PROBLEMAS DE DRENAGEM NO MANEJO DE SOLOS TURFOSOS

EUCLIDES FEDATTO
Engenheiro Agrícola

Orientador : Prof. Dr. DÉCIO EUGENIO CRUCIANI

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho - 1986

Este trabalho é dedicado:

à minha esposa Nilce, pela
compreensão e companhia
nesta travessia,
às minhas filhas Samara e Maíra,
esperando que a geração de seu tempo
afaste, definitivamente, a ameaça
ao meio ambiente e à sobrevivência
humana na terra.

AGRADECIMENTOS

De modo especial agradeço:

- . Aos meus pais Mário e Gentilia, pela vida.
- . Ao Prof. Dr. Décio Eugenio Cruciani, pela amizade, interesse e orientação segura.
- . À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade oferecida.
- . À CESP - Companhia Energética do Estado de São Paulo pelo fornecimento das amostras de turfa que possibilitaram a realização deste trabalho.
- . Ao Departamento de Ciências Agrárias da UFMS e aos colegas Mauro Poliser, Oscar Novelino, Edgar Rosa Jardim, Claudio Alberto de S. e Silva e Rinaldo Calheiros, pela colaboração prestada.
- . À EMBRAPA/Dourados, pela compreensão e apoio.
- . Aos Profs. Drs. Klaus Reichardt, Paulo L. Libardi, Zilmar Z. Marcos, Sérgio O. Soares e Hilton Thadeu Z. do Couto pelas sugestões.
- . Aos Profs. do curso, funcionários, colegas e todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.
- . Ao Prof. M.Sc. Paulo Rochedo (Engenharia Agrícola da UFPel), pela amizade e reconhecimento profissional.

ÍNDICE

página

RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. Materiais	22
3.2. Métodos	23
3.2.1. Propriedades fibrosas das turfas A e B	23
3.2.2. Teor de água com base no peso do solo seco ...	24
3.2.3. Contração	26
3.2.4. Peso específico aparente	28
3.2.5. Curva de retenção	29
3.2.6. Porosidade total e drenável	30
3.2.7. Hidratação	31
3.2.8. Amadurecimento das turfas	33
3.2.9. Ascensão capilar em colunas	34
3.2.10. Análise química	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Propriedades fibrosas das turfas A e B	36
4.1.1. Proporção de fibras em relação a massa total	38

4.2. Teor de água com base no peso do solo seco	39
4.3. Contração	43
4.4. Peso específico aparente	46
4.5. Curvas de retenção	47
4.6. Porosidade total e drenável	49
4.7. Hidratação	50
4.8. Amadurecimento das turfas	56
4.9. Ascensão capilar em colunas	59
4.10. Análise química	63
5. CONCLUSÕES	65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7. LITERATURA CITADA	70

LISTA DE QUADROS

Quadros	Página
I.1. Distribuição das fibras por tamanho e correspondente peso do material seco, em gramas, em relação a 1.000 gramas para cada turfa em condições naturais	37
I.2. Proporção de fibras em peso de material úmido em relação à massa total das turfas A e B, "in natura"	38
II Propriedades Físicas da Turfa A	41
III Propriedades Físicas da Turfa B	42
IV Hidratação, em porcentagem, em relação ao peso da turfa A	52
V Hidratação, em porcentagem, em relação ao peso da turfa B	53
VI Capacidade de retenção de água das turfas A e B depois do "amadurecimento"	57
VII Umidade por Ascensão capilar em coluna de anéis	61
VIII Análise Química	64

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
I	Curva de retenção das turfas A e B antes do a- madurecimento	43
II	Curva de contração das turfas A e B em função da variação de pressão	45
III	Curva de retenção das turfas A e B antes do a- madurecimento	48
IV	Curva de hidratação da turfa A, a partir da curva de retenção da mesma turfa antes do ama- durecimento	54
V	Curva de hidratação da turfa B, a partir da curva de retenção da mesma turfa antes do ama- durecimento	55
VI	Curvas de retenção das turfas A e B depois do amadurecimento	58
VII	Curvas de ascensão capilar das turfas com teor de umidade diferente	62

PROBLEMAS DE DRENAGEM NO MANEJO DE SOLOS TURFOSOS

Autor: Euclides Fedatto

Orientador: Prof. Dr. Décio Eugenio Cruciani

RESUMO

O Brasil, apesar de dispor de 34 milhões de ha de várzeas irrigáveis e de apresentar uma demanda crescente de alimentos, tem uma produção agrícola que não tem crescido nos últimos anos. Uma parcela dessas várzeas, sobretudo as turfosas, foi preterida por áreas mais altas por não se dispor, ainda, do conhecimento de técnicas e equipamentos adequados para incorporá-las ao processo produtivo com maior intensidade.

A situação descrita acima poderá ser alterada via pesquisa básica. As várzeas turfosas são as mais problemáticas porque são áreas com solos imaturos e suas propriedades físicas, químicas e biológicas estão em permanente alteração, sobretudo nos primeiros anos após serem drenadas, o que implica num manejo diferenciado se comparado com o dos solos mine-rais.

Admitidos esses aspectos, uma pergunta vem à tona: até que ponto os métodos e dimensionamentos de drenagem para os solos minerais são válidos para os solos turfosos? Em função de dúvidas dessa natureza, foi desenvolvido este trabalho de laboratório com o objetivo de determinar certas propriedades de dois solos turfosos, denominados A e B para efeito de identificação no decorrer do trabalho.

Embora ambos sejam mésicos, têm propriedades distintas. A turfa A, com menor teor de matéria orgânica, mais decomposta, tem, comparativamente, maior peso específico aparente, maior capacidade de retenção de água sob pressões, menor porosidade total e menor capacidade de hidratação e sofre menor contração quando submetida a pressões. Consta-tou-se, ainda, que as turfas, quando em processo de "amadure-cimento", tendem para propriedades físicas mais estáveis e que a ascenção capilar em solos turfosos com propriedades semelhantes diminui com a profundidade do lençol freático e com o decréscimo do potencial matricial.

Em função das propriedades físicas calculadas em laboratório, pôde-se perceber, ao confrontar os dados dos dois solos turfosos, que, embora tenham a mesma classificação, têm propriedades distintas que, se devidamente compreendidas, contribuirão ao manejo dos solos turfosos. As alternativas de drenagem para solos turfosos devem levar em consideração a previsão de "subsidence" desses solos. Como as previsões de "subsidence" so podem ser aproximadas, o plano de drenagem para solos turfosos deve ser suficientemente flexível para permitir ajustes. Embora existam informações quanto ao espaçamento recomendável, o correto deverá ser determinado em campos experimentais.

PEAT SOILS DRAINAGE PROBLEMS

Author: Euclides Fedatto

Adviser: Prof. Dr. Décio Eugenio Cruciani

SUMMARY

Brazil has 34 million hectares of irrigable bogs and an agricultural production which has not increased in the last years, notwithstanding a continuous growth in the demand for food. Part of such bogs, especially the peaty ones, were pretermited for higher areas due to the lack of technical knowledge and suitable equipament to put them into the process of agricultural production. This situation can be changed through basic research. The peaty bogs are problematic because they are immature soils. Thus their physical, chemical and biological properties are in continuous alteration, mainly in the first years following drainage; and that results in a different management when compared to that of the mineral soils. A question then arises: to what extent are the methods of drainage measurements for mineral soils valid for peaty soils? To answer this question a laboratory research was carried out to

determine certain properties of two peaty soils, named A and B. Although both soils are mesic, they have distinct properties. Peat A, having a lower content of a more decomposed organic matter, has a comparatively higher apparent specific weight, higher water retention capacity under pressure, lower total and drainable porosity, lower capacity of hydration and undergoes lesser contraction when submitted to pressures. It was observed that the peats in the process of "maturation" tend towards more stable physical properties, and that water capillary rise in peaty soils with similar properties decreases with the depth of the ground water and with the decrease of the matric potential. According to the physical properties calculated in the laboratory, one can observe, when comparing data of the two peaty soils, that although having the same classification, they have different properties which, if properly understood will contribute to the management of peaty soils. The alternatives for drainage of the peaty soils must take in to consideration the possibility of subsidence of these soils. And as the foresights of subsidence can only be approximated, the drainage plan for peaty soils has to be sufficiently flexible to allow for adjustments. Although there are information as to the advisable spacing, the correct drain spacing must be obtained from experimental trials in the field.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as previsões do PROVÁRZEAS / PRO-FIR-Relatório 1983, o Brasil possui 34 milhões de hectares de várzeas irrigáveis. Considerando que o País, nos últimos 5 anos, teve a sua produção agrícola praticamente estagnada em torno dos 50 milhões de toneladas/ano e que existe uma demanda crescente de alimentos, sobretudo por parte significativa de uma parcela mal alimentada da população brasileira, trata-se de uma medida correta incorporar progressivamente uma parcela dessas várzeas ao processo produtivo.

Pode-se dizer que a política de ocupação dessas áreas conta, desde o princípio, com alguns fatores favoráveis tais como: disponibilidade de água nas proximidades (que pode ser utilizada em caso de necessidade, como a sub-irrigação com redução nos custos de bombeamento e obras de engenharia), boa fertilidade natural, proximidade aos centros consumidores

(onde existe toda a infraestrutura indispensável ao desenvolvimento rural) e a possibilidade de baratear os custos de produção.

Por outro lado, para que o desenvolvimento dessas áreas se torne viável, as baixadas precisam ser protegidas das inundações, e deve-se dispor do conhecimento de técnicas de saneamento e drenagem, de máquinas e implementos agrícolas adequados e recursos na forma de investimentos.

Muitas dessas questões já estão com maior ou menor intensidade, ao alcance dos interessados; contudo, é bem possível que o fator mais escasso seja o conhecimento adequado do manejo desses solos de várzeas, especialmente os turfosos, pelo inexpressivo volume de pesquisa básica existente.

Diante das considerações apresentadas com relação a solos turfosos de várzeas, algumas dúvidas despontam : Qual o espaçamento e profundidade recomendável para os drenos? Qual a validade dos métodos e dimensionamentos de drenagem dos solos minerais para os solos turfosos de várzeas? Que tipo de dreno e de material são recomendáveis? Em que medida se pode aproveitar a ascensão capilar? Solos turfosos quando excessivamente drenados se tornam impróprios para o cultivo? Qual a capacidade de hidratação dos solos turfosos depois de terem se desidratado? Os parâmetros básicos de drenagem diferem em que medida entre dois solos turfosos distintos?

Em função das questões e dúvidas colocadas a respeito dos solos turfosos, foram estabelecidos os objetivos

deste trabalho que abrange determinações em laboratório como: peso específico aparente, ascensão capilar, capacidade de retenção de água, porosidade, hidratação, características fibrosas e alterações decorrentes de um processo de "amadurecimento" dos solos turfosos objeto deste estudo.

Cabe mencionar que no decorrer do presente trabalho foram encontradas algumas dificuldades relacionadas a: terminologia ambígua, critérios diversos para classificar o mesmo material, escassez de informações de como proceder para determinar as propriedades dos solos turfosos e ausência de um conhecimento desenvolvido sobre nossas várzeas turfosas que são, predominantemente, de clima tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Definir ou caracterizar o que é turfa ou solo turfoso, pode parecer, a princípio, tarefa relativamente simples. Todavia, não é bem esta impressão que se tem, uma vez que no entender de SEGEREN e SMITS (1973), turfa é um material orgânico acumulado que se forma unicamente em lugares onde a quantidade de matéria produzida, em um certo período, excede à quantidade destruída nesse período. A água tem sempre um papel importante na formação da turfa porque atua como elemento preservativo diante da sua destruição, impedindo a entrada de oxigênio. Por isso, a combinação de um clima úmido e condições naturais deficientes de drenagem, dão lugar, freqüentemente, à produção de turfa. KIEHL (1985), entretanto, caracterizou turfa como uma substância fóssil organo-mineral de consistência branda quando molhada, tenaz quando seca, de coloração variável entre o cinza e o preto, comumente encontrada em

alagadiços. Já, FARNHAM e FINNEY (1965), se referem aos solos turfosos como sendo morfologicamente diferentes em função do grau de decomposição, das diferentes espécies de plantas, das atividades biológicas que os afetam, da geologia local, da topografia e da influência do microclima.

Constata-se que, embora os autores tenham expressado o que é turfa ou solo turfoso, de pontos-de-vista decorrentes de campos de atividades diferentes, os conceitos se complementam - o que não poderia deixar de ocorrer. Mas a revisão mostrou que ainda cabem outros conceitos, provavelmente em função da amplitude das condições sob as quais esses solos turfosos se desenvolvem.

No que diz respeito à classificação, muitos dos trabalhos consultados mostraram uma terminologia variada que gera uma certa confusão, causando estranheza, em princípio, uma vez que todos tratam de solos turfosos. Entretanto, através do trabalho de FARNHAM e FINNEY (1965), pode-se constatar que esses autores preocupavam-se com a existência de uma terminologia ambígua. Perceberam, ao rever as classificações, que alguns pesquisadores adotaram critérios semelhantes, porém usaram termos diferentes para indicá-los. Assim, do fato de que muitos termos não foram quantitativamente definidos, resultou em que foram usados para descrever uma ampla gama de condições.

DAWSON (1956), citado por FARNHAM e FINNEY (1965), assim resume as mais importantes deficiências na clas

sificação dos solos turfosos: que apresente de maneira clara as semelhanças e as diferenças entre esses solos; ênfase excessiva às camadas superiores que são as camadas mais sujeitas às mudanças, e, finalmente, um sistema de classificação de solos turfosos deveria ser baseado nos tipos de materiais e na sequência que esses materiais ocorrem.

Para TOLONEN (1982), a classificação dos solos turfosos da Finlândia é baseada na classificação proposta por von POST (1924). O autor faz referência a uma classificação similar usada em outros países da Europa como a URSS, Suécia, Alemanha e Polônia, todos com expressivos depósitos de turfa.

Embora existam questões quanto a classificação das turfas, há uma predominância nas opiniões com respeito à importância de alguns parâmetros físicos e químicos para a caracterização e/ou classificação dos solos turfosos. Entretanto, em função dos objetivos propostos neste trabalho, será dada maior ênfase aos parâmetros físicos que, no processo de drenagem, mantêm estreita relação com a disponibilidade de oxigênio para as plantas.

Com relação ao peso específico aparente, VALMAR (1982) entende que este é o parâmetro mais confiável para caracterizar as turfas. Para ABADE e NOGUERA (1985), o peso específico aparente é a relação entre o peso dos materiais sólidos do substrato e o volume desse material inalterado, ou seja, incluindo o volume dos poros. Segundo esses autores, determina-se por meio do peso de uma amostra de turfa seca em

estufa a 105°C e do volume ocupado pela amostra, sem incluir a umidade.

Entretanto, para PAIVANEN (1982), o peso específico aparente da turfa é determinado dividindo-se a massa seca em estufa a 105°C pelo volume da turfa saturada e inalterada. Acrescenta, ainda, que, normalmente, o peso específico aparente das turfas está entre $0,04$ a $0,20 \text{ g/cm}^3$, dependendo, naturalmente, do estágio de decomposição.

Para FARNHAM e FINNEY (1965), o peso específico aparente dos horizontes fíbricos varia de $0,05$ a $0,10 \text{ g/cm}^3$, enquanto que nos horizontes sápricos varia de $0,30$ a $0,50 \text{ g/cm}^3$. Esses autores citam que alguns pesquisadores consideram o peso específico aparente em termos de volume úmido, outros em função do volume da massa seca em estufa a 105°C .

Já para SCHOTHORST (1982), o peso específico aparente, no perfil dos solos turfosos, decresce com o aumento da profundidade devido à oxidação da camada superficial do solo e ao encolhimento das camadas situadas acima do lençol freático.

Entretanto, todos concordam que, em função dos solos turfosos terem um alto conteúdo de matéria orgânica, têm, conseqüentemente, baixo peso específico aparente e alto volume de poros. Por isto, o peso específico aparente é caracterizado como um fator explicativo da alta capacidade de retenção de água dos solos turfosos.

No que se refere ao peso específico das partícu

las, este é representado pela média ponderada da densidade das partículas do substrato. Seu conhecimento faz-se necessário para o cálculo da porosidade total; é determinado através do picnômetro. Para VALMARI (1982) e PAIVANEN (1982), o peso específico das partículas é difícil de ser obtido, mas está em torno de $1,5 \text{ g/cm}^3$ para os solos turfosos. Portanto, para efeito de cálculo, este será o valor considerado no presente trabalho.

SEGEBERG (1956), citado por PENNINGSFELD e KURZ MANN (1975), cita que os valores encontrados são de 1,50 a 1,65 para uma turfa jovem de musgo e entre 1,48 a 1,58 para as mais antigas. Portanto, existiria um comportamento peculiar das turfas quanto ao peso específico, qual seja: o peso específico aparente aumenta com a decomposição das turfas enquanto que o peso específico das partículas diminui com a decomposição das turfas.

No que diz respeito a porosidade total, para ABADÉ e NOGUERA (1985) trata-se de uma das propriedades mais importantes de um substrato, uma vez que representa a porcentagem de volume de poros e a proporção de água e ar que os ocupa. Esta propriedade é calculada a partir dos pesos específicos aparente e das partículas, sendo que a porosidade total diminui à medida que aumenta a decomposição dos solos turfosos.

Para PAIVANEN (1982), a porosidade total das turfas está em torno de 97% quando não decomposta e em torno de

85% quando a turfa é altamente decomposta. Para ABADE e NOGUEIRA (1985), o substrato teórico ideal deveria apresentar uma porosidade total de 70 a 90%.

Quanto a porosidade drenável (α), CRUCIANI (1980) a entende como um índice que dá a medida do conteúdo de ar no solo e, portanto, caracteriza a aeração do mesmo. Quando o solo está saturado (θ sat), a sua porosidade livre é nula. Quando o mesmo contém um certo teor de umidade volumétrica θ sua porosidade drenável (α) é dada pela diferença entre a porosidade total (ϵ) do solo e a porosidade do solo com certo teor de umidade volumétrica (θ). Para o autor, em problemas de drenagem, a porosidade drenável (α) é definida como o volume de água que será drenada livremente por unidade de volume do solo, através do rebaixamento do lençol freático. Portanto, o valor de α depende da proximidade do lençol freático à superfície do solo, da sua flutuação no perfil e da direção de deslocamento.

Outra propriedade física muito importante é a capacidade de retenção de água e ar que as turfas têm. FARNHAM e FINNEY (1965) entendem que os diversos meios utilizados para determinar os teores de água dos solos turfosos, assim como as diferenças características desses solos, têm proporcionado dados muito diferentes.

Esses autores citam que DYAL (1960) constatou que os procedimentos com placa porosa e membrana de pressão, como os usados para solos minerais, avaliam satisfatoriamente as

propriedades de retenção de água dos solos turfosos.

Segundo PAIVANEN (1982), a tensão com a qual a água está retida no solo é determinada pela tensão mátrica. Neste caso, é uma composição da capilaridade e das forças adesivas produzidas pela matriz do solo. As relações determinadas são representadas pela "curva característica ou de retenção"; o nível e a forma da curva descrita é função da estrutura e do tamanho dos poros distribuídos no solo.

VERDONCK *et alii* (1984), citado por ABADE e NOGUERA (1985), dizem que a porcentagem em volume de ar ("air filled porosity", AFP) e de água, facilmente disponível ("easily available water", EAW), na zona radicular das plantas, são dois fatores fundamentais que determinam a qualidade de um substrato. Para condições ótimas de crescimento, é necessário que um substrato apresente, simultaneamente, cerca de 20%, em volume, de ar e de 20 a 30% em volume de água facilmente disponível. Ambos os parâmetros são determinados partindo-se de uma amostra do substrato saturada de água e submetida a diferentes tensões (até 100 cm de coluna de água) com equipamentos apropriados.

Uma propriedade fundamental dos solos turfosos é a característica das fibras. Para FARNHAM e FINNEY (1965), seu conhecimento é importante porque afeta outras propriedades como o peso específico aparente, a porosidade total, a capacidade para a água e o ar. O tamanho e o formato das fibras turfosas varia devido às propriedades específicas das plantas

fósseis que deram origem às turfas, assim como ao grau de alteração que ocorreu subsequentemente. Para estes autores, o conteúdo de fibras das turfas é um parâmetro importante na caracterização e classificação dos solos turfosos. Para eles, as turfas podem ser: fíbricas, méticas e sâpricas quando a proporção de fibras for: maior que $2/3$; entre $2/3$ e $1/3$ e menor que $1/3$, respectivamente, em relação ao peso total da amostra.

Com respeito à condutividade hidráulica, sabe-se que é uma propriedade física de extrema importância para os dimensionamentos em drenagem. Entretanto, é um parâmetro de grande amplitude nos solos turfosos que estão num processo contínuo de amadurecimento, sobretudo nos primeiros anos.

PAIVANEN (1982) registrou que a condutividade hidráulica saturada, nos solos turfosos da Finlândia, é conhecida por ser alta: varia de $2,0 \times 10^{-6}$ a $1,1 \times 10^{-2}$ cm/s. Constatou, também, uma clara tendência da condutividade em diminuir com a decomposição da turfa, no que concordam VALMARI (1982) e SCHOTHORST (1982).

SEGEREN e SMITS (1973) afirmam que os solos turfosos apresentam, durante o processo de amadurecimento, fendas; por essa razão, determinar a condutividade hidráulica quando as fendas estão muito afastadas é praticamente impossível. Entretanto, PIRES (1982) cita que na determinação do valor da condutividade hidráulica, para ser usada no dimensionamento do espaçamento dos drenos das várzeas, devem ser adotados métodos que utilizam a presença do lençol freático. Este

caso ocorre quando o lençol freático está próximo da superfície do solo, usando-se o método do poço.

Com respeito ao rendimento e profundidade do lençol freático, CRUCIANI (1980) é de opinião que, embora a profundidade do lençol freático não tenha efeito direto no crescimento vegetal, influi indiretamente porque determina as condições de umidade do perfil (portanto, influi no suprimento de água à planta), as condições de aeração e as propriedades térmicas do solo. CRUCIANI cita ainda que, por ser mais fácil medir a profundidade do lençol freático do que determinar a aeração e a condutividade térmica do solo, muitos experimentos têm sido feitos relacionando àquela medida com o rendimento das culturas.

WESSELING (1974), citado por PIRES, afirma que a profundidade ótima do lençol freático vai variar com o tipo de cultura e que, para um mesmo tipo de cultura, variará com o tipo de solo, condições climáticas e estágio da cultura. O autor mostra que produções máximas foram obtidas com lençol freático entre 40 a 50 cm da superfície, uma vez que a maiores profundidades a decomposição do solo orgânico é acelerada.

SCHOTHORST (1982) relata um experimento realizado com irrigação num solo turfoso bem drenado. Foi constatado que a eficiência da irrigação por aspersão, depois de ocorrida a dissecação da camada superficial (0 a 20 cm), foi muito baixa devido às fendas e aos macroporos. A maior parte da água aplicada fluía para o subsolo e para os drenos, sem bene

ficiar a camada superficial. Posteriormente, elevou-se o nível da água nos drenos, de modo que o lençol freático nos blocos permanecesse a 40 cm de profundidade. Mesmo assim o crescimento da grama, que tinha um sistema radicular de 20 cm, não foi restaurado, permanecendo seco. O crescimento da grama só foi conseguido mantendo-se o lençol freático a 40 cm de profundidade nos blocos, simultaneamente com a irrigação por aspersão, atingindo-se, desta forma, o conteúdo de umidade necessário. Cita, ainda, o autor, que na prática os fazendeiros aplicam a irrigação por inundação para um rápido restabelecimento da umidade da camada superficial; contudo, a irrigação por inundação requer uma quantidade de água em torno de 1.000 m³ por hectare. Além disso, a irrigação por inundação é arriscada, pois pode ocorrer um período chuvoso em seguida, afetando o solo pelo pisoteio do gado e/ou uso dos implementos para as práticas agrícolas. Em função disto, a irrigação por aspersão é a recomendada; mas deve ser aplicada antes que ocorra a dissecação da camada superficial.

Pela natureza deste trabalho, como já foi mencionado, as propriedades químicas têm uma importância menor; todavia, serão abordados alguns aspectos que contribuem para a caracterização das turfas e a possível vinculação com os problemas de drenagem. A questão do índice de pH, por exemplo. Para KURKI (1982), os horizontes superficiais podem ser considerados mais ácidos que os horizontes mais profundos; mas, quando cultivados, a distribuição dos valores de pH no perfil

parece se inverter.

Para STEPHENS (1956), os solos turfosos tendem a ser bastante ácidos, com pH que varia de 3,5 a 8,0; registra ainda que a ação destrutiva das bactérias é mais intensa nas turfas drenadas e menos intensa nas turfas extremamente ácidas. De acordo ainda com esse autor, pesquisadores descobriram que a ação corrosiva dos drenos tubulares de concreto variava com a acidez da turfa.

Ainda a respeito da acidez, SEGEREN e SMITS (1982) consideram que as turfas excessivamente desidratadas são difíceis de serem novamente hidratadas, sobretudo se forem ácidas, ao passo que as turfas neutras ou alcalinas, hidratam-se facilmente.

Com relação à ascensão capilar, GROENEVELT e KIJNE (1973) afirmam que se pode prever a altura que a água ascenderá desde o lençol freático, quando a água está em equilíbrio com a água freática e não exista nenhum movimento de água devido a extração pelas raízes ou por evaporação. Por analogia com a elevação da água em capilares de vidro, obtém-se a expressão para h , que indica a altura da água desde o lençol freático, para um ângulo de contato $\alpha = 0$. $h = 2\sigma / r\gamma_p$; em que r é o raio efetivo dos poros do solo. O valor de r não pode ser determinado independentemente, uma vez que, geralmente, se avalia r a partir de h . Sem dúvida, em muitos solos, principalmente em solos argilosos, não se alcança sempre o h máximo devido às reduzidas características hidráulicas do so-

lo, o qual pode levar a uma estimativa errônea de r .

MILLAR (1978) diz que o processo de elevação capilar da água, a partir do lençol freático até a superfície do solo, pode ser analisada como um fluxo permanente, ou seja, onde a variação do conteúdo de umidade é constante com o tempo. Após uma irrigação ou chuva, diminui o conteúdo de água dos horizontes superficiais motivado pelas perdas por evapotranspiração. Em decorrência desta situação, produz-se uma inversão dos gradientes do potencial ou carga hidráulica, e a água se move para cima. Segundo MILLAR, caso a evapotranspiração seja maior que o fluxo de água para a superfície, o conteúdo de água dos lençóis freáticos diminuirá. Como resultado, o gradiente hidráulico e o fluxo ascendente da água aumentarão. Estabelece-se, então, um balanço entre a evapotranspiração e o fluxo ascendente. Este processo continua até que a evapotranspiração seja igual ao fluxo capilar. Quando se obtém esta condição, a capilaridade alcança seu valor máximo e o fluxo é permanente e o processo se descreve mediante a equação de Darcy para o fluxo não saturado.

O mesmo autor faz uma relação entre a taxa de ascensão capilar (q) e o potencial mátrico (ψ_m) para várias profundidades do lençol freático (Z); demonstra e chega às seguintes conclusões:

- a) Para um determinado valor do potencial mátrico, observa-se que a taxa de ascensão capilar (q) aumenta à medida que o lençol freático permanece mais próximo da superfície do so

lo;

- b) Para um determinado valor de Z , observa-se que após um certo valor do potencial mátrico, a taxa de ascensão capilar (q) tende a permanecer constante;
- c) A relação entre q e ψ_m para um determinado valor de Z , é do tipo exponencial.

DOORENBOS e PRUITT (1980) dizem que, em geral, se permite níveis freáticos mais altos aos solos arenosos que aos solos francos e argilosos, já que, esses últimos, têm poucos poros com ar e em menor número ainda na zona capilar sobre o lençol freático. Nos solos arenosos e em condições semelhantes, o espaço poroso que contém ar é maior. Essas propriedades têm determinado, em função do tipo de solo, a profundidade mínima do lençol freático necessária para se obter os rendimentos máximos para a maioria das culturas.

Para KURKI (1982), a turfa consiste basicamente de carbonos; o teor desse elemento no todo depende do tipo de turfa e do seu estágio de decomposição. Afirma ainda o autor que o teor de carbono e de cinzas são complementares. FARNHAM e FINNEY (1965) consideram que quando o teor de cinzas ultrapassa a 50%, o solo tem propriedades mais parecidas com as dos solos minerais.

Para KIEHL (1985), a presença da matéria orgânica aumenta direta e indiretamente a capacidade dos solos em

armazenar água.

PENNINGSFELD e KURZMANN (1975), referindo-se ao grau de decomposição das diferentes camadas de turfa, afirmam que a decomposição normalmente aumenta de cima para baixo no perfil. As turfas mais antigas são, geralmente, também as mais decompostas, sendo um sinal do atual processo de decomposição, na formação de turfa, a quantidade existente de ácido húmico que produz uma coloração escura. As denominações usuais de "turfa branca" (pardo claro, pouco decomposta) e "turfa negra" (pardo negro, fortemente decomposta) baseiam-se na diferença de coloração motivada pelo processo de humificação. As matérias húmicas formadas pela decomposição têm uma importância decisiva no poder de absorção dos elementos nutritivos e na retenção de água da turfa.

Um parâmetro que deve ser considerado, segundo SEGEREN e SMITS (1973), é a previsão da "subsidence" (termo que significa rebaixamento de superfície), pois é um requisito técnico para um adequado planeamento de drenagem; esse parâmetro decorre da redução na porosidade total. Os autores citam uma equação em SEGEBERG (1960), para calcular, por aproximação, a "subsidence" de superfície:

$$S = E D_f D_o^{0,707}$$

em que: S = "subsidence" (m);

D_o = espessura inicial da turfa (m);

D_f = profundidade final de drenagem (m);

E = coeficiente que depende do volume de poros (p)
segundo a expressão:

$$E = 0,05 + \frac{1}{100 - p}$$

A fórmula para S é válida para turfas ácidas em zonas temperadas e provavelmente, também, para outras regiões. Para turfas neutras ou alcalinas, a "subsidence" real é maior que a calculada pela equação, devido à oxidação da matéria orgânica.

Nos Everglades da Flórida (Sudeste dos EUA) foram obtidos os seguintes valores:

Nível médio do lençol freático (cm)	"Subsidence" média (cm/ano)
30	1,5
45	2,7
60	3,7
75	4,5
90	5,7

YEVDOKIMOVA (1976) cita que o resultado de sessenta anos de investigações mostram que a "subsidence" nas

turfas foi de 3,0 a 3,5 cm/ano na primeira década e de 1,5 a 2,5 cm nos anos subsequentes.

A seguir serão abordados aspectos referentes aos efeitos da drenagem e da recuperação dos solos turfosos, que provocam alteração das condições naturais e efeitos sobre propriedades químicas, dificultando o dimensionamento e o manejo desses solos.

STEPHENS (1955), SEGEREN e SMITS (1973) e MEER e GRAAFF (1973), abordam essa questão de forma semelhante. A melhoria do solo pela drenagem gera, principalmente, os seguintes efeitos:

a) contração das camadas superiores por dissecação.

O grau de contração depende da espessura das camadas suscetíveis ao encolhimento, das condições climáticas e da drenagem. A contração causa a formação de fendas e um considerável aumento da condutividade hidráulica.

b) oxidação da matéria orgânica.

A intensidade de oxidação depende do clima, uso da terra (pastagens ou culturas), profundidade do lençol freático e teor de matéria orgânica.

c) compressão das camadas sob o lençol freático.

O grau de compressão depende da espessura das camadas, sua compressibilidade e da profundidade que atingirá o lençol freático.

d) dissecação irreversível da matéria orgânica.

A natureza da turfa determina se essa dissecação conduz a um solo que é favorável ou não para o desenvolvimento de culturas. A turfa fibrosa que não está fortemente decomposta seca-se como um material esponjoso, com uma capacidade de retenção de água alta. A turfa altamente decomposta, com 10 a 30% de material mineral, pode secar-se em torrões duros e compactos que são muito difíceis de hidratar, portanto, desfavoráveis ao desenvolvimento de culturas.

Os três primeiros itens são responsáveis pelo abaixamento da superfície dos solos turfosos ("subsidence"), um processo contínuo, por isso, quanto mais espessos forem os depósitos de turfa, por mais tempo poderão ser cultivados. Como alternativa de drenagem desses solos, é claro que a previsão de abaixamento da superfície é um requisito prévio para um bom planejamento de um sistema de drenagem. As previsões podem ser aproximadas e o plano deve ser suficientemente flexível para permitir ajustes se as previsões forem incorretas.

Como a dissecação dá origem à formação de fendas e um aumento considerável da condutividade hidráulica, os tubos de drenagem devem ser espaçados de acordo com resultados obtidos em campos experimentais. Como a profundidade dos tubos de drenagem diminui com o abaixamento da superfície, recomenda-se esperar alguns anos antes de instalá-los, quando for o caso, porque a intensidade de abaixamento é maior nos

primeiros anos. Em regiões subtropicais, onde o solo é consumido por oxidação, a velocidade com que a superfície do terreno se aproxima dos tubos de drenagem é de 3 a 5 cm/ano, tornando duvidosa a recomendação de tal prática. Neste caso, apesar das suas desvantagens, é provável a preferência pelo uso de drenos abertos.

Nos solos turfosos, os drenos toupeiras dão resultados apreciáveis quando escavados a 75 cm abaixo da superfície, evitando, assim, de serem obstruídos por compactação através das operações agrícolas normais. O tempo de vida desses drenos vai depender da presença e do grau de decomposição do material fibroso. Esses drenos são mais eficientes em turfas fibrosas ou menos decompostas.

PIRES (1982), entretanto, deixa claro que os cálculos teóricos de drenagem nem sempre condizem com a realidade. A experiência do técnico em drenagem e os projetos pilotos definirão, na realidade, os parâmetros (espaçamento e profundidade) suficientes para realizar uma boa drenagem numa determinada região bem caracterizada pela uniformidade de seu clima, das condições físicas e do perfil do solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

A turfa, objeto deste estudo, procede de uma parcela da várzea localizada no vale do Rio Paraíba, de propriedade da CESP, de 50 ha, a margem do ribeirão Itaituba no município de Eugênio de Mello, próximo a São José dos Campos, no Estado de São Paulo. O perfil geral do solo nos limites dessa várzea oscila de quatro a seis metros de profundidade, terminando numa camada de argila. A vegetação predominante na várzea é constituída de samambaia, arbustos e capins diversos. A sequência de intemperismo da turfa, com horizontes de espessura bastante variada, é: Fíbrica, Mésica e Sáprica.

As amostras foram coletadas em dois pontos afastados, na parte central da área, dentro do horizonte predominante de turfa mésica. À medida que a turfa era extraída,

era prontamente armazenada em sacos plásticos, procurando-se manter as condições hídricas prevalescentes. As amostras são de estrutura deformada pela forma como foram extraídas. Foram, posteriormente, transportadas até o laboratório do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, a fim de serem estudadas.

3.2. MÉTODOS

Visando um reconhecimento preliminar, o material foi manuseado, percebendo-se, com relativa facilidade, que a turfa apresentava algumas características distintas em função dos pontos de extração. As turfas utilizadas neste trabalho serão denominadas, arbitrariamente, de turfa A (material menos fibroso) e turfa B (material mais fibroso) quando comparados entre si.

3.2.1. PROPRIEDADES FIBROSAS DAS TURFAS A E B

Com o objetivo de determinar o tamanho das fibras e o peso correspondente, foram escolhidas cinco peneiras de malhas com os seguintes tamanhos: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm. As peneiras foram sobrepostas em ordem decrescente e uma massa de turfa A de 1.000,0 gramas foi posta na peneira

superior. As peneiras foram colocadas sob o fluxo de água de uma torneira para que ocorresse uma separação natural do material fibroso. Posteriormente, as fibras foram secas em estufa e pesadas; o processo foi repetido três vezes e o mesmo procedeu-se com a turfa B. Os resultados médios estão no quadro 1.1.

Com o propósito de caracterizar as turfas A e B, pesou-se 1.000,0 gramas de turfa A, que foi posta numa peneira de malha nº 140 (retém partículas maiores que 0,1 mm), esta foi colocada sob o fluxo de água de uma torneira e manipulada apenas o necessário para que permanecessem as fibras superiores ao diâmetro da malha da peneira. Feito isso, as fibras permaneceram na peneira o tempo suficiente para que ocorresse uma drenagem livre. Posteriormente, as fibras foram pesadas e comparadas a massa total inicial; o processo foi repetido três vezes. De forma semelhante procedeu-se com a turfa B; os resultados médios estão no quadro 1.2.

3.2.2. TEOR DE ÁGUA COM BASE NO PESO DO SOLO SECO

Foram separados oito cilindros de alumínio, de dimensões iguais (48 mm de diâmetro e 30 mm de altura), apropriados para determinações físicas de solos. Uma das extremidades do cilindro foi vedada com tecido adequado e seguro com presilhas de borracha para que, depois de pesados, preenchidos

(quatro com turfa A e quatro com turfa B) e pesados novamente, pudessem ser saturados sem que houvesse possibilidades de se perder parte do material durante as operações. Constatada a saturação das amostras, as mesmas foram levadas à Câmara de Richards e submetidas a uma pressão de 0,05 atmosferas. Estabilizando o processo na Câmara de Richards, as amostras foram retiradas, pesadas, medido o volume (ver ítem 3.2.3.) e postas novamente para saturar.

Transcorrido o tempo necessário à saturação, as amostras foram levadas novamente à Câmara de Richards e submetidas, agora a uma pressão de 0,10 atmosferas. Estabilizado o processo, as amostras foram retiradas, pesadas, medido o volume e postas novamente para saturar. Este procedimento foi repetido para as pressões de 0,33; 1,00; 3,00 e 15,0 atmosferas. Após a aplicação da pressão mais elevada, as amostras foram levadas à estufa a 105°C até peso constante.

De posse dos dados e com auxílio da equação 01, foi determinada a umidade relativa com base no peso do solo seco (colunas 5 dos quadros II e III).

$$U (\%) = (mu - ms) / (ms) \times 100 \quad (01),$$

em que: U = umidade relativa com base no peso do solo seco (%);

mu = massa úmida (g);

ms = massa seca em estufa a 105°C (g).

Posteriormente, em papel semi-logarítmico, foram

representados os valores das pressões (colunas 2 dos quadros II e III) e, no eixo das abcissas os valores da umidade (colunas 5 dos quadros II e III), obtendo-se, desta maneira, as curvas de retenção de água com base em peso de solo seco, das amostras das turfas A e B (Figura 1).

3.2.3. CONTRAÇÃO

Para obtenção deste parâmetro encontrou-se uma certa dificuldade, uma vez que o solo turfoso, quando perde água, sofre redução de volume, geralmente de forma não homogênea, mostrando muitos espaços onde o mercúrio líquido usado para determinar a contração pode penetrar e não ser removido. Por isso, é possível que os dados obtidos tenham alguma discrepância com o volume real. Aqui a contração representa a perda de volume em relação ao volume inicial da amostra saturada.

Para o cálculo desse parâmetro, observou-se a orientação dada por BAVER *et alii* (1973), que é a seguinte: as amostras das turfas A e B quando submetidas a pressões na Câmara de Richards desidratavam e, concomitantemente, ocorria uma redução de volume correspondentemente à pressão aplicada. O volume das amostras que saíam da Câmara de Richards era medido com o auxílio do elemento mercúrio da seguinte maneira: um cilindro igual aos que continham as amostras das turfas, foi perfeitamente vedado numa das extremidades, com fita plás

tica. Esse cilindro, de volume conhecido, era preenchido com mercúrio e de posse de uma amostra de turfa saída da Câmara de Richards, já pesada, era posicionada sobre a superfície do mercúrio e pressionada com o auxílio de uma placa plana de acrílico, no sentido que a amostra "entrasse" no cilindro com mercúrio e ocupasse parte daquele volume. Feito isto, retirava-se a amostra de turfa do cilindro e o mercúrio que permanecia no cilindro era pesado e transformado em volume, pois correspondia ao volume não ocupado pela amostra, portanto, igual a contração sofrida pela amostra como decorrência da pressão a que foi submetida. Para melhor compreensão do processo, observe o seguinte exemplo:

- . volume do cilindro = 54,29 cm³;
- . massa do mercúrio quando o cilindro está cheio = 738,34 g;
- . massa do mercúrio que permaneceu no cilindro após retirada a amostra de turfa = 240,58 g. Esta massa corresponderá ao volume contraído da amostra, através da seguinte operação:

$$\text{Vol contraído} = (240,58 \text{ g} / 13,6 \text{ g.cm}^{-3}) = 17,69 \text{ cm}^3;$$

- . o volume da amostra depois de submetida a pressão é igual a:

$$\begin{aligned} \text{vol. da amostra} &= 54,29 \text{ cm}^3 - 17,69 \text{ cm}^3 = \\ &36,6 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

Com os volumes das amostras medidas (colunas 7 dos quadros II e III) e o volume inicial da amostra saturada e indeformada (colunas 6 dos quadros II e III), calculou-se a contração do volume em porcentagem (colunas 10 dos quadros II e III), com o auxílio da seguinte equação:

$$\text{Cont (\%)} = \left(1 - \frac{\text{volume da amostra contraída}}{\text{volume inicial da amostra}} \right) \times 100 \quad (02)$$

Posteriormente, em papel semi-logaritmo, foram representadas as pressões (colunas 2 dos quadros II e III), e, no eixo das abcissas, os valores das contrações em porcentagem (colunas 10 dos quadros II e III), obtendo-se desta maneira as curvas das contrações relativas as amostras das turfas A e B (figura II).

3.2.4. PESO ESPECÍFICO APARENTE

Esta propriedade é representada pela relação entre a massa seca em estufa a 105° C e o volume da amostra úmida correspondente a pressão aplicada; o peso específico aparente foi obtido por meio da seguinte equação:

$$\gamma_{ap} = (m_s/V_p) \quad (03),$$

em que: γ_{ap} = peso específico aparente (g/cm³);

m_s = massa seca em estufa a 105°C (g);

V_p = volume das amostras depois de submetidas a diferentes pressões (cm^3).

O procedimento para a obtenção dos valores de m_s e V_p (colunas 4 e 7 respectivamente, dos quadros II e III), já foi descrito nos itens 3.2.2. e 3.2.3. O peso específico aparente das turfas A e B está expresso nas colunas 8 dos quadros II e III. Entretanto, cabe lembrar que o peso específico aparente assim calculado só é válido para as amostras de laboratório submetidas às pressões de praxe deste trabalho. A determinação desta propriedade é importante, uma vez que está estreitamente vinculada à capacidade de retenção de água dos solos turfosos.

3.2.5. CURVA DE RETENÇÃO

A curva de retenção de um solo relaciona o potencial mátrico de água com o teor de água do solo, que pode ser expresso com base no volume ou com base no peso do solo seco. Para REICHARDT (1985), o potencial mátrico, de uma maneira geral, é o resultado do efeito combinado de dois mecanismos: capilaridade e adsorção, que não podem ser facilmente separados, pois resultam das interações entre a água e matriz sólida do solo. Entretanto, o potencial mátrico é numericamente igual a pressão na Câmara de Richards.

O teor de água volumétrico (colunas 9 dos quadros II e III), é obtido através do produto da umidade com base em peso seco (coluna 5 dos quadros II e III) com o peso específico aparente (colunas 8 dos quadros II e III).

Posteriormente, em papel semi-logarítimo, foram representadas as pressões e no eixo das abcissas os valores da umidade com base no volume (colunas 2 e 9 respectivamente, dos quadros II e III), obtendo-se desta maneira as curvas de retenção das amostras das turfas A e B (figura III).

3.2.6. POROSIDADE TOTAL E DRENÁVEL

É uma propriedade que vai determinar o regime de água dos solos turfosos assim como a de ar. A porosidade total é obtida a partir dos pesos específicos aparente (colunas 8 dos quadros II e III) e real (para VALMARÍ, 1982) e PAI VANEN, 1982), o peso específico é difícil de ser obtido, mas para solos turfosos varia em torno de 1,5 g/cm³. Para efeito de cálculos, este será o valor considerado neste trabalho), por meio da seguinte equação:

$$P_t = \left(1 - \frac{\gamma_{ap}}{\gamma_p}\right) \times 100 \quad (04),$$

em que: P_t = porosidade total (%);

γ_{ap} = peso específico aparente (g/cm³);

γ_p = peso específico das partículas (g/cm³).

A porosidade total das turfas A e B está nas colunas 11 dos quadros II e III.

Quanto à porosidade drenável (α), a mesma é obtida pela diferença entre a porosidade total (ϵ), que numericamente é igual a porosidade saturada ($\phi_{sat.}$) e a porosidade do solo na capacidade de campo (ϕ_{cc}).

3.2.7. HIDRATAÇÃO

Para saber da capacidade de hidratação das turfas A e B, após sofrerem desidratação através de pressões na Câmara de Richards, procedeu-se da seguinte maneira:

- a) as amostras quando retiradas da Câmara de Richards eram pesadas para se determinar a umidade com base no peso seco (ítem 3.2.2.);
- b) determinou-se o volume dessas amostras (ítem 3.2.3.);
- c) as amostras foram postas para hidratar em recipientes adequados de forma que permanecesem totalmente submersas;
- d) decorridos os intervalos de tempo de 2,0; 48,0 e 96,0 horas, as amostras foram retiradas e pesadas; determinando-se desta maneira, variações de peso em relação ao peso de

saída da Câmara de Richards (coluna 4, 5 e 6 dos quadros IV e V).

Com os dados da variação do peso das turfas A e B, calculou-se a hidratação dessas turfas, em porcentagem (colunas 7, 8 e 9 dos quadros IV e V), com auxílio da equação 05.

$$\text{Hidratação} = (\Delta \text{peso} / \mu_p) \times 100 \quad (05),$$

em que: μ_p = massa úmida correspondente a pressão medida, em gramas;

Δpeso = variação do peso, em gramas, em função do tempo que as amostras permaneceram para hidratar.

Posteriormente, em papel semi-logarítmico, foram representados os valores das pressões (coluna 1 dos quadros IV e V) e no eixo das abcissas os valores da hidratação em porcentagem correspondente a 2,0; 48,0 e 96,0 horas (colunas 7, 8 e 9 dos quadros IV e V), em relação a curva de retenção de ca da turfa, obtendo-se desta maneira as figuras IV e V.

Depois de concluídas todas estas observações, as amostras das turfas A e B foram levadas à estufa a 105°C e lá permaneceram até adquirirem peso constante. Feito isso, as amostras foram pesadas, seu volume determinado. Os valores correspondentes e este último parágrafo, estão na última linha dos quadros II e III.

3.2.8. AMADURECIMENTO DAS TURFAS

A fim de verificar possíveis alterações físicas nas turfas em função do uso e manejo de um solo turfoso em várzeas, foram preparados dois recipientes com turfa (uma com turfa A e outra com turfa B), contendo as seguintes dimensões: 40 cm de comprimento; 25 cm de largura e 4 cm de profundidade. Esses dois recipientes com as respectivas turfas, foram expostos ao ambiente natural até que perdessem toda a água, através de perfurações feitas na base dos recipientes e pela ação da evaporação.

Decorridos oito dias as turfas se encontravam significativamente alteradas, reduzidas, contorcidas e fortemente agregadas, aparentando que estivessem realmente secas. Esse material foi levado ao laboratório, posto em prato porcelana e com auxílio do pilão foi macerado até que desintegrasse; posteriormente, as turfas foram postas para hidratar e lá permaneceram por 40 dias.

Decorrido esse tempo, foram preparados oito cilindros (4 com turfa A e quatro com turfa B), de forma semelhante ao item 3.2.2. e levadas à Câmara de Richards para serem submetidas às tensões convencionadas neste trabalho e por fim, levadas à estufa até adquirirem peso constante. Os dados obtidos estão no quadro VI; na figura VI está representada a umidade relativa as turfas A e B após um processo de amadurecimento.

3.2.9. ASCENSÃO CAPILAR EM COLUNA

Com o objetivo de verificar a ascensão capilar, foram montadas colunas com dez anéis de tubo rígido de PVC, contendo cada anel as seguintes dimensões: 7,8 cm de diâmetro; 3,0 cm de altura. Os anéis foram "unidos" por fita adesiva e a base foi "obstruída" com tecido perflex preso com presilha de borracha para evitar a perda de material.

De posse de uma quantidade de turfa (A e B misturadas), que estava em ambiente natural para que reduzisse parte de sua umidade, a turfa foi desfibrada e peneirada em malha de 4,0 mm a fim de dispor de um material mais homogêneo. Em seguida, foram enchidas paulatinamente duas colunas com esta turfa, de tal modo que houvesse tanto quanto possível, uma densidade semelhante ao longo da coluna. As colunas foram postas num recipiente com água de maneira que formasse um nível de 3,0 cm de altura, ou seja, igual a altura do 1º anel. Concomitantemente, uma amostra desta turfa foi levada a estufa e depois de seca acusou uma umidade de 397,8%.

Depois de três dias em ambiente de laboratório com uma temperatura em torno de 19° C, as colunas foram desmontadas e determinou-se a umidade pelo método gravimétrico de cada anel.

De forma semelhante se procedeu com turfa com um teor de umidade inicial de 252,6% e com o mesmo peso específico aparente. Os resultados estão no quadro VII e figura

VII. Também de forma semelhante se fez com turfa seca em estufa a 105°C , porém se constatou que não ocorreu ascensão capilar.

3.2.10. ANÁLISE QUÍMICA

Com o objetivo de dispor algum conhecimento das propriedades químicas das turfas A e B, no sentido de contribuição para caracterizá-las, foram encaminhadas amostras para o Laboratório de Solos da ESALQ/USP, obtendo-se os dados que estão expressos no quadro VIII.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados os resultados procurando-se respeitar na medida do possível o desenvolvimento do trabalho, bem como, manter também nesta ordem o processo de discussão, interpretação dos resultados e eventuais contribuições.

4.1. PROPRIEDADES FIBROSAS DAS TURFAS A E B

O quadro 1.1. mostra a distribuição das fibras por tamanho e peso seco correspondente, em relação a 1.000,00 gramas "in natura" para cada turfa A e B.

Quadro 1.1. Distribuição das fibras por tamanho e correspondente peso seco em gramas, em relação a 1.000,00 gramas para cada turfa em condições naturais.

Tamanho da malha (mm)	Peso das fibras secas em (g)	
	turfa A	turfa B
2,000	12,0	13,0
1,000	2,0	2,6
0,500	6,7	7,9
0,250	4,2	2,5
0,105	5,9	4,7
Peso Total	31,4	30,7

Observando o quadro 1.1. percebe-se que a turfa A tem um pouco mais de massa seca (2,28%) que a turfa B; por outro lado, a turfa A tem fibras menores que a turfa B.

Lembrando que no ítem 3.2. em decorrência do manuseio das turfas A e B, foi denominada naquela oportunidade de turfa A a que representava ser menos fibrosa, o que não é verdade (veja no quadro 1.1.). O equívoco daquela interpretação é devido ao tamanho das fibras, parecendo menos fibrosa a turfa A, quando na verdade tem mais massa seca (mais fibras) que a turfa B, porém, proporcionalmente tem fibras menores.

4.1.1. PROPORÇÃO DE FIBRAS EM RELAÇÃO A MASSA TOTAL

Embora não conste como objetivo classificar as turfas A e B, mesmo porque no decorrer da revisão da literatura ficou claro que o processo exigia uma série de medidas que o trabalho em si não comportava, entretanto, FARNHAM e FINNEY (1965), citam que o parâmetro mais importante na classificação dos solos turfosos é a proporção de fibras em relação ao peso total da amostra "in natura". Como esta medida é fácil de ser obtida, foi feita com intuito de checar o tipo de turfa uma vez que, as turfas A e B foram extraídas de horizontes tidos como predominantemente mésicos, os resultados estão no quadro 1.2..

Quadro 1.2. Proporção de fibras em peso úmido em relação a massa total das turfas A e B, "in natura".

Tipo de turfa	A	B
Massa das turfas "in natura em gramas.	1.000,0	1.000,0
Massa das fibras em gramas, retidas na peneira de malha 0,105 mm.	493,2	467,4

Observando o quadro 1.2. percebe-se que a turfa A tem um pouco mais de fibras (5,52%) que a turfa B. Para os critérios de FARNHAM e FINNEY (1965), as amostras das turfas A e B podem ser caracterizadas como mäsicas, porque ambas tem quantidades de fibras em peso, menor que $2/3$ e maior que $1/3$, quando comparadas com a massa total "in natura"; no caso, menor que 666,6 gramas e maior que 333,3 gramas, uma vez que a massa total era de 1.000,0 gramas. Portanto, estes resultados confirmam a expectativa que se tinha por ocasião da extração da turfa.

Pode-se constatar também que mais de 50% da massa das turfas A e B passou pela peneira de malhas 0,105 mm constituída provavelmente, de algumas gramas de partículas menores que as da peneira referida e o restante é água.

4.2. TEOR DE ÁGUA COM BASE NO PESO DO SOLO SECO

No que diz respeito a capacidade de retenção de água com base no peso do solo seco (colunas 5 dos quadros II e III, e figura 1), constata-se que a turfa A reteve 4,02% de água a mais que a turfa B, em média nas pressões medidas.

A literatura consultada é unânime em afirmar que a capacidade de retenção de água dos solos turfosos está vinculada ao peso específico aparente desses solos. Por exemplo: comparativamente, dois solos turfosos, o que tiver maior

peso específico aparente, terá por conseguinte maior capacidade de retenção de água. No estudo em questão, pode-se observar nas colunas 8 dos quadros II e III, que o peso específico aparente da turfa A é maior que o da turfa B para todas as pressões medidas em laboratório. Portanto, confirma-se em laboratório a essertiva dos autores consultados.

Quadro II - Propriedades Físicas da Turfa A.

COLUNAS										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Amostra	Pressão (atm)	mu (g)	ms (g)	U (%)	Vol.i.a. (cm ³)	Vol.Pres. (cm ³)	γ_g (g/cm ³)	$\emptyset$ (%)	Contração (%)	Pt (%)
Saturada	-	57,75	4,06	1.322,4	54,29	-	0,075	99,2	0,00	95,0
-	0,05	39,60	4,06	875,4	54,29	36,6	0,111	97,2	32,6	92,6
-	0,10	33,50	4,06	725,1	54,29	31,3	0,130	94,1	42,3	91,3
-	0,33	26,20	4,06	545,3	54,29	29,1	0,140	76,1	46,4	90,7
-	1,00	22,42	4,06	452,2	54,29	25,9	0,157	70,9	52,3	89,5
-	3,00	19,75	4,06	386,5	54,29	24,4	0,166	64,3	55,1	88,9
-	15,00	15,20	4,06	274,4	54,29	22,2	0,183	50,2	59,1	87,8
Seca	-	-	4,06	-	54,29	7,53	0,547	-	86,1	63,5

As colunas expressam: 1. Condições das amostras;

2. Pressão que as amostras foram submetidas na Câmara de Richards, em atmosferas;

3. Massa úmida das amostras, em gramas;

4. Massa seca das amostras, em gramas;

5. Teor de umidade com base no peso do solo seco;

6. Volume inicial das amostras, em cm³;

7. Volume das amostras depois de sofrerem pressão e depois de seca, em cm³;

8. Peso específico aparente das amostras, em g/cm³;

9. Umidade com base em volume, em porcentagem;

10. Contração sofrida pelas amostras por pressão em estufa, em porcentagem;

11. Porosidade total das amostras, em porcentagem.

Quadro III - Propriedades Físicas da Turfa B.

COLUNAS										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Amostra	Pressão (atm)	mu (g)	ms (g)	U (%)	Vol.i.a. (cm ³)	Vol.Pres. (cm ³)	γg (g/cm ³)	θ (%)	Contr. (%)	Pt. (%)
Saturada	-	56,20	3,98	1.312,1	54,29	-	0,074	97,1	0,00	95,1
-	0,05	37,68	3,98	846,7	54,29	39,4	0,101	85,5	27,4	93,3
-	0,10	32,08	3,98	706,0	54,29	33,8	0,118	83,1	37,7	92,1
-	0,33	23,78	3,98	497,5	54,29	30,9	0,129	64,1	43,1	91,4
-	1,00	20,57	3,98	416,8	54,29	29,4	0,135	56,4	45,8	91,0
-	3,00	19,05	3,98	378,6	54,29	28,6	0,139	52,7	47,2	90,7
-	15,00	13,80	3,98	246,7	54,29	27,0	0,147	36,4	50,3	90,2
Seca	-	-	3,98	-	54,29	12,8	0,311	-	76,4	79,3

As colunas expressam: 1. Condições das amostras;
 2. Pressão que as amostras foram submetidas na Câmara de Richards, em atmosferas;
 3. Massa úmida das amostras, em gramas;
 4. Massa seca das amostras, em gramas;
 5. Teor de umidade com base no peso do solo seco.
 6. Volume inicial das amostras, em cm³;
 7. Volume das amostras depois de sofrerem pressão e depois de secas, em cm³;
 8. Peso específico aparente das amostras, em g/cm³;
 9. Umidade com base em volume, em porcentagem;
 10. Contração sofrida pelas amostras por pressão e em estufa, em porcentagem;
 11. Porosidade total das amostras, em porcentagem.

Figura 1 - Curva de retenção das turfas A e B antes do amadurecimento.

4.3. CONTRAÇÃO

No que tange a contração, pode-se constatar pelas colunas 10 dos quadros II e III e pela figura II, que a turfa A contraiu mais que a turfa B em todas as pressões medidas, perfazendo uma média de 14,03%. Para BAYER *et alii* (1973), analisando a contração como propriedade dinâmica dos solos minerais, diz que a contração aumenta com a diminuição do tamanho das partículas. Em função desta característica, talvez se possa deduzir que a maior contração sofrida pela turfa A, se deve ao menor tamanho das fibras desta turfa, quando comparadas com as fibras da turfa B (quadro I.1.).

Figura II - Curvas de contração das turfas A e B em função da variação de pressão.

4.4. PESO ESPECÍFICO APARENTE

Com respeito a este parâmetro, que representa a relação entre o peso de um solo seco e o volume ocupado por este solo, foram encontradas expressões diferentes no decorrer da revisão da literatura, todavia, neste trabalho será usada a expressão peso específico aparente para representar a relação mencionada.

Quanto a divergência de opiniões constatada na revisão da literatura, a respeito do denominador da equação do peso específico, se se deve considerar a amostra com umidade ou não, deformada ou não, no presente estudo foram considerados os volumes com umidade correspondente as deformações sofridas pelas amostras através da Câmara de Richards, embora conste nos quadros II e III, todas as situações levantadas pelos autores na revisão de literatura.

De acordo com as colunas 8 dos quadros II e III, percebe-se que a turfa A em todas as pressões medidas, tem maior peso específico aparente que a turfa B. Este fenômeno encontra respaldo numa colocação de PENNINGSFELD e KURZMANN (1975), de que a decomposição progressiva torna a turfa mais densa, para formar finalmente uma massa untosa de colóides, aumentando de forma clara seu peso específico aparente.

4.5. CURVAS DE RETENÇÃO

Observando-se as curvas de retenção das turfas A e B na figura III, percebe-se que a turfa A reteve mais água que a turfa B 16,5% em média ao longo da curva; confirmando o que ocorreu na figura I, que mostra a turfa A com maior capacidade de retenção em relação a turfa B, em função do solo seco. A explicação do fenômeno da figura III é o mesmo da figura I, ou seja, a turfa A tem maior peso específico aparente, por estar mais decomposta, tem mais material húmico consequentemente, tem maior capacidade de retenção de água.

Figura III - Curvas de retenção das turfas A e B antes do amadurecimento.

4.6. POROSIDADE TOTAL E DRENÁVEL

A porosidade total (ϵ) das turfas A e B (colunas 11 dos quadros II e III), é maior na turfa B em média de 3,43% para as pressões medidas.

Como o peso específico das partículas das turfas A e B é considerado igual a $1,5 \text{ g/cm}^3$, o fenômeno da porosidade total menor na turfa A, deve ser explicado via peso específico aparente. Como este é maior na turfa A e uma vez aplicado na equação 04, representará uma porosidade total menor. A causa deste fenômeno está relacionado ao aspecto da turfa A estar mais decomposta e possuir menor teor de matéria orgânica.

Quanto à porosidade drenável (α), é obtida pela diferença entre a porosidade total (ϵ), que segundo CRUCIANI (1980) é numericamente igual a porosidade saturada ($\emptyset_{\text{sat}}$), e a porosidade com o solo na capacidade de campo ($\emptyset_{\text{cc}}$). A porosidade na capacidade de campo ($\emptyset_{\text{cc}}$) de um solo mineral seria a correspondente a tensão ou pressão de 0,33 atmosferas, porém para solos turfosos é mais difícil estabelecer uma tensão ou pressão na Câmara de Richards correspondente a porosidade na capacidade de campo ($\emptyset_{\text{cc}}$), porque estes solos são instáveis fisicamente, sobretudo nos primeiros anos após ocorrido, a drenagem. Para tornar mais entendível o processo, toma-se o seguinte exemplo: tomando-se a porosidade das turfas A e B na capacidade de campo ($\emptyset_{\text{cc}}$), correspondente a um valor

arbitrário como o de 0,1 atmosfera de pressão, a porosidade drenável (α) destas turfas será:

$$\text{Turfa A: } \alpha = (\emptyset_{\text{sat}} - \emptyset_{\text{cc}}) = 95,0 - 91,3 = 3,70\%$$

Turfa B: $\alpha = (\emptyset_{\text{sat}} - \emptyset_{\text{cc}}) = 95,1 - 92,1 = 3,00\%$; o que representa 23,3% de porosidade drenável (α) maior para a turfa A (os dados são os dos quadros II e III, colunas 11).

Entretanto, PIZZARRO (1978), aponta que quando não se tem dados suficientes, pode-se estimar o valor da porosidade drenável através da equação que segue:

$$\alpha = \sqrt{K},$$

onde: α = porosidade drenável, tanto por unidade;

K = permeabilidade, cm/dia.

4.7. HIDRATAÇÃO

Com respeito a hidratação (quadros e figuras IV e V), precebe-se que a turfa A tem menor capacidade de hidratação que a turfa B. Este fenômeno era esperado, uma vez que a turfa A tem menor volume total de poros; menor teor de matéria orgânica e uma curva de retenção com maior capacidade de retenção de água. Outras deduções importantes podem ser extraídas quando se observa as figuras IV e V: tanto a turfa A quanto a turfa B tem maior capacidade de hidratação nas primeiras horas; a hidratação continua mas com intensidade me-

nor, mas nada se pode afirmar quanto a capacidade das turfas de readquirirem as condições iniciais, sobretudo quando as amostras são submetidas a altas pressões. Entretanto, quando a turfa é seca em estufa a 105°C até adquirir peso contante, os dados mostram que realmente as turfas A e B não retornam às condições iniciais, uma vez que hidratam bem nas primeiras 12 hs e depois, o processo tende a estabilizar bem antes das amostras readquirirem suas condições naturais, conforme atesta o quadro VI.

Cabe aqui ainda registrar que quando as turfas estavam secas a 105°C , uma vez postas na água elas flutuavam sem que ocorresse a mínima hidratação, ficando caracterizado o fenômeno da hidrofobia. Todavia, para que ocorresse a hidrofilia foi necessário manter as amostras das turfas submersas.

Quadro IV - Hidratação em porcentagem em relação ao peso da turfa A.

COLUNAS								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pressão	MU sat	MU pres	Variação de peso em função do tempo.			Hidratação em %		
(atm)	(g)	(g)	2hs	48 hs	96hs	2hs	48 hs	96hs
0,05	58,40	38,30	40,14	40,76	40,96	4,8	6,4	6,9
0,10	58,40	32,50	34,29	35,00	35,35	5,5	7,7	8,8
0,33	58,40	26,10	29,10	30,91	32,00	11,8	18,4	22,6
1,00	58,40	22,52	25,54	27,53	29,30	13,4	22,3	30,1
3,00	58,40	19,32	22,79	25,06	26,50	17,8	29,7	37,2
15,0	58,40	13,99	19,96	23,07	24,58	42,7	64,9	75,7

As colunas expressam: 1. Pressão que as amostras foram submetidas na Câmara de Richards, em atmosferas;

2. Massa saturada das amostras, em gramas;

3. Massa úmida das amostras correspondentes as pressões da Câmara de Richards, em gramas;

4. 5. e 6. variação de peso em função do tempo que as amostras permaneceram para hidratar, em gramas;

7. 8. e 9. hidratação em % em função do tempo de hidratação.

Quadro V - Hidratação em porcentagem em relação ao peso da turfa B.

COLUNAS								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pressão	MU sat	MU pres	Variação do peso em função do tempo.			Hidratação em %		
(atm)	(g)	(g)	2hs	48hs	96hs	2hs	48hs	96hs
0,05	58,33	38,88	41,09	42,64	43,74	5,7	9,7	12,5
0,10	58,33	32,80	35,96	37,54	38,57	9,6	14,5	17,6
0,33	58,33	23,80	28,85	31,55	32,82	21,2	32,6	37,9
1,00	58,33	20,58	26,72	29,06	30,69	29,8	41,2	49,1
3,00	58,33	19,32	25,52	28,80	30,80	32,1	49,1	59,4
15,0	58,33	13,91	23,18	26,97	28,98	66,7	93,9	108,3

As colunas expressa: 1. Pressão que as amostras foram submetidas na Câmara de Richards, em atmosferas;
 2. Massa saturada das amostras, em gramas;
 3. Massa úmida das amostras correspondentes as pressões da Câmara de Richards, em gramas;
 4. 5. e 6. Variação de peso em função do tempo que as amostras permaneceram para hidratar em gramas;
 7. 8. e 9. Hidratação em % em função do tempo de hidratação.

Figura IV - Curva da hidratação da turfa A, a partir da curva de retenção da mesma turfa antes do amadurecimento.

Figura V - Curva da hidratação da turfa B, a partir da curva de retenção da mesma turfa antes do amadurecimento.

4.8. AMADURECIMENTO DAS TURFAS

Para SEGEREN e SMITS (1973), um sedimento original deve mudar para um solo normal no qual possam se desenvolver culturas, árvores, que seja transitável por homens e máquinas e permita construir inclusive edificações. A passagem de um lodo para um solo normal se realiza por meio de uma diminuição drástica do conteúdo de água. Essa diminuição, e o processo físico e químico que se produz, se chama **formação inicial ou amadurecimento do solo**.

As turfas A e B consideradas sob o aspecto do amadurecimento (quadro VI e figura VI), mostraram que a capacidade de retenção de água com base no peso do solo seco foi alterada; antes do amadurecimento, a turfa A reteve 4,02% de água a mais que a turfa B; depois, a turfa A reteve 11,11% a mais, o que significa uma variação média de 7,09%.

Pode-se constatar através das colunas 3 do quadro VI, que o amadurecimento alterou a massa seca da turfa A em média 126,5% e a turfa B em média 111,3%, quando comparadas com as colunas 4 dos quadros II e III. Isto é um indicador seguro que a estrutura das turfas A e B foi significativamente alterada, mesmo entre elas, pois agora há uma diferença em peso de 13,7% maior para a turfa A, enquanto que antes era de apenas 2,0%. Estas alterações afetarão os demais parâmetros físicos das turfas, porque os referidos parâmetros estão direta ou indiretamente vinculados a massa seca.

Cabe ainda registrar que a intensidade de trituração das turfas não foi quantificado; os valores obtidos em função deste estado de amadurecimento foram os abordados, entretanto, dependendo do grau de trituração e dos mecanismos usados para tanto, pode-se obter resultados bem diversos dos calculados.

Quadro VI - Capacidade de retenção de água das turfas A e B depois do "amadurecimento".

COLUNAS							
1	2	3	4	5	6	7	8
-	-	Turfa A			Turfa B		
Vol. i. a. (cm ³)	Pressão (atm)	MU (g)	MS (g)	U (%)	MU (g)	MS (g)	U (%)
54,29	-	60,47	9,20	557,3	54,30	8,40	546,4
-	0,05	40,34	9,20	338,5	33,21	8,40	295,3
-	0,10	38,74	9,20	321,1	30,62	8,40	264,5
-	0,33	37,37	9,20	306,2	29,25	8,40	248,2
-	1,00	33,47	9,20	263,8	28,03	8,40	233,7
-	3,00	32,33	9,20	251,4	27,87	8,40	231,8
-	15,0	28,57	9,20	210,5	25,53	8,40	203,9

As colunas expressam:

1. Volume inicial das amostras, em cm³;
2. Pressão que as amostras foram submetidas na Câmara de Richards, em atmosferas;
3. e 6. Massa úmida correspondente as pressões, em gramas;
- 4 e 7. Massa seca das amostras em estufa a 105°C- em gramas;
- 5 e 8. Umidade com base no peso seco, em porcentagem

Fig. VI - Curvas de retenção das turfas A e B depois do "amadurecimento".

4.9. ASCENSÃO CAPILAR EM COLUNA

Na literatura consultada os autores são unânimes em afirmar que o movimento da água se dá do maior para o menor potencial. No caso de solos com a presença do lençol freático, o potencial é maior junto deste e o movimento será ascendente desde que o potencial total na superfície do solo seja menor.

Para MILLAR (1978), a condição de lençóis freáticos elevados pode ser utilizada em alguns casos para abastecimento único de água às culturas. Para que isto se torne possível, trata-se de criar ou manter um lençol numa profundidade determinada sob a superfície do solo. Esta é a base do método de irrigação sub-superficial. O lençol abastece as necessidades de água da cultura através do movimento capilar, contínuo e permanente. O objetivo é manter a condição de fluxo permanente, onde a taxa de ascensão capilar iguale a evapotranspiração da cultura.

Acrescenta ainda o autor, que a definição do fluxo capilar desejado deve ser o resultado de uma análise a primorada da necessidade de manter um adequado balanço de sais da zona radicular, e da necessidade do uso parcial ou total do fluxo capilar para abastecimento de água à cultura.

O estudo desta questão com solos turfosos não difere com a dos solos minerais, observando o quadro VII e a figura VII, pode-se constatar que a ascensão capilar diminui

à medida que aumenta a profundidade do lençol freático e diminui também com a redução da umidade das turfas. O presente fenômeno encontra explicação através da relação entre a taxa de ascensão capilar e o potencial mátrico, sendo aquela maior para um maior potencial mátrico, para um solo com as mesmas propriedades e lençol freático em iguais condições. Quanto à equação de ascensão capilar, indica que ela é maior em solos argilosos que em arenosos, devido ao menor raio dos condutos capilares.

Quadro VII - Unidade por ascensão capilar em coluna de anéis.

Coluna de anéis, ordenada a partir da base. Altura de cada anel: 3 cm.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turfa com 397,8% de unidade inicial, e com peso específico aparente médio de 0,537 g/cm ³ na coluna.	1,438,5	1.011,1	992,9	804,9	769,6	700,0	687,4	660,5	611,7	571,4
u em % por anel (*)	—									
asc. cap. (h) em mm (**)	2,18	1,28	1,25	0,85	0,78	0,63	0,61	0,55	0,45	0,36
Turfa com 252,6% de unidade inicial, e com peso específico aparente médio de 0,537 g/cm ³ na coluna.	869,2	627,3	594,4	523,1	483,1	465,6	447,9	423,6	298,4	254,1
u em % por anel (*)	—									
asc. cap. (h) em mm (**)	1,29	0,78	0,72	0,57	0,48	0,45	0,41	0,36	0,10	0,003

* Unidade em porcentagem por anel;

** Lâmina d'água em mm, devido a ascensão capilar.

Figura VII - Curvas de ascensão capilar das turfas com teor de umidade diferente.

4.10. ANÁLISE QUÍMICA

O pH das turfas tem uma importância expressiva não só do ponto de vista da fertilidade, que não é o objetivo deste trabalho, mas também sob o aspecto específico da drenagem. Por exemplo, na escolha dos drenos, como a acidez das turfas corroí os drenos tubulares de concreto, é recomendável que se utilize sempre que possível, manilhas de barro ou tubos plásticos.

STEPHENS (1955), coloca que a ação destrutiva, das bactérias é menos intensa nas turfas extremamente ácidas (como as que são objeto de estudo) e que a ação destas bactérias é maior em solos drenados. Em função disto, o grau de rebaixamento da superfície dos solos turfosos estará afetado e conseqüentemente, o dimensionamento do sistema de drenagem.

SEGEREN e SMITS (1982), colocam que as turfas ácidas quando excessivamente desidratadas, são mais difíceis de hidratarem novamente que as turfas neutras ou alcalinas.

A acidez das turfas A e B estão no quadro VIII.

Quadro VIII - Análise Química

Elementos analisados	Turfa A	Turfa B
Índice pH Ca Cl ₂ 0,01 M	2,73	2,78
Mat. Org. Total (Combustão)	88,13%	90,80%
Carbono Total (Org. a min)	51,12%	52,67%

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos no presente trabalho indicam que:

- a) O manuseio comparativo de dois solos turfosos pode nos induzir a erros, como o de que a turfa composta de fibras mais compridas aparenta possuir maior teor de fibras, o que pode não ser verdade.
- b) O peso específico aparente dos solos turfosos, é um parâmetro confiável quanto a capacidade de retenção de água desses solos.
- c) A contração dos solos turfosos está diretamente vinculada ao tamanho e decomposição das fibras e não necessariamente

ã porosidade total desses solos.

- d) A capacidade de hidratação dos solos turfosos depende da porosidade total, do teor de umidade que se encontra o mesmo e, possivelmente, do índice pH.
- e) A maior decomposição das fibras que compõem os solos turfosos, implica num aumento do peso específico aparente desses solos.
- f) A porosidade total (ϵ) é menor em solos turfosos mais decompostos.
- g) A porosidade drenável (α) dos solos turfosos nem sempre é maior para o solo que tiver a maior porosidade total (ϵ).
- h) A capacidade de hidratação dos solos turfosos é maior nas primeiras horas, independentemente da porosidade total (ϵ) e do teor de umidade que se encontra os mesmos; salvo quando os solos turfosos foram secos ao ar ou à estufa.
- i) Solos turfosos secos ao ar, não readquirem mais suas condições iniciais, podendo se tornar imprestáveis para a produção agrícola, sobretudo, os solos turfosos mais decompostos.

- j) O manuseio de solos turfosos, através da desidratação, desarranjo da estrutura fibrosa e hidratação, conduz à formação de solos turfosos com propriedades físicas mais estáveis. Em decorrência disto, os métodos e dimensionamentos de drenagem para os solos turfosos tornam-se mais concretos.
- k) Nos solos turfosos mésicos, o amadurecimento é inicialmente maior para o solo mais decomposto.
- l) A ascensão capilar em solos turfosos secos não ocorre porque está presente o fenômeno da hidrofobia.
- m) A ascensão capilar em solos turfosos, para uma determinada profundidade do lençol freático, aumenta em função do maior teor de umidade desses solos.
- n) A classificação dos solos turfosos, considerando-se apenas a proporção de fibras em relação ao peso total da amostra, não é suficiente para se perceber as muitas diferenças existentes mesmo pertencendo a mesma classe.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- . Em solos turfosos por serem solos imaturos, têm propriedades físicas, químicas e biológicas grandemente variáveis, sobretudo nos primeiros anos de uso. Em vista disso, os cálculos teóricos de drenagem poderão na prática não corresponder ao esperado no decorrer do tempo; recomenda-se em função disso, levar em consideração a "subsidence" desses solos, nos dimensionamentos em drenagem.
- . As alternativas de drenagem para solos turfosos, deve levar em consideração a previsão de contração ou "subsidence" desses solos. Como as previsões de "subsidence" só podem ser aproximadas, o planejamento de drenagem de solos turfosos deve ser suficientemente flexível para permitir ajustes se as previsões forem incorretas.

- . Desenvolver pesquisas para saber da possibilidade de se estabelecer uma relação entre contração em laboratório e a "subsidence" no campo.
- . Como a profundidade dos drenos diminui com a "subsidence" é recomendável esperar alguns anos antes de se instalar drenos tubulares, porque a intensidade de "subsidence" é maior nos primeiros anos...
- . Como a drenagem dá origem a dissecação e que causa a formação de fendas, responsáveis pelo aumento considerável da condutividade hidráulica (que é impossível de ser medida em laboratório e muito difícil no campo), o espaçamento dos drenos na parcela, segundo SEGEREN e SMITS (1973), podem ter de 10 a 20 m, embora o espaçamento correto deva ser obtido em campos experimentais.

7. LITERATURA CITADA

ABAD, M. e NOGUERA, V. 1985. Las turbas. Agricultura - Revista Agropecuária. Madri, 638:716-722.

BAVER, L.D. e W.H. GARDNER e W. R. GARDNER, (1973). Física de Suelos. México, Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 529p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, 1983. Provárzeas/Profir: Relatório 83. Brasília, DF. Assessoria de Comunicação Social do Provárzeas/Profir p.26.

CRUCIANI, D.E., 1980. A drenagem na agricultura. São Paulo, Livraria Nobel, 333p.

DOORENBOS, J. W. O. PRUITT, 1980. Las necesidades de água de los cultivos. Roma. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura e la Alimentacion. 194p.

FARNHAM, R.S. e FINNEY, H. R. Classification and properties of organic soils. Advances in Agronomy, New York, 17:327-68, 1965.

GROENEVELT, P.H. e J.W. KIJNE, 1973. Física de la humdedad del suelo. In: ULZURRUN, M.D.D. e F. E. CASTILLO, Coord. Principios y Aplicaciones del Drenaje. 16º ed. Wageningen, vol. I, p.136-165.

HEGENBERG, L., 1976. Etapas da investigação científica. São Paulo. EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, vol. II, 254 p.

KIEHL, E. J., 1985. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 492 p.

KURKI, M., 1982. Main chemical characteristics of peat soils. In: LAINE, J., Editor. Peatlands and their utilization in Finland. Helsinki. Finnish Peatland Society, p. 37-41.

- MEER, K. e R. H. M. GRAAFF, 1962-1973. Estudio Hidropedológico.
In: ULZURRUN, M. D. D. e F. E. CASTILLO, Coord. Principios y Aplicaciones del Drenaje. 16ª ed. Wageningen, ILRI. Vol. III, p. 125-163.
- MILLAR, A.A., 1978. Drenagem de terras agrícolas: bases agronômicas. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil, 276 p.
- PAIVANEN, J., 1982. Main physical properties of peat soils. In: LAINE, J., Editor. Peatlands and their utilization in Finland. Helsinki. Finnish Peatland Society., 33-36.
- PENNINGSFELD, F. e P. KURZMANN, 1975. Cultivos Hidroponicos y em Turba. Madri, Ediciones Mundi-Prensa, 310p.
- PIRES, E.T., 1982. Informações mínimas para drenagem de várzea. Belo Horizonte, Emater-MG, 30 p.
- PIZZARRO, F., 1978. Drenaje Agrícola y Recuperacion de Suelos Salinos. Madri, Editora Agrícola Española, S.A. 521 p.
- REICHARDT, K., 1985. Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. 4ª ed. rev. e ampliada. Campinas, Fundação Cargill. 466 p.

- SCHOTHORST, C. J., 1982. Drainage and Behaviour of Peat Soils. In: BAKKER, H. de e M.W. van den BERG, Coord. Proceedings of the symposium on peat lands below sea level. Wageningen, ILRI, p. 130-163.
- SEGEREN, W. A. e H. SMITS, 1973. Drenaje de sedimentos arcillosos marinos recién recuperados, de suelos turfosos y de suelos sulfuricos ácidos. In: ULZURRUN, M. D. D. e F. E. CASTILLO, Coord. Principios y Aplicaciones del Drenaje. 16 ed. Wageningen, ILRI, Vol. IV, p. 304-343.
- STEPHENS, J.C., 1955. Drainage of Peat and Muck Lands. In: STEFFERUD, A. Editor. Yearbook of Agriculture, 1955 water. Washington. The Unit State Departament of Agriculture, p.539-556.
- TOLONEN, K., 1982. Peat in situ. In: LAINE, J. Editor. Peatlands and their utilization in Finland. Helsinki. Finnish Peatland Society,. p. 29-32.
- VALMARI, A., 1982. Agricultural utilization of peatlands. In: LAINE, J., Editor. Peatlands and their utilization in Finland. Helsinki. Finnish Peatland Society. p. 43-49.

YEVDOKIMOVA, N. Y. *et alii*, 1976. Subsidence and biochemical destruction of peat in the Ukrainian Poles'ye. Soviet Soil Science. Washington, 8(3): 345-7, May/Jun.