961. *Introdução ao Estudo da Génese dos Minerais de Argila*, Estudos, Ensaios e Documentos nº 85, Junta de Investigações do Ultramar, Centro de Estudos de Pedologia Tropical, Lisboa.
- MASSEY, H.F. & JACKSON, M.L. 1952. *Selective Erosion of Soil Fertility Constituents*, S.S.S.A. Proceedings, 16, 353-356.
- McDOWELL, L.L. & MCGREGOR, K.C. 1980. *Nitrogen and Phosphorus Losses in Runoff from No-Till Soybeans*, Trans. ASAE, 23, 643-648.
- McISAAC, G.F., HIRSCHI, M.C. & MITCHELL, J.K. 1991. *Nitrogen and Phosphorus in Eroded Sediment from Corn and Soybean Tillage Systems*, J. Environ. Qual., 20, 663-670.
- MENZEL, R.G. 1980. *Enrichment Ratio for Water Quality Modeling*, in W. Knisel (ed) *CREAMS: A Field Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems*, USDA, Conserv. Res. Rep nº 26, Washington DC., 643-648.
- MICROMERITICS 1988. *Sedigraph 5100 Particle Size Analysis System. Operator's Manual*, Part Nº 510-42801-01.
- MORGAN, R.P.C. 1986. *Soil Erosion and Conservation*, Longman Scientific and Technical, Hong Kong.
- OWENS, L.B., EDWARDS, W.M. & VAN KEUREN, R.W. 1989. *Sediment and Nutrient Losses from an Unimproved, All-Year Grazed Watershed*, J. Environ. Qual., 18, 232-238.
- PALIS, R.G., OKWACH, G., ROSE, C.W. & SAFFIGNA, P.G. 1990a. *Soil Erosion Processes and Nutrient Loss. I. The Interpretation of Enrichment Ratio and Nitrogen Loss in Runoff Sediment*, Austral. J.S.R., 28(4), 623-639, Melbourne.

- PALIS, R.G., OKWACH, G., ROSE, C.W. & SAFFIGNA, P.G. 1990b. *Soil Erosion Processes and Nutrient Loss. II. The Effect of Surface Contact Cover and Erosion Processes on Enrichment Ratio and Nitrogen Loss in Eroded Sediment*, Austral. J.S.R., 28(4), 641-658, Melbourne.
- PROFFITT, A.P.B., ROSE, C.W. & HAIRSINE, P.B. 1991. *Rainfall Detachment and Deposition Experiments with Low Slopes and Significant Water Depts*, S.S.S.A. Journal, 55, 325-332.
- SEPÚLVEDA, I. & RIBEIRO, A. 1992. *A Poluição Difusa Associada à Actividade Agrícola*, III Congresso Nacional dos Engenheiros do Ambiente.
- SHAINBERG, I., GAL, M. & FERREIRA, A.G. 1990. *Effect of Water Quality and Amendments on the Hydraulic Properties and Erosion from Several Mediterranean Soils*, Proceedings of the Seminar on Interaction Between Agricultural Systems and Soil Conservation in the Mediterranean Belt, Oeiras.
- SHARPLEY, A.N. 1985. *The Selective Erosion of Plant Nutrients*, S.S.S.A. Journal, 49, 1527-1534.
- SHARPLEY, A.N., MENZEL, R.G., SMITH, S.J., RHOADES, E.D. & OLNES, A.E. 1981. *The Sorption of Soluble Phosphorus by Soil Material during Transport in Runoff from Cropped and Grassed Watersheds*, J. Environ. Qual., 10, 211-215.
- SINGER, M.J. & JANITZKY, P. *sd. Field and laboratory procedures used in soil chronosequence study*, University of California, Davis, CA 95616.
- SOMBATPANIT, S., ROSE, C.W., CIESIOLKA, C.A. & COUGHLAN, K.J. 1995. *Soil and Nutrient Loss under Rozelle (*Hibiscus subdariffa* L. var. *altissima*) at Khon Kaen, Thailand*, Soil Technology, 8/3, 235-241.
- SROA 1959. *Carta dos Solos de Portugal (1:50.000). Folha 50C*, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa
- STROOSNIJDER, L. 1995. *Quantification of Nutrient Erosion*, Proceedings of The International Conference on Erosion and Desertification in the Mediterranean, 89-100, Avciro.
- STROOSNIJDER, L. *sd. Nutrient Erosion Processes. Lecture 6, in Processes and Models in Erosion and Soil and Water Conservation (k200-507)*, Wageningen Agricultural University, Netherlands.
- TAN, K.H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*, 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc., New York.

- TOMÁS, P.M.P.P. 1997. *Modelos de Previsão da Erosão Hídrica em Solos Agrícolas*, Tese de Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, U.T.L., Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- TOMÁS, P.M.P.P. 1992. *Estudo da Erosão Hídrica em Solos Agrícolas. Aplicação à Região Sul de Portugal*, Tese de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, U.T.L., Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- TOMÁS, P.P. & COUTINHO, M.A. 1994. *Compêndio dos Dados Recolhidos no Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso, de 1963/64 a 1992/93*, Publicação CEHIDRO nº 4/94, Centro de Estudos de Hidrossistemas, U.T.L., Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- UNIVERSIDADE DE ÉVORA *sd.* *Métodos de Análise*, Laboratório Químico-Agrícola, Universidade de Évora, Évora.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 537, Washington.
- ZHU, J.C., GANTZER, C.J., ANDERSON, S.H., ALBERTS, E.E. & BEUSELINCK, P.R. 1989. *Runoff, Soil, and Dissolved Nutrient Losses from No-Till Soybean with Winter Cover Crops*, S.S.S.A. Journal, 53, 1210-1214.

ANEXOS

ANEXO I. Preparação das amostras.....	III
ANEXO II. Determinação do pH.....	IV
ANEXO III. Determinação das bases de troca e da capacidade de troca catiónica.....	VI
ANEXO IV. Determinação do calcário activo.....	XI
ANEXO V. Testagem da metodologia de determinação da capacidade de troca catiónica e das bases de troca, especialmente magnésio e cálcio	XIII
ANEXO VI. Análise granulométrica através do sedimentógrafo.....	XVI
ANEXO VII. Análise granulométrica através da análise mecânica.....	XIX
ANEXO VIII. Tabela dos tempos de sedimentação para 10 cm de profundidade e das profundidades de amostragem para 8 horas de sedimentação	XXIV
ANEXO IX. Relação entre a análise granulométrica no sedimentógrafo e a análise mecânica.....	XXV
ANEXO X. Determinação da matéria orgânica.....	XXVI
ANEXO XI. Valores das análises químicas e físicas realizadas ao solo dos talhões 1, 2, 3 e 5.....	XXVII
ANEXO XII. Registos referentes aos talhões estudados do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso	XXIX

ANEXO XIII. Glossário das operações	L
ANEXO XIV. Dados referentes aos talhões estudados do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.....	LI
ANEXO XV. Modelo da análise estatística efectuada aos sedimentos.....	LVI
ANEXO XVI. Valores retirados após análise de resíduos nos sedimentos totais por eventos.....	LXIV

ANEXO I

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

1. Materiais e métodos

Material (equipamento)

- Tabuleiros;
- Embalagens de cartolina plastificada;
- Sacos plásticos;
- Marcador de tinta permanente;
- Crivo com 2 mm de malha;
- Espátula;
- Almofariz e pilão;
- Balança analítica.

Procedimento

- A cada amostra foi dado um número de laboratório, sendo este número e a correspondente identificação de campo introduzidas numa folha.
- Num almofariz, as amostras foram esmiuçadas com o pilão. Com esta operação pretendeu-se desagregar os torrões e agregados do solo sem partir as rochas ou o cascalho, bem como as várias partículas que os constituem.
- Todas as amostras foram crivadas, esmiuçadas e crivadas novamente, até separar as partículas >2 mm das <2 mm. As duas fracções foram pesadas para determinar a percentagem de pesos da fracção > 2 mm.
- Colocou-se cada amostra numa embalagem de cartolina plastificada onde ficou armazenada, da qual se retiraram as sub-amostras para as ulteriores análises. O material grosseiro foi armazenado num saco de plástico.
- Após a sua realização, todo o material em excesso foi devolvido ao Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso.

ANEXO II

DETERMINAÇÃO DO pH

1. Materiais e métodos

Princípio

Determinação do pH numa suspensão solo em água na proporção de 1:2,5, através de um potenciómetro com eléctrodo de vidro combinado.

Material (equipamento)

- Balança analítica;
- Recipientes com volume de 100 ml;
- cronómetro;
- Vareta de vidro;
- Proveta automática;
- Potenciómetro com eléctrodo de vidro combinado.

Reagentes

- Água destilada.

Procedimento

- Pesou-se 10 g de amostra para os recipientes de 100 ml de volume.
- Juntou-se 25 ml de água destilada, medidos com proveta automática, seguida de agitação.
- Deixou-se em contacto 1 hora, com agitações de 10 em 10 minutos.
- Calibrou-se o potenciómetro com as soluções tampão de pH 4 e pH 7.
- Imergiu-se o eléctrodo na suspensão antes agitada, registando-se o valor após estabilizar.

2. Resultados

Quadro A.II - Resultados da determinação do pH nas amostras

Nº recolha	Data recolha	TALHÃO 1		TALHÃO 2		TALHÃO 3		TALHÃO 5	
		Código	pH	Código	pH	Código	pH	Código	pH
1	20/Out/65	1T1	6,80	1T2-1	6,67	1T3	6,73	1T5-1	6,51
				1T2-2	6,77			1T5-2	6,40
				1T2-3	6,80			1T5-3	6,41
2	29/Out/65	2T1	7,05/7,12	2T2	6,87	2T3	7,02/7,10	2T5	7,16/7,20
3	14/Nov/65	3T1	7,03/7,05	3T2-1	5,93	3T3-1	6,75	3T5	6,79
				3T2-2	6,65	3T3-2	6,99		

Quadro A.II - Continuação

Nº recolha	Data recolha	TALHÃO 1		TALHÃO 2		TALHÃO 3		TALHÃO 5	
		Código	pH	Código	pH	Código	pH	Código	pH
4	17/Nov/65	4T1	6,76	4T2-1	5,62	4T3	6,37		
				4T2-2	5,39				
5	22/Nov/65			5T2	5,63	5T3	6,47		
6	23/Set/66	6T1	6,69	6T2	7,03/6,98	6T3	6,88	6T5	6,59
7	4/Out/66	7T1	7,61	7T2	7,31			7T5	6,88
8	15/Nov/66	8T1	6,75			8T3	6,82	8T5	6,52
9	14/Mar/67	9T1	6,61					9T5	6,41
10	18/Mai/67	10T1	6,64	10T2	6,63	10T3	7,13	10T5	6,72
11	16/Out/67	11T1	6,10	11T2	6,97/7,08	11T3	6,92	11T5	6,76
12	6/Nov/67	12T1-1	5,47	12T2-1	5,87	12T3-1	6,33	12T5	6,59
		12T1-2	5,89	12T2-2	5,86	12T3-2	6,29		
13	20/Nov/67	13T1	6,67	13T2	5,93	13T3	6,86	13T5	6,96/6,92
14	19/Fev/68			14T2	6,83				
15	28/Fev/68			15T2	6,38				
16	4/Nov/68	16T1	6,77	16T2	6,60	16T3	6,71	16T5	6,59
17	20/Nov/68	17T1	6,67	17T2	6,06			17T5	7,11/7,08
18	18/Dez/68							18T5	7,06/6,98
19	19/Dez/68	19T1	7,05/7,01	19T2	7,22/7,16	19T3	6,82		
20	21/Jan/69	20T1	6,59	20T2	6,20	20T3	6,65	20T5	6,85
21	1/Mar/69	21T1	6,43			21T3	6,60	21T5	6,68
22	18/Mar/69			22T2	6,46				
23	6/Out/69	23T1	5,94	23T2	6,48	23T3	6,79		
24	14/Out/69			24T2	6,61	24T3	7,12/7,10		
25	14/Nov/69	25T1	6,21	25T2	6,50	25T3	6,88		
26	22/Jan/70			26T2-1	6,32	26T3	6,36	26T5	6,17
				26T2-2	6,07				
27	1/Dez/70			27T2	5,33			27T5	6,28
28	14/Dez/70			28T2	5,95			28T5	6,44
29	27/Jan/71			29T2	6,41			29T5	6,77
30	12/Jul/71			30T2	6,91	30T3	7,13/7,15		
31	26/Out/71			31T2	5,96				
32	11/Set/72	32T1	6,71					32T5	6,52
33	9/Out/72	33T1	6,77					33T5	6,56
34	27/Dez/73			34T2	6,77	34T3	6,80	34T5	6,56
35	16/Jun/75			35T2	6,26	35T3	6,36		
36	23/Dez/75			36T2	5,85	36T3	5,99	36T5	5,49
37	2/Fev/76			37T2	5,66			37T5	6,33
38	28/Jun/76	38T1	6,40					38T5	6,57
39	15/Out/76	39T1	5,87					39T5	5,61
40	13/Nov/76	40T1	6,06						
41	24/Dez/77			41T2	6,19	41T3	6,08	41T5	6,06
42	4/Set/78	42T1	6,60					42T5	6,49
43	7/Jan/82	43T1-1	5,77	43T2	5,59	43T3	5,57	43T5	5,57
		43T1-2	5,46						
44	15/Jan/82			44T2	7,14	44T3	6,83	44T5	5,75
45	24/Nov/83	45T1	6,26	45T2	6,72				
46	24/Nov/84							46T5	6,41
47	29/Set/86	47T1	6,25	47T2	6,31				

Check's: Até 12T1-1 5,74 Entre 12T1-2 e 26T2-2 5,80 Após 26T3 5,66 Itálicos 5,76

ANEXO III

DETERMINAÇÃO DAS BASES DE TROCA E DA CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA

1. Materiais e métodos

Princípio

Lixiviação da amostra de sedimentos com um excesso de uma solução de acetato de amónio 1 N a pH 7, para remoção dos cátions de troca. No extracto determinam-se as bases de troca totais, nomeadamente cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+) e potássio (K^+), e no resíduo determina-se a capacidade de troca cationica.

a) Determinação das bases de troca: Por espectrofotometria de absorção atómica determinaram-se as quantidades de cálcio e de magnésio; por fotometria de emissão de chama determinaram-se o sódio e o potássio.

b) Determinação da capacidade de troca cationica: Após a lavagem do resíduo (saturado com amónio) com álcool, para retirar o excesso de amónio presente na forma de acetato, destilação da amostra, em corrente de vapor de água e em meio alcalino para libertação do NH_4^+ fixado pelo solo, e titulação com solução de soda cáustica.

Material (equipamento)

- *Kitazato* de grande volume;
- Potenciómetro;
- Balança analítica;
- Pá para pesagem, pincel e colher para amostras e funil de plástico;
- Balões *Erlenmeyer* de 250 e 1000 ml;
- *Parafilm*;
- Provetas de 10, 50 100, 500 e 1000 ml;
- Balões volumétricos de 10, 25, 50, 100, 250, 1000, 2000 e 5000 ml;
- Papel de filtro *Whatman*, nº 42, 5,5 cm;
- Funis de vidro de 75 mm diâm., 75 mm comp., e 100 mm diâm., 150 mm comp.;
- Pipetas volumétricas 0,5, 1, 10, 15, 25 e 100 ml;
- Pipeta graduada de 0,1 e 10 ml;
- *Pompette*;
- Vidros de relógio;
- Copos de vidro de 50, 200, 1000 e 2000 ml;
- Espectrofotómetro de absorção atómica e fotómetro de emissão de chama;
- Espátulas de plástico;

- Unidade de destilação;
- Bureta de 25 ml.

Reagentes

1. Água destilada, bidestilada e desionizada.
2. Solução de acetato de amónio 1 N a pH 7 ($\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$):
 - a) Solução 2 N de ácido acético;
 - b) Solução 2 N de amónio.

Preparação de 2 (ou 5) litros de solução (cada amostra necessita cerca de 365 ml): Na *bote* diluiu-se num balão de 2000 (ou 5000) ml 114 (ou 285) ml de ácido acético glacial (99,5%), medidos com proveta de 250 (ou 500) ml, com água desionizada para um volume de aproximadamente 1000 (ou 2500) ml. Juntou-se 138 (ou 345) ml de hidróxido de amónio concentrado, medido também em proveta de 250 (ou 500) ml, e acrescentou-se água desionizada até se obter um volume de cerca de 1980 (ou 4960) ml. Deixou-se arrefecer algumas horas, na *bote* com ventilação reduzida, após as quais se verificou o pH resultante, adicionando-se mais amónio ou ácido acético até se obter o pH 7. No final, aferiu-se a solução para o volume de 2000 (ou 5000) ml com água desionizada, após o qual se armazenou num *kitazato* de grandes dimensões.

3. Solução de soda cáustica 1 N e soluções tituladas 0,1 N de soda cáustica e ácido clorídrico:

Na preparação das soluções de soda cáustica, realizou-se primeiro a 1 N; para o efeito diluiu-se 40 g de NaOH num copo com água desionizada, após a qual se verteu num balão de 1000 ml, se deixou arrefecer e se aferiu o volume. A solução de NaOH 0,1 N obteve-se retirando 100 ml com uma pipeta volumétrica para um balão de 1000 ml, após o qual se aferiu o volume, também com água desionizada.

Na preparação do ácido clorídrico, juntou-se 8,2 ml de HCl num balão de 1000 ml, com alguma água bidestilada; posteriormente foi aferido o volume com água bidestilada.

As duas soluções 0,1 N foram tituladas (Alaranjado de Metilo como indicador) para se testarem uma à outra; estas só se aceitavam como correctas se o volume de NaOH gasto fosse igual ao valor do HCl $\pm 5\%$, caso contrário, ter-se-ia que proceder sucessivamente à preparação de novas soluções, seguidas de titulações de testagem, até se acertar as soluções.

4. Indicador de Alaranjado de Metilo.

5. Álcool a 80%:

Para obtenção de 1 litro de álcool a 80% (cada amostra necessita 250 ml), a partir de álcool a 96%, juntou-se 990 ml de álcool a 96%, medidos em proveta de 1000 ml, e 218 de água destilada, medidos em proveta de 250 ml, num balão volumétrico de 1000 ml.

6. Solução de soda cáustica 1 N.

Procedimento

- Pesou-se 10 g da amostra de sedimento numa balança digital, para um *Erlenmeyer* de 250 ml. Juntou-se 100 ml da solução de acetato de amónio 1 N a pH 7. Agitou-se vigorosamente durante 2 a 3 segundos e tapou-se com *parafilm*, seguindo-se-lhe um período de uma hora com agitações leves de 10 em 10 minutos, após o qual se deixou a repousar até à manhã do dia seguinte.
- Verteu-se, para a operação de filtragem, a amostra com a solução extractante para um funil com um filtro *Whatman* nº 42, sobre um balão volumétrico de 250 ml. Alguns dos resíduos no *Erlenmeyer* são lavados com um "esguicho" invertido cheio de solução de acetato de amónio 1 N a pH 7, tendo o cuidado de utilizar uma pequena quantidade desta solução, uma vez que seria necessário aplicar outras porções mais tarde e não se poderia exceder os 250 ml. Durante a aplicação das outras porções de solução de acetato, aproveitou-se para simultaneamente lavar as paredes do filtro, fazendo com que o resíduo se concentrasse na parte mais baixa do funil; nos casos em que o filtrado se apresentasse turvo seria necessária uma segunda filtragem, e por vezes terceira filtragem.
- Após se obter um pouco menos que os 250 ml de filtrado, aferiu-se o volume do balão volumétrico com solução de acetato de amónio, onde se irão medir as várias bases de troca, nomeadamente, magnésio, cálcio, potássio e sódio; o resíduo seria sujeito a várias operações para a determinação da capacidade de troca catiónica.
- Prepararam-se várias diluições do filtrado, de modo a se enquadrarem dentro do intervalo de leitura para cada uma das bases, quer no espectrofotómetro de absorção atómica para o magnésio (inferior a 0,5 ppm) e cálcio (inferior a 5,0 ppm), quer no fotómetro de chama para o potássio e sódio (inferior a 10 ppm). Assim, mediu-se com uma pipeta volumétrica 1 ml do filtrado para um balão de 10, 25 e 50 ml, de modo a se obter uma diluição de 1/10, 1/25 e 1/50, respectivamente.
- Para calibração dos aparelhos procedeu-se à preparação dos padrões. Para o efeito, mediu-se 1 ml das soluções padrão de K e Na com uma pipeta volumétrica, cada para um balão de 100 ml parcialmente com acetato de amónio, findo o qual se aferiu o volume; no caso do cálcio mediu-se apenas 0,5 ml numa pipeta volumétrica e no magnésio apenas 0,05 ml de solução padrão com uma pipeta graduada de 0,1 ml, sendo o restante procedimento exactamente iguais aos dois anteriores.
- Após a preparação e calibração do espectrofotómetro de absorção atómica e do fotómetro de chama, procedeu-se ao registo dos valores (três leituras) de cada uma das bases, bem como a referência à diluição em que as mesmas se efectuaram; para cada intervalo de 5 a 8 amostras deve-se fazer nova calibração com os padrões. O "branco" corresponde à solução de acetato de amónio 1 N a pH 7.
- Sempre que se mediam os reagentes com pipeta ou proveta, recorria-se à utilização de um copo para o seu armazenamento, donde se extraíam as quantidades necessárias e despejavam o excesso. No final, as sobras eram desprezadas, deitando-se fora.

Cálculos

$$\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Na}^{+} \text{ ou } \text{K}^{+} \text{ (de troca) em meq / 100 g} = \frac{vl \cdot fd \cdot fde / meq}{p} \cdot 100, \text{ sendo:}$$

p , o peso da amostra expresso em gramas, neste caso são 10 g;
 vl , valor lido, para cada uma das bases;
 fd , factor diluição da amostra da solução com o extracto, ou seja, 1:1, 1:10, 1:25 ou 1:50;
 fde , factor de diluição da solução com o extracto, neste caso são 250;
 meq , corresponde à massa atómica do elemento ou molécula em função da unidade base equivalente ao H^+ ; no caso do Mg^{2+} tem-se a 12 meq, no Ca^{2+} 20 meq e no caso do Na^+ tem-se 23 meq; relativamente ao K^+ tem-se que ponderar, uma vez que o valor lido refere-se ao K_2O , resultando assim 39 meq.

b) Determinação da capacidade de troca catiónica

Procedimento

- Após a lixiviação para obtenção do filtrado, procedeu-se à lavagem do resíduo que ficou no filtro, com porções de 50 ml de álcool etílico a 80% medidos numa proveta, até se atingir o volume de 250 ml, utilizando para o efeito os *Erlenmeyers* que anteriormente tinham a solução extractante em contacto com a amostra; aproveitar para, mais uma vez, concentrar o resíduo no fundo do filtro.
- Depois da última lavagem com álcool, deixou-se secar o resíduo à temperatura ambiente, até ao dia seguinte.
- Sobre uma folha branca para se aproveitar eventuais saídas de algumas partículas e com uma espátula de plástico, raspou-se o resíduo para a parte central do filtro, introduzindo-o de seguida no tubo de destilação. Adicionou-se 15 ml de NaOH 1 N, com pipeta volumétrica, e juntaram-se 3 pedaços de "pedra-pomes" e cerca de 5 ml de álcool etílico, como anti-espumantes.
- Colocou-se o tubo de destilação no destilador. Sob o condensador colocou-se o *Erlenmeyer* com 25 ml de HCl 0,1 N (solução titulada), à qual se tinham adicionado 2 a 3 gotas de solução indicadora de Alaranjado de Metilo. Com a extremidade mergulhada na solução ácida iniciou-se a passagem do vapor através do material contido no tubo de destilação, até que todo o ar tenha sido renovado. No início, fizeram-se várias interrupções na destilação, de modo a impedir que a espuma com o resíduo entrassem no sistema de destilação, período após o qual a destilação estabiliza.
- Terminou-se a destilação quando se recolheu aproximadamente 200 ml de destilado. Seguidamente procedeu-se à titulação com soda cáustica 0,1 N, a qual se conclui quando a solução vira de rosa para "amarelo-palha".
- Sempre que se mediam os reagentes com pipeta ou proveta, recorria-se à utilização de um copo para o seu armazenamento, donde se extraíam as quantidades necessárias e despejavam o excesso. No final, as sobras eram desprezadas, deitando-se fora.

Cálculos

$$1) CTC = \frac{v \cdot t - v' \cdot t'}{p} \cdot 100, \text{ sendo:}$$

p , o peso da amostra expresso em gramas, neste caso são 10 g;

t , a normalidade da solução de HCl, neste caso é 0,1;

t' , a normalidade da solução de NaOH, neste caso é 0,1;

v , o volume da solução de HCl, neste caso são 25 ml;

v' , o volume da solução de NaOH gasto na titulação.

2) Hidrogénio de troca = $CTC \cdot$ Bases de troca totais .

$$3) V = \frac{\text{Bases de troca totais}}{CTC} \cdot 100.$$

$$4) PST = \frac{\text{Sódio de troca}}{CTC} \cdot 100.$$

Nota:

Na fase inicial da determinação da capacidade de troca e das bases de troca foi realizada uma testagem da sua metodologia (Anexo V), com vista a uma avaliação da sua aplicação aos sedimentos a estudar.

ANEXO IV

DETERMINAÇÃO DO CALCÁRIO ACTIVO

1. Materiais e métodos

Princípio

Precipitação selectiva do Ca^{2+} , na forma de oxalato de cálcio, por meio de solução de oxalato de amónio 0,2 N. Doseamento do calcário activo através de titulação do excesso de oxalato com solução de permanganato de potássio 0,1 N.

Material (equipamento)

- Balança analítica;
- Provetas de 25, 100 e 250 ml;
- Agitador rotativo;
- Balões *Erlenmeyer* 250 ml;
- Funis com 7,5 cm de diâmetro;
- Papel de filtro *Whatman* nº 42, com 12 mm de diâmetro;
- Balões volumétricos de 100, 1000 e 2000 ml;
- Pipetas volumétricas de 10 e 20 ml;
- Copos volumétricos de 250 ml;
- "Banho-maria";
- Bureta de 25 ml.

Reagentes

1. Água destilada.
2. Solução de oxalato de amónio 0,2 N:
Dissolveu-se 28,8 g de oxalato de amónio $(\text{COONH}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ em água destilada, introduziu-se num balão volumétrico de 2000 ml e fez-se o volume com água destilada.
3. Solução de ácido sulfúrico (1+3 (água destilada)).
4. Solução de permanganato de potássio 0,1 N:
Dissolveu-se 3,2 g de permanganato de potássio (KMnO_4) em água destilada quente, recentemente fervida, passou-se para um balão volumétrico de 1000 ml e fez-se o volume com água destilada. Fazer 3-4 filtrações de modo a retirar o máximo de resíduos.

Procedimento

- Pesou-se 5 g de solo num balão *Erlenmeyer* de 250 ml.
- Juntou-se 125 ml de solução de oxalato de amónio 0,2 N, medidos com proveta.
- Agitou-se durante 2 horas num agitador rotativo de velocidade constante.

- Filtrou-se para um balão volumétrico de 100 ml, desprezando os primeiros 5-10 ml de filtrado para uma proveta de 25 ml.
- Mediu-se 10 ml com uma pipeta para um Erlenmeyer de 250 ml.
- Adicionou-se 20 ml de ácido sulfúrico (1+3) e 100 ml de água destilada.
- Aqueceu-se, em "banho-maria", a uma temperatura entre 60-70°.
- Titulou-se o excesso de oxalato de amónio com uma solução de permanganato de potássio, até ao aparecimento de uma coloração rósea persistente.
- Registou-se o valor de ml gastos na titulação (V).
- Procedeu-se de igual forma para o ensaio em branco, utilizando no lugar de 10 ml de filtrado 10 ml de solução de oxalato de amónio.

Cálculos

$CaCO_3 (\%) = (V_1 - V) \cdot f \cdot F$, sendo:

V_1 , ml de solução de permanganato de potássio gastos na titulação da amostra;

V , ml de solução de permanganato de potássio gastos na titulação do ensaio em branco;

F , factor de conversão do permanganato em carbonato de cálcio, que corresponde a 0,005 (1 ml de MnO_4 0,1 N corresponde a 0,005 g de $CaCO_3$);

f , factor de diluição da amostra.

2. Resultados

Quadro A.IV - Resultados da determinação do calcário activo nas amostras de pH > 6,8

Amostra	pH	Volume de $KMnO_4$ (ml)	Calcário activo (%)
Branco	-	20,4	-
3T1	7,04	20,4	0,00%
7T1	7,61	20,3	0,12%
7T2	7,31	20,5	-0,13%
11T2	7,03	20,4	0,00%
14T2	6,83	20,4	0,00%
19T2	7,20	20,3	0,12%
3T3.2	6,99	a)	a)
13T3	6,86	20,5	-0,13%
30T3	7,14	20,5	-0,13%
2T5	7,18	20,6	-0,25%
7T5	6,88	20,6	-0,25%
18T5	7,02	20,6	-0,25%

a) Perda de material

ANEXO V

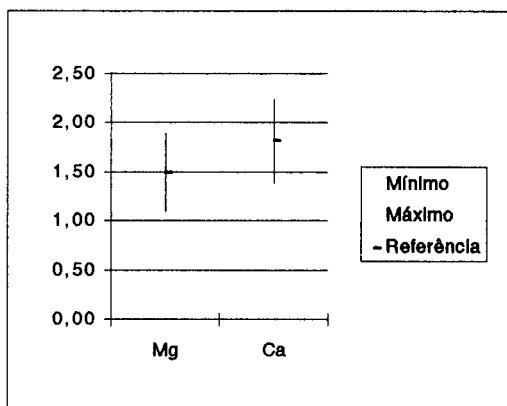
**TESTAGEM DA METODOLOGIA DE DETERMINAÇÃO DA
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA E DAS BASES DE
TROCA, ESPECIALMENTE MAGNÉSIO E CÁLCIO**

Testagem do magnésio e cálcio

Amostra C1R1 Medição	Variação do Mg ²⁺ , em contínuo			Variação do Ca ²⁺ , em contínuo		
	No padrão	1ª sequência	2ª sequência	No padrão	1ª sequência	2ª sequência
1	0,51	0,13	0,14	5,06	0,85	0,87
2	0,53	0,14	0,11	5,10	0,86	0,81
3	0,54	0,14	0,11	5,28	0,79	0,89
4	0,54	0,15	0,11	5,14	0,91	0,95
5	0,52	0,17	0,11	5,14	0,81	0,88
6	0,53	0,17	0,11	5,11	0,88	0,96
7	0,54	0,17	0,12	5,02	0,94	0,94
8	0,53	0,17	0,13	5,29	1,04	1,05
9	0,56	0,18	0,14	5,09	1,00	1,01
10	0,52	0,18	0,14	5,06	1,01	1,12
11	0,53	0,18	0,15	5,04	1,08	1,12
12	0,54	0,19	0,15	5,08	1,12	1,01
13	0,53	0,19	0,15	4,94	1,14	1,09
14	0,52	0,19	0,15	4,86	1,23	1,17
15	0,54	0,18	0,16	4,94	1,18	1,16
16	0,52			4,92		
17	0,51			4,94		
18	0,52			4,91		
19	0,53			4,96		
20	0,53			4,83		
Média	0,53	0,17	0,13	5,04	0,99	1,00
Máximo	0,56	0,19	0,16	5,29	1,23	1,17
Mínimo	0,51	0,13	0,11	4,83	0,79	0,81
Desvio padrão	0,01	0,02	0,02	0,13	0,14	0,11
Coef. variação	2,2%	11,6%	14,1%	2,5%	14,1%	11,4%
	c.v. Integral 17,6%			c.v. Integral 12,6%		
Variação máxima	5,8%	22,9%	21,2%	5,1%	24,3%	19,2%
	Variação max Integral 26,83%			Variação max Integral 23,54%		

Exemplo (em meq/100 g):

C1R1	Mg	Ca
Referência	1,49	1,81
Mínimo	1,09	1,38
Máximo	1,89	2,24



ANEXO VI

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA ATRAVÉS DO SEDIMENTÓGRAFO

1. Materiais e métodos

Princípio

Uma vez que a análise granulométrica se efectua na terra fina, onde as partículas se encontram na forma de agregados e com quantidades variáveis de matéria orgânica, foi necessário recorrer a tratamentos prévios às amostras. Estes foram:

- Destruição da matéria orgânica, aplicando para o efeito porções de água oxigenada 16 V.
- Dispersão dos agregados, recorrendo a uma solução de hexametafosfato de sódio.

Na determinação da granulometria através do sedimentógrafo separaram-se os lotes entre 2-0,2 mm por crivagem, seguida de leitura no sedimentógrafo.

Material (equipamento)

- Marcadores;
- Balança analítica;
- Colheres para pesagens;
- Copos de 50 (ou 100) e 500 ml;
- Vidros de relógio;
- Vareta de vidro;
- Balão volumétrico de 1000 ml;
- Pipetas volumétricas de 20 e 50 ml;
- "Banho-maria";
- Bicos de *Bunsen*;
- Espátula com ponta de borracha;
- Cronómetro;
- Copo de agitação metálico e agitador de hélice;
- Funil 10 cm de diâmetro;
- Crivos de 8 cm de diâmetro, com 0,2 mm de malha;
- Estufa a 100-105°C;
- Pincel de pontas cortadas e rígidas;
- Exsiccadores;
- Agitador magnético;
- Seringa de 20 ml;
- Sedimentógrafo.

Reagentes

1. Água destilada.
2. Água oxigenada (H_2O_2) a 16 V.
3. Solução dispersante:

Dissolveu-se, em copos separados, 35,7 g de hexametáfosfato de sódio ($(\text{NaPO}_3)_6$) e 7,49 g de carbonato de sódio (Na_2CO_3) em água destilada. Juntaram-se as duas soluções num balão volumétrico de 1000 ml e aferiu-se o volume com água destilada.

Procedimento

- Pesou-se 20 g da amostra de sedimento numa balança digital, para um copo de 500 ml. Juntou-se 50 ml de água oxigenada 16 V. Agitou-se ligeiramente e colocou-se em repouso no banho-maria algumas horas (4-5 horas), ao longo das quais se lavavam as paredes do copo com água destilada. Após este período, deixou-se a repousar até à manhã do dia seguinte.
- Colocou-se o copo à chama fraca de um Bico de *Bunsen*, evitando uma ebulição rápida e forte, de modo que não se verifique a imediata destruição da água oxigenada. Adicionaram-se várias porções de 20-30 ml de água oxigenada para que a destruição da matéria orgânica fosse efectiva (aproximadamente 5 porções); a matéria orgânica considerava-se destruída quando não se verificasse a formação de uma espuma esbranquiçada após cada adição de água oxigenada (ou quando o líquido sobrenadante se apresentasse límpido e incolor). De tempos a tempos lavavam-se as paredes do copo com água destilada, com o auxílio de uma espátula com ponta de borracha, aproveitando para remexer os sedimentos no fundo do copo. Terminada a destruição da matéria orgânica, adicionou-se um pouco de água destilada e ferveu-se o conteúdo do copo, para eliminar o excesso de água oxigenada.
- Passou-se a amostra para o copo de agitação, adicionando-se 20 ml de solução dispersante de hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio; acrescentou-se um pouco de água destilada e colocou-se no agitador de hélice durante 15 minutos.
- Passou-se o conteúdo do copo de agitação para um frasco de vidro de cerca de 600 ml, através de um crivo de 0,2 mm colocado sobre um funil; com o "esguicho" lavou-se o copo, as partículas sobre o crivo, o próprio crivo (principalmente a parte inferior) e o funil, fazendo assim com que todas as partículas < 0,2 mm passassem para dentro do frasco, cujo volume deveria não ultrapassar os 400 ml. Deste modo, no crivo ficaram as partículas de diâmetro compreendido entre 2 e 0,2 mm, ou seja, a areia grossa.
- Colocou-se o crivo com as partículas sobre um vidro de relógio e deixou-se a secar na estufa a 100-105°C durante 24 horas. Decorrido este período, retirou-se o crivo da estufa e deixou-se arrefecer. Sobre um vidro de relógio e com o auxílio de um pincel de pontas cortadas retirou-se alguma da areia fina aderente na parte exterior do fundo do crivo, a qual se deitou no frasco onde se encontrava a restante parte das partículas a analisar. Pesou-se o crivo com as partículas de solo, ao qual se subtraiu o seu peso previamente determinado, obtendo-se assim a quantidade de areia grossa na amostra (AG).
- Após a adição das partículas de areia fina do fundo do crivo, a amostra encontrava-se pronta para ser lida no sedimentógrafo.
- A recolha de uma amostra representativa era fundamental para obtenção de resultados aceitáveis. Para isso, colocou-se o frasco de vidro com a suspensão sobre uma placa com agitador magnético, com bastante

agitação, donde se recolhia uma amostra de cerca de 20 ml com uma seringa. Esta adicionou-se na câmara de agitação do sedimentógrafo, procedendo à leitura dos valores da amostra de acordo com o respectivo manual (Micromeritics 1988).

- Após o final da análise da amostra tomou-se nota do valor das fracções de argila, limo e areia, ponderando com os valores obtidos na areia grossa.

ANEXO VII

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA ATRAVÉS DA ANÁLISE MECÂNICA

1. Materiais e métodos

Princípio

Uma vez que a análise granulométrica se efectua na terra fina, onde as partículas se encontram na forma de agregados e com quantidades variáveis de matéria orgânica, foi necessário recorrer a tratamentos prévios às amostras. Estes foram:

- Destruição da matéria orgânica, aplicando para o efeito porções de água oxigenada 16 V.
- Dispersão dos agregados, recorrendo a uma solução de hexametáfosfato de sódio.

A determinação dos vários lotes ou fracções fez-se de acordo com a escala de *Atterberg*, recorrendo a vários processos:

- Areia grossa por crivagem.
- Areia fina por sedimentação, considerando os tempos de sedimentação da lei de *Stokes*, e decantação.
- Limo e argila por sedimentação, considerando também os tempos de sedimentação da lei de *Stokes*, e pipetagem com a pipeta de *Robinson*.

Material (equipamento)

- Marcadores;
- Balança analítica;
- Colheres para pesagens;
- Copos de 50 (ou 100) e 500 ml;
- Vidros de relógio;
- Vareta de vidro;
- Balão volumétrico de 1000 ml;
- Pipetas volumétricas de 20 e 50 ml;
- "Banho-maria";
- Bicos de *Bunsen*;
- Espátula com ponta de borracha;
- Cronómetro;
- Copo de agitação metálico e agitador de hélice;
- Funil 10 cm de diâmetro;
- Crivos de 8 cm de diâmetro, com 0,2 e com 0,1 mm de malha, com pesos determinados;
- Provetas de sedimentação de 1000 ml;
- Agitador para a proveta de sedimentação;

- Termómetro;
- Pipeta de *Robinson* e suporte;
- Estufa a 100-105°C;
- Píncel de pontas cortadas e rígidas;
- Exsicadores;
- Sifões;

Reagentes

1. Água destilada.
2. Água oxigenada (H₂O₂) a 16 V.
3. Solução dispersante:

Dissolveu-se, em copos separados, 35,7 g de hexametáfosfato de sódio ((NaPO₃)₆) e 7,49 g de carbonato de sódio (Na₂CO₃) em água destilada. Juntaram-se as duas soluções num balão volumétrico de 1000 ml e aferiu-se o volume com água destilada.

Procedimento

- Pesou-se 20 g da amostra de sedimento numa balança digital, para um copo de 500 ml. Juntou-se 50 ml de água oxigenada 16 V. Agitou-se ligeiramente e colocou-se em repouso no banho-maria algumas horas (4-5 horas), ao longo das quais se lavavam as paredes do copo com água destilada. Após este período, deixou-se a repousar até à manhã do dia seguinte.
- Colocou-se o copo à chama fraca de um bico de *Bunsen*, evitando uma ebulição rápida e forte, de modo que não se verifique a imediata destruição da água oxigenada. Adicionaram-se várias porções de 20-30 ml de água oxigenada para que a destruição da matéria orgânica fosse efectiva (aproximadamente 5 porções); a matéria orgânica considerava-se destruída quando não se verificasse a formação de uma espuma esbranquiçada após cada adição de água oxigenada (ou quando o líquido sobrenadante se apresentasse límpido e incolor). De tempos a tempos lavavam-se as paredes do copo com água destilada, com o auxílio de uma espátula com ponta de borracha, aproveitando para remexer os sedimentos no fundo do copo. Terminada a destruição da matéria orgânica, adicionou-se um pouco de água destilada e ferveu-se o conteúdo do copo, para eliminar o excesso de água oxigenada.
- Passou-se a amostra para o copo de agitação, adicionando-se 20 ml de solução dispersante de hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio; acrescentou-se um pouco de água destilada e colocou-se no agitador de hélice durante 15 minutos.
- Passou-se o conteúdo do frasco de agitação para a proveta de sedimentação de 1000 ml, através de um crivo de 0,2 mm colocado sobre um funil; com o "esguicho" lavou-se o frasco, as partículas sobre o crivo, o próprio crivo (principalmente a parte inferior) e o funil, fazendo assim com que todas as partículas < 0,2 mm passassem para dentro da proveta. Deste modo, no crivo ficaram as partículas de diâmetro compreendido entre 2 e 0,2 mm, ou seja, a areia grossa.
- Colocou-se o crivo com as partículas sobre um vidro de relógio e deixou-se a secar na estufa a 100-105°C durante 24 horas. Decorrido este período, retirou-se o crivo da estufa e deixou-se arrefecer. Sobre um vidro de relógio e com o auxílio de um píncel de pontas cortadas retirou-se alguma da areia fina aderente na parte

exterior do fundo do crivo, a qual se deitou na proveta de sedimentação. Pesou-se o crivo com as partículas de solo, ao qual se subtraiu o seu peso previamente determinado, obtendo-se assim a quantidade de areia grossa na amostra (AG).

- Seguidamente, após a adição das partículas de areia fina do fundo do crivo, completou-se o volume da proveta com água destilada. Agitou-se com o agitador a proveta de sedimentação e deixou-se a repousar em local firme e sem oscilações de temperatura.
- Após os tempos indicados na tabela do Anexo VIII para amostragem do limo+argila e da argila a 10 cm de profundidade, procedeu-se então à recolha com uma pipeta de *Robinson* de 25 ml de cada, para copos previamente tarados de 50-100 ml. A recolha fez-se do seguinte modo:
 - * Fechou-se a torneira de 3 vias;
 - * Um pouco antes de terminar o tempo de sedimentação indicado (cerca de 30 segundos), mergulhou-se a pipeta à profundidade de 10 cm;
 - * Abriu-se a torneira e aspirou-se lentamente (cerca de 6 segundos na amostragem do limo+argila e de 12 segundos na da argila);
 - * Fechou-se a torneira;
 - * Subiu-se a pipeta, limpou-se com papel absorvente e deitou-se o conteúdo num copo de 50-100 ml previamente pesado;
 - * Lavou-se a pipeta com água destilada, para arrastar ainda algumas partículas terrosas, e introduziu-se no copo anteriormente referido.
- Colocaram-se os copos com as amostragens (de limo+argila e de argila), devidamente identificados, a secar na estufa a 100-105°C durante 24 horas. Decorrido este período, retiraram-se os copos da estufa e deixaram-se arrefecer no exsiccador; após algum tempo, pesaram-se os copos com o resíduo da amostragem seco. A quantidade de limo+argila (AL) e da argila (A) obteve-se subtraindo o peso do copo respectivo, previamente determinado. De notar que a contribuição do resíduo da solução dispersante no peso das amostragens do limo+argila e da argila (*r*) é determinado mais à frente.
- Para se proceder à determinação da fracção da areia fina, decantou-se com o auxílio de um sifão a maior parte da suspensão da proveta; agitou-se, esperou-se 3 vezes o tempo referente ao tempo de sedimentação do limo+argila (Anexo VIII) e retirou-se a suspensão com o sifão até cerca de 30 cm de profundidade. Passou-se o líquido resíduo que restou na proveta para um copo de 500 ml, marcado com dois traços, um a 2 cm do fundo e outro 10 cm acima.
- Adicionou-se água destilada até ao traço superior, agitou-se, deixou-se sedimentar o tempo referido na tabela do Anexo VIII para o limo+argila e decantou-se todo o líquido com auxílio de um sifão até ao traço inferior; repetiu-se esta última operação até que o líquido sobrenadante se apresentasse límpido. Finda a decantação, passou-se o resíduo, que correspondia à areia fina, para um copo de 100 ml, devidamente identificado.
- Colocou-se o copo com a areia fina a secar na estufa a 100-105°C durante 24 horas. Decorrido este período, retirou-se o copo da estufa e deixou-se arrefecer no exsiccador; após algum tempo, pesou-se o copo com o resíduo seco. A quantidade de areia fina (AF) obteve-se subtraindo o peso do copo, previamente determinado.

Cálculos

Na análise mecânica os cálculos são os seguintes:

$$1) \% \text{ Argila} = \frac{V}{v} \cdot \frac{(A - r)}{p} \cdot 100;$$

$$2) \% \text{ Limo} = \frac{V}{v} \cdot \frac{(AL - A)}{p} \cdot 100;$$

$$3) \% \text{ Areia fina} = \frac{AF}{p} \cdot 100;$$

$$4) \% \text{ Areia grossa} = \frac{AG}{p} \cdot 100;$$

sendo:

V , o volume da suspensão na proveta de sedimentação, que neste caso são 1000 ml.

v , o volume da pipeta de *Robinson*, neste caso são 25 ml;

p , o peso da amostra expresso em gramas, neste caso são 20 g;

A , o peso da argila correspondente a 25 ml;

LA , o peso do limo+argila correspondente a 25 ml;

AF , o peso da areia fina;

AG , o peso da areia grossa;

r , o peso do resíduo da solução dispersante com influência nos pesos da argila e limo+argila; neste caso é

0,02272 g, que resulta de:

$$r = \frac{m}{V'} \cdot v' \cdot \frac{v}{V}, \text{ onde:}$$

m , é a massa da dos reagentes utilizados na solução dispersante, neste caso é 45,44 g;

V' , é o volume do balão volumétrico de diluição da solução, que são 1000 ml;

v' , é volume de solução adicionado na proveta, ou seja, 20 ml.

2. Resultados

Análise mecânica do sedimento

Peso da amostra 20 g

Amostra	Areia grossa			Areia fina			Limo 1			Argila			Soma 1	Soma 2
	AG+crivo	Crivo	Ar. grossa	AF+copo	Copo	Ar. fina	L+A+copo	Copo	Limo	A+copo	Copo	Argila		
20T1	200,43	197,11	16,6	66,38	62,85	17,7	36,978	36,63	39,6	36,85	36,7	25,5	99	102
1T2.2	198,22	193,85	21,9	64,16	59,98	20,9	37,35	37,05	28,0	29,1	28,94	27,5	98	100
35T2	203,84	196,55	36,5	67,74	64,39	16,8	29,108	28,88	18,1	27,67	27,53	24,2	95	96
5T3	196,94	196,64	1,5	63,93	62,18	8,8	36,285	36,02	19,0	36,38	36,21	29,5	59	98
6T5	204,26	195,5	43,8	65,61	62,31	16,5	37,318	37,11	19,6	29,16	29,05	17,5	97	98

	Limo 2		
	L+A+copo	Copo	Limo
20T1	64,29	63,93	42,0
1T2.2	61,17	60,86	30,0
35T2	63,81	63,58	18,5
5T3	62,62	62,16	58,0
6T5	61,91	61,7	20,0

Composição <0,2 (%)		
Ar. fina	Limo	Argila
20,7	49,4	29,9
26,7	38,3	35,0
28,2	31,2	40,6
9,1	60,3	30,6
30,6	37,1	32,4

Amostra	Areia grossa			Areia fina			Limo			Argila			Soma	% areia
	AG+crivo	Crivo	Ar. grossa	AF+copo	Copo	Ar. fina	L+A+copo	Copo	Limo	A+copo	Copo	Argila		
20T1	200,43	197,11	16,6	66,38	62,85	17,7	64,29	63,93	42,0	36,85	36,7	25,5	102	34,2
1T2.2	198,22	193,85	21,9	64,16	59,98	20,9	61,17	60,86	30,0	29,1	28,94	27,5	100	42,8
35T2	203,84	196,55	36,5	67,74	64,39	16,8	63,81	63,58	18,5	27,67	27,53	24,2	96	53,2
5T3	196,94	196,64	1,5	63,93	62,18	8,8	62,62	62,16	58,0	36,38	36,21	29,5	98	10,3
6T5	204,26	195,5	43,8	65,61	62,31	16,5	61,91	61,7	20,0	29,16	29,05	17,5	98	60,3

	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila	Total
20T1	16,3	17,4	41,3	25,0	100
1T2.2	21,8	20,9	29,9	27,4	100
35T2	38,0	17,5	19,3	25,2	100
5T3	1,5	9,0	59,4	30,1	100
6T5	44,8	16,9	20,5	17,9	100

Análise mecânica do solo

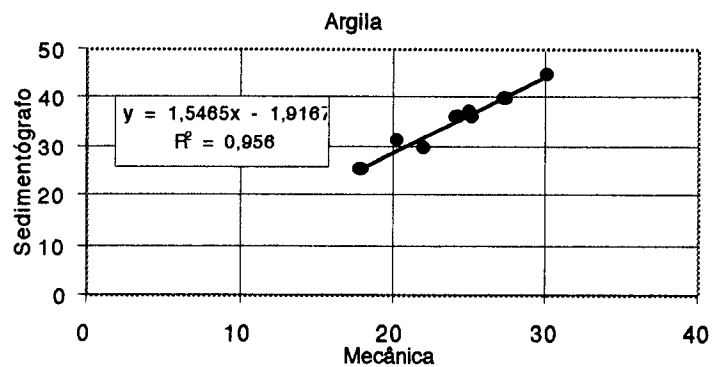
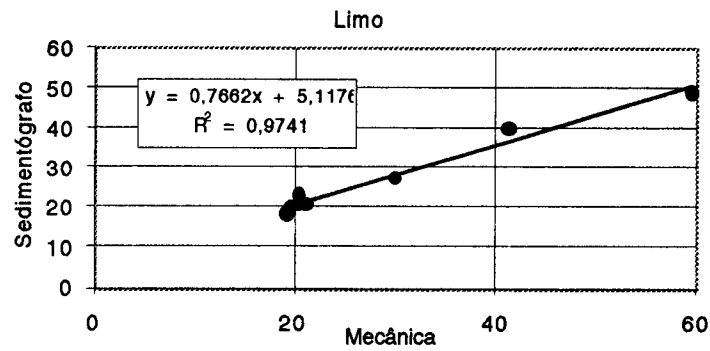
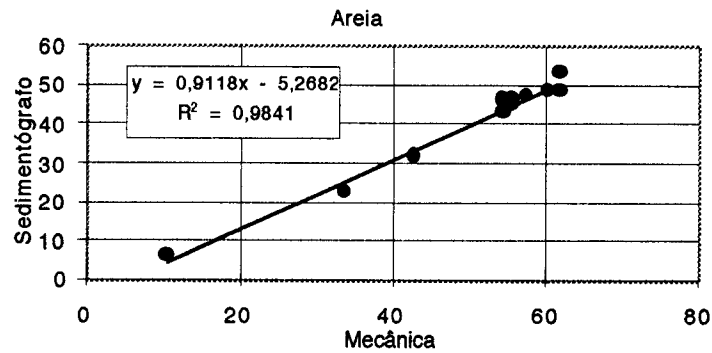
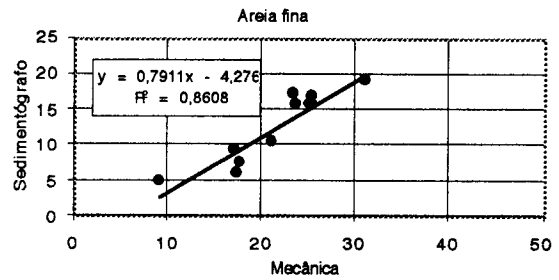
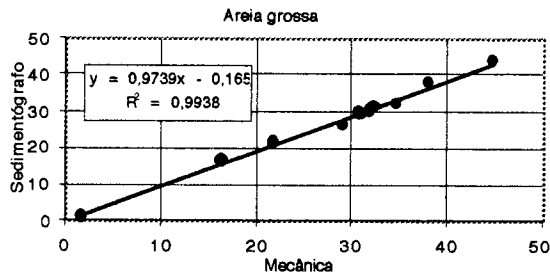
Peso da amostra 20 g

Amostra	Areia grossa		Areia fina			Limo			Argila			Soma
	AG	Ar. grossa	AF+copo	Copo	Ar. fina	L+A+copo	Copo	Limo	A+copo	Copo	Argila	
A	6,442	32,2	55,3	50,259	25,2	27,749	27,539	18,0	49,426	49,306	19,5	95
B	6,923	34,6	57,6	52,507	25,5	29,105	28,879	20,0	48,359	48,233	20,7	101
C	6,368	31,8	55,2	50,477	23,6	35,766	35,591	9,8	49,671	49,545	20,7	86
D	5,829	29,1	54,9	49,816	25,4	38,256	36,018	20,0	49,948	49,81	23,1	98
E	6,132	30,7	55,6	49,414	30,9	37,278	37,11	10,8	49,227	49,113	18,3	91
F	6,179	30,9	54,4	49,73	23,4	36,836	36,622	16,6	51,492	51,361	21,7	93

Solo	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila	Total
A	32,2	25,2	20,5	22,1	100
B	34,6	25,5	19,6	20,3	100
C	31,8	23,6	14,3	30,2	100
D	29,1	25,4	21,1	24,3	100
E	30,7	30,9	14,3	24,1	100
F	30,9	23,4	19,9	25,9	100

ANEXO IX

RELAÇÃO ENTRE A ANÁLISE GRANULOMÉTRICA NO SEDIMENTÓGRAFO E A ANÁLISE MECÂNICA



ANEXO X

DETERMINAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

1. Materiais e métodos

Esta determinação foi realizada pela D. Helena, Técnica do Laboratório de Física do Solo, da Área Departamental de Ciências Agrárias da Universidade de Évora, utilizando para o efeito a metodologia regularmente utilizada no referido laboratório, ou seja, oxidação da matéria orgânica pelo método de Lichterfeld e determinação colorimétrica pelo método de Riehm-Ulrich.

2. Resultados

Quadro A.X - Resultados da determinação da matéria orgânica

Número amostra	Amostra	Leitura 1	Leitura 2	Peso amostra (g)	Matéria orgânica (%)
1	4T1	0,368	0,369	1	3,37
2	6T1	0,358	0,362	2	1,65
3	21T1	0,577	0,578	2	2,64
4	39T1	0,403	0,405	2	1,85
5	10T2	0,583	0,585	1	5,34
6	19T2	0,493	0,484	1	4,46
7	23T2	0,443	0,440	2	2,02
8	28T2	0,445	0,460	1	4,13
9	4T3	0,385	0,378	1	3,49
10	5T3	0,388	0,390	1	3,55
11	10T3	0,440	0,432	1	3,98
12	23T3	0,556	0,561	2	2,56
13	21T5	0,560	0,522	1	5,08
14	26T5	0,527	0,530	2	2,42
15	37T5	0,550	0,541	2	2,50
16	42T5	0,112	0,112	2	0,51
17	Solo A	0,225	0,228	2	1,04
18	Solo B	0,213	0,209	2	0,97
19	Solo C	0,233	0,238	2	1,08
20	Solo D	0,240	0,245	2	1,11
21	Solo E	0,318	0,322	2	1,46
22	Solo F	0,250	0,263	2	1,17

ANEXO XI

**VALORES DAS ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS REALIZADAS
AO SOLO DOS TALHÕES 1, 2, 3 E 5**

Amostra	Mg meq/100g	Ca meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	S meq/100g	CTC meq/100g	V %	Na %	pH	Argilla %	Limo %	Areia fina %	Areia grossa %	Peso g	Mat. gross. g	Mat. gross. %
A1	0,99	0,36	0,15	0,25	1,8	5,8	30	4,3	4,98	31,6	22,1	15,4	30,8			
A2	0,83	0,28	0,15	0,19	1,4	5,8	25	3,2	4,99	28,4	23,8	15,4	32,3			
A3	0,80	0,38	0,15	0,24	1,6	5,7	27	4,1	4,94	29,0	22,6	16,7	31,6			
média A	0,87	0,34	0,15	0,22	1,6	5,8	28	3,9	4,97	29,7	22,9	15,8	31,6	2004,4	1008,6	50,3
B1	1,22	0,28	0,22	0,47	2,2	5,5	40	8,6	5,24	30,8	20,6	14,9	33,7			
B2	1,34	0,30	0,22	0,53	2,4	5,4	44	9,7	5,22	32,7	19,0	15,9	32,4			
B3	1,44	0,33	0,23	0,55	2,6	5,3	48	10,4	5,21	30,6	20,4	17,0	32,1			
média B	1,33	0,30	0,22	0,52	2,4	5,4	44	9,6	5,22	31,4	20,0	15,9	32,7	2174,8	1161,5	53,4
C1	1,53	0,52	0,34	0,38	2,8	5,6	50	6,9	5,34	35,5	18,8	15,9	29,7			
C2	1,16	0,55	0,34	0,40	2,5	5,6	44	7,1	5,33	34,1	20,1	15,1	30,6			
C3	1,09	0,58	0,35	0,40	2,4	5,5	44	7,2	5,33	34,2	19,2	16,2	30,5			
média C	1,26	0,55	0,35	0,39	2,6	5,6	46	7,1	5,33	34,6	19,4	15,9	30,3	2670,2	1288,4	48,3
D1	1,06	0,53	0,33	0,27	2,2	5,6	39	4,9	5,36	37,0	20,4	16,3	26,3			
D2	1,06	0,58	0,34	0,33	2,3	5,6	41	6,0	5,34	34,9	20,9	17,4	26,8			
D3	0,99	0,48	0,33	0,31	2,1	5,4	39	5,7	5,34	36,8	20,1	16,9	26,3			
média D	1,04	0,53	0,33	0,30	2,2	5,5	40	5,5	5,35	36,2	20,5	16,9	26,4	2819,0	1290,2	45,8
E1	1,09	0,47	0,35	0,36	2,3	5,5	41	6,5	5,33	29,3	21,5	19,0	30,3			
E2	1,01	0,47	0,35	0,30	2,1	5,4	39	5,6	5,37	28,8	23,0	19,0	29,1			
E3	0,85	0,53	0,35	0,36	2,1	5,9	35	6,0	5,35	26,6	23,9	19,8	29,7			
média E	0,98	0,49	0,35	0,34	2,2	5,6	39	6,0	5,35	28,2	22,8	19,2	29,7	2571,9	1343,3	52,2
F1	0,78	0,50	0,22	0,29	1,8	5,8	31	5,1	5,12	31,9	21,6	17,1	29,5			
F2	0,82	0,42	0,22	0,33	1,8	5,9	30	5,6	5,18	28,9	23,8	18,9	28,5			
F3	0,82	0,40	0,22	0,25	1,7	6,0	28	4,1	5,15	33,8	20,4	15,7	30,1			
média F	0,80	0,44	0,22	0,29	1,8	5,9	30	4,9	5,15	31,5	21,9	17,2	29,3	3108,9	1578,6	50,8

Amostra	Mg meq/100g	Ca meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	S meq/100g	CTC meq/100g	V %	Na %	pH	Argilla %	Limo %	Areia fina %	Areia grossa %	Peso g	Mat. gross. g	Mat. gross. %
T1 média AB	1,10	0,32	0,19	0,37	2,0	5,6	36	6,7	5,10	30,5	21,4	15,9	32,2	2089,6	1085,1	51,9
T2 média BC	1,30	0,43	0,28	0,46	2,5	5,5	45	8,3	5,28	33,0	19,7	15,8	31,5	2422,5	1225,0	50,8
T3 média CD	1,15	0,54	0,34	0,35	2,4	5,6	43	6,3	5,34	35,4	19,9	16,3	28,4	2744,6	1289,3	47,0
T5 média EF	0,89	0,46	0,28	0,31	2,0	5,8	34	5,5	5,25	29,9	22,4	18,2	29,5	2840,4	1461,0	51,5

ANEXO XII

***REGISTOS REFERENTES AOS TALHÕES ESTUDADOS DO
CENTRO EXPERIMENTAL DE EROSÃO DE VALE FORMOSO***

**(Para uma melhor compreensão das operações
culturais de cada um dos talhões ver Anexo XIII)**

Anexo	Item	Uso principal	Tamanho	Engenh.	Inic. Prc.	Final Prc.	Preço	Data Rec.	Vol. A	Vol. B	Voi. C	Susp. A	Susp. B	Susp. C	Dep. peso.	Dep. Am. H.	Dep. A.S.	Escoraimento - T2	Perda de solo - T2	Tipo Lav	Data Lav	Cultura	Condições	Cobertura	Infiltrações	Dias
211	50,684	Trigo	12	15	20/03/84	03/04/84	8,0		30									5,2				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
212	50,684	Trigo	12	15	20/03/84	03/04/84	8,0		30									3,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
213	50,684	Trigo	12	6	11/04/84	14/04/84	5,5		20									4,1				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
214	50,684	Trigo	12	6	21/04/84	22/04/84	2,0		9									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
215	50,684	Trigo	12	14	21/04/84	22/04/84	4,3		12									1,5	0,286			Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
216	50,684	Trigo	12	5	08/05/84	09/05/84	20,0		74			0,08						0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
217	50,684	Trigo	12	14	08/05/84	09/05/84	17,1		28			0,08						0,0	0,250		30/05/84	Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
218	50,684	Trigo	12	14	08/05/84	09/05/84	17,3		84									5,8				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
219	50,684	Trigo	12	5	17/05/84	18/05/84	9,3		34									1,3				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
219	50,684	Trigo	12	12	28/05/84	28/05/84	4,1		10									0,6				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
217	50,685	Algueve	12	8	19/10/84	04/11/84	25,0		105			0,18						0,3	1,197			Trigo	ESC. ABATIDA	NA	SEM ERVAS	0
218	50,685	Algueve	12	7	01/11/84	04/11/84	14,7		80			0,02						1,9				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	22	05/11/84	18/11/84	55,9		243									17,4	0,282			Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	7	20/11/84	02/12/84	12,9		60									9,9				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	3	19/12/84	19/12/84	4,4		20									9,5				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	3	19/12/84	19/12/84	1,6		5									4,7				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	3	05/01/85	05/01/85	20,4		84									9,6				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	ALGUMAS ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	13	05/01/85	20/01/85	78,1		420	242		0,04	0,08					27,9	10,591			Trigo	ESC. ARRASADA	NA	ALGUMAS ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	5	25/01/85	26/01/85	3,7		17									5,8				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
219	50,685	Algueve	12	11	05/02/85	15/02/85	35,8		175									38,3				Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	12	16/02/85	20/02/85	32,3		428	80		0,02	0,02					9,9	1,306			Trigo	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	3	04/03/85	20/03/85	3,1		10									4,1				Solo nu	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	17	10/04/85	20/04/85	10,0		87									0,0				Solo nu	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	17	10/04/85	20/04/85	3,3		12									0,0				Solo nu	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	14	15/05/85	20/05/85	13,5		45									2,8				Solo nu	ESC. ARRASADA	NA	SEM ERVAS	0
220	50,685	Algueve	12	11	30/05/85	27/06/85	16,2		63			0,40						2,2	1,512			Solo nu	ALG. PRETO	NA	SEM ERVAS	0
221	50,685	Algueve	12	11	04/06/85	05/06/85	5,2		18									4,0				Solo nu	ALG. PRETO	NA	SEM ERVAS	0
221	50,685	Algueve	12	17	15/06/85	19/06/85	3,3		113			0,08						8,4				Solo nu	ALG. PRETO	NA	SEM ERVAS	0
221	50,685	Algueve	12	9	01/07/85	27/11/85	26,2		10			0,08						9,3		0,407		Solo nu	ALG. PRETO	NA	SEM ERVAS	0
222	50,686	Trigo	12	10	04/12/85	11/12/85	28,9		6			0,08						8,7		0,978		Trigo	ESC. SEMENTERA RECENTE	NA	SEM ERVAS	0
224	50,686	Trigo	12	10	04/12/85	11/12/85	28,9		188			0,10						6,1		3,082		Trigo	ESC. SEMENTERA RECENTE	NA	SEM ERVAS	0
225	50,686	Trigo	12	14	22/12/85	05/01/86	43,0		107			0,60						1,3				Trigo	ESC. ABATIDA	NA	SEM ERVAS	0
225	50,686	Trigo	12	4	07/01/86	05/01/86	2,0		20									8,5				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
226	50,686	Trigo	12	7	20/01/86	21/01/86	5,9		46			0,13	0,04					0,0	5,427			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
226	50,686	Trigo	12	11	29/01/86	04/02/86	10,5		20									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	50,686	Trigo	12	24	07/02/86	24/02/86	78,5		425	80								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	50,686	Trigo	12	9	05/03/86	07/03/86	31,8		122									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	50,686	Trigo	12	13	02/04/86	04/04/86	4,3		104									4,4				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	50,686	Trigo	12	22	14/04/86	20/04/86	18,7		90									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	50,686	Trigo	12	2	04/05/86	05/05/86	13,9		50									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
228	50,686	Trigo	12	18	05/05/86	05/06/86	29,2		105			0,12						0,0	0,755			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
229	50,686	Trigo	12	47	11/09/86	20/09/86	78,2	20/09/86	362	35		0,14	1,00		244,5	284,2	125,4	488,4	98,021			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0

Amostra	Arq. Hfz.	Uso principal	Talho	Espec.	Inic. Prec.	Final. Prec.	Data Rec.	Vol. A	Vol. B	Vol. C	Susp. A	Susp. B	Susp. C	Dep. Am. H.	Dep. A. S.	Escum. 13	Perda de solo - 13	Tipo Lav	Data Lav	Cultura	Condições	Cobertura	Infestações	Data
2142	8564	1000	13	3	26/03/84	26/03/84	11,7	48								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2143	8564	1000	13	5	26/03/84	26/03/84	11,7	48								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2143	8564	1000	13	8	11/04/84	14/04/84	5,5	17								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2144	8564	1000	13	6	21/04/84	22/04/84	2,0	5								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2145	8564	1000	13	7	24/04/84	24/04/84	4,3	9								0,154				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
2151	8564	1000	13	4	27/04/84	02/05/84	20,0	84			0,04					0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
216	8564	1000	13	5	09/05/84	09/05/84	7,1	24			0,02					0,0			30/05/84	Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
216	8564	1000	13	14	19/05/84	22/05/84	17,8	58								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2163	8564	1000	13	15	24/05/84	29/05/84	9,3	27								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2163	8564	1000	13	12	26/03/84	26/03/84	3,1	9								0,2				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2164	8465	Leguminosa	13	18	02/10/84	04/10/84	11,4	6								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
217	8465	Leguminosa	13	6	19/10/84	19/10/84	25,0	100			0,03					0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2171	8465	Leguminosa	13	7	07/11/84	04/11/84	14,7	55			0,00					0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2181	8465	Leguminosa	13	22	05/11/84	09/12/84	55,9	231								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2182	8465	Leguminosa	13	7	29/11/84	02/12/84	12,9	55								4,9				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
2183	8465	Leguminosa	13	9	05/12/84	06/12/84	4,4	17								6,5				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
2184	8465	Leguminosa	13	3	19/12/84	19/12/84	5,2	34								1,7				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2185	8465	Leguminosa	13	3	19/12/84	19/12/84	5,2	34								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
219	8465	Leguminosa	13	5	03/01/85	05/01/85	20,4	87								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2191	8465	Leguminosa	13	13	08/01/85	20/01/85	78,1	418	24		0,05	0,04				385,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
2192	8465	Leguminosa	13	5	25/01/85	20/01/85	3,7	10								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2192	8465	Leguminosa	13	11	05/02/85	15/02/85	33,8	145			0,00					6,3				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
220	8465	Leguminosa	13	12	18/02/85	20/02/85	32,3	122								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2201	8465	Leguminosa	13	13	04/03/85	21/03/85	3,1	7								6,3				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2202	8465	Leguminosa	13	17	14/03/85	20/03/85	15,0	52								1,1				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2203	8465	Leguminosa	13	17	14/03/85	20/03/85	3,2	12								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2204	8465	Leguminosa	13	12	01/05/85	04/05/85	13,5	125								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2205	8465	Leguminosa	13	14	15/05/85	20/05/85	13,5	40								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2206	8465	Leguminosa	13	11	20/05/85	20/05/85	4,1	6								1,8				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
221	8465	Leguminosa	13	11	30/05/85	02/06/85	18,2	60			0,30					0,0				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
2211	8465	Leguminosa	13	9	04/06/85	05/06/85	5,2	15								0,0				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
2212	8465	Leguminosa	13	17	15/06/85	19/06/85	3,3	6								8,4				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
222	8568	1000	13	0	07/11/85	07/11/85	28,2	110			0,02					0,0				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
224	8568	1000	13	10	04/12/85	11/12/85	23,9	80			0,03					11,3				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
224	8568	1000	13	14	22/12/85	01/01/86	23,2	184			0,31					0,0				Solo nu	ALG. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
225	8568	1000	13	4	07/01/86	08/01/86	20,0	102			0,40					3,7				Trigo	ESC. SEMTEIRA RECENTE	REGULAR	SEM ERVAS	0
226	8568	1000	13	7	20/01/86	21/01/86	5,8	17								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2262	8568	1000	13	11	28/01/86	04/02/86	10,5	40								4,5				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
227	8568	1000	13	24	07/02/86	24/02/86	70,5	355			0,10					26,8				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
2271	8568	1000	13	9	02/03/86	07/03/86	31,6	121								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2272	8568	1000	13	3	02/03/86	03/03/86	2,5	9								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2273	8568	1000	13	22	14/03/86	25/03/86	73,3	304								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2274	8568	1000	13	10	04/05/86	06/05/86	13,6	45								0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
2275	8568	1000	13	18	05/06/86	05/06/86	20,2	100			0,04					0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
228	8568	1000	13	17	11/06/86	20/06/86	78,2	270			0,25					0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0

Ano. Insc.	Uso principal	Tamanho	Expdor.	Link. Prec.	Final. Prec.	Prechill.	Data. Rec.	Vol. A.	Vol. B.	Vol. C.	Susst. A	Suspt. B	Suspt. C	Dep. Pass.	Dep. Am. H.	Dep. A. S.	Escartamento - T5	Perda de solo - T5	Tipo Lav.	Data Lav.	Cultura	Condições	Cobertura	Inesistentes	Outs
58	69/67	100	15	27/06/98	05/10/98	39,6	04/10/98	206	208	208	0,80	0,54	0,54	156	349,7	154,7	49,925	49,925	ES	21/05/98	Solo nu	ALO. GRADUADO	SEM	SEM ERVAS	5
59	69/67	100	15	30/10/98	15/10/98	21,6	05/10/98	75	75	75	0,54	0,34	0,34	75	75	75	2,630	2,630	ES	21/05/98	Solo nu	ALO. GRADUADO	SEM	SEM ERVAS	5
60	69/67	100	15	30/10/98	15/10/98	21,6	05/10/98	75	75	75	0,54	0,34	0,34	75	75	75	2,630	2,630	ES	21/05/98	Solo nu	ALO. GRADUADO	SEM	SEM ERVAS	5
61	69/67	100	15	02/11/98	07/11/98	45,5	15/11/98	248	248	248	0,34	0,24	0,24	295	448,8	300,8	10,841	10,841	ES	21/05/98	1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	21
62	69/67	100	15	02/11/98	04/01/99	18,1	15/11/98	61	61	61	0,24	0,17	0,17	61	61	61	0,271	0,271	CF	19/05/97	1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	105
64	69/67	100	15	19/01/97	3/00/97	44,8		37	37	37	0,35	0,25	0,25	190	190	190	5,987	5,987			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
65	69/67	100	15	07/02/97	17/02/97	44,8		37	37	37	0,35	0,25	0,25	190	190	190	5,987	5,987			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
66	69/67	100	15	24/02/97	24/02/97	23,3		105	105	105	0,41	0,28	0,28	190	190	190	2,588	2,588			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
67	69/67	100	15	24/02/97	24/02/97	23,3		105	105	105	0,41	0,28	0,28	190	190	190	2,588	2,588			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
68	69/67	100	15	24/02/97	24/02/97	23,3		105	105	105	0,41	0,28	0,28	190	190	190	2,588	2,588			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
69	69/67	100	15	24/02/97	24/02/97	23,3		105	105	105	0,41	0,28	0,28	190	190	190	2,588	2,588			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	122
70	69/67	100	15	05/06/97	05/06/97	23,0	19/05/97	44,3	44,3	44,3	0,30	0,20	0,20	165	392,1	197,4	3,4188	3,4188	CF	19/05/97	Rest. tipo	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	206
71	69/68	100	15	15/06/97	17/06/97	21,4		101	101	101	0,12	0,08	0,08	285	398,4	190,7	6,977	6,977	ES	11/10/97	1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
72	69/68	100	15	27/10/97	27/10/97	65,3	09/10/97	397	397	397	0,18	0,12	0,12	745	884,9	519,4	32,290	32,290	ES	11/10/97	1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	5
73	69/68	100	15	07/11/97	09/11/97	11,9	09/11/97	4,6	8	8	0,06	0,04	0,04	105	105	105	0,174	0,174			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	26
74	69/68	100	15	07/11/97	09/11/97	11,9	09/11/97	4,6	8	8	0,06	0,04	0,04	105	105	105	0,174	0,174			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	26
75	69/68	100	15	25/11/97	25/11/97	7,2	20/11/97	32	32	32	0,05	0,05	0,05	105	105	105	40,174	40,174			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	26
76	69/68	100	15	24/12/97	24/12/97	8,3		30	30	30	0,0	0,0	0,0	105	105	105	0,0	0,0			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	26
77	69/68	100	15	24/12/97	24/12/97	8,3		30	30	30	0,0	0,0	0,0	105	105	105	0,0	0,0			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	26
78	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
79	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
80	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
81	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
82	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
83	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
84	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
85	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
86	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
87	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
88	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
89	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
90	69/68	100	15	02/02/98	01/03/98	39,9		321	321	321	0,10	0,07	0,07	332	332	332	1,992	1,992			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	31
91	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
92	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
93	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
94	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
95	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
96	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
97	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
98	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
99	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
100	69/70	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
101	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
102	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
103	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
104	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
105	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
106	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
107	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
108	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
109	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77
110	70/71	100	15	19/10/98	05/10/98	30,7		174	174	174	0,02	0,02	0,02	490	398,3	192,5	155,929	155,929			1000	ESC. ABATIDA	REGULAR	REGULAR	77

Amostra	Ano-Hetr	Uso principal	Talhão	Evapor	Inic Proc.	F. final Proc.	Preqdet.	Data Rec.	Vol. A	Vol. B	Vol. C	Susp. A	Susp. B	Susp. C	Dep. Am. H.	Dep. A.S.	Esc. Amostragem	P. de 15	Part. de solo	Tip. Lav.	Data Lav.	Cultura	Condições	Cobertura	Inseticidas	Dias
110.1	7/72	Leguminosa	15	20	08/07/72	2/07/72	4,5	16	1,6									6,1				remochira	ESC. ABATIDA			90
110.2	7/72	Leguminosa	15	20	08/07/72	2/07/72	4,5	16	1,6									10,1				remochira	ESC. ABATIDA			106
110.3	7/72	Leguminosa	15	20	08/07/72	2/07/72	4,5	16	1,6									10,1				remochira	ESC. ABATIDA			121
110.4	7/72	Leguminosa	15	20	18/08/72	2/08/72	28,1	39	3,9									38,4				remochira	ESC. ABATIDA			129
110.5	7/72	Leguminosa	15	58	10/04/72	2/04/72	28,1	5	0,5									0,0		AS7	1972/5/97	remochira	ESC. ABATIDA			186
110.6	7/72	Leguminosa	15	9	04/05/72	05/05/72	3,8	5	0,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	178
110.7	7/72	Leguminosa	15	6	04/05/72	05/05/72	3,8	5	0,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
110.8	7/72	Leguminosa	15	8	08/07/72	08/07/72	10,0	8	0,8									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
110.9	7/72	Leguminosa	15	8	08/07/72	08/07/72	10,0	8	0,8									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
111	7/72	Leguminosa	15	21	03/08/72	10/08/72	28,0	118	11,8									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	175
112	7/75	frp	15	9	03/10/72	07/10/72	34,5	185	18,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	175
113	7/75	frp	15	5	11/10/72	13/10/72	18,0	61	6,1									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
113.1	7/75	frp	15	15	14/10/72	20/10/72	14,1	61	6,1									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
113.2	7/75	frp	15	13	24/10/72	27/10/72	12,8	34	3,4									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
113.3	7/75	frp	15	4	17/11/72	18/11/72	2,9	14	1,4									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
114	7/75	frp	15	31	20/11/72	10/12/72	38,0	174	17,4									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	32
114.1	7/75	frp	15	6	24/12/72	28/12/72	29,7	120	12,0									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	40
114.2	7/75	frp	15	12	11/01/73	21/01/73	55,4	331	33,1									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	68
114.3	7/75	frp	15	5	08/02/73	10/02/73	21,4	95	9,5									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	64
114.4	7/75	frp	15	20	13/03/73	24/03/73	10,3	60	6,0									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	118
114.5	7/75	frp	15	20	13/03/73	24/03/73	10,3	60	6,0									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	128
114.6	7/75	frp	15	4	29/03/73	27/03/73	2,7	11	1,1									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	169
115	7/75	frp	15	42	27/04/73	04/05/73	20,9	65	6,5									0,0				frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	169
115.1	7/75	frp	15	14	16/05/73	21/05/73	21,8	60	6,0									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	21
115.2	7/75	frp	15	9	04/06/73	06/06/73	22,0	80	8,0									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	21
116	7/75	frp	15	9	04/06/73	06/06/73	22,0	80	8,0									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	30
117	7/75	frp	15	5	21/08/73	10/09/73	11,4	77	7,7									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	99
117.1	7/75	frp	15	35	05/10/73	18/10/73	10,8	40	4,0									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	99
117.2	7/74	Leguminosa	15	35	05/10/73	18/10/73	10,8	40	4,0									0,0				Rest. frp	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	99
118	7/74	Leguminosa	15	48	17/10/73	05/11/73	31,5	161	16,1									0,0		ES	08/11/73	Centelo	ESC. SEM ENTEIRA RECENTE		SEM ERVAS	26
118.1	7/74	Leguminosa	15	9	02/12/73	05/12/73	2,1	5	0,5									0,0				Centelo	ESC. SEM ENTEIRA RECENTE		SEM ERVAS	26
119	7/74	Leguminosa	15	27	09/12/73	25/12/73	43,4	212	21,2									0,0				Centelo	ESC. SEM ENTEIRA RECENTE		SEM ERVAS	51
119.1	7/74	Leguminosa	15	8	24/01/74	14/01/74	18,0	86	8,6									0,0				Centelo	ESC. SEM ENTEIRA RECENTE		SEM ERVAS	70
119.2	7/74	Leguminosa	15	3	24/01/74	14/01/74	18,0	86	8,6									0,0				Centelo	ESC. SEM ENTEIRA RECENTE		SEM ERVAS	64
121.1	7/74	Leguminosa	15	15	11/02/74	18/02/74	22,4	110	11,0									0,0				Centelo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	108
121.2	7/74	Leguminosa	15	8	10/03/74	18/03/74	3,5	8	0,8									0,0				Centelo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	108
121.3	7/74	Leguminosa	15	7	18/03/74	04/04/74	17,2	65	6,5									0,0				Centelo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	108
122	7/74	Leguminosa	15	14	21/05/74	27/05/74	54,5	276	27,6									0,0				Centelo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	143
122.1	7/74	Leguminosa	15	10	04/06/74	10/06/74	8,8	19	1,9									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	12
123	7/74	Leguminosa	15	8	18/06/74	26/06/74	3,8	19	1,9									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	29
124	7/74	Leguminosa	15	17	01/07/74	08/07/74	6,3	25	2,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	52
125	7/74	Leguminosa	15	21	20/04/74	30/04/74	32,1	102	10,2									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	52
126	7/74	Leguminosa	15	5	02/05/74	02/05/74	3,4	6	0,6									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
126.1	7/74	Leguminosa	15	51	18/05/74	30/05/74	5,7	5	0,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
126.2	7/74	Leguminosa	15	8	14/06/74	15/06/74	6,8	19	1,9									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
126.3	7/74	Leguminosa	15	10	04/06/74	10/06/74	8,8	19	1,9									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
126.4	7/74	Leguminosa	15	8	18/06/74	26/06/74	3,8	19	1,9									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
126.5	7/74	Leguminosa	15	17	01/07/74	08/07/74	6,3	25	2,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	71
127	7/75	frp	15	6	02/11/74	03/11/74	2,0	6	0,6									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	30
127.1	7/75	frp	15	11	14/11/74	22/11/74	30,4	127	12,7									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	30
127.2	7/75	frp	15	3	25/12/74	24/12/74	17,8	76	7,6									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	55
128	7/75	frp	15	15	10/01/75	19/01/75	31,4	143	14,3									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	89
128.1	7/75	frp	15	6	03/02/75	10/02/75	10,3	34	3,4									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	89
129	7/75	frp	15	16	03/02/75	10/02/75	10,3	34	3,4									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	89
130	7/75	frp	15	2	14/02/75	13/02/75	9,0	25	2,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	89
130.1	7/75	frp	15	6	21/02/75	25/02/75	39,7	165	16,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	89
130.2	7/75	frp	15	9	28/02/75	05/03/75	47,8	265	26,5									0,0				Solo nu	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	8

Anos/Ed.	Atip. Hdr.	Uso principal	Talhão	Expdor.	Inic. Prec.	Fiml. Prec.	Preqat.	Data Rec.	Vol. A	Vol. B	Vol. C	Susp. A	Susp. B	Susp. C	Dep. peso	Dep. Am. H.	Dep. A. S.	Escoramento - T5	Perda de solo - T5	Tipo Lav	Data Lav	Cultura	Condites	Cobertura	Insumos	Dias
140.1	75/76	Lequitinosos	15	1	11/60/76	12/59/76	4,3		11									3,0	8,588			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	140
140.2	76/77	Lequitinosos	15	16	04/10/76	01/09/76	3,12	15/10/76	11									14,3	40,881			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	156
141	76/77	Lequitinosos	15	6	04/10/76	31/03/76	1,9		38						101,10	488,6	255,9	36,2	6,7			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	172
142	76/77	Lequitinosos	15	6	18/10/76	18/10/76	1,9		80									6,7	1,656			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	183
143	76/77	Lequitinosos	15	19	19/10/76	25/10/76	14,3		85									12,9	20,160			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	187
143.1	76/77	Lequitinosos	15	14	30/10/76	12/11/76	69,1		420									14,1	81,588			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	18
144	76/77	Lequitinosos	15	3	21/12/76	19/12/76	3,5		119									32,8	53,76			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	29
144.1	76/77	Lequitinosos	15	7	20/12/76	29/12/76	33,4		420									15,0	53,76			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	35
145	76/77	Lequitinosos	15	8	30/12/76	02/01/77	24,0		415									144,7	663,59			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	201
147	76/77	Lequitinosos	15	9	09/01/77	15/01/77	5,3		18									791,5	178,983			Trigo	ESC. SEMEMTEIRA RECENTE	MA	SEM ERVAS	18
148	76/77	Lequitinosos	15	18	17/01/77	03/02/77	121,1		422									63				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	86
148.1	76/77	Lequitinosos	15	6	04/02/77	30/03/77	18,0		74									4426,6	194,24			Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	98
148.2	76/77	Lequitinosos	15	6	04/02/77	30/03/77	18,0		74									10,4				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	113
148.3	76/77	Lequitinosos	15	6	10/03/77	12/03/77	2,4		15									10,4				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	113
149	76/77	Lequitinosos	15	15	19/03/77	25/03/77	2,4		15									0,2				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	175
149.1	76/77	Lequitinosos	15	2	26/03/77	05/04/77	4,9		15									0,2				Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	2
149.2	76/77	Lequitinosos	15	6	15/05/77	15/05/77	1,3		4									0,2				Rest trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	4
149.3	76/77	Lequitinosos	15	6	31/03/77	31/03/77	5,8		15									0,2				Rest trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	4
149.4	76/77	Lequitinosos	15	5	31/03/77	31/03/77	5,8		15									0,2				Rest trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	4
150	76/77	Lequitinosos	15	6	04/03/77	04/03/77	2,6		47									0,21				Rest trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	11
150.1	76/77	Lequitinosos	15	6	04/03/77	04/03/77	2,6		47									0,21				Rest trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	11
150.2	76/77	Lequitinosos	15	6	11/06/77	12/06/77	16,3		62									1,5				Rest trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	111
150.3	76/77	Lequitinosos	15	9	17/06/77	19/06/77	6,2		20									1,5				Rest trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	111
150.4	76/77	Lequitinosos	15	4	24/06/77	24/06/77	2,5		5									12,4				Rest trigo	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	118
150.5	76/77	Lequitinosos	15	29	05/10/77	04/10/77	15,7		54									0				Rest trigo	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	192
151	77/78	Lequitinosos	15	1	04/10/77	04/10/77	10,8		45									0	0,780			Rest trigo	ESC. ARRASADA	MA	SEM ERVAS	146
151.1	77/78	Lequitinosos	15	7	03/11/77	04/11/77	12,6		55									0	0,783			Rest trigo	ESC. ARRASADA	MA	SEM ERVAS	160
152	77/78	Lequitinosos	15	4	19/11/77	21/11/77	20,8		87									0	0,783			Centeno	ESC. SEMEMTEIRA RECENTE	MA	SEM ERVAS	14
152.1	77/78	Lequitinosos	15	3	29/11/77	30/11/77	15,5		65									0	0			Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	26
153	77/78	Lequitinosos	15	9	05/12/77	12/12/77	62,2		145									1692,9	28,242			Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	36
153.1	77/78	Lequitinosos	15	1	16/12/77	20/12/77	19,0	20/12/77	29									9558,9	1140,321			Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	43
154	77/78	Lequitinosos	15	5	16/12/77	20/12/77	28,3		440									11,4	8,393			Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	49
155	77/78	Lequitinosos	15	3	01/01/78	04/01/78	29,3		421									0,81				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	68
155.1	77/78	Lequitinosos	15	4	11/01/78	19/01/78	3,8		16									7,3				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	75
155.2	77/78	Lequitinosos	15	6	27/01/78	29/01/78	5,1		15									4,4				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	85
155.3	77/78	Lequitinosos	15	6	19/02/78	10/02/78	25,1		190									0				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	85
155.4	77/78	Lequitinosos	15	1	19/02/78	10/02/78	25,1		190									0				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	85
155.5	77/78	Lequitinosos	15	16	19/02/78	27/02/78	33,7		410									6,3				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	102
156	77/78	Lequitinosos	15	11	20/02/78	03/03/78	44,2		418									122,2	13,058			Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	115
156.1	77/78	Lequitinosos	15	8	11/03/78	12/03/78	3,3		3									0				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	120
156.2	77/78	Lequitinosos	15	1	16/03/78	17/03/78	4,8		11									0				Centeno	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	22
156.3	77/78	Lequitinosos	15	14	31/03/78	11/04/78	27,6		95									133,2				Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	38
157	77/78	Lequitinosos	15	14	26/04/78	06/05/78	37,5		20									0	3,978			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	48
157.1	77/78	Lequitinosos	15	7	21/05/78	23/05/78	8,1		50									0				Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	66
157.2	77/78	Lequitinosos	15	5	27/05/78	27/05/78	7,5		25									0	1,850			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	66
158	77/78	Lequitinosos	15	5	29/05/78	29/05/78	2,4		5									0				Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	102
158.1	77/78	Lequitinosos	15	5	02/06/78	02/06/78	29,1		140									18,1	101,853			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	167
159	77/78	Lequitinosos	15	9	02/06/78	02/06/78	29,1		140									34,2	28,182			Solo nu	A.O. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	210
161	78/79	Lequitinosos	15	3	16/11/78	15/11/78	60,0		267									4,2	22,692			Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	19
162	78/79	Lequitinosos	15	10	27/11/78	05/12/78	18,4		380									22,9	9,402			Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	287
163	78/79	Lequitinosos	15	16	05/12/78	15/12/78	43,6		200									22,9	7,490			Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	19
164	78/79	Lequitinosos	15	6	16/12/78	20/12/78	11,4		71									0				Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	38
165	78/79	Lequitinosos	15	6	24/12/78	27/12/78	16,0		45									11	1,350			Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	42
166	78/79	Lequitinosos	15	6	29/12/78	29/12/78	2,0		9									0				Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	44
167	78/79	Lequitinosos	15	9	14/01/79	13/01/79	23,9		42									88,2	3,882			Trigo	ESC. ABATIDA	SEM	SEM ERVAS	56
167.1	78/79	Lequitinosos	15	9	14/01/79	13/01/79	23,9		42									88,2	3,882			Trigo	ESC. ABATIDA			

Anostr.	Ann. Hdr.	Uso p/indical	Tamho	Evapor	Int. Prec.	Final. Prec.	Precont.	Data. Rec.	Vol. A.	Vol. B.	Vol. C.	Susp. A.	Susp. B.	Susp. C.	Dep. peso.	Dep. Am.H.	Dep. A.S.	Escamento - 15.	Perda de sopo - 15.	Tip. Lav.	Data Lav.	Cultra	Car. Actes	Cobertura	Incluzmentos	Dias
184	82/83	Leguminosa	15	12	0203/83	0605/83	28,6	97	0,0										0,0	0,175		Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	0
185	82/83	Leguminosa	15	7	17/83	27/83	9,0	14	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	29
186	82/83	Leguminosa	15	7	21/83	21/83	9,0	14	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	29
187	82/83	Leguminosa	15	9	13/83	13/83	17,3	42	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	90
188	82/83	Leguminosa	15	9	28/7/83	28/7/83	5,3	12	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	90
189	82/83	Leguminosa	15	17	22/08/83	28/08/83	3,6	8	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	162
190	82/83	Leguminosa	15	8	20/08/83	20/08/83	3,4	8	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	SEM	SEM ERVAS	162
191	82/83	Leguminosa	15	8	25/10/83	25/10/83	21,0	80	0,0			0,12							0,0	0,578		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	166
192	82/83	Leguminosa	15	19	01/11/83	12/11/83	61,9	422	0,0			0,60							0,0	3,672	ES	Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
193	82/83	Leguminosa	15	6	3/01/84	3/01/84	2,6	7	0,0			0,30							0,0	22,788		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
194	82/83	Leguminosa	15	3	28/02/84	28/02/84	6,4	25	0,0										0,0			Solo nu			SEM ERVAS	0
195	82/83	Leguminosa	15	6	27/03/84	27/03/84	3,4	18	0,0										0,0			Solo nu			SEM ERVAS	0
196	82/83	Leguminosa	15	8	11/04/84	11/04/84	16,3	36	0,0										0,0			Solo nu			SEM ERVAS	0
197	82/83	Leguminosa	15	8	01/04/84	02/04/84	11,8	35	0,0			0,30							0,0	1,080		Solo nu			SEM ERVAS	0
198	82/83	Leguminosa	15	13	08/04/84	13/04/84	14,2	57	0,0			0,00							0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
199	82/83	Leguminosa	15	14	18/04/84	28/04/84	9,0	17	0,0			0,24							0,0	0,815		Solo nu	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
200	82/83	Leguminosa	15	20	27/05/84	10/06/84	8,2	20	0,0			0,76							0,0	0,912		Solo nu	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
201	82/83	Leguminosa	15	13	24/08/84	24/08/84	10,7	20	0,0			0,40							0,0	1,656		Resid trip	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
202	82/83	Leguminosa	15	4	07/10/84	05/10/84	10,3	42	0,0			2,20							0,0	5,844		Resid trip	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
203	82/83	Leguminosa	15	4	07/10/84	07/10/84	1,9	4	0,0			0,58							0,0	0,839		Trifoliate	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
204	82/83	Leguminosa	15	3	16/11/84	16/11/84	1,5	4	0,0			0,21							0,0	2238,067		Trifoliate	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
205	82/83	Leguminosa	15	2	01/12/84	15/12/84	14,9	450	0,0			2,78							0,0	318,968		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
206	82/83	Leguminosa	15	2	10/01/85	10/01/85	13,8	344	0,0			0,21							0,0	0,145		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
207	82/83	Leguminosa	15	2	15/01/85	15/01/85	9,2	119	0,0			0,02							0,0	0,172		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
208	82/83	Leguminosa	15	2	20/02/85	20/02/85	0,8	3	0,0			0,00							0,0	1,872		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
209	82/83	Leguminosa	15	9	25/02/85	25/02/85	5,1	15	0,0			0,00							0,0	4,062		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
210	82/83	Leguminosa	15	9	14/04/85	14/04/85	17,2	253	0,0			0,10							0,0	0,119		Trifoliate	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
211	82/83	Leguminosa	15	9	10/04/85	10/04/85	6,6	14	0,0			0,04							0,0	0,102	AS	Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
212	82/83	Leguminosa	15	12	20/05/85	20/05/85	5,8	10	0,0			3,70							0,0	23,046		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
213	82/83	Leguminosa	15	7	25/05/85	25/05/85	9,0	35	0,0			1,15							0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
214	82/83	Leguminosa	15	8	08/10/85	08/10/85	3,8	10	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
215	82/83	Leguminosa	15	6	18/10/85	17/10/85	2,2	5	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
216	82/83	Leguminosa	15	8	05/11/85	08/11/85	7,3	42	0,0			0,07							0,0	0,357		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
217	82/83	Leguminosa	15	7	06/12/85	15/12/85	11,8	48	0,0			0,30							0,0	32,155		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
218	82/83	Leguminosa	15	7	17/12/85	21/12/85	10,8	48	0,0			0,10							0,0	0,388	ES	Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
219	82/83	Leguminosa	15	10	25/02/86	25/02/86	2,1	85	0,0			0,00							0,0	0,357		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
220	82/83	Leguminosa	15	10	19/03/86	19/03/86	5,3	18	0,0			0,00							0,0	0,117		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
221	82/83	Leguminosa	15	6	23/03/86	24/03/86	5,3	65	0,0			0,03							0,0	0,584		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
222	82/83	Leguminosa	15	10	19/04/86	19/04/86	18,0	110	0,0			0,06							0,0	0,109		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
223	82/83	Leguminosa	15	11	20/04/86	20/04/86	8,1	22	0,0			0,06							0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	REGULAR	SEM ERVAS	0
224	82/83	Leguminosa	15	12	21/05/86	21/05/86	9,6	20	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	REGULAR	SEM ERVAS	0
225	82/83	Leguminosa	15	3	04/06/86	04/06/86	1,9	3	0,0										0,0		CF	Solo nu	ALO. SIDERACAO	REGULAR	SEM ERVAS	0
226	82/83	Leguminosa	15	20	31/08/86	31/08/86	18,6	49	0,0			0,60							0,0	1,764		Resid trip	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
227	82/83	Leguminosa	15	7	25/10/86	25/10/86	1,6	3	0,0										0,0			Resid trip	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
228	82/83	Leguminosa	15	13	07/11/86	07/11/86	102,5	415	0,0			0,20							0,0	20,722		Resid trip	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
229	82/83	Leguminosa	15	4	08/12/86	08/12/86	107,8	422	0,0			0,24							0,0	857,357		Resid trip	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
230	82/83	Leguminosa	15	21	11/12/86	21/12/86	82,6	280	0,0			0,30							0,0	4,190	ES	Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
231	82/83	Leguminosa	15	3	07/01/87	06/01/87	8,4	8	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
232	82/83	Leguminosa	15	7	20/01/87	20/01/87	11,3	42	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
233	82/83	Leguminosa	15	2	25/01/87	26/01/87	1,6	16	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
234	82/83	Leguminosa	15	9	28/01/87	28/01/87	2,0	16	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
235	82/83	Leguminosa	15	9	28/01/87	28/01/87	2,0	16	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
236	82/83	Leguminosa	15	21	12/03/87	12/03/87	48,0	143	0,0			0,02							0,0	0,174	AS	Solo nu	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
237	82/83	Leguminosa	15	5	25/03/84	25/03/84	11,7	34	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
238	82/83	Leguminosa	15	5	29/03/84	05/04/84	8,9	27	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
239	82/83	Leguminosa	15	8	11/04/84	14/04/84	5,6	16	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
240	82/83	Leguminosa	15	2	24/04/84	24/04/84	2,0	2	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
241	82/83	Leguminosa	15	9	21/04/84	21/04/84	2,0	21	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
242	82/83	Leguminosa	15	14	27/04/84	02/05/84	20,0	80	0,0										0,0			Solo nu	ESC. ABATIDA	MA	SEM ERVAS	0
243	82/83	Leguminosa	15	5	08/05/84	08/05/84	7,1	6	0,0			0,15							0,0	0,507		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
244	82/83	Leguminosa	15	14	16/05/84	22/05/84	17,6	57	0,0			0,09							0,0	0,308		Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
245	82/83	Leguminosa	15	15	24/05/84	29/05/84	9,3	30	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
246	82/83	Leguminosa	15	13	28/05/84	28/05/84	3,1	13	0,0										0,0			Solo nu	ALO. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
247	82/83	Leguminosa	15	12	02/06/84	04/06/84	11,7	20	0																	

Amostra	Ano, Mês	Uso principal	Tamanho	Evapor.	Inic. Prec.	Final Prec.	Precipit.	Data Rec.	Vol. A	Vol. B	Vol. C	Susp. A	Susp. B	Susp. C	Dep. peso	Dep. Am. H.	Dep. A. S.	Escumamento - TS	Perda de soro - TS	Thp. Lav	Data Lav	Cultura	Condições	Cobertura	Infecciosas	Dias
218,2	84/85	Trigo	15	8	19/12/84	19/12/84	3,4	3,4	3,0									4,9		ES	10/12/84	Solo Tru	ALQ. SIDERACAO		SEM ERVAS	0
218,3	84/85	Trigo	15	9	18/12/84	18/12/84	1,6	1,6	3,5									0,0				Trigo			SEM ERVAS	0
218,4	84/85	Trigo	15	3	18/12/84	18/12/84	1,6	1,6	3,5									0,0				Trigo			SEM ERVAS	0
218,5	84/85	Trigo	15	5	09/01/85	09/01/85	2,4	2,4	8,7									1,6	0,711			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
218,6	84/85	Trigo	15	13	09/01/85	09/01/85	7,6	7,6	39,5			0,03						0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
218,7	84/85	Trigo	15	5	25/01/85	25/01/85	3,7	3,7	1,1									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
218,8	84/85	Trigo	15	11	08/02/85	08/02/85	33,8	33,8	16,5									0,3				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
218,9	84/85	Trigo	15	13	08/02/85	08/02/85	33,8	33,8	16,5									0,3				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
219,1	84/85	Trigo	15	13	18/03/85	18/03/85	3,3	3,3	19,9			0,00						3,3				Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
220,1	84/85	Trigo	15	10	04/04/85	04/04/85	18,0	18,0	5,2									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
220,2	84/85	Trigo	15	17	19/04/85	19/04/85	33,5	33,5	11,8									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
220,3	84/85	Trigo	15	12	01/05/85	01/05/85	3,4	3,4	4									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
220,4	84/85	Trigo	15	14	08/05/85	08/05/85	13,5	13,5	4,0									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
220,5	84/85	Trigo	15	14	08/05/85	08/05/85	13,5	13,5	4,0									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
221	84/85	Trigo	15	11	30/05/85	30/05/85	14,3	14,3	5,5			0,15						0,0	0,485	CF	07/06/85	Trigo	ESC. ABATIDA	BOA	SEM ERVAS	0
221,1	84/85	Trigo	15	9	04/06/85	04/06/85	5,2	5,2	12									0,0				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
221,2	84/85	Trigo	15	17	15/06/85	15/06/85	3,3	3,3	6									8,4				Trigo	ESC. ABATIDA		SEM ERVAS	0
222	85/86	Leguminosa	15	10	07/11/85	07/11/85	29,2	29,2	11,0			0,05						3,9	0,198			Trigo	ESC. ABATIDA	REGULAR	SEM ERVAS	0
223	85/86	Leguminosa	15	9	24/11/85	24/11/85	19,8	19,8	8,3			0,09						4,3	0,289			Trifole	ESC. SEM FERVA RECENTE	MA	ALGUMAS ERVAS	0
224	85/86	Leguminosa	15	10	27/11/85	27/11/85	24,6	24,6	10,6			0,04						3,7	0,174			Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
225	85/86	Leguminosa	15	14	22/12/85	22/12/85	43,6	43,6	18,2			0,16						3,1	0,869			Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
226	85/86	Leguminosa	15	4	07/01/86	07/01/86	28,0	28,0	10,8									0,0				Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
226,1	85/86	Leguminosa	15	7	20/01/86	21/01/86	5,8	5,8	18									0,0				Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
226,2	85/86	Leguminosa	15	11	26/01/86	04/02/86	10,5	10,5	4,0									4,5				Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
226,3	85/86	Leguminosa	15	24	07/02/86	24/02/86	79,6	79,6	35,0									2,8	2,350			Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
227	85/86	Leguminosa	15	3	12/03/86	12/03/86	3,6	3,6	11,2			0,12						0,0				Trifole	ESC. ABATIDA	MA	ALGUMAS ERVAS	0
227,1	85/86	Leguminosa	15	3	12/03/86	12/03/86	3,6	3,6	11,2									0,0				Solo Tru			ALGUMAS ERVAS	0
227,2	85/86	Leguminosa	15	3	12/03/86	12/03/86	3,6	3,6	11,2									0,0				Solo Tru			ALGUMAS ERVAS	0
227,3	85/86	Leguminosa	15	15	02/04/86	05/04/86	28,3	28,3	9,0									0,0				Solo Tru			ALGUMAS ERVAS	0
227,4	85/86	Leguminosa	15	22	14/04/86	25/04/86	15,2	15,2	28									0,0				Solo Tru			ALGUMAS ERVAS	0
227,5	85/86	Leguminosa	15	10	04/05/86	09/05/86	13,6	13,6	4,5			0,50						0,0	3,210			Solo Tru	ALQ. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
228	85/86	Leguminosa	15	18	05/06/86	05/06/86	29,2	29,2	10,7			1,10						0,0	19,208			Solo Tru	ALQ. SIDERACAO	MA	ALGUMAS ERVAS	0
228,1	85/86	Leguminosa	15	47	11/06/86	20/06/86	79,2	79,2	28,1									0,4				Solo Tru			ALGUMAS ERVAS	0

ANEXO XIII

GLOSSÁRIO DAS OPERAÇÕES

Operação	Descrição
<i>Alqueive nú</i>	Passagem com charrua/grade sobre o solo nú, sem restolho.
<i>Alqueive preto</i>	Passagem com charrua/grade sobre o restolho.
<i>Alqueive atalhado</i>	Algum tempo após a passagem da charrua/grade.
<i>Alqueive gradado</i>	Passagem da grade, antes da sementeira.
<i>Alqueive de sideração</i>	Reviramento com charrua/grade da leguminosa de sideração.
<i>Escarificação de sementeira recente</i>	Passagem do escarificador para enterramento da semente.
<i>Escarificação abatida</i>	Situação em que, após as primeiras chuvas a seguir à escarificação, o solo se encontra abatido, ou seja, compactado.
<i>Escarificação arrasada</i>	Situação em que já não se notam os sulcos provocados pela escarificação.
<i>Escarificação de sideração gradada</i>	Situação em que o solo se encontra após a passagem da grade na sementeira da leguminosa.
<i>Escarificação de sideração rolada</i>	Situação em que o solo se encontra após a passagem do rolo na sementeira da leguminosa.

ANEXO XIV

***DADOS REFERENTES AOS TALHÕES ESTUDADOS DO
CENTRO EXPERIMENTAL DE EROSÃO DE VALE FORMOSO***

Amostra	Código	Peso	Material grosseiro > 2 mm	Argila	Limo	Área fina	Área grossa	Área	pH	Mg ⁺	Cs ⁺	K ⁺	Na ⁺	S	CTC	V	Na																			
58	711	52,6	0,0	40,72	7,33	8,68	0,55	0,20	0,07	7,61	1,37	7,24	3,03	9,42	0,66	3,33	0,30	0,80	5,4	2,70	8,2	1,47	65%	1,63	3,6%	0,54										
61	811	152,7	4,3	2,8	0,05	33,14	7,09	21,51	1,00	8,60	0,54	36,75	1,14	45,35	0,64	45,35	0,64	6,75	1,08	0,90	2,00	6,23	0,30	1,80	0,24	0,65	3,6	1,83	5,4	0,97	67%	1,87	4,8%	0,67		
66	911	158,5	15,7	9,9	0,19	33,11	7,09	26,61	7,24	8,06	0,57	32,30	1,00	40,36	0,84	40,36	0,84	6,61	0,94	0,86	1,75	5,43	0,43	2,30	0,29	0,79	3,4	1,79	5,1	0,97	67%	1,87	5,8%	0,65		
68	1011	97,7	18,4	1,8	0,36	23,56	0,77	14,89	0,69	6,95	0,44	54,60	1,70	61,55	1,29	61,55	1,29	6,64	0,95	0,86	2,26	7,89	0,51	2,70	0,22	0,61	3,9	1,99	5,2	0,83	76%	2,12	4,3%	0,64		
71	1111	186,2	0,4	0,2	0,00	49,22	7,67	44,70	2,09	4,43	0,20	1,75	0,05	6,17	0,13	6,10	2,12	6,10	2,12	1,82	2,89	0,45	2,39	0,22	0,59	5,7	2,86	10,7	1,82	53%	1,49	2,0%	0,30			
72	media 12	430,7	4,9	1,1	0,22	45,41	7,49	43,49	2,03	5,45	0,34	5,64	0,18	11,10	0,23	6,67	1,97	6,67	1,97	1,79	2,19	0,50	0,34	0,18	0,27	0,23	4,8	2,47	9,1	1,64	52%	1,45	2,9%	0,44		
81	1311	84,5	32,4	38,3	0,24	19,22	0,63	15,93	0,24	4,78	0,30	58,30	1,81	64,89	1,35	6,67	0,98	0,99	1,75	5,43	1,75	5,43	0,18	0,84	0,24	0,64	3,1	1,59	3,9	0,70	81%	2,25	6,1%	0,97		
82	1411	89,0	0,3	0,3	0,01	53,49	7,26	41,33	1,83	1,53	0,22	12,40	0,29	5,18	0,17	6,71	2,12	6,71	2,12	1,82	4,93	0,73	3,82	0,40	1,07	8,2	4,13	12,1	2,17	58%	1,89	3,3%	0,49			
83	1511	162,8	2,9	3,8	0,03	39,98	7,39	37,67	1,39	7,03	0,52	23,96	0,50	23,96	0,50	6,71	2,12	6,71	2,12	1,82	4,93	0,73	3,82	0,40	1,07	8,2	4,13	12,1	2,17	58%	1,89	3,3%	0,49			
84	2011	213,1	17,3	8,2	0,16	39,79	7,39	34,88	1,52	8,78	0,55	16,35	0,54	25,13	0,52	6,69	1,97	6,69	1,97	1,51	5,82	0,70	3,70	0,37	1,43	4,5	2,27	9,4	1,69	48%	1,34	3,2%	0,64			
86	2111	193,3	0,3	0,3	0,03	42,04	7,39	36,98	1,72	6,12	0,57	17,43	0,54	23,15	0,46	6,69	1,97	6,69	1,97	1,51	5,82	0,70	3,70	0,37	1,43	4,5	2,27	9,4	1,69	48%	1,34	3,2%	0,64			
91	2311	167,2	2,8	1,7	0,03	47,97	7,57	43,68	2,04	4,12	0,28	4,25	0,13	12,37	0,25	6,94	2,12	6,94	2,12	1,82	4,98	0,26	3,00	0,32	0,60	0,41	1,11	5,1	2,55	6,0	1,07	84%	2,35	4,5%	0,67	
94	2511	73,5	0,1	0,1	0,00	47,96	7,57	44,98	2,08	3,96	0,23	3,50	0,11	6,37	0,25	6,21	1,81	6,21	1,81	1,64	4,06	0,26	2,02	0,41	1,07	0,27	0,21	5,1	2,55	6,0	1,07	84%	2,35	4,5%	0,67	
111	3211	136,9	10,6	7,7	0,15	31,01	7,02	22,53	1,05	8,42	0,53	38,10	1,19	46,52	0,97	6,71	1,16	6,66	3,06	3,97	4,06	0,26	2,02	0,41	1,07	0,27	0,21	5,1	2,55	6,0	1,07	84%	2,35	4,5%	0,67	
112	3311	98,7	1,1	1,1	0,02	39,12	7,29	27,94	1,30	6,97	0,44	25,90	0,87	32,87	0,69	6,71	1,16	6,66	3,06	3,97	4,06	0,26	2,02	0,41	1,07	0,27	0,21	5,1	2,55	6,0	1,07	84%	2,35	4,5%	0,67	
139	3811	88,8	1,0	1,1	0,02	41,93	7,37	33,60	1,57	8,76	0,55	15,80	0,49	24,56	0,57	6,40	2,55	2,37	3,56	7,09	3,09	0,60	0,27	0,49	0,30	0,87	7,1	3,59	10,3	1,64	69%	1,93	4,7%	0,70		
142	3911	221,0	0,0	0,0	0,00	58,02	7,90	39,24	7,83	2,09	0,13	0,65	0,02	2,74	0,06	5,87	2,33	2,11	2,63	4,78	0,24	1,26	0,43	1,15	3,6	2,83	10,2	1,63	58%	1,63	2,9%	0,44				
144	4011	160,4	0,0	0,0	0,00	53,03	7,74	44,97	2,70	1,39	0,09	0,50	0,02	1,89	0,04	6,06	2,33	2,11	2,63	4,78	0,24	1,26	0,43	1,15	3,6	2,83	10,2	1,63	58%	1,63	2,9%	0,44				
159	4211	353,8	39,2	11,1	0,27	23,88	0,78	17,21	0,80	7,25	0,46	51,65	1,67	58,90	1,23	6,60	0,99	0,80	1,68	5,23	0,14	0,74	0,22	0,59	3,0	1,53	3,8	0,69	80%	2,33	5,7%	0,65				
192	media 43	488,0	6,3	1,3	0,02	45,41	7,49	41,85	7,95	7,12	0,46	5,62	0,17	12,74	0,27	5,62	1,70	5,54	2,31	1,19	0,29	1,55	0,27	0,72	4,6	2,37	11,7	2,10	43%	1,77	2,5%	0,38				
212	4511	174,6	1,2	0,7	0,01	52,36	7,72	37,65	7,76	5,54	0,35	4,45	0,14	9,99	0,27	5,26	2,40	2,17	2,67	4,29	0,40	2,15	0,34	0,93	3,8	2,92	9,2	1,65	63%	1,76	3,7%	0,56				
229	4711	174,1	0,1	0,1	0,00	59,92	7,95	36,11	7,68	6,25	1,58	7,43	3,12	9,69	0,33	1,77	2,66	2,31	1,58	1,43	3,12	9,69	0,33	1,77	2,66	2,31	1,58	1,43	3,12	9,69	0,33	1,77	53%	1,49	2,4%	0,36

Amostra	Código	Peso	Material	grosseto > 2 mm	Areia	Limo	Areia fina	Areia grossa	Areia	pH	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	CTC	V	Na					
58	712	44,3	0,1	0,2	44,24	1,34	13,96	0,99	15,86	0,33	7,37	4,42	7,32	0,79	2,79	10,4	1,92	70%	1,55	2,9%	0,34		
59	1072	89,7	0,1	3,3	38,16	1,16	11,70	0,74	38,55	0,87	6,63	3,15	7,36	0,90	3,18	7,8	1,42	72%	1,67	6,5%	0,29		
71	1172	101,1	0,5	0,6	46,57	1,47	8,14	0,57	13,49	0,29	7,03	4,26	9,97	0,48	6,2	2,29	10,7	1,95	58%	1,29	2,3%	0,28	
72	media 12	539,0	14,3	2,7	51,89	1,57	9,30	0,59	21,18	0,45	5,87	3,27	7,63	0,19	0,69	9,0	1,65	65%	1,45	2,1%	0,25		
74	1312	249,0	0,1	0,0	54,79	1,66	10,12	0,64	11,20	0,36	2,12	2,05	3,14	0,33	0,24	5,8	2,36	7,6	1,39	83%	1,86	4,0%	0,48
76	1512	194,4	0,4	0,2	51,48	1,56	4,78	0,37	2,50	0,08	7,28	2,05	3,14	0,33	0,24	6,3	2,57	7,6	1,39	83%	1,86	4,0%	0,48
81	1612	179,3	0,2	0,1	56,64	1,22	2,87	0,18	1,15	0,04	4,02	2,05	3,14	0,33	0,24	12,5	2,29	40%	0,89	2,5%	0,30		
82	1712	150,9	3,4	1,6	40,50	1,23	5,21	0,33	10,20	0,32	15,41	3,72	0,71	0,28	0,28	3,6	1,49	11,4	2,09	32%	0,71	2,6%	0,37
83	1912	166,4	1,0	0,7	45,58	1,39	5,23	0,33	6,60	0,27	11,83	3,53	0,71	0,28	0,28	6,8	2,76	10,5	1,73	72%	1,44	2,6%	0,37
84	2012	151,1	2,6	2,4	45,28	1,37	6,40	0,47	13,55	0,43	19,95	4,76	0,38	0,31	0,64	4,9	1,99	9,0	1,64	54%	1,21	3,3%	0,39
86	2212	106,0	0,0	0,0	50,71	1,54	4,11	0,26	10,15	0,32	6,21	1,02	1,37	0,39	0,40	3,5	1,43	8,0	1,46	44%	0,98	5,1%	0,67
89	712	240,5	1,7	5,7	48,36	1,47	5,07	0,32	26,50	0,84	31,57	1,02	3,79	0,34	1,20	6,0	2,44	12,2	2,22	48%	1,10	2,9%	0,35
91	2312	275,2	0,0	0,0	51,82	1,57	5,00	0,32	3,85	0,12	8,85	1,94	3,38	0,38	1,33	3,2	2,49	7,4	1,35	44%	0,98	2,9%	0,35
92	2412	254,3	0,4	0,2	48,58	1,47	3,87	0,24	2,65	0,09	6,59	0,14	4,20	0,34	1,20	6,5	2,65	8,8	1,60	74%	1,65	3,0%	0,36
94	2512	237,6	0,0	0,0	55,33	1,69	3,84	0,24	0,85	0,03	4,72	0,10	4,20	0,34	1,20	6,5	2,65	10,0	1,97	62%	1,27	2,9%	0,28
96	media 26	517,4	2,7	0,5	51,45	1,56	6,10	0,39	3,26	0,10	9,36	1,15	3,35	0,32	0,77	0,20	0,45	10,0	2,07	68%	1,41	2,8%	0,22
100	2712	148,4	0,0	0,0	56,72	1,22	1,68	0,11	1,35	0,04	3,03	0,98	3,00	0,41	1,45	5,1	2,46	9,4	1,71	68%	1,41	2,8%	0,22
101	2812	119,2	0,2	0,2	66,26	2,07	2,76	0,17	1,55	0,05	4,03	0,98	3,00	0,41	1,45	10,3	1,89	76%	1,69	3,4%	0,47		
102	2912	102,0	1,7	1,7	68,80	2,08	2,59	0,16	4,45	0,14	7,03	0,92	3,95	0,19	0,60	7,6	3,07	11,6	2,72	65%	1,45	2,5%	0,30
105	3012	240,3	28,5	11,9	21,87	0,66	5,80	0,37	64,21	2,04	70,00	1,65	4,48	0,51	1,87	12,5	2,28	62%	1,37	2,4%	0,29		
106	3112	239,8	0,0	0,0	52,33	1,59	4,37	0,28	0,70	0,02	5,07	1,77	3,67	0,31	1,08	3,7	0,67	77%	1,72	6,3%	0,75		
112	Amostra 7 (a)	91,2	0,8	0,9	44,13	1,34	7,81	0,49	28,16	0,59	6,77	3,37	2,60	0,85	2,89	10,3	1,89	51%	1,72	2,0%	0,24		
119	3412	141,3	10,4	7,4	36,36	1,10	7,63	0,49	45,58	0,96	6,26	1,27	0,89	0,22	0,49	13,1	2,39	90%	2,00	3,9%	0,47		
132	3512	141,3	10,4	7,4	36,36	1,10	7,63	0,49	45,58	0,96	6,26	1,27	0,89	0,22	0,49	13,1	2,39	90%	2,00	3,9%	0,47		
135	3612	255,6	1,4	0,6	58,62	1,28	4,08	0,28	2,95	0,09	7,03	0,75	5,85	0,28	0,98	4,1	1,67	5,3	0,97	78%	1,73	4,1%	0,49
136	3712	221,0	0,9	0,4	59,47	1,80	3,42	0,22	2,35	0,07	5,77	0,72	5,66	0,29	1,77	11,4	2,09	58%	1,30	1,9%	0,23		
139	4112	254,0	1,4	6,9	47,02	1,42	11,26	0,71	13,40	0,43	24,66	0,52	6,19	0,22	0,77	3,69	0,67	9,9	1,87	66%	1,47	2,4%	0,29
132	4312	264,2	3,7	1,4	58,47	1,77	4,44	0,28	1,40	0,04	5,84	0,72	6,19	0,22	0,77	6,6	1,20	89%	1,97	4,1%	0,49		
193	4412	177,7	1,9	1,1	54,18	1,64	1,83	0,12	3,60	0,11	7,14	1,89	1,45	0,34	1,29	13,1	2,39	44%	0,99	1,7%	0,27		
212	4512	185,0	0,8	0,4	50,29	1,74	5,46	0,34	16,05	0,57	21,51	0,45	6,72	0,39	1,07	8,0	1,46	95%	2,10	5,4%	0,65		
229	4712	121,3	0,0	0,0	68,25	2,07	1,29	0,08	0,65	0,02	1,94	0,04	6,31	2,43	1,87	3,7	2,72	13,2	2,47	51%	1,13	1,9%	0,23

(a) Amostra perdida

Amostra	Código	Peso	Material grosseiro > 2 mm	Areia	Limo	Areia fina	Areia grossa	Areia	pH	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	CTC	V	Na
61	813	149,2	4,0	30,61	17,38	10,01	41,80	51,81	6,92	1,04	2,78	0,36	0,23	4,4	5,6	79%	1,63
62	813	159,3	6,3	26,97	21,13	8,50	43,35	51,85	7,13	1,06	2,92	0,60	0,32	5,4	6,0	91%	1,63
63	813	151,8	0,3	43,56	32,76	10,12	14,25	24,37	6,92	0,96	3,45	0,78	0,25	5,4	6,0	91%	1,63
64	1013	91,5	0,3	42,00	33,31	10,03	14,62	24,66	6,92	0,96	3,45	0,78	0,25	5,4	6,0	91%	1,63
71	media 12	499,9	2,2	36,67	21,27	10,91	30,95	41,86	6,96	1,35	2,93	0,28	0,21	4,6	7,5	62%	1,44
72	media 12	499,9	0,7	36,67	21,27	10,91	30,95	41,86	6,96	1,35	2,93	0,28	0,21	4,6	7,5	62%	1,44
74	1313	215,7	1,6	46,23	40,16	5,71	7,90	13,61	6,71	1,74	4,08	0,50	0,30	5,9	6,5	90%	1,44
81	1613	100,3	0,6	46,81	40,16	5,71	7,90	13,61	6,71	1,74	4,08	0,50	0,30	5,9	6,5	90%	1,44
83	1913	161,2	7,8	46,81	23,60	7,74	21,85	29,59	6,65	1,48	3,46	0,40	0,32	5,5	11,0	59%	1,39
84	2013	114,2	3,2	50,03	28,60	7,44	13,60	21,46	6,55	1,48	2,90	0,43	0,36	5,2	8,8	59%	1,39
86	2113	95,7	0,3	52,10	38,04	6,16	3,70	9,86	6,60	1,48	2,82	0,30	0,30	4,9	9,2	56%	1,37
89	Amostra 3 ou 187 (h)																
91	2313	266,7	0,3	47,28	41,59	4,38	6,75	11,13	6,79	1,08	2,81	0,42	0,24	4,6	14,8	31%	0,72
92	2413	159,3	0,0	44,67	49,65	4,96	6,50	11,13	7,11	1,34	4,19	0,57	0,31	6,4	2,67	31%	0,72
94	2513	206,9	0,0	54,26	41,09	2,95	1,70	4,65	6,88	1,34	3,23	0,46	0,23	5,3	10,0	64%	1,49
96	2613	261,0	2,1	42,85	41,65	7,85	6,65	15,50	6,96	1,35	2,59	0,47	0,23	4,4	13,5	38%	0,97
105	3013	156,5	12,3	22,14	13,69	6,80	57,35	64,15	6,35	1,18	2,59	0,34	0,22	4,4	4,4	2,97	3,8%
119	3413	176,1	2,5	35,26	22,68	10,26	33,35	43,61	7,14	0,71	3,12	0,47	0,18	6,5	4,9	2,97	3,8%
132	3513	160,7	6,9	34,73	22,68	7,39	35,20	43,59	6,80	1,06	3,33	0,47	0,26	6,1	2,66	8,7	7,8%
135	3513	245,1	1,1	56,28	36,65	3,27	3,80	7,07	6,36	0,73	2,46	0,35	0,17	3,6	1,97	1,67	1,6%
154	4113	233,3	3,1	37,23	36,65	18,76	7,15	25,91	6,08	1,01	2,46	0,35	0,17	3,6	6,3	1,67	1,6%
192	4313	246,3	6,9	48,33	40,92	4,60	6,15	10,73	5,97	0,89	2,19	0,28	0,21	3,7	16,6	2,9%	0,65
193	4413	170,8	3,6	48,68	42,38	2,34	5,65	9,39	6,93	0,99	2,28	0,28	0,21	3,6	6,5	1,79	3,7%
(a) Amostra perdida																	
			2,1	48,68	42,38	2,34	5,65	9,39	6,93	0,99	2,28	0,28	0,21	3,6	16,9	3,6%	0,65

Amostra	Código	Peso	Material	grossoiro > 2 mm	Argila	Limão	Área fina	Área grossa	Área	pH	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	CTC	V	Na																
68	1015	187,1	26,2	14,0	0,27	19,46	0,65	21,09	0,94	10,60	0,58	49,60	1,65	59,40	1,24	6,72	0,68	0,76	2,51	5,42	0,42	1,49	0,24	0,75	3,8	1,97	5,2	0,90	74%	216	4,5%	0,83		
71	1115	146,2	0,7	0,5	0,07	37,51	1,26	40,73	1,29	13,91	0,76	42,85	0,27	21,76	0,46	6,76	1,06	1,18	4,18	1,07	2,47	9,07	0,46	1,67	0,17	0,52	5,9	3,00	10,2	1,77	59%	1,69	1,7%	0,37
74	1315	185,5	17,4	9,4	0,19	24,50	0,82	17,83	0,90	13,63	0,64	42,35	1,40	57,63	1,27	6,94	0,90	1,07	2,47	5,32	0,29	1,00	0,29	0,89	0,29	0,82	3,9	2,02	5,1	0,89	77%	2,26	5,7%	1,04
81	1615	185,7	2,4	1,3	0,03	43,86	1,47	39,76	1,22	7,09	0,39	10,30	0,36	17,39	0,36	6,59	1,56	1,75	3,14	6,77	0,43	1,50	0,25	0,79	0,25	0,79	5,4	2,75	11,2	1,96	48%	1,80	2,9%	0,47
82	1715	159,7	2,4	1,5	0,03	34,06	1,14	40,15	1,60	11,99	0,64	14,20	0,48	25,78	0,54	7,10	1,28	1,44	2,49	5,37	0,34	1,20	0,25	0,79	0,25	0,79	4,4	2,23	8,5	1,49	51%	1,80	2,9%	0,54
83	1815	207,5	6,0	2,9	0,06	39,99	1,34	22,82	1,02	9,56	0,32	27,95	0,93	37,11	0,78	7,02	1,20	1,34	2,01	4,34	0,36	1,27	0,29	0,82	0,29	0,82	3,9	1,97	7,6	1,32	51%	1,49	3,3%	0,69
84	2015	209,3	16,7	8,0	0,16	37,03	1,24	20,71	0,90	9,08	0,30	33,20	1,12	42,28	0,89	6,85	0,90	1,07	1,53	3,29	0,30	1,07	0,20	0,64	0,20	0,64	2,9	1,50	6,4	1,17	48%	1,34	3,3%	0,69
86	2115	77,8	1,2	1,5	0,03	49,23	1,47	32,64	1,47	12,64	0,69	12,20	0,47	24,84	0,52	6,68	1,86	2,09	2,52	5,43	0,43	1,53	0,26	0,82	0,26	0,82	5,1	2,59	8,7	1,57	58%	1,70	3,6%	0,84
96	2615	212,2	4,9	2,4	0,04	41,63	1,97	31,28	1,40	8,92	0,46	36,95	1,25	27,69	0,59	6,17	1,65	1,84	2,06	4,44	0,30	1,05	0,25	0,79	0,25	0,79	4,4	2,26	6,5	1,13	58%	1,60	3,5%	0,84
100	2715	188,0	4,5	2,4	0,04	36,83	1,00	23,83	1,07	5,13	0,29	54,60	1,85	59,73	1,25	6,28	1,22	1,36	2,66	5,73	0,31	1,10	0,24	0,79	0,24	0,79	4,4	2,26	6,5	1,13	58%	1,60	3,5%	0,84
101	2815	249,0	20,7	8,3	0,16	25,20	0,84	15,12	0,69	6,44	0,32	45,60	1,25	65,57	1,25	6,44	0,32	0,50	1,65	3,67	0,22	0,79	0,28	0,89	0,28	0,89	5,0	2,55	6,1	0,90	58%	1,64	3,9%	0,87
102	2915	193,7	11,9	4,9	0,10	24,03	1,07	24,03	1,07	6,55	0,36	54,60	1,85	59,73	1,25	6,44	0,32	0,50	1,65	3,67	0,22	0,79	0,28	0,89	0,28	0,89	5,0	2,55	6,1	0,90	58%	1,64	3,9%	0,87
111	3215	229,7	11,9	4,9	0,10	24,03	1,07	24,03	1,07	6,55	0,36	54,60	1,85	59,73	1,25	6,44	0,32	0,50	1,65	3,67	0,22	0,79	0,28	0,89	0,28	0,89	5,0	2,55	6,1	0,90	58%	1,64	3,9%	0,87
112	3315	199,6	0,9	0,3	0,00	48,72	1,53	36,83	1,65	11,67	0,64	39,85	1,35	51,52	1,09	6,52	0,78	0,87	2,02	4,36	0,30	1,11	0,16	0,20	0,20	0,64	2,9	1,50	6,4	1,17	48%	1,34	3,3%	0,69
119	3415	169,0	0,9	0,3	0,00	48,72	1,53	36,83	1,65	11,67	0,64	39,85	1,35	51,52	1,09	6,52	0,78	0,87	2,02	4,36	0,30	1,11	0,16	0,20	0,20	0,64	2,9	1,50	6,4	1,17	48%	1,34	3,3%	0,69
132	3615	142,4	0,8	0,1	0,00	33,29	1,17	30,93	1,39	11,78	0,65	24,00	0,87	35,78	0,75	6,56	1,94	2,17	2,80	6,03	0,41	1,46	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
133	3715	261,4	0,8	0,3	0,07	53,70	1,80	40,03	1,79	5,62	0,25	1,65	0,06	6,27	0,13	6,56	1,63	1,83	3,13	6,24	0,41	1,46	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
139	3815	142,4	0,9	0,6	0,07	51,57	1,73	40,28	1,80	6,27	0,13	6,27	0,13	6,27	0,13	6,56	1,63	1,83	3,13	6,24	0,41	1,46	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
142	3915	61,8	0,7	0,9	0,02	49,49	1,66	36,42	1,63	9,44	0,52	4,65	0,16	14,09	0,30	6,57	1,98	2,37	4,93	10,64	0,43	1,44	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
154	4115	249,8	0,1	0,0	0,00	54,48	1,82	40,66	1,82	3,55	0,19	1,30	0,04	4,85	0,10	6,57	1,98	2,37	4,93	10,64	0,43	1,44	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
159	4215	364,4	49,4	0,0	0,00	46,09	1,54	33,91	1,52	17,44	0,96	2,55	0,09	19,99	0,42	6,06	1,55	1,84	2,60	4,72	0,43	1,44	0,21	0,79	0,21	0,79	5,4	2,75	9,4	1,26	59%	1,69	2,9%	0,43
192	4315	282,6	23,3	13,6	0,26	20,95	0,70	13,92	0,82	6,74	0,37	69,40	1,99	65,14	1,36	6,49	0,54	0,80	0,92	1,77	0,33	1,16	0,17	0,55	0,17	0,55	3,5	1,80	7,7	1,34	46%	1,34	2,5%	0,56
193	4415	282,6	23,3	8,2	0,16	43,21	1,45	35,53	1,59	5,65	0,15	15,60	0,53	21,26	0,46	5,71	1,20	1,46	1,75	3,77	0,33	1,16	0,17	0,55	0,17	0,55	3,5	1,80	7,7	1,34	46%	1,34	2,5%	0,56
212	4615	186,1	5,0	2,7	0,05	49,15	1,65	43,43	1,84	2,67	0,15	4,75	0,16	7,42	0,16	6,73	1,49	1,67	2,11	4,54	0,48	1,69	0,15	0,47	0,15	0,47	4,2	2,16	9,8	1,70	43%	1,26	1,5%	0,29
58	715	153,6	0,1	1,6	0,03	53,58	1,79	35,75	1,60	4,01	0,22	6,65	0,23	10,68	0,22	6,41	1,81	2,02	2,42	5,22	0,60	2,09	0,21	0,69	0,21	0,69	5,0	2,57	11,1	1,83	45%	1,33	1,9%	0,35
61	815	285,0	24,9	8,7	0,17	28,60	0,96	17,14	0,77	9,37	0,57	44,90	1,52	54,21	1,14	6,52	0,90	1,07	2,48	3,34	0,30	1,05	0,23	0,73	0,23	0,73	3,9	1,99	5,9	1,33	65%	1,83	3,9%	0,71
66	915	182,8	15,8	8,6	0,17	32,21	1,09	26,51	1,19	12,47	0,69	39,78	0,97	41,22	0,96	6,41	0,92	1,03	2,75	3,82	0,41	1,46	0,26	0,83	0,26	0,83	4,3	2,22	6,1	1,06	71%	2,00	4,3%	0,78
72	media 12	489,1	30,1	6,2	0,12	36,83	1,23	29,06	1,30	14,89	0,82	13,28	0,65	34,18	0,72	6,69	0,79	0,89	1,64	3,53	0,31	1,08	0,22	0,77	0,22	0,77	3,0	1,57	6,1	1,06	48%	1,47	3,7%	0,67

ANEXO XV

MODELO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA EFECTUADA AOS SEDIMENTOS

Sedimentos totais por eventos Rotação trigo-leguminosa no talhão 3

Introdução

Como modelo da análise estatística efectuada aos sedimentos, são aqui apresentados os resultados da mesma para uma das situações estudadas: a rotação trigo-leguminosa no talhão 3, para os sedimentos totais por eventos.

Em primeiro lugar foi realizada uma análise de variância (ANOVA) (página LVII do presente Anexo), a qual caracterizou situações, bem como tornou possível eventuais agregações. Nesta sequência, foram caracterizadas as relações (página LIX e seguintes do presente Anexo), precedida de uma análise de resíduos (página LVIII do presente Anexo). Ainda em relação aos resíduos, deve-se salientar que na sequência da sua análise foram removidos alguns eventos (entre 4 e 5 por talhão), para aqueles cujos resíduos distavam da recta de regressão linear mais de 2x o limite do lado oposto (neste caso o superior) (os valores removidos em todas as situações são caracterizados e apresentados no Anexo XVI).

ANOVA Rotação Trigo-Leguminosa no talhão 3 e restantes

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Trigo (A)	166	632,062697	3,80760661	0,15869534
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	21,2088278	1	21,2088278	137,294822	1,1547E-26	3,87041155
Dentro dos grupos	49,8959193	323	0,15447653			
Total	71,1047471	324				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Aiqueive	163	616,526384	3,78237045	0,26344276
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	18,9948119	1	18,9948119	91,5565448	3,0625E-19	3,87068155
Dentro dos grupos	66,3889166	320	0,20746536			
Total	85,3837285	321				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Talhão 1	164	632,127699	3,85443719	0,26907955
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	25,1241658	1	25,1241658	119,353548	7,802E-24	3,87058208
Dentro dos grupos	67,5711561	321	0,21050204			
Total	92,6953219	322				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Talhão 2	165	616,461382	3,73612959	0,14575397
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	15,6444703	1	15,6444703	105,797256	1,2093E-21	3,87049681
Dentro dos grupos	47,6148404	322	0,14787218			
Total	63,2593107	323				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Trigo (L)	160	561,36877	3,50855481	0,29793814
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3,58355204	1	3,58355204	15,9810413	7,9841E-05	3,87095156
Dentro dos grupos	71,0833529	317	0,22423771			
Total	74,666905	318				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Leguminosa	162	568,040174	3,50642083	0,3221153
Talhão 3	159	524,155491	3,29657542	0,15007082

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3,53350785	1	3,53350785	14,9154807	0,00013616	3,87078103
Dentro dos grupos	75,5717515	319	0,23690204			
Total	79,1052594	320				

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Trigo T3	77	254,917868	3,31062166	0,08903861
Trigo T5	83	306,450902	3,69217955	0,42426783

ANOVA

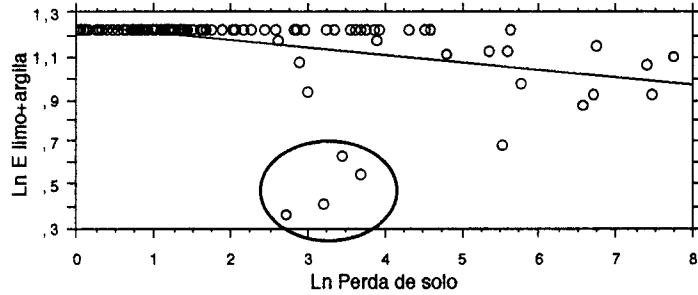
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	5,81526768	1	5,81526768	22,1097429	5,5751E-06	3,90099331
Dentro dos grupos	41,5568964	158	0,26301833			
Total	47,3721641	159				

Residual Statistics

Ln E limo+argila vs. Ln Perda de solo

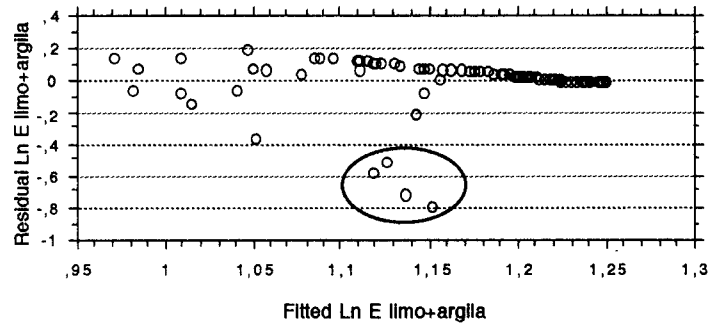
# >= 0	74
# < 0	29
SS[e(l) - e(l-1)]	4,320
Durbin-Watson	1,907
Serial Autocorrelation	,046

Regression Plot

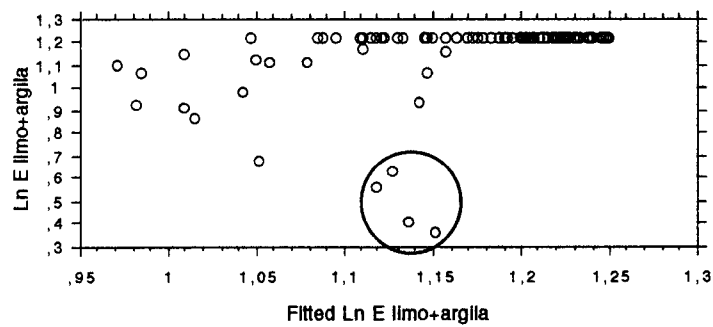


$Y = 1,25 - ,036 * X; R^2 = ,175$

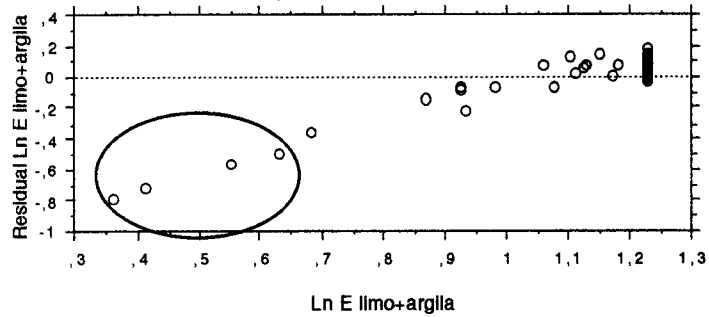
Residuals vs. Fitted



Dependent vs. Fitted



Residuals vs. Dependent



Regression Summary**Perda de Ilmo+argilla vs. Escoamento**

Count	108
Num. Missing	276
R	,510
R Squared	,260
Adjusted R Squared	,253
RMS Residual	252,104

ANOVA Table**Perda de Ilmo+argilla vs. Escoamento**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	2387282,672	2387282,672	37,562	<,0001
Residual	107	6800518,404	63556,247		
Total	108	9187801,077			

Regression Coefficients**Perda de Ilmo+argilla vs. Escoamento**

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Escoamento	,797	,130	,493	6,129	<,0001

Confidence Intervals**Perda de Ilmo+argilla vs. Escoamento**

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Escoamento	,797	,539	1,055

Regression Summary**Perda de Ilmo+argilla vs. Perda de solo**

Count	159
Num. Missing	225
R	,996
R Squared	,992
Adjusted R Squared	,992
RMS Residual	20,937

ANOVA Table**Perda de Ilmo+argilla vs. Perda de solo**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	9119284,041	9119284,041	20803,214	<,0001
Residual	158	69260,782	438,359		
Total	159	9188544,822			

Regression Coefficients**Perda de Ilmo+argilla vs. Perda de solo**

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Perda de solo	,831	,006	,996	144,233	<,0001

Confidence Intervals**Perda de Ilmo+argilla vs. Perda de solo**

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Perda de solo	,831	,820	,842

Regression Summary

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

Count	99
Num. Missing	285
R	,627
R Squared	,393
Adjusted R Squared	,387
RMS Residual	,070

ANOVA Table

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	,305	,305	62,852	<,0001
Residual	97	,471	,005		
Total	98	,777			

Regression Coefficients

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	1,260	,011	1,260	118,682	<,0001
Ln Perda de solo	-,029	,004	-,627	-7,928	<,0001

Confidence Intervals

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	1,260	1,239	1,282
Ln Perda de solo	-,029	-,036	-,022

Regression Summary

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

Count	99
Num. Missing	285
R	,678
R Squared	,460
Adjusted R Squared	,448
RMS Residual	,066

ANOVA Table

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	2	,357	,179	40,846	<,0001
Residual	96	,420	,004		
Total	98	,777			

Regression Coefficients

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	1,227	,014	1,227	87,097	<,0001
Ln Perda de solo	,008	,011	,180	,732	,4661
Ln Perda de solo^2	-,006	,002	-,848	-3,439	,0009

Confidence Intervals

Ln E Ilmo+arglla vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	1,227	1,199	1,255
Ln Perda de solo	,008	-,014	,031
Ln Perda de solo^2	-,006	-,009	-,002

Regression Summary

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

Count	99
Num. Missing	285
R	,627
R Squared	,393
Adjusted R Squared	,387
RMS Residual	,070

ANOVA Table

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	,305	,305	62,852	<,0001
Residual	97	,471	,005		
Total	98	,777			

Regression Coefficients

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	,625	,011	,625	58,887	<,0001
Ln Perda de solo	-,029	,004	-,627	-7,928	<,0001

Confidence Intervals

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	,625	,604	,647
Ln Perda de solo	-,029	-,036	-,022

Regression Summary

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

Count	99
Num. Missing	285
R	,678
R Squared	,460
Adjusted R Squared	,448
RMS Residual	,066

ANOVA Table

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	2	,357	,179	40,846	<,0001
Residual	96	,420	,004		
Total	98	,777			

Regression Coefficients

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	,592	,014	,592	42,005	<,0001
Ln Perda de solo	,008	,011	,180	,732	,4661
Ln Perda de solo^2	-,006	,002	-,848	-3,439	,0009

Confidence Intervals

Ln E lmo+arglla (s/ pedreg) vs. Ln Perda de solo

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	,592	,564	,620
Ln Perda de solo	,008	-,014	,031
Ln Perda de solo^2	-,006	-,009	-,002

Regression Summary
Log E Ilmo+argilla vs. 2 Independents

Count	52
Num. Missing	332
R	,737
R Squared	,543
Adjusted R Squared	,525
RMS Residual	,034

ANOVA Table
Log E Ilmo+argilla vs. 2 Independents

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	2	,068	,034	29,138	<,0001
Residual	49	,057	,001		
Total	51	,125			

Regression Coefficients
Log E Ilmo+argilla vs. 2 Independents

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	,531	,012	,531	43,904	<,0001
Log Perda de solo	-,038	,005	-,714	-7,395	<,0001
Log Concentração	,025	,014	,172	1,784	,0806

Confidence Intervals
Log E Ilmo+argilla vs. 2 Independents

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	,531	,507	,555
Log Perda de solo	-,038	-,048	-,027
Log Concentração	,025	-,003	,053

Regression Summary
Log E Ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. 2 Independents

Count	52
Num. Missing	332
R	,737
R Squared	,543
Adjusted R Squared	,525
RMS Residual	,034

ANOVA Table
Log E Ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. 2 Independents

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	2	,068	,034	29,138	<,0001
Residual	49	,057	,001		
Total	51	,125			

Regression Coefficients
Log E Ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. 2 Independents

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	,255	,012	,255	21,107	<,0001
Log Perda de solo	-,038	,005	-,714	-7,395	<,0001
Log Concentração	,025	,014	,172	1,784	,0806

Confidence Intervals
Log E Ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. 2 Independents

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	,255	,231	,280
Log Perda de solo	-,038	-,048	-,027
Log Concentração	,025	-,003	,053

Regression Summary**E ilmo+argilla vs. E ilmo+argilla dep**

Count	20
Num. Missing	364
R	,997
R Squared	,995
Adjusted R Squared	,994
RMS Residual	,051

ANOVA Table**E ilmo+argilla vs. E ilmo+argilla dep**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	8,798	8,798	3408,627	<,0001
Residual	18	,046	,003		
Total	19	8,844			

Regression Coefficients**E ilmo+argilla vs. E ilmo+argilla dep**

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	-,322	,049	-,322	-6,512	<,0001
E ilmo+argilla dep	2,085	,036	,997	58,383	<,0001

Confidence Intervals**E ilmo+argilla vs. E ilmo+argilla dep**

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	-,322	-,426	-,218
E ilmo+argilla dep	2,085	2,010	2,160

Regression Summary**E ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. E ilmo+argilla dep**

Count	20
Num. Missing	364
R	,997
R Squared	,995
Adjusted R Squared	,994
RMS Residual	,027

ANOVA Table**E ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. E ilmo+argilla dep**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Regression	1	2,470	2,470	3408,627	<,0001
Residual	18	,013	,001		
Total	19	2,483			

Regression Coefficients**E ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. E ilmo+argilla dep**

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	t-Value	P-Value
Intercept	-,171	,026	-,171	-6,512	<,0001
E ilmo+argilla dep	1,105	,019	,997	58,383	<,0001

Confidence Intervals**E ilmo+argilla (s/ pedreg) vs. E ilmo+argilla dep**

	Coefficient	95% Lower	95% Upper
Intercept	-,171	-,226	-,116
E ilmo+argilla dep	1,105	1,065	1,144

ANEXO XVI

**VALORES RETIRADOS APÓS ANÁLISE DE RESÍDUOS NOS
SEDIMENTOS TOTAIS POR EVENTOS**

Uso	Amostra	Precipitação	Dias de duração	Data de recolha	Período seco antecedente	Cultura	Condições da superfície	Dias após mobilização	Cobertura
Rotação TA T1 N = 117	61	48,5	6	15/11/66	8	Trigo	Escarificação sementeira recente	11	má
	66	19,4	6	14/03/67	5	Trigo	Escarificação abatida	130	má
	111	28,1	8	11/09/72	57	Solo nú	Alqueive preto	125	sem
	159	29,1	1	04/09/78	65	Solo nú	Alqueive preto	167	sem
Rotação TA T2 N = 138	68	46,3	14	18/05/67	5	Solo nú	Alqueive preto	24	sem
	89	25,3	14	10/07/69	11	Solo nú	Alqueive preto	111	sem
	119	43,4	16	27/12/73	6	Trigo	Escarificação sementeira recente	58	má
	132	27,3	2	16/06/72	12	Solo nú	Alqueive preto	62	sem
Rotação TL T3 N = 112	61	48,5	6	15/11/66	8	Tremocilha	Escarificação sementeira recente	40	má
	68	46,3	14	18/05/67	5	Solo nú	Alqueive sideração	24	sem
	119	43,4	16	27/12/73	6	Trigo	Escarificação sementeira recente	58	má
	132	27,3	2	16/06/75	12	Solo nú	Alqueive sideração	62	sem
Rotação TL T5 N = 123	61	48,5	6	15/11/66	8	Trigo	Escarificação abatida	25	—
	68	46,3	14	18/05/67	5	Trigo	Escarificação abatida	209	—
	74	91,8	7	20/11/67	5	Tremocilha	Escarificação abatida	40	—
	101	32,6	3	14/12/70	10	Trigo	Escarificação abatida	28	—
	111	28,1	8	11/09/72	57	Solo nú	Alqueive sideração	125	sem