

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI - UFVJM**

RAFAELA DIAS DE ARAGÃO FREIRE

**EFEITO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DA MATÉRIA
ORGÂNICA DE TURFEIRAS E DE COMPOSTO ORGÂNICO DE
RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA RETENÇÃO DE ÁGUA**

DIAMANTINA-MG

2013

RAFAELA DIAS DE ARAGÃO FREIRE

**EFEITO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DA MATÉRIA
ORGÂNICA DE TURFEIRAS E DE COMPOSTO ORGÂNICO DE
RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA RETENÇÃO DE ÁGUA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência
Florestal, área de concentração em
Ciência Florestal, para a obtenção do
título de “Mestre”.**

Orientador: Dr. Alexandre Christófaros Silva

DIAMANTINA – MG

2013

RAFAELA DIAS DE ARAGÃO FREIRE

**EFEITO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DA MATÉRIA
ORGÂNICA DE TURFEIRAS E DE COMPOSTO ORGÂNICO DE
RESÍDUOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NA RETENÇÃO DE ÁGUA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência
Florestal, área de concentração em
Ciência Florestal, para a obtenção do
título de “Mestre”.**

APROVADA em 8 de março de 2013

Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira- UFLA

Prof. Dr. Wellington Willian Rocha- UFVJM

Prof. Dr. José Sebastião Cunha Fernandes- UFVJM

Prof. Dr. Alexandre Christófaros Silva – UFVJM

Presidente

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

F866e Freire, Rafaela Dias de Aragão
2013

Efeito de substâncias húmicas extraídas da matéria orgânica de turfeiras e de compostos orgânico de resíduos da indústria textil na retenção de água. –
Diamantina: UFVJM, 2013.
92p.

Orientador: Alexandre Christófarro Silva
Coorientador: Wellington Willian Rocha

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências
Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Matéria orgânica 2. Umidade 3. Hidrofilia I. Título.

CDD 634.9

Elaborada com dados fornecidos pelo (a) autor(a)

DEDICO

*Ao meu avô Beto (in memoriam) que de algum lugar
deve estar orgulhoso e, que, infelizmente não pode
estar comigo neste momento tão importante.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à força divina que nunca me deixou desistir de nada.

Aos meus pais e avós pela força, apoio e carinho com que sempre me trataram.

À minha irmã Marina por estar sempre presente com sua alegria e seus sábios conselhos, mesmo de longe.

Às minhas amigas e amigos pela grande força nos momentos difíceis e nos fáceis também!

Às equipes de trabalho da Matéria Orgânica e da Física do Solo, pelo apoio de sempre, ajuda e também pelas boas risadas no laboratório!

Aos meus orientadores Alexandre e Wellington, pela confiança e por acreditar em mim mesmo sob todas as dificuldades enfrentadas neste experimento.

Enfim a todos que fizeram parte dessa conquista o meu **MUITO OBRIGADA!!**

RESUMO

A matéria orgânica do solo (MOS) relaciona-se intimamente com a capacidade de retenção de água pelo solo. As turfeiras e os compostos orgânicos são materiais ricos em MOS. O objetivo do trabalho foi quantificar a capacidade de retenção de água da humina (H) e dos ácidos húmicos (AH) da matéria orgânica (MO) de turfeiras e de composto orgânico proveniente de resíduos da indústria têxtil, puros e em mistura com areia. O fracionamento dos materiais seguiu uma adaptação da metodologia da Internacional Humic Substances Society. Obtiveram-se os substratos advindos das seguintes proporções de substâncias húmicas (SH), provenientes de turfeira e de composto, e areia (fina e média): 0 % SH e 100 % de areia fina (AF) e média (AM); 100 % SH e 0 % de areia AF ou AM; 75 % SH e 25 % AF ou AM; 50 % SH e 50 % AF ou AM; 25 % SH e 75 % AF ou AM. Com o auxílio do extrator de Richards foram determinados os teores de água retida nas tensões de 0 (CMRA), 10, 100, 300, 500, 700 kPa, para todos os substratos. Foi feita a análise de variância. Não se observou diferenças estatísticas entre substratos com 100 % de AF e AM. Analisando-se as diferenças de retenção de água dos substratos com 100% de AH e da H, e as diferenças de origem (composto e turfeira), encontrou-se as maiores retenções para os substratos com AH e para os substratos com SH provenientes de turfeira. A humina é a SH que predomina amplamente no composto de resíduos de indústria têxtil e de turfeira. A maior retenção de água, na CMRA e nas tensões 10, 100, 300, 500 e 700 kPa, foi obtida pelo substrato com 100% de AH em relação aos substratos com 100% de H. Os substratos com diferentes proporções de AH e areia apresentaram retenção de água semelhante aos substratos com diferentes proporções de H e areia. O substrato que obteve as maiores retenções de água foi 75 % de SH e 25 % de AF. Os AH e a H apresentam hidrofília e tem potencial para a fabricação do hidrorretentor orgânico sustentável. Pela modelagem de retenção de água, a perda de água pelos substratos à base de H é bem mais evidente na CMRA. Para os substratos à base de AH a perda de água com o aumento da pressão aplicada se torna mais evidente nas proporções de 75 % de SH e principalmente, na CMRA.

Palavras chaves: Matéria orgânica; umidade; hidrofília.

ABSTRACT

The organic matter of the soil (OMS) is directly related to the water retention capacity of the soil. Peat and organic compounds are rich materials in OMS. The objective of this study was to quantify the water retention capacity of humin (H) and humic acid (HA) of organic matter (OM) of peat and of compost organic waste from the textile industry, pure and mixed with sand. The separation of the fractions (humin, humic acid and fulvic acid) followed an adaptation of the International Humic Substances methodology Society. The substrates were obtained from the following proportions of humic substances (HS), from peat and compost, with sand (fine and medium): 0% HS and 100% of fine sand (FS) and mean (MS); 100% HS and 0% sand FS or MS; 75% HS and 25% FS and MS; 50% HS and 50% FS and MS; 25% HS and 75% FS and MS. Using the extractor of Richards were determined levels of water retained in tensions of 0 (MCWR), 10, 100, 300, 500, 700 kPa for all substrates. After the determination of data (water retention) was made the variance analysis. No statistical differences were observed between substrates 100% FS and MS. Analyzing the difference in water retention of the substrates 100% HA and H, and the differences source of HS (compost and peat), we have found the highest retentions for substrates with HA and HS from the peat. The humin is the substance that predominates in the peat and in the organic compost from textile industry waste. The highest water retention in MCWR and in the tensions of 10, 100, 300, 500 and 700 kPa, were obtained by substrates with 100% HA when compared with 100% H. The substrates with different proportions of HA and sand had water retention similar to the substrates with different proportions of H and sand. The substrate which had the highest retention of water was 75% HS and 25% FS. The HA and H showed hydrophilicity and has the potential to manufacture the organic hydrotretentor sustainable. By a modeling of the water retention, water loss by substrates of H are much more evident in MCWR. For the substrates of HA, the water loss with increasing of pressure applied become more evident in the proportion of 75% HS, mainly in MCWR.

Keywords: Organic Matter; moisture; hydrophilicity.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. A: Saturação da placa; B: saturação dos substratos.....	34
Figura 2. A: Substratos dentro do extrator de Richards; B: Substratos drenando água; C: Equipamento Extrator de Richards.....	34
Figura 3. A: material proveniente de turfeira; B: material proveniente de composto.....	36
Figura 4. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de turfeira e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade).....	57
Figura 5. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de turfeira e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade).....	57
Figura 6. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa.(** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade).	58
Figura 7. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade).	58
Figura 8. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeira e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo).....	59
Figura 9. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeira e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo).....	59

- Figura 10.** Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo)..... 60
- Figura 11.** Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo)..... 60
- Figura 12.** Substratos contendo: A) Areia Fina; B) Areia Média..... 61
- Figura 13.** Substratos contendo: A) 100% de Ácidos húmicos de composto; B) 100% de Ácidos húmicos de turfeira; C)100% de Humina de composto; D) 100% de Humina de turfeira 61
- Figura 14.** Substratos contendo: A) 75 % de ácidos húmicos de composto e 25 % de areia fina; B) 75 % de ácidos húmicos de composto e 25 % de areia média; C) 75 % de ácidos húmicos de turfeira e 25 % de areia fina; D) 75 % de ácidos húmicos de turfeira e 25 % de areia média; E) 75% de humina de composto e 25 % de areia fina; F) 75 % de humina de composto e 25 % de areia média; G) 75 % de humina de turfeira e 25 % de areia fina; H) 75 % de humina de turfeira e 25 % de areia média..... 62
- Figura 15.** Substratos contendo: A) 50% de ácidos húmicos de composto e 50% de areia fina; B) 50% de ácidos húmicos de composto e 50% de areia média; C) 50% de ácidos húmicos de turfeira e 50% de areia fina; D) 50% de ácidos húmicos de turfeira e 50% de areia média; E) 50% de humina de composto e 50% de areia fina; F) 50% de humina de composto e 50% de areia média; G) 50% de humina de turfeira e 50% de areia fina; H) 50% de humina de turfeira e 50% de areia média..... 62
- Figura 16.** Substratos contendo: A) 25% de ácidos húmicos de composto e 75% de areia fina; B) 25% de ácidos húmicos de composto e 75% de areia média; C) 25% de ácidos húmicos de turfeira e 75% de areia fina; D) 25% de ácidos húmicos de turfeira e 75% de areia média; E) 25% de humina de composto e 75% de areia fina; F) 25% de humina de composto e 75% de areia média; G) 25% de humina de turfeira e 75% de areia fina; H) 25% de humina de turfeira e 75% de areia média..... 63

LISTA DE QUADROS

		Página
Quadro 1.	ANOVA para um experimento em blocos ao acaso com 180 tratamentos e três repetições conduzido em um Extrator de Richards. A variável avaliada foi a retenção de água (umidade) dos diferentes substratos	35
Quadro 2.	Substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e húmica) da matéria orgânica provenientes de composto e turfeira (%)	36
Quadro 3.	Teores de Carbono, Hidrogênio, Nitrogênio, Enxofre e relação C/N do material natural (composto e turfeira) e de suas substâncias húmicas	38
Quadro 4.	Atributos químicos dos materiais naturais de Composto e Turfeira	39
Quadro 5.	Médias da retenção de água para os substratos com 100 % de areia (G 1), 100 % SH e suas origens (G 2) e os substratos com mistura de 25, 50 e 75% de SH com as duas granulometrias de areia e as duas origens de substrato (G 3) .	41
Quadro 6.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos ácidos húmicos e da húmica provenientes do fracionamento da matéria orgânica de turfeiras e de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil (G 2)	43
Quadro 7.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de húmica de turfeiras e areias	44
Quadro 8.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areias	45
Quadro 9.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de húmica de composto e areias	45
Quadro 10.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areias	46
Quadro 11.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de turfeiras e areia fina	47
Quadro 12.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de turfeiras e areia média	47

Quadro 13.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de composto e areia fina	48
Quadro 14.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de composto e areia média	49
Quadro 15.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de turfeiras e areia fina	49
Quadro 16.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de turfeiras e areia média	50
Quadro 17.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areia fina	50
Quadro 18.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areia média	51
Quadro 19.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia fina	51
Quadro 20.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia média	52
Quadro 21.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia fina	52
Quadro 22.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia média	53
Quadro 23.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % de SH de turfeira e 25 % areia fina.	53
Quadro 24.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % de SH de composto e 25 % areia fina	54

Quadro 25.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % H de composto e de turfeira e 25 % AF	55
Quadro 26.	Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % AH de composto e de turfeira e 25 % AF	55
Quadro 27.	Médias da capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e da capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa de substratos com 100, 75, 50 e 25% de SH	56

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE QUADROS	X
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO GERAL	17
2.1 Objetivos específicos	17
3 HIPÓTESE...	18
4 REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1 Retenção de água pelo solo	19
4.2 Matéria orgânica (MO) e a retenção de água	21
4.3 Efeito do composto na retenção de água	22
4.4 Turfeiras: retenção de água, caracterização, distribuição espacial e estoque de carbono	23
4.5 Substâncias húmicas e a retenção de água.....	26
5 MATERIAL E MÉTODOS	28
5.1 Locais de condução dos trabalhos e materiais utilizados	28
5.2 Caracterização química e estágio de decomposição dos materiais	28
5.3 Fracionamento das substâncias húmicas.....	29
5.4 Obtenção da areia fina e areia média.....	30
5.5 Composição dos substratos: proporções entre areia e substâncias húmicas	31
5.6 Retenção de água pelos substratos	33
5.7 Análises Estatísticas.....	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

6.1 Caracterização dos substratos	36
6.2 Retenção de água	40
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	74

1 INTRODUÇÃO

A água é um fator essencial no desenvolvimento e crescimento das diversas fases das plantas (MEURER, 2007). A água fica retida no solo não saturado graças a dois fenômenos: capilaridade, no qual as forças capilares são responsáveis pela retenção de água nos poros capilares menores que 30 μ m, ou adsorção da água sobre as superfícies dos sólidos (LIBARDI, 2010).

A matéria orgânica do solo (MOS), por influenciar os atributos físicos do solo, relaciona-se intimamente com sua capacidade de retenção de água (MICHELON, 2010). O principal atributo físico do solo afetado pela matéria orgânica é a agregação das partículas, pelo fato de atuar como agente cimentante formando agregados bastante estáveis no solo (COSTA et al., 2006). Esta característica reflete indiretamente na densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração de água no solo (BAYER et al., 2008).

Dessa forma, o incremento de MOS promove melhorias na parte física do solo, que são de grande importância na retenção de água, uma vez que refletem em aspectos como: quantidade de macroporos, consistência, aeração e drenagem do solo. Além disso, a MOS fresca é capaz de reter cerca de 80% em água, sendo esta capacidade aumentada para, em média 160%, à medida que vai sendo humificada (KIEHL, 1985a).

Dentre os materiais naturais ricos em MOS destacam-se as turfeiras. O termo turfeira refere-se ao acúmulo de uma enorme variedade de restos de plantas (depósitos orgânicos), que se desenvolvem e se acumulam em ambientes com cerca de 90% de água e 10% de matéria sólida proveniente de fibras, raízes, folhas, flores e sementes (IPCC, 2001), podendo reter 4 a 8 vezes do seu próprio peso em água (KIEHL, 1985a). Essas características físicas e químicas das turfeiras são importantes na dinâmica e qualidade da água, pois estas possuem o comportamento do tipo “esponja”, dependendo das condições climáticas, e influenciam na capacidade de retenção de água, armazenando grandes volumes de água em períodos chuvosos e liberando aos poucos durante os outros períodos do ano (INGRAM, 1983, CAMPOS et al., 2011 e 2012).

Dentre os materiais ricos em MOS produzidos pelo homem estão os compostos orgânicos, obtidos a partir de mistura de restos vegetais e animais e quando colocados em condições favoráveis para sofrerem fermentação, por meio da ação controlada de microrganismos, são conduzidos a estágio parcial ou total de humificação (KIEHL, 1985b), elevando consideravelmente sua capacidade de retenção de água.

A humificação, gerada por processos químicos e biológicos, tanto em materiais naturais como nos produzidos pelo homem, origina as substâncias húmicas (GUERRA et al., 2008): a humina (insolúvel em meios alcali e ácido), os ácidos fúlvicos (solúveis em meios alcali e ácido) e ácidos húmicos (solúveis em meio alcali e insolúvel em meio ácido). Tais substâncias apresentam propriedades e características físico-químicas completamente diferentes do material original (CARDOSO et al., 1998).

As substâncias húmicas são responsáveis pela formação de agregados estáveis nos solos minerais, devido às suas propriedades coloidais e ao fato de agirem como agente cimentante, elevando a porosidade e a capacidade de retenção de grandes quantidades de água (FILHO & SILVA, 2011), chegando cerca de até 800% (CAMPOS et al., 2011; SOARES, 2012).

Algumas evidências provocadas pela ação das SH são: a retenção de água no solo (podem reter até vinte vezes sua própria massa); influência na porosidade, densidade e estrutura do solo (agem como agente cimentante, auxiliando na formação de agregados); formação de complexos iônicos; diminuição das perdas de matéria orgânica devido sua associação com argilas e sais de cátions di e trivalentes; auxílio na CTC e fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas (CANELLAS et al., 2005d).

Os trabalhos de Campos et al. (2011) demonstraram que as substâncias húmicas presentes na turfeira da Área de Preservação Ambiental (APA) Pau-de-Fruta, Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), são um dos principais agentes na retenção de água, pois relacionaram o teor das substâncias húmicas com as profundidades e estágio de decomposição à água retida às tensões de 10 e 1500 kPa. Soares (2012), também relacionou o teor de SH às profundidades nas turfeiras Pinheiro e São João da Chapada, SdEM, e concluiu que a fração humina tem correlação linear positiva com a retenção de água sob diferentes tensões. Com isso, essas substâncias colaboram para que as turfeiras atuem como grandes reservatórios de água (INGRAN, 1983; MENEZES, 2008; CAMPOS et al., 2011 e 2012).

2 OBJETIVO GERAL

Quantificar a retenção de água das substâncias húmicas (humina e ácidos húmicos) da matéria orgânica de turfeiras e de composto orgânico proveniente de resíduos da indústria têxtil.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter a capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos ácidos húmicos e da humina provenientes do fracionamento da matéria orgânica de turfeiras e de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil;
- Obter a modelagem da retenção de água em função de diferentes tensões e misturas de substratos elaborados a partir de diferentes proporções de material inerte (areia fina e areia média) com ácidos húmicos;
- Obter a modelagem da retenção de água em função de diferentes tensões e misturas de substratos elaborados a partir de diferentes proporções de material inerte (areia fina e areia média) com humina;
- Comparar a retenção de água e a modelagem obtidas entre as substâncias húmicas;
- Obter a substância húmica mais hidrofílica e a mistura mais adequada com material inerte para desenvolver um hidrorretentor orgânico sustentável.

3 HIPÓTESE

As substâncias húmicas apresentam comportamento diferenciado em relação à retenção de água em função da proporção de substâncias húmicas e areia, bem como a granulometria da areia (fina ou média), da origem (composto ou turfeira) e do tipo (ácidos húmicos ou humina) das substâncias húmicas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Retenção de água pelo solo

A água é um fator essencial no desenvolvimento e crescimento das diversas fases das plantas. Sua absorção pela planta é afetada por alguns fatores como extensão e profundidade do sistema radicular, atividade metabólica da planta, umidade relativa do ar, vento, temperatura do ar, radiação solar, capacidade de água disponível e condutividade hidráulica do solo, dentre outros (MEURER, 2007).

A disponibilização de água às plantas depende de fenômenos como: infiltração, afetada pela classe de solo, declividade e cobertura vegetal; a percolação, que é dependente dos potenciais de água no solo, de forma que estes levem a água em excesso nas camadas superiores para as camadas inferiores do solo; e a evaporação, que é dependente de fatores como temperatura da atmosfera acima, temperatura da própria superfície e do vento (GLIESSMAN, 2005).

A capacidade de retenção de água no solo está ligada a características como a ordem do solo, a densidade, a textura, o teor de matéria orgânica (retenção de água é maior com maiores teores de MO), qualidade das partículas de argila dentre outros aspectos (MICHELON, 2010). A água fica retida no solo não saturado devido a dois fenômenos: capilaridade, no qual as forças capilares são responsáveis pela retenção de água nos poros capilares menores que 30 μ m, ou adsorção da água sobre as superfícies dos sólidos (LIBARDI, 2010).

Ainda segundo o mesmo autor, na capilaridade ocorre a tensão superficial, onde forças de coesão atuam atraindo as moléculas ao seu redor. Já adsorção pode ser originada de três hipóteses: a superfície negativamente carregada dos minerais de argila cria um campo elétrico e, unindo-se a natureza bipolar das moléculas de água, estas se orientam nesse campo elétrico em direção a superfície da partícula de solo ou decrescem com o aumento da distância desta superfície; os pares de elétrons não compartilhados do oxigênio provenientes da molécula de água podem formar ligações com os cátions adsorvidos à superfície dos minerais de argila; ou ainda, as moléculas de água podem ser atraídas às superfícies sólidas pelas forças de London-Van der Waals, que são de natureza fraca, diminuindo com a distância, desse modo apenas uma fina camada de água é retida na superfície.

A força de atração entre as moléculas de água e as partículas de solo são medidas por um estado de energia e classificam-se em: água gravitacional, que se move em qualquer

direção dentro do solo e logo após a chuva ou irrigação preenche todos os espaços de macroporos. Desta deriva o termo capacidade de campo, o qual é definido como água deixada após a água gravitacional ter sido drenada dos macroporos. Já a água capilar preenche os microporos do solo e está retida com força entre 0,3 e 31 bares. Desta pode resultar a água facilmente disponível, que é imediatamente absorvida pelas raízes das plantas, sendo normalmente retida a pressão de sucção entre 0,3 e 15 bares e ponto de murcha permanente, no qual a planta não se recupera, uma vez que toda água capilar retida com menos de 15 bares foi removida do solo. Essas forças são denominadas potenciais de água no solo (GLIESSMAN, 2005) e, as diferenças entre esses potenciais originam o movimento da água no solo (TROEH, 2007).

Segundo Libardi (2010), existem quatro componentes do potencial total de água no solo, são eles:

- Potencial Gravitacional

A água no solo, como qualquer corpo que se encontre dentro de um campo gravitacional, apresenta uma energia potencial gravitacional. Este potencial considera duas distâncias: a do centro da terra a um ponto no perfil do solo e a do centro da terra a um ponto arbitrário na superfície terrestre chamado de referência gravitacional. Dessa forma, por meio da diferença entre esses dois pontos, analisando as distâncias verticais entre eles, obtém-se sinal positivo para o potencial gravitacional se o ponto estiver acima da referência, ou negativo se estiver abaixo e, caso o ponto esteja exatamente no mesmo nível da referência gravitacional valor do potencial será nulo.

- Potencial de Pressão

Este potencial só se manifesta em condição de saturação, ou seja, se todos os poros do solo estiverem preenchidos com água. Este potencial, da mesma forma que o potencial gravitacional considera uma referência gravitacional, que neste caso denomina-se superfície livre de água. Porém, este potencial considera, além da pressão atmosférica e a pressão interna da água, uma carga hidráulica real atuante no ponto considerado, dado pela altura de coluna de água acima do mesmo. Dessa forma, este potencial terá sempre o sinal positivo ou no mínimo igual à zero, quando o ponto se encontrar na superfície livre de água.

- Potencial Mátrico

Para entender este potencial considera-se um determinado volume de solo não saturado. Para retirar água deste é necessário realizar um trabalho, que é maior à medida que o solo está mais seco. Com isso, surgem as forças mátricas, inversamente proporcionais ao conteúdo de água no solo, e, relacionadas com os fenômenos de capilaridade e adsorção.

Essas forças explicam a necessidade de se realizar trabalho para retirar a água quando em solo seco, portanto este potencial é sempre negativo ou igual a zero. Para eliminar a necessidade de do sinal negativo ao invés de potencial mátrico de água no solo, denomina-se tensão de água no solo (com sinal positivo).

- **Potencial de Solutos**

Surge quando os solutos da solução aquosa (água do solo) precisam ser considerados. Neste potencial surge uma membrana semipermeável a água. Na ausência desta, o movimento é da solução aquosa, pois os solutos dissolvidos estão presos às moléculas de água, movendo-se com ela. Dessa forma, a importância deste potencial se dá na interface solo-raiz, onde os tecidos vegetais atuam como tal membrana permitindo a passagem da água. Quando não há diferença entre dois pontos em um meio tem-se o equilíbrio, caso contrário, o componente água se move do ponto com maior potencial total para o ponto com menor potencial total.

- **Potencial Total**

Esse potencial estabelece o sentido do movimento da água entre dois pontos num perfil de solo e é obtido pela diferença da energia potencial total entre esses dois pontos. Dessa forma, se o potencial em um ponto A é maior que o potencial em um ponto B, a água movimenta-se de A para B e vice versa. Em caso de uma condição de equilíbrio, ou seja, o potencial igual nos dois pontos, a água se mantém estática.

Portanto, as raízes das plantas absorvem água pela diferença de potencial entre os solutos da seiva e do solo, e, a água se move para a raiz da planta, deixando um potencial matricial mais forte (mais negativo) nesta parte, o que promove, por capilaridade, a reposição desta água naquela parte do solo (TROEH, 2007).

4.2 Matéria orgânica (MO) e a retenção de água

A principal característica física do solo afetada pela matéria orgânica é a agregação das partículas, pelo fato de atuar como agente cimentante formando agregados bastante estáveis no solo (COSTA et al., 2006). Neves et al. (2006) avaliaram a estabilidade de agregados de um solo sob vegetação de floresta nativa comparado a um solo cultivado com culturas anuais, observando esta importante função da matéria orgânica na manutenção da estrutura do solo. Esta característica reflete indiretamente na densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração de água no solo (BAYER et al., 2008).

A infiltração é o processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo, que pode ser reduzida pela diminuição da matéria orgânica no solo. Este fenômeno está diretamente ligado

a algumas características do solo como: textura (atua diretamente na área de contato entre partículas sólidas e a água), estrutura, tipo de cobertura, tipo de preparo e manejo, dentre outras (BRANDÃO et al., 2003).

O enriquecimento em MO influencia na parte física do solo e é de grande importância na retenção de água, uma vez que reflete em aspectos como: quantidade de macroporos, consistência, aeração e drenagem do solo. Além disso, a MO fresca é capaz de reter cerca de 80% em água, sendo esta capacidade aumentada para, em média 160%, à medida que vai sendo humificada. As turfas e os solos orgânicos são materiais bem humificados e, portanto, ricos em colóides, que podem reter cerca de 300 a 400% em água. Já o húmus puro, representado pelas substâncias húmicas, pode ter a capacidade de retenção de água por cerca de até 800% (KIEHL, 1985a).

A capacidade de retenção de água pela matéria orgânica depende não apenas de aspectos físicos, mas também do grau de decomposição do material orgânico. Estes diferentes estágios de alteração da MO influenciam diretamente na capacidade máxima de retenção de água (CMRA). Campos et al. (2011) avaliaram a capacidade de retenção de água em uma turfeira no município de Diamantina, obtendo que a CMRA foi maior nas camadas superficiais (superior a 1000%), onde se encontram materiais classificados como fíbricos. Já nas camadas de maior profundidade, onde se encontram materiais mais decompostos, classificados como hêmicos e sápricos, foram encontradas maiores quantidades de materiais minerais, maior densidade do solo e menor retenção de água.

Assim, o acúmulo de matéria orgânica, que atua na manutenção da qualidade física, química e biológica dos solos, possui grande capacidade de retenção hídrica, fazendo com que os solos orgânicos, se apresentem como um reservatório de água (ANDRADE, 2010).

4.3 Efeito do composto orgânico na retenção de água

A expressão composto é usada para designar uma mistura de restos vegetais e animais, que quando colocados em condições favoráveis a sofrer processos fermentativos, por meio da ação controlada de microrganismos, são conduzidos a estágio parcial ou total de humificação, podendo ser utilizado como fertilizante (KIEHL, 1985b).

Durante o processo os microrganismos obtêm energia, nutrientes e carbono e, a partir de diversas reações bioquímicas, produzem gás carbônico, calor e material orgânico. A aplicação do composto aumenta a produtividade das culturas, uma vez que libera os nutrientes

de forma lenta e gradual, aumenta a capacidade de troca de cátions e as características da matéria orgânica humificada (CANELLAS et al., 2005a).

O composto orgânico é uma alternativa de fonte de matéria orgânica para o solo, onde se originam as substâncias húmicas (SH) por meio de um processo químico e biológico de transformação dos resíduos orgânicos (GUERRA et al., 2008). As SH são subdivididas em três frações (humina, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos), com propriedades e características físico-químicas completamente diferentes do material original (CARDOSO et al., 1998).

A origem dos materiais compostados influencia na velocidade e intensidade das transformações dessas três frações das substâncias húmicas e a predominância de ácidos húmicos sobre os fúlvicos, no final da compostagem, é um indicativo de humificação adequada dos resíduos (SILVA et al., 2009).

No trabalho realizado por Lima et al. (2011), com a aplicação crescente de doses de composto orgânico (0, 10, 20 e 40% -v/v), o teor de matéria orgânica aumentou de forma linear, o que acontece devido a continuidade do processo de decomposição da matéria orgânica em função de substâncias orgânicas parcialmente decompostas no processo de fermentação desses compostos (SILVA et al., 2002).

Essa transformação dos materiais orgânicos em humus, porção mais estável da matéria orgânica, por meio do processo de humificação, ocasiona diversas vantagens, tais como: disponibilidade de nutrientes para as culturas, capacidade de troca de cátions, agregação das partículas de solo, capacidade de retenção e infiltração de água no solo (BAYER et al., 2008). Em restos de culturas e esterco animais compostados, a capacidade de retenção de água pode chegar a 80%, sendo tanto maior quanto mais coloidais forem as partículas humificadas (KIEHL, 1985b).

Silva et al. (2002) mostraram que, com o aumento da aplicação de doses de composto orgânico e, conseqüentemente aumento no teor de matéria orgânica, aumentou-se também a retenção de água pelo solo, principalmente a água facilmente disponível (retida entre as tensões 30 a 100 kPa), o que é importante para as culturas, especialmente em épocas de estiagem, quando a água é um fator limitante ao aumento da produtividade das mesmas.

4.4 Turfeiras: retenção de água, caracterização, distribuição espacial e estoque de carbono

O termo turfeira refere-se ao acúmulo de uma enorme variedade de restos de plantas (depósitos orgânicos), que se desenvolvem e se acumulam em ambientes com cerca de 90%

de água e 10% de matéria sólida proveniente de fibras, raízes, folhas, flores e sementes (IPCC, 2012). Esses ecossistemas apresentam muitos poros, que diferem em tamanho e forma dependendo da geometria dos resíduos das plantas e do grau de decomposição da mesma (BRANDYK et al., 2003). Este material orgânico é encontrado em alagadiços e, devido ao alto teor de humina, geralmente apresenta coloração escura (KIEHL, 1985c).

Estima-se que 3% da superfície da terra sejam cobertas por esses ambientes, sendo a maioria encontrada no hemisfério norte, cobrindo grandes áreas na América do Norte, Rússia e Europa. Já as turfeiras tropicais ocorrem no continente leste e sudeste da Ásia, no Caribe e América Central, América do Sul e sul da África (MÄKILÄ et al., 2008).

As turfeiras são intimamente relacionadas aos materiais de origem dos Organossolos e de acordo com as especificações da Embrapa (2006), essa classe de solo apresenta teor de carbono orgânico maior ou igual a 80g Kg^{-1} avaliados na fração de terra fina seca ao ar (TFSA). As classes de solo são divididas em classes de nível categórico, sendo que os Organossolos apresentam três subordens: Organossolos Tiomóficis, Organossolos Fólicos e Organossolos Háplicos, que são ainda divididos em grandes grupos: Fíbricos, Hêmicos e Sápricos, dependendo do estágio de decomposição do material orgânico.

Ainda de acordo com a Embrapa (2006) o material orgânico classificado como fíbrico é aquele formado por fibras vegetais facilmente identificáveis, que possui uma porcentagem de fibras esfregadas maior ou igual a 40% e índice de pirofosfato maior ou igual a 5, e se o volume de fibras esfregadas (FE) for maior ou igual a 75%, o índice de pirofosfato não se aplica e na escala de von Post a classificação pode variar de 1 até 4. O material orgânico classificado como hêmico está em estágio intermediário de decomposição, de forma que não satisfaça os critérios para ser classificado como fíbrico ou sáprico, apresentando porcentagem de fibras esfregadas variando de 17 a 40% e na escala de von Post é classificado como 5 ou 6. Já o material orgânico classificado como sáprico apresenta-se em estágio avançado de decomposição normalmente possuindo menor teor de fibras, maior densidade e menor capacidade de retenção de água. Seu teor de fibras esfregadas é menor que 17% e o índice de pirofosfato menor ou igual a 3, recebendo a classificação maior que 7 na escala de von Post.

A taxa na qual os produtos vegetais sofrem decomposição depende de fatores como acidez, temperatura, umidade, suprimento de oxigênio, composição bioquímica, bem como organismos presentes na turfeira que promovem essa decomposição (HORÁK, 2009).

A formação de depósitos turfosos ocorre, principalmente, em baixas temperaturas e chuvas abundantes, quando em zonas temperadas. Em zonas tropicais ocorrem sob condições que favoreçam o acúmulo de matéria orgânica, geralmente, em elevadas altitudes, planícies

fluviais e mangues (PEREIRA et al., 2005), que apesar de sofrer um longo processo de decomposição não atingem a completa estabilização por ocorrer em anaerobiose. Porém, em condições parciais de desidratação esses depósitos entram em processo aeróbico de fermentação acelerando, temporariamente, a decomposição (KIEHL, 1985a).

As turfeiras do hemisfério norte acumulam cerca de 450 bilhões de toneladas de carbono e o acúmulo desse carbono se dá pela decomposição lenta e acumulação constante de materiais em condições anóxicas. Sendo, por isso, consideradas sumidouros de carbono (STRACK et al., 2008) e aquíferos superficiais (OLIVEIRA et al., 2008).

Silva (2004 a, b e c e 2005a) mapearam 12.814 ha de turfeiras em 113 mil ha de unidades de conservação da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, que ocorrem associadas a classes de solo rasos e arenosos. Silva (2012), mapeou turfeiras na SdEM, com auxílio de ferramentas do geoprocessamento, e estimou o estoque total de matéria orgânica de 4.488.576,71 t em uma área total de turfeiras estimada em 14.287,55 ha. Já Campos et al. (2012), quando estudaram isoladamente a turfeira da APA Pau-de-Fruta, com área de 81,75 ha, detectou uma massa total de carbono estocado de 33.129,7 t, o que corresponde a um acúmulo médio de 405,25 t ha⁻¹.

Outra importante propriedade das turfeiras é que elas podem reter 4 a 8 vezes do seu próprio peso em água (KIEHL, 1985c) e essas características físicas e químicas são importantes na dinâmica e qualidade da água, pois estas possuem o comportamento do tipo “esponja”, dependendo das condições climáticas, e influenciam na capacidade de retenção de água, armazenando grandes volumes de água em períodos chuvosos e liberando aos poucos durante os outros períodos do ano (INGRAM, 1983; CAMPOS et al., 2012). Esse comportamento, dependendo do conteúdo de água e da quantidade de matéria orgânica humificada, origina uma interessante característica das turfeiras, que é a contração e expansão de seu volume, o que contribui para a formação de agregados e na estrutura do solo (KIEHL, 1985c).

Campos et al. (2012), avaliando a turfeira da Área de Preservação Permanente (APA) Pau-de-Fruta na SdEM, calculou um volume médio de água retido de 629.782 m³, que ocupa cerca 83,6 % do volume total da turfeira e corresponde a 7.751,17 m³ ha⁻¹. Os autores detectaram, que as camadas superiores (fíbricas), menos decompostas, retiveram mais água do que as camadas em estágio mais avançado de decomposição, principalmente as sápricas, e atribuíram essa diferença ao tamanho dos poros originados pelo grau de decomposição do material. Segundo Soares (2012), os 14.287,55 há de turfeiras da SdEM retém volume total de água de 141.118.131,35 m³, correspondendo a 9.877m³ ha⁻¹.

Dessa forma, esses ecossistemas podem ser considerados áreas importantes para o desenvolvimento de pesquisas, uma vez que estão envolvidos no ciclo global do carbono e na capacidade de absorção e retenção de água (VALLADARES, 2005).

4.5 Substâncias húmicas e a retenção de água

Os mecanismos de ação das substâncias húmicas ainda não são totalmente claros, mas estas promovem melhorias no desenvolvimento e metabolismo das plantas, originados de mudanças no metabolismo vegetal, porém as mudanças bioquímicas e moleculares ainda não são muito estudadas (CANELLAS et al., 2005d).

A teoria mais aceita pela IHSS é que elas são macromoléculas de um polieletrólito com conformação variável de acordo com as condições da solução do solo, se tratando de colóides orgânicos (CANELLAS et al., 2005c), exibindo características próprias, nas quais se destaca sua elevada superfície, o que lhe confere alta reatividade (FILHO & SILVA, 2011). E ainda, podem ser divididas em hidrofóbicas ou hidrofílicas, e representam 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico do solo (GUERRA et al., 2008).

As substâncias húmicas podem ser divididas em três categorias: as huminas, que estão relacionadas com a fração mineral do solo, sendo insolúveis; os ácidos fúlvicos, que apresentam grande quantidade de grupamentos funcionais oxigenados, sendo solúveis tanto em meio ácido como básico; e os ácidos húmicos que representam a fração reativa mais estável da matéria orgânica humificada, sendo insolúveis em meio fortemente ácido (CANELLAS, 2001).

Essas substâncias orgânicas promovem a retenção de água no solo (as SH podem reter até vinte vezes sua própria massa); influenciam na porosidade, densidade e estrutura do solo (agem como agente cimentante, auxiliando na formação de agregados); formam complexos iônicos específicos (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+}) e não-específicos (Ca^{2+} , Cd^{2+}); diminuição das perdas de matéria orgânica devido sua associação com argilas e sais de cátions di e trivalentes; auxilia na CTC; promovem o fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas, devido à decomposição da matéria orgânica, que libera íons e moléculas (CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{-3} e SO_4^{-2}) (CANELLAS et al., 2005d).

Campos et al. (2011), estudando a turfeira na APA Pau-de-Fruta em Diamantina-MG, constatou que as substâncias húmicas apresentaram tendência de comportamento diferenciado em relação à retenção de água na capacidade máxima de retenção de água, utilizando as

tensões de 10 kPa e 1500 kPa. Maiores teores de humina encontrados nas camadas menos decompostas (fíbricas), retiveram mais água do que as camadas em estágio mais avançado de decomposição, sugerindo que esta SH seja hidrofílica e, portanto, responsável pelos altos teores de retenção de água nas camadas superiores da turfeira. A mesma apresentou maiores valores de capacidade máxima de retenção de água (CMRA) e de umidade (U) nas duas camadas superficiais (fíbricas) e mostraram tendência de redução com o aumento da profundidade (camadas hêmicas e sápricas). Já os teores de ácidos húmicos foram mais elevados em camadas com estágios intermediários de decomposição da matéria orgânica, enquanto que para os ácidos fúlvicos não se observou diferenças significativas para os diferentes estágios de decomposição.

Os trabalhos conduzidos por Rycroft et al. (1975a; 1975b) e Campos et al. (2011) demonstraram que, além do grau de decomposição da turfa aumentar com a profundidade, o conteúdo de água varia inversamente à mesma. Brandyk et al. (2003), demonstraram que essa variação deve-se à redução da porosidade e aumento da densidade do material, advindas do processo de subsidência (contração e expansão), devido à sazonalidade de períodos úmidos e secos e à atividade de microorganismos anaeróbios nas turfeiras.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Locais de condução dos trabalhos e materiais utilizados

O experimento foi realizado no laboratório de Física e Mecânica do solo do Departamento de Agronomia e de Matéria Orgânica do Solo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Foram utilizadas duas substâncias húmicas da matéria orgânica do solo (humina e ácidos húmicos) provenientes de dois materiais: turfeira e de composto orgânico (originário de resíduos da indústria têxtil). Ambos foram fracionados obtendo-se humina (H), ácidos fúlvicos (AF) e ácidos húmicos (AH), sendo os ácidos fúlvicos utilizados apenas para quantificação.

O composto orgânico foi obtido em ambiente aberto, no pátio de compostagem do Centro de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) da UFVJM. A massa a ser decomposta (pilha) passou por um processo de decomposição lenta, no qual permaneceu fermentando naturalmente por aproximadamente 180 dias. Neste caso, como o resíduo da indústria têxtil é pobre em microrganismos e, com poucas condições para proliferação de bactérias, fungos e actinomicetos, foram empregados inoculantes como os esterco animais, que entram em fermentação espontânea (KIEHL, 1985a). Para isso, 30 partes do resíduo proveniente da indústria têxtil (pano sujo de óleo), foram misturadas a 8 partes de esterco de codorna, a 20 partes de esterco bovino e a uma parte de munha de carvão. Durante o período a pilha recebeu cerca de três revolvimentos por semana para arejar e ativar a fermentação da mesma, além disso, toda a pilha foi peneirada por quatro vezes (peneira de 4 mm), retirando-se as partes ainda não decompostas.

A turfeira, que se estende por 1700 ha (CAMPOS et al., 2012), foi coletada na APA Pau-de-fruta, propriedade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG) no município de Diamantina-MG, localizada na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM).

5.2 Caracterização química e estágio de decomposição dos materiais

O estágio de decomposição dos materiais foi determinado segundo a escala de von Post (EMBRAPA, 2006). Por este método aperta-se a amostra molhada na mão e verifica-se o volume que sai entre os dedos e o que permanece na palma da mão, a cor da solução líquida bem como a natureza das fibras presentes na amostra. O material é analisado dentro de uma

escala composta de dez itens que vai de não decomposta, onde se encontra estrutura vegetal original quase inalterada, a completamente decomposta, em que a estrutura vegetal original esta irreconhecível e todo o material orgânico passa entre os dedos.

Dessa forma denomina-se material fíbrico quando o mesmo é classificado de sem decomposição a fracamente decomposto, material hêmico quando classificado de decomposto a fortemente decomposto, e material sáprico quando classificado de muito fortemente decomposto a completamente decomposto.

Amostras do material natural de composto e de turfeira, bem como as frações da matéria orgânica dessas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina), foram analisadas por meio de combustão seca em analisador marca Elementar LECO, modelo TruSpec series, sendo a pesagem das amostras, de 2 a 5 mg, realizada em balança analítica da marca Sartorius, com precisão de pesagem de 0,00001 g. Para a obtenção das amostras os materiais, natural e fracionado, foram macerados em almofariz e peneirados (malha 150 mm), e posteriormente secos em estufa a 60 °C, por 48 horas, retirando-se a umidade das amostras antes da pesagem e análise. As amostras foram acomodadas e seladas em capsulas de estanho, que foram incineradas em temperatura aproximada de 950 °C, por 5 min, em tubo de quartzo de combustão.

Além disso, amostras dos dois materiais foram enviadas ao Laboratório de Fertilidade dos Solos da UFVJM, onde se procederam as análises químicas do solo (EMBRAPA, 1999): pH em água; Ca, Mg e Al (extraídos com KCl 1 mol L⁻¹); P, K, Na, (extraídos com solução de Mehlich 1) e H+Al (extraídos por acetato de Ca 0,5 mol L⁻¹). E, de posse dos dados acima, calculou-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátion efetiva (t), capacidade de trocas de cátions a pH 7 (T), a saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m).

5.3 Fracionamento das Substâncias Húmicas (SH)

As amostras de turfeira e composto foram secas ao ar, em seguida, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm. Posteriormente essas amostras foram secas em estufa a 40° C por 12 horas.

O fracionamento dos materiais seguiu uma adaptação da metodologia da Internacional Humic Substances Society (IHSS) e Canellas et al. (2005b), na qual a matéria orgânica do solo foi fracionada em função da solubilidade diferenciada das substancias húmicas em meios alcalino e ácido, como descrita a seguir:

-Pesou-se 4 g das amostras e adicionou-se 40 ml de NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), seguindo-se agitação em agitador horizontal com 130 rpm por 12 horas;

-As amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 45 minutos. A fração humina da matéria orgânica (insolúvel em base) foi precipitada e coletou-se o sobrenadante, no qual permaneceram as frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos;

-Adicionou-se HCl (6 mol L^{-1}) ao sobrenadante coletado no passo anterior, até que o pH da solução fosse ajustado entre 1-2. O mesmo permaneceu em repouso por 12 horas;

-A fração ácidos fúlvicos (solúvel em ácido e base) foi coletada no sobrenadante e posteriormente centrifugada a 5000 rpm por 45 minutos;

-A fração ácidos húmicos (insolúvel em ácido) foi redissolvida adicionando-se 20 ml de KOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e 0,5 g de KCl. Posteriormente agitou-se a solução em agitador horizontal (130 rpm) durante 4 horas;

-A solução foi centrifugada a 5000 rpm por 45 minutos. Depois se adicionou HCl (6 mol L^{-1}) até o pH estabilizar-se entre 1-2. A mesma foi deixada em repouso por 12 horas;

-O material foi centrifugado novamente a 5000 rpm por 45 minutos e o sobrenadante foi descartado;

-Foram adicionados 20 ml de solução HCl ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e 20 ml de solução HF ($0,3 \text{ mol L}^{-1}$). Posteriormente agitou-se o material por 12 horas. Depois as amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 45 minutos e o sobrenadante descartado.

As três frações obtidas (humina, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos) foram quantificadas e o material fracionado foi armazenado em geladeira para diminuir a atividade microbiana e, portanto, evitar a contaminação até o momento de ser reutilizado na fase da obtenção dos substratos.

5.4 Obtenção da areia fina e areia média

A areia lavada é um material composto essencialmente por sílica e passou por um processo de beneficiamento, sendo escolhida para compor as misturas por ser um material inerte em relação à retenção de água. Porém, quando se utiliza areia lavada, transporta-se também partículas de silte e argila, que podem afetar a retenção de água dos materiais. Para que isso não ocorresse no experimento, procedeu-se como descrito abaixo:

-Pesou-se 50 g de areia;

-Adicionou-se 10 ml de NaOH 1 mol L^{-1} e deixou-se em repouso por 15 minutos;

-Colocou-se no copo metálico do agitador e adicionou-se água destilada até que atingisse 2/3 da altura do copo metálico;

-Agitou-se durante 20 minutos a 6000 rpm;

-Toda a suspensão foi passada na peneira de 0,053 mm;

-O material retido na peneira de 0,053 mm (apenas fração areia) foi seco em estufa a 105° C.

Depois de seca a areia foi separada por peneiramento em areia grossa (0,5-1,0 mm), areia média (0,25-0,5 mm) e areia fina (0,1-0,25 mm). No experimento foram utilizadas as duas ultimas frações para compor as misturas com as substâncias húmicas, uma vez que essas, provavelmente retém mais água que a areia grossa.

5.5 Composição dos substratos: proporções entre areia e substâncias húmicas

O material fracionado permaneceu na geladeira até a montagem do experimento, o que contribuiu para a conservação de água pelas SH. E, como é especulado o fato das mesmas se tornarem hidrofóbicas com a secagem em estufa, a umidade retida no material foi descontada. Caso contrário, a água seria contabilizada como SH, prejudicando as proporções desejadas. A umidade das SH foi medida à base de massa para não haver distorções nas proporções de SH e areia na composição dos substratos. Assim, com a obtenção da massa seca das SH, foi possível calcular as proporções de areia e SH desejadas para a composição dos substratos.

Com isso, misturaram-se as SH (humina (H) e ácidos húmicos (AH)), provenientes de turfeira (T) e de composto (C), com areia fina (AF) e areia média (AM) nas seguintes proporções (tratamentos):

Experimento 1:

- 1) 100% de H de C;
- 2) 100% de H de T;
- 3) 75% de H de C + 25% de AF;
- 4) 75% de H de T+ 25% de AF;
- 5) 50% de H de C + 50% de AF;
- 6) 50% de H de T + 50% de AF;
- 7) 25% de H de C + 75% de AF;
- 8) 25% de H de T + 75% de AF;
- 9) 100% de AF.

Experimento 2:

- 1) 100% de H de C;
- 2) 100% de H de T;
- 3) 75% de H de C + 25% de AM;
- 4) 75% de H de T+ 25% de AM;
- 5) 50% de H de C + 50% de AM;
- 6) 50% de H de T + 50% de AM;
- 7) 25% de H de C + 75% de AM;
- 8) 25% de H de T + 75% de AM;
- 9) 100% de AM.

Experimento 3:

- 1) 100% de AH de C;
- 2) 100% de AH de T;
- 3) 75% de AH de C + 25% de AF;
- 4) 75% de AH de T+ 25% de AF;
- 5) 50% de AH de C + 50% de AF;
- 6) 50% de AH de T + 50% de AF;
- 7) 25% de AH de C + 75% de AF;
- 8) 25% de AH de T + 75% de AF;
- 9) 100% de AF.

Experimento 4:

- 1) 100% de AH de C;
- 2) 100% de AH de T;
- 3) 75% de AH de C + 25% de AM;
- 4) 75% de AH de T+ 25% de AM;
- 5) 50% de AH de C + 50% de AM;
- 6) 50% de AH de T + 50% de AM;
- 7) 25% de AH de C + 75% de AM;
- 8) 25% de AH de T + 75% de AM;
- 9) 100% de AM.

5.6 Retenção de água pelos substratos

A curva de retenção de água refere-se à relação entre o conteúdo de água e o potencial mátrico do solo (BRANDYK et al., 2003). Com o objetivo de determinar a que tensão a água esta retida nos substratos de todos os experimentos, utilizou-se o extrator de Richards, que é uma câmara de pressão de aço que suporta aplicação de pressão constante, podendo variar de 6 a 1500 kPa. Dessa forma, os substratos perdem água através da placa porosa e esta água perdida é transmitida para fora do extrator por meio de uma canaleta ligada à placa até que o equilíbrio seja atingido. Nessa condição, após a estabilização, a pressão aplicada à amostra de solo representa o valor do potencial matricial para o respectivo conteúdo de água (θ) (PIRES et al., 2005).

Com o auxílio do extrator de Richards, após a saturação, todos os substratos foram estabilizadas nas tensões de retenção de água de 0 (CMRA), 10, 100, 300, 500 e 700 kPa em três repetições. Os substratos foram acomodados em anéis de PVC com 40 mm de diâmetro, que foram tapados no fundo como pano de nylon para evitar a perda de material. Após a estabilização foram determinados os teores de água retida em cada tensão pelo método gravimétrico. Para obtenção das modelagens de retenção de água, inicialmente, as placas e os anéis contendo os substratos foram saturados pela imersão em água destilada por 48 horas. Com esse intuito, os anéis foram colocados individualmente em recipientes com nível de água destilada cerca de 1/3 abaixo do topo dos anéis e as placas foram totalmente submersas por água. Antes de serem colocados no extrator de Richards, os anéis preenchidos com os substratos foram pesados, para obtenção da umidade de saturação. Esses foram distribuídos sobre três placas porosas, que foram alocadas uma sobre a outra dentro do extrator (EMBRAPA, 1997). Para verificar possíveis diferenças de potencial matricial entre placas, a repetição 1 de todos os substratos foi alocada na placa superior, a repetição 2 na placa do meio e a repetição 3 na placa inferior, de forma que esta ordem foi utilizada até o final do experimento, entre as trocas de pressão.

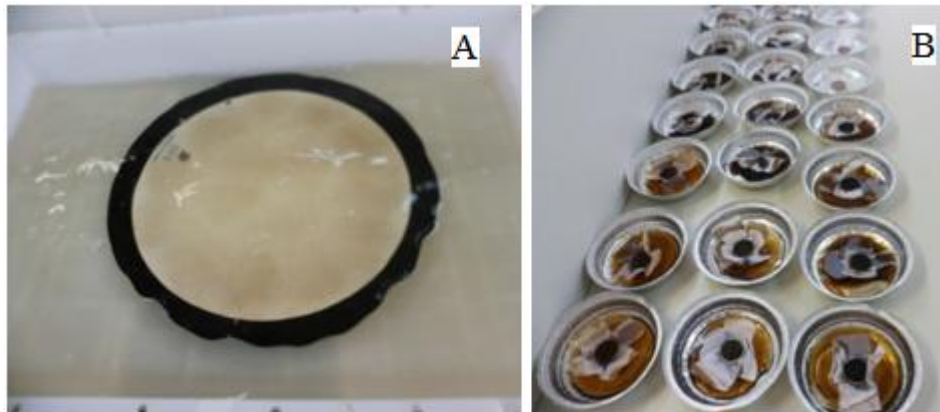


Figura 1. A: Saturação da placa; B: saturação dos substratos.

Posteriormente o conjunto (placas + substratos) foi submetido à primeira tensão (10 kPa) até que atingisse equilíbrio. Após cessar a aplicação da pressão, a câmara foi aberta, os substratos foram pesados, e as placas ressaturadas. Logo depois se aplicou uma nova tensão (100 kPa) e procedeu-se da mesma forma até a última tensão de trabalho (700 kPa). Depois de aplicada a última tensão os substratos foram secos em estufa a 105° C, obtendo-se a massa seca de todos os substratos e, a partir daí, se obteve a modelagem de retenção de água. Esta, para diferentes condições de equilíbrio, é a relação entre o potencial matricial do solo e cada respectivo conteúdo de água, obtido por pesagem (PIRES et al., 2005).

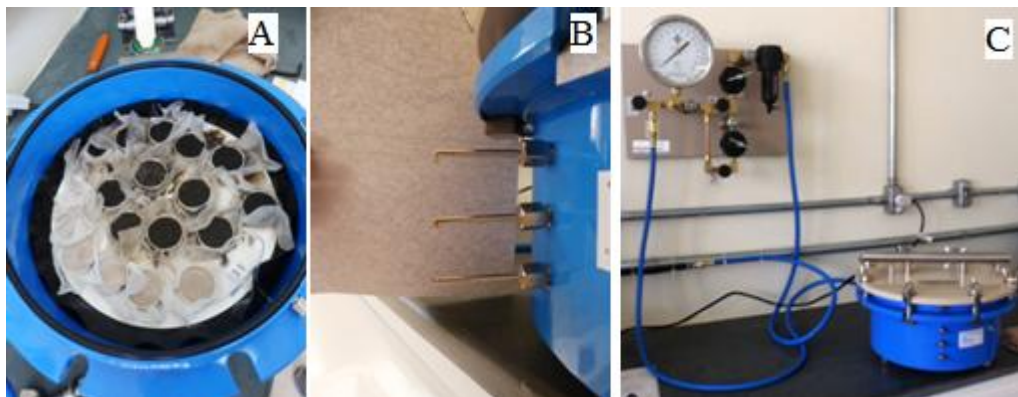


Figura 2. A: Substratos dentro do extrator de Richards; B: Substratos drenando água; C: Equipamento Extrator de Richards.

5.7 Análises estatísticas

Os tratamentos foram representados por três grupos: grupo G_1 , composto somente por areia, onde foram testados os efeitos da granulometria da areia com dois níveis (fina e média), da tensão com seis níveis (0, 10, 100, 300, 500 e 700 kPa) e da interação entre estes dois efeitos; grupo G_2 , composto somente pelos substratos, onde foram testados os efeitos da origem da das substâncias húmicas (turfeira e composto), do tipo de substâncias húmicas (ácidos húmicos e humina), da tensão e das respectivas interações; e grupo G_3 , onde foram

testadas as combinações dos efeitos de G_1 e G_2 e seus respectivos níveis, incluindo-se os efeitos da proporção de areia na mistura (25%, 50% e 75%). Os dados dos três grupos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias foram testadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

O número de tratamentos para os grupos G_1 , G_2 e G_3 foi 12, 24 e 144, respectivamente, totalizando 180 tratamentos no experimento. O delineamento usado foi em blocos ao acaso com três repetições onde as repetições foram as placas do extrator de Richards. O quadro da ANOVA com as respectivas decomposições dos graus de liberdade encontra-se no quadro 1.

Quadro 1. ANOVA para um experimento em blocos ao acaso com 180 tratamentos e três repetições conduzido em um Extrator de Richards. A variável avaliada foi a retenção de água (umidade) dos diferentes substratos

FV	GL	QM	F
Blocos	2	Q ₁	Q ₁ /Q ₂₀
Tratamentos (Todos)	179	Q ₂	Q ₂ /Q ₂₀
Somente Areia (G1)	11	Q ₃	Q ₃ /Q ₂₀
Textura Areia	1	Q ₄	Q ₄ /Q ₂₀
Tensão	5	Q ₅	Q ₅ /Q ₂₀
Interação	5	Q ₆	Q ₆ /Q ₂₀
Somente Substrato (G2)	23	Q ₇	Q ₇ /Q ₂₀
Origem Substrato	1	Q ₈	Q ₈ /Q ₂₀
Tipo Substrato (SH)	1	Q ₉	Q ₉ /Q ₂₀
Tensão	5	Q ₁₀	Q ₁₀ /Q ₂₀
Interações	16	Q ₁₁	Q ₁₁ /Q ₂₀
Substrato e areia (G3)	143	Q ₁₂	Q ₁₂ /Q ₂₀
Textura Areia	1	Q ₁₃	Q ₁₃ /Q ₂₀
% Areia	2	Q ₁₄	Q ₁₄ /Q ₂₀
Origem Substrato	1	Q ₁₅	Q ₁₅ /Q ₂₀
Tipo Substrato (SH)	1	Q ₁₆	Q ₁₆ /Q ₂₀
Tensão	5	Q ₁₇	Q ₁₇ /Q ₂₀
Interações	133	Q ₁₈	Q ₁₈ /Q ₂₀
Entre os grupos (G1, G2 e G3)	2	Q ₁₉	Q ₁₉ /Q ₂₀
Resíduo	358	Q ₂₀	
Total	539		

As regressões para as modelagens apresentadas nos gráficos, relacionando os substratos, provenientes de diferentes materiais e as proporções de areia (média e fina) foram testadas pelo teste de F a 1 e 5 % de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização dos materiais

Segundo a escala de von Post (Embrapa, 2006), o composto orgânico foi classificado como fíbrico, material sem decomposição a fracamente decomposto, e a turfeira foi escolhida com a mesma classificação, de forma a não haver influencias na retenção de água quanto ao estágio de decomposição do material.

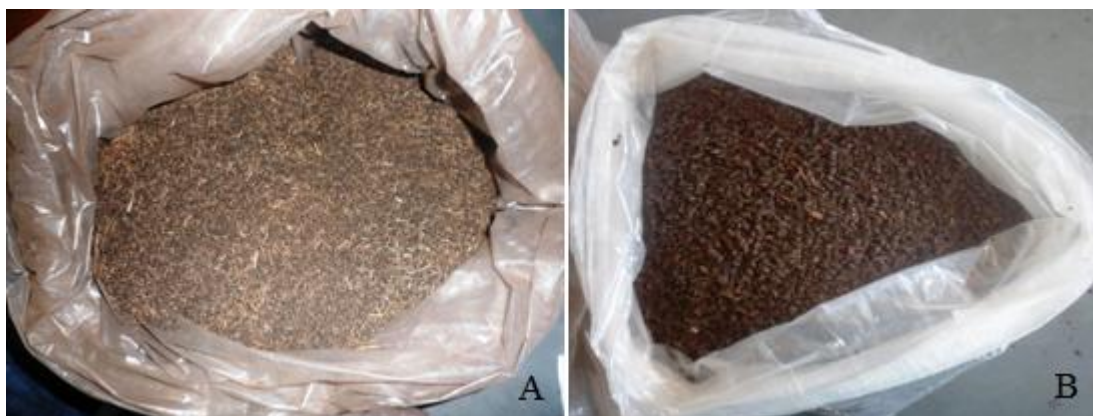


Figura 3. A: material proveniente de turfeira; B: material proveniente de composto.

O quadro 2 apresenta as porcentagens de SH provenientes das frações de matéria orgânica de composto e de turfeira.

Quadro 2. Substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina) da matéria orgânica de composto e turfeira (%)

Origem da SH	Carbono orgânico (%) como		
	Ácidos húmicos	Ácidos fúlvicos	Humina
Composto	12,65	8,49	78,86
Turfeira	10,81	3,14	86,05

As SH foram quantificadas, tanto no composto como na turfeira, na seguinte ordem decrescente: humina > ácidos húmicos > ácidos fúlvicos (Quadro 2). Esta ordem também foi obtida por Campos et al. (2011), Soares (2012) e Silva et al. (2013), em camadas superficiais de turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional sob Campo Limpo Úmido.

Os altos teores de humina podem estar relacionados com a característica fíbrica desses dois materiais (CAMPOS et al., 2011). E, além disso, por apresentar baixa solubilidade em água, a humina tende a se acumular no sistema (CANELLAS et al., 2000), fato que explica os

elevados teores desta em relação a outras SH na turfeira estudada. Esta pode ser a explicação para o maior valor encontrado no material proveniente de turfeira em relação ao de composto, que não sofreu saturação em seu processo de fermentação.

Os ácidos húmicos representam a fração intermediária entre a estabilização dos compostos pela interação com a matéria mineral e a ocorrência de ácidos orgânicos oxidados livres na solução do solo (ácidos fúlvicos livres ou associados). Dessa forma, são marcadores da direção do processo de humificação e refletem, tanto a condição de gênese, como a de manejo do solo (CANELLAS et al., 2005c). Os estágios de decomposição hêmico e sáprico da MOS favorecem a formação dos ácidos húmicos (CAMPOS et al., 2011), porém os materiais estudados encontravam-se no estágio fíbrico, o que explica sua menor porcentagem em relação à humina.

Os ácidos fúlvicos, geralmente encontrados em estágios mais avançado de decomposição da MOS (CAMPOS et al., 2011), corresponde à fração mais solúvel em água, e devido às condições de hidromorfismo das turfeiras, estes tendem a se acumular nas camadas mais profundas por percolação (CANELLAS et al., 2005c), não sendo encontrados altos teores nas camadas superficiais.

Os teores de AH e AF encontrados por Campos et al. (2010) na mesma camada da turfeira utilizada neste estudo foram superiores aos encontrados neste estudo, enquanto os de H foram inferiores. Ainda na mesma turfeira, Silva et al. (2009b) obtiveram teores de AF e H superiores e de AH inferiores. Como a turfeira se estende por 87,5 ha, fica evidente que sua camada superficial é muito heterogênea, como constatado por Campos et al. (2012).

Os teores de AH e AF obtidos no composto (Quadro 2) estão dentro da faixa de variação encontrada por Castilhos et al. (2008), que obtiveram teores de AH e AF, respectivamente entre 0,7 e 25,2% e entre 2,5 e 9,5% em 6 tipos de vermicompostos.

Quadro 3. Teores de Carbono, Hidrogênio, Nitrogênio, Enxofre e relação C/N do material natural (composto e turfeira) e de suas substâncias húmicas

Elemento	Material Natural		Substâncias húmicas					
	Composto	Turfeira	Composto			Turfeira		
			AH	AF	H	AH	AF	H
C (%)	25,41	30,26	42,76	12,22	18,10	37,33	15,14	30,43
H (%)	4,38	4,54	4,94	1,93	2,71	3,34	2,76	4,01
N (%)	1,77	1,74	3,71	1,86	1,04	2,47	1,95	1,89
S (%)	1,17	1,15	1,33	1,65	0,77	0,88	1,17	1,24
C/N	14,36	17,39	11,53	6,57	17,4	15,11	7,76	16,10
MO	43,80	52,16	-	-	-	-	-	-

MO: Matéria Orgânica (C x 1,724); AH: Ácido Húmico; AF: Ácido Fúlvico; H: Humina.

O balanço de C no solo depende do material presente e/ou adicionado no solo pelas plantas (raiz e parte aérea) e as perdas de C, resultantes das atividades microbiológicas no solo, pela oxidação do carbono orgânico a CO₂ (COSTA et al., 2008). A maior porcentagem de C no material de turfeira pode ser explicado pelo longo período de alagamento, o que ocasiona decomposição lenta e acumulação constante de materiais orgânicos (STRACK et al., 2008). Além disso, as turfeiras são formadas principalmente por aporte de materiais orgânicos, enquanto o composto continha um resíduo de fonte diferente (pano sujo com óleo), gerando menores teores de C. Campos et al., (2012), também encontraram valores de carbono próximo aos encontrados no quadro 3 para o material natural, quando estudaram a turfeira da APA Pau-de-Fruta.

A disponibilidade de N é influenciada pela temperatura, pelo teor de água no solo, pela aeração e pela acidez (ANDRIESSE, 1988). Dessa forma, como o esperado, no material proveniente de turfeira, constantemente saturada com água e, ainda, unindo-se ao fato de apresentar elevada acidez (quadro 4) obteve-se maior relação C/N para este material em relação ao de composto, que apresenta boa aeração, pH próximo da neutralidade e teor de água controlado. Exceção a este fato obteve-se para a fração humina, que apresentou maior relação C/N no material proveniente de composto, o que pode ter ocorrido é que, como o material apresentou classificação do estágio de decomposição na escala de von Post (EMBRAPA, 2006) como fíbrico, ou seja, material não decomposto, o pouco tempo (180 dias) de maturação do mesmo pode não ter sido suficiente para a mineralização total de N.

A razão C/N é um indicativo da origem das SH em ambientes naturais, em que as razões abaixo de 20 evidenciam que o processo de humificação foi favorecido pela atividade microbiana, como é verificado para SH extraídas de solos (SANCHES et al., 2007). A maior relação C/N (Quadro 3) encontrada para a turfeira, pode ser devido aos longos períodos de saturação por água, baixa aeração, baixas temperaturas da região e a alta acidez (Quadro 4) presentes na mesma, causando baixa decomposição dos materiais vegetais (PEREIRA et al., 2005) e maiores teores de C em relação ao composto.

Quanto às frações da SH, segundo Breemen e Buurman (2002), o conteúdo de C nos AH pode variar de 50 a 62 % e nos AF de 43 a 52 %. Os teores de C nas SH extraídas de turfeira e composto (Quadro 3) foram menores do que os encontrados por estes autores. Silva et al. (2009) também obteve valores de C mais elevados nos AH extraídos da MO da camada superficial da mesma turfeira.

Quadro 4. Atributos químicos dos materiais naturais de Composto e Turfeira

	pH água	P --mg/dm ³ --	K --mg/dm ³ --	Ca	Mg	Al	H+Al cmol _c /dm ³	SB	t	T	m	V
				-----cmol _c /dm ³ -----								----%----
Composto	6,9	987	853	9,0	5,4	0,09	3,0	16,6	16,7	19,6	1,0	85,0
Turfeira	4,3	4,63	56,9	0,2	0,1	5,64	43,1	0,45	6,09	43,6	93,0	1,0

pH em água-relação 1:2,5; P e K- extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al- extrator KCl 1 mol L⁻¹; H+Al (Acidez Potencial)- extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB: Soma de Bases; t: Capacidade de troca de cátions efetiva; T: Capacidade de troca de cátions a pH 7; m: Saturação por alumínio; V: Saturação por base.

A presença de ácidos orgânicos tem forte influência sobre o pH de materiais orgânicos (ANDRIESSE, 1988). Nos materiais analisados, de acordo com a Embrapa (2006), o pH em água foi classificado como fortemente ácido, para o material oriundo de turfeira e como praticamente neutro, para o material oriundo de composto. Silva et al. (2009), encontraram classificação semelhante quando estudaram as camadas superficiais (0-20 cm) de um perfil de turfeira na Serra do Espinhaço Meridional.

O composto apresentou pH mais elevado em relação à turfeira (Quadro 4), pois a matéria orgânica quando decomposta em condições aeróbicas, tem reação alcalina pelos humatos alcalinos (produtos da interação dos ácidos húmicos com os cátions liberados pela MO durante a decomposição), promovendo o aumento do pH, além do elevado teor de bases adicionado via munha e esterco. Já a acidez das turfeiras, é devido ao baixo teor de bases (Quadro 4), ocorrendo a complexação dos íons H⁺ e Al³⁺ (KIEHL, 1985a; CANELLAS et al., 2005d) pela sua associação com a matéria orgânica nas turfeiras (BREEMEN e BUURMAN, 2002). Sediya et al. (2000), também encontrou valores de pH na mesma faixa que o

material oriundo de composto, quando analisou materiais compostados provenientes de diferentes combinações de matérias primas.

Os teores de Al e a saturação por Al apresentaram valores bastante altos na turfeira (Quadro 4). O teor de Al, provavelmente permanece elevado devido à sua associação com a matéria orgânica (BREEMEN e BUURMAN, 2002).

Os teores dos nutrientes P, K, Ca e Mg, assim como os valores de SB e V, foram bem mais elevados no composto em relação à turfeira (Quadro 4), uma vez que o composto foi enriquecido com esterco e munha de carvão em seu processo de fermentação. Estes tem a capacidade aumentar as quantidades de nutrientes aportadas ao solo (OLIVEIRA et al., 2009). Por outro lado, a turfeira é formada por acúmulo de matéria orgânica proveniente de plantas adaptadas a ambiente oligotrófico, permanentemente saturado com água e, desta forma, apresenta baixos teores de nutrientes (SILVA et al., 2009).

O valor de T foi muito mais elevado na turfeira em relação ao composto (Quadro 4), devido ao maior teor de matéria orgânica nas turfeiras (Quadro 3). A contribuição da matéria orgânica na densidade de cargas negativas aumenta com o acréscimo da quantidade de carbono (CANELLAS et al., 2008), complexando os íons H^+ e Al^{+3} (CANELLAS et al., 2005d). Isto se torna mais evidente quando se observa o valor de t, no qual a diferença do T é a quantidade de H^+ . Neste caso, encontrou-se maior valor de t para o composto (Quadro 4), que não complexou tanto o íon H^+ como a turfeira, tendo seu valor definido principalmente pela soma de bases.

6.2 Retenção de água

Os blocos do experimento, que se referem à posição das placas no extrator, não diferiram estatisticamente entre si (Apêndice D), o que demonstra que a pressão dentro do extrator foi homogênea. Os substratos permaneceram no extrator de Richards por 90 dias até a estabilização na maior tensão, de 700 kPa.

Analisando o experimento de forma geral, não foram encontradas diferenças estatísticas em relação à retenção de água em todas as tensões, entre os substratos com 100 % de areia fina e média (G1) (Quadro 5), mas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os substratos com 100% de ácidos húmicos e humina e entre composto e turfeira (G2) (Quadro 5). Os ácidos húmicos e a turfeira apresentaram maior retenção média de água (Quadro 5). Quando se analisou a retenção de água em todas as tensões, nos

substratos com diferentes proporções de substâncias húmicas e areia, em relação à granulometria das areias, aos tipos e às origens dos substratos (G3), observou-se que os substratos com areia fina retêm mais água do que aqueles com areia média, e que, o composto e a turfeira e a humina e os ácidos húmicos não se diferenciam em relação à retenção de água (Quadro 5).

Quadro 5. Médias da retenção de água para os substratos com 100 % de areia (G 1), 100 % SH e suas origens (G 2) e os substratos com mistura de 25, 50 e 75% de SH com as duas granulometrias de areia e as duas origens de substrato (G 3)

	Médias da retenção de água (%)					
	Granulometria da areia		Origem do substrato		Tipo de substrato	
	Areia fina	Areia média	Turfeira	Composto	Ácido húmico	Humina
G 1	11,36 a	6,68 a				
G 2			313,45 a	267,87 b	377,44 a	203,89 b
G 3	51,52 a	47,52 b	49,67 a	49,26 a	49,53 a	49,41 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade e médias seguidas de letras diferentes na mesma diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade. As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: (Areia fina x Areia média); (Turfeira x Composto); (Ácido húmico x Humina). Número de amostras: G1=36; G2=72; G3=432.

O pré-tratamento dado à areia no início do experimento, promoveu a retirada das partículas de argila e silte, praticamente eliminando as cargas negativas (BENITES e MENDONÇA, 1998), que atraem as moléculas de água. A MO e a argila são agentes de agregação das partículas do solo, gerando estruturação do solo e formação de agregados, elevando a porosidade relacionada com a retenção de água no solo (KIEHL, 1985a; COSTA et al., 2006; BAYER et al., 2008), o que explicaria as pequenas retenções de água dos substratos com 100 % de areia (Quadro 5). Apesar de não haver diferenças significativas de retenção de água em relação ao tamanho das partículas, a quantidade de água retida na fração areia fina foi 70% maior que a retenção na areia média (Quadro 5), pois, partículas menores, com maior superfície específica, tendem a reter mais água que partículas maiores, pela maior expressão da força de capilaridade (LIBARDI, 2010), promovendo o fenômeno de selamento superficial. A tendência de que ocorra este fenômeno no solo depende da estabilidade de agregados, que aumenta com o aumento do teor de argila no solo. A formação dos agregados estáveis no solo pela ação da argila diminui o selamento superficial e, aumenta a retenção de água pelo solo (BEN-HUR et al., 1985), fato que possivelmente pode explicar a tendência de maior retenção de água pela areia fina.

A maior quantidade de matéria orgânica nas turfeiras (Quadro 3) e a presença de colóides orgânicos (CANELLAS et al., 2005c), com elevada superfície (FILHO & SILVA, 2011), promovem maior retenção de água dessas em relação ao composto. As turfeiras podem reter 4 a 8 vezes do seu próprio peso em água (KIEHL, 1985c), possuindo o comportamento do tipo “esponja”, armazenando grandes volumes de água em períodos chuvosos e liberando aos poucos durante os outros períodos do ano (INGRAM, 1983; CAMPOS et al., 2012). Campos et al. (2012), avaliando a turfeira da Área de Preservação Permanente (APA) Pau-de-Fruta na SdEM, calculou um volume médio de água retido de 629.782 m³, que ocupa cerca 83,6 % do volume total da turfeira. Os altos valores de retenção de água nas turfeiras em relação ao composto são devido à maior quantidade das duas SH estudadas (ácidos húmicos e humina).

A maior retenção de água pelos AH em relação à H, na proporção 100 %, tanto na turfeira como no composto (Quadro 5), pode ser devido à presença de componentes apolares na H e à maior polaridade dos AH. A humina inclui tanto a matéria orgânica fortemente ligada a compostos organominerais, carvão, componentes apolares e restos de vegetais não decompostos, sendo a fração mais heterogênea da MO (BREEMEN E BUURMAN, 2002). Segundo Rosa et al. (2008), o índice de polaridade dos AH é maior em sistemas que preservam a MO e que a maior polaridade eleva a atração entre moléculas de AH e H₂O, aumentando a retenção de água.

O húmus puro, representado pelas substâncias húmicas, tem capacidade de retenção de água cerca de até 800% (KIEHL, 1985a), como foi observado pela retenção de água das duas SH estudadas, em que os ácidos húmicos retiveram cerca de 950 % de água (Quadro 6). As SH, quando testadas na proporção 100 %, apresentaram comportamento diferente dos encontrados para a turfeira da APA Pau-de-Fruta, na qual as maiores retenções de água foram atribuídas à humina. Campos et al. (2011), estudando a turfeira na APA Pau-de-Fruta em Diamantina-MG, constatou que as substâncias húmicas apresentaram tendência de comportamento diferenciado em relação à retenção de água. As camadas menos decompostas (fábricas), com maiores teores de humina, retiveram mais água do que as camadas em estágio mais avançado de decomposição. Já nas camadas com estágios intermediários de decomposição da matéria orgânica, nas quais os teores de ácidos húmicos foram mais elevados, foram encontradas menores retenções. Porém estes autores trabalharam com material natural extraído das turfeiras da SdEM e identificaram outros fatores que também influenciaram positivamente a retenção de água, como fibras esfregadas e matéria orgânica e negativamente como densidade e material mineral. Este trabalho avaliou a retenção de água

pelas SH puras extraídas, mostrando que os ácidos húmicos retêm mais água que a humina, quando analisados separadamente.

As maiores retenções de água pelos substratos com areia fina podem ser explicadas pela propriedade da matéria orgânica de formar agregados estáveis no solo, atuando como agente cimentante (COSTA et al., 2006). Esta propriedade reflete diretamente na porosidade e capacidade de retenção (BAYER et al., 2008) e, a maior micro e mesoporosidade gerada pela menor granulometria de areia em relação à maior, promove maiores retenções de água no solo (LIBARDI, 2010).

Quadro 6. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos ácidos húmicos e da humina provenientes do fracionamento da matéria orgânica de turfeiras e de composto orgânico de resíduos da indústria têxtil (G 2)

Tensão (kPa)	Retenção de água (%)			
	Turfeira		Composto	
	Ácidos húmicos	Humina	Ácidos húmicos	Humina
0	850,95 a	364,66 b	957,80 a	220,58 b
10	392,91 a	283,55 b	361,31 a	177,84 b
100	289,35 a	256,36 b	272,08 a	163,18 b
300	269,25 a	245,64 b	255,72 a	152,00 b
500	240,67 a	198,97 b	228,69 a	120,59 b
700	207,78 a	161,28 b	202,73 a	101,97 b

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma origem de substrato (Ácido húmico x Humina).

Os substratos com presença de areia que apresentaram as maiores retenções de água foram aqueles com 75 % de SH e 25 % de areia (Quadros 7, 8, 9 e 10), independente da origem das SH (composto ou turfeira). Como a areia é um material inerte, que retêm pouca água (Quadro 5), fica mais uma vez evidenciada a capacidade de retenção de água pelas substâncias húmicas, que pode chegar a 800% (KIEHL, 1985a) ou mais, como obtida neste trabalho (Quadro 6).

As turfeiras são materiais bem humificados e, portanto, ricos em colóides, que podem reter 4 a 8 vezes do seu próprio peso em água (KIEHL, 1985c). O composto orgânico é uma alternativa de fonte de matéria orgânica para o solo, onde se originam as substâncias húmicas (SH) por meio de um processo químico e biológico de transformação dos resíduos orgânicos (GUERRA et al., 2008). No trabalho realizado por Lima et al. (2011), com a aplicação

crescente de doses de composto orgânico (0, 10, 20 e 40% -v/v) no solo, o teor de matéria orgânica aumentou de forma linear, o que ocorreu devido a continuidade do processo de decomposição da matéria orgânica em função de substâncias orgânicas parcialmente decompostas no processo de fermentação desses compostos (SILVA et al., 2002). Backes e Kämpf (1991) avaliaram os parâmetros de crescimento de duas espécies cultivadas em solo que foi adicionado composto orgânico, e um dos efeitos positivos na qualidade dos atributos das plantas foi atribuído às altas retenções de água proporcionada pelo mesmo (61 % do volume de substrato).

Os dados apresentados nos quadros 7, 8 e 9 mostram que não houve diferenças na retenção de água quando se utilizou areia fina ou areia média no substrato, associada a H ou AH de turfeira e a H de composto. Porém, quando se utilizou AH de composto, os substratos 75% e 50% de AH associados com areia fina apresentaram maior retenção de água em relação aos com areia média, respectivamente nas tensões de 0 e 10 e 0 kPa (Quadro 10). Estes resultados demonstram a maior eficiência da areia fina em formar agregados com os AH, elevando a porosidade capaz de reter água a baixas tensões.

Quadro 7. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de turfeiras e areias

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de turfeira					
	75 % H e 25 % areia		50 % H e 50 % areia		25 % H e 75 % areia	
	AF	AM	AF	AM	AF	AM
0	137,49 a	139,80 a	82,54 a	78,37 a	52,40 a	50,45 a
10	110,37 a	108,77 a	50,96 a	44,07 a	20,05 a	19,20 a
100	98,35 a	98,45 a	45,97 a	38,23 a	15,50 a	13,12 a
300	93,05 a	93,05 a	42,03 a	34,29 a	13,71 a	11,51 a
500	71,35 a	67,83 a	27,70 a	22,45 a	8,94 a	8,26 a
700	56,24 a	51,93 a	21,44 a	18,95 a	7,38 a	7,18 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro da mesma tensão e mesma proporção de H e areia (Areia fina/AF x Areia média/AM).

Quadro 8. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areias

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de turfeira					
	75 % AH e 25 % areia		50 % AH e 50 % areia		25 % AH e 75 % areia	
	AF	AM	AF	AM	AF	AM
0	208,26 a	203,23 a	87,44 a	76,36 a	49,56 a	44,52 a
10	105,29 a	105,85 a	49,61 a	44,44 a	20,68 a	17,87 a
100	75,28 a	71,81 a	25,53 a	25,30 a	8,31 a	9,62 a
300	68,68 a	64,27 a	21,51 a	22,57 a	6,16 a	7,91 a
500	60,87 a	56,01 a	16,42 a	18,44 a	4,36 a	5,73 a
700	50,28 a	46,58 a	13,44 a	14,82 a	3,87 a	4,32 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia (Areia fina/AF x Areia média/AM).

Quadro 9. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areias

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de composto					
	75 % H e 25 % areia		50 % H e 50 % areia		25 % H e 75 % areia	
	AF	AM	AF	AM	AF	AM
0	107,97 a	108,48 a	61,54 a	67,53 a	45,04 a	48,71 a
10	91,13 a	91,25 a	51,00 a	49,94 a	21,96 a	18,30 a
100	83,58 a	84,28 a	44,74 a	44,19 a	17,21 a	16,34 a
300	78,53 a	78,34 a	42,30 a	40,98 a	15,13 a	13,04 a
500	63,43 a	64,54 a	32,88 a	31,27 a	9,06 a	7,99 a
700	51,95 a	53,59 a	25,17 a	23,60 a	6,00 a	5,29 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia (Areia fina/AF x Areia média/AM).

Quadro 10. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areias

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de composto					
	75 % AH e 25 % areia		50 % AH e 50 % areia		25 % AH e 75 % areia	
	AF	AM	AF	AM	AF	AM
0	235,93 a	191,77 b	100,16 a	76,35 b	55,89 a	46,64 a
10	109,36 a	90,81 b	49,78 a	36,56 a	20,81 a	15,45 a
100	85,48 a	71,12 a	36,56 a	25,17 a	10,61 a	10,82 a
300	80,28 a	66,64 a	34,33 a	23,04 a	8,46 a	9,23 a
500	71,98 a	60,31 a	31,60 a	19,37 a	5,74 a	7,18 a
700	63,32 a	51,04 a	24,36 a	14,53 a	4,88 a	5,06 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia (Areia fina/AF x Areia média/AM).

Comparando-se a capacidade de reter água em diferentes tensões entre substratos com H e AH, observa-se que a AH de turfeira foi mais eficiente na retenção a 0 kPa quando se utilizou areia fina (Quadro 11) e areia média (Quadro 12). A H foi mais eficiente na retenção de água nas tensões de 100 e 300 kPa quando se utilizou areia fina (Quadro 11) e areia média (Quadro 12), ambos no substrato com 75% de SH e 25% de areia. Ainda na mesma comparação, a H de turfeira foi mais eficiente na retenção a 100, 300 kPa quando se utilizou areia fina, no substrato com 50% de SH e 50% de areia fina (Quadro 11). Assim, de maneira geral, a H é a SH de turfeira mais eficiente na retenção de água.

Quadro 11. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de turfeiras e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com substâncias húmicas de turfeira e areia fina					
	75 % SH e 25 % AF		50 % SH e 50 % AF		25 % SH e 75 % AF	
	H	AH	H	AH	H	AH
0	137,49 b	208,26 a	82,54 a	87,44 a	52,40 a	49,56 a
10	110,37 a	105,29 a	50,96 a	49,61 a	20,05 a	20,68 a
100	98,35 a	75,28 b	45,97 a	25,53 b	15,50 a	8,31 a
300	93,05 a	68,68 b	42,03 a	21,51 b	13,71 a	6,16 a
500	71,35 a	60,87 a	27,70 a	16,42 a	8,94 a	4,36 a
700	56,24 a	50,28 a	21,44 a	13,44 a	7,38 a	3,87 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia fina (Humina x Ácidos húmicos).

Quadro 12. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de turfeiras e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com substâncias húmicas de turfeira e areia média					
	75 % SH e 25 % AM		50 % SH e 50 % AM		25 % SH e 75 % AM	
	H	AH	H	AH	H	AH
0	139,80 b	203,23 a	78,37 a	76,36 a	50,45 a	44,52 a
10	108,77 a	105,85 a	44,07 a	44,44 a	19,20 a	17,87 a
100	98,45 a	71,81 b	38,23 a	25,30 a	13,12 a	9,62 a
300	93,05 a	64,27 b	34,29 a	22,57 a	11,51 a	7,91 a
500	67,83 a	56,01 a	22,45 a	18,44 a	8,26 a	5,73 a
700	51,93 a	46,58 a	18,95 a	14,82 a	7,18 a	4,32 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia média (Humina x Ácidos húmicos).

Ao se comparar a capacidade de retenção de água em diferentes tensões entre substratos com H e AH, observa-se que o AH de composto foi mais eficiente na retenção a 0 e 10 kPa quando se utilizou areia fina (Quadro 13) e a 0 kPa, quando se utilizou areia média (Quadro 14), ambos no substrato com 75% de SH e 25% de areia. Ainda na mesma

comparação, o AH de composto foi mais eficiente na retenção a 0 kPa quando se utilizou areia fina, no substrato com 50% de SH e 50% de areia fina (Quadro 13). No substrato com 50% de SH e 50% de areia média, a H é mais eficiente nas tensões de 100 e 300 kPa (Quadro 14). Generalizando, o AH é a SH de composto mais eficiente na retenção de água, principalmente quando se utiliza areia fina.

Quadro 13. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de composto e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com substâncias húmicas de composto e areia fina					
	75 % SH e 25 % AF		50 % SH e 50 % AF		25 % SH e 75 % AF	
	H	AH	H	AH	H	AH
0	107,97 b	235,93 a	61,54 b	100,16 a	45,04 a	55,89 a
10	91,13 b	109,36 a	51,00 a	49,78 a	21,96 a	20,81 a
100	83,58 a	85,48 a	44,74 a	36,56 a	17,21 a	10,61 a
300	78,53 a	80,28 a	42,30 a	34,33 a	15,13 a	8,46 a
500	63,43 a	71,98 a	32,88 a	31,60 a	9,06 a	5,74 a
700	51,95 a	63,32 a	25,17 a	24,36 a	6,00 a	4,88 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia fina (Humina x Ácidos húmicos).

Quadro 14. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de SH de composto e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com substâncias húmicas de composto e areia média					
	75 % SH e 25 % AM		50 % SH e 50 % AM		25 % SH e 75 % AM	
	H	AH	H	AH	H	AH
0	108,48 b	191,77 a	67,53 a	76,35 a	48,71a	46,64 a
10	91,25 a	90,81 a	49,94 a	36,56 a	18,30 a	15,45 a
100	84,28 a	71,12 a	44,19 a	25,17 b	16,34 a	10,82 a
300	78,34 a	66,64 a	40,98 a	23,04 b	13,04 a	9,23 a
500	64,54 a	60,31 a	31,27 a	19,37 a	7,99 a	7,18 a
700	53,59 a	51,04 a	23,60 a	14,53 a	5,29 a	5,06 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia média (Humina x Ácidos húmicos).

Os substratos com maior teor de H de turfeira retêm mais água em todas as tensões, tanto aqueles com areia fina como com areia média. Apenas na tensão de 700 kPa para areia fina 500 e 700 kPa para areia média o substratos com 50% e 25% de H são iguais (Quadros 15 e 16).

Quadro 15. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de turfeiras e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de turfeira e areia fina		
	75 % H e 25 % AF	50 % H e 50 % AF	25 % H e 75 % AF
0	137,49 a	82,54 b	52,40 c
10	110,37 a	50,96 b	20,05 c
100	98,35 a	45,97 b	15,50 c
300	93,05 a	42,03 b	13,71 c
500	71,35 a	27,70 b	8,94 c
700	56,24 a	21,44 b	7,38 b

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia fina (75 % H e 25 % AF x 50 % H e 50 % AF x 25 % H e 75 % AF).

Quadro 16. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de turfeiras e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de turfeira e areia média		
	areia média		
	75 % H e 25 % AM	50 % H e 50 % AM	25 % H e 75 % AM
0	139,80 a	78,37 b	50,45 c
10	108,77 a	44,07 b	19,20 c
100	98,45 a	38,23 b	13,12 c
300	93,05 a	34,29 b	11,51 c
500	67,83 a	22,45 b	8,26 b
700	51,93 a	18,95 b	7,18 b

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia média (75 % H e 25 % AM x 50 % H e 50 % AM x 25 % H e 75 % AM).

Os substratos com maior teor de AH de turfeira retêm mais água em todas as tensões, tanto aqueles com areia fina como com areia média. Apenas nas tensões 500 e 700 kPa os substratos com 50% e 25% de AH são iguais (Quadros 17 e 18).

Quadro 17. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de turfeira e areia fina		
	areia fina		
	75 % AH e 25 % AF	50 % AH e 50 % AF	25 % AH e 75 % AF
0	208,26 a	87,44 b	49,56 c
10	105,29 a	49,61 b	20,68 c
100	75,28 a	25,53 b	8,31 c
300	68,68 a	21,51 b	6,16 c
500	60,87 a	16,42 b	4,36 b
700	50,28 a	13,44 b	3,87 b

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia fina (75 % AH e 25 % AF x 50 % AH e 50 % AF x 25 % AH e 75 % AF).

Quadro 18. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeiras e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de turfeira e areia média		
	75 % AH e 25 % AM	50 % AH e 50 % AM	25 % AH e 75 % AM
	0	203,23 a	76,36 b
10	105,85 a	44,44 b	17,87 c
100	71,81 a	25,30 b	9,62 c
300	64,27 a	22,57 b	7,91 c
500	56,01 a	18,44 b	5,73 b
700	46,58 a	14,82 b	4,32 b

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia fina (75 % AH e 25 % AM x 50 % AH e 50 % AM x 25 % AH e 75 % AM).

Os substratos com maior teor de H de composto retêm mais água em todas as tensões, tanto aqueles com areia fina como com areia média (Quadros 19 e 20).

Quadro 19. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de composto e areia fina		
	75 % H e 25 % AF	50 % H e 50 % AF	25 % H e 75 % AF
	0	107,97 a	61,54 b
10	91,13 a	51,00 b	21,96 c
100	83,58 a	44,74 b	17,21 c
300	78,53 a	42,30 b	15,13 c
500	63,43 a	32,88 b	9,06 c
700	51,95 a	25,17 b	6,00 c

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia fina (75 % H e 25 % AF x 50 % H e 50 % AF x 25 % H e 75 % AF).

Quadro 20. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de humina de composto e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com humina de composto e areia média		
	75 % H e 25 % AM	50 % H e 50 % AM	25 % H e 75 % AM
0	108,48 a	67,53 b	48,71 c
10	91,25 a	49,94 b	18,30 c
100	84,28 a	44,19 b	16,34 c
300	78,34 a	40,98 b	13,04 c
500	64,54 a	31,27 b	7,99 c
700	53,59 a	23,60 b	5,29 c

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia média (75 % H e 25 % AM x 50 % H e 50 % AM x 25 % H e 75 % AM).

Os substratos com maior teor de AH de composto retêm mais água em todas as tensões, tanto aqueles com areia fina como com areia média (Quadros 21 e 22), com exceção das tensões de 100, 300, 500 e 700 kPa, nas quais os substratos com 50% e 25% de AH e areia média são equivalentes (Quadro 22).

Quadro 21. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de composto e areia fina		
	75 % AH e 25 %	50 % AH e 50 %	25 % AH e 75 %
	AF	AF	AF
0	235,93 a	100,16 b	55,89 c
10	109,36 a	49,78 b	20,81 c
100	85,48 a	36,56 b	10,61c
300	80,28 a	34,33 b	8,46 c
500	71,98 a	31,60 b	5,74 c
700	63,32 a	24,36 b	4,88 c

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia fina (75 % AH e 25 % AF x 50 % AH e 50 % AF x 25 % AH e 75 % AF).

Quadro 22. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia média

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos com ácidos húmicos de composto e areia média		
	75 % AH e 25 %	50 % AH e 50 %	25 % AH e 75 %
	AM	AM	AM
0	191,77 a	76,35 b	46,64 c
10	90,81 a	36,56 b	15,45 c
100	71,12 a	25,17 b	10,82 b
300	66,64 a	23,04 b	9,23 b
500	60,31 a	19,37 b	7,18 b
700	51,04 a	14,53 b	5,06 b

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia média (75 % AH e 25 % AM x 50 % AH e 50 % AM x 25 % AH e 75 % AM).

O substrato com 75 % de AH de turfeira e 25 % areia fina retém mais água do que aquele com 75% de H e 25% de areia fina, na tensão de 0 kPa, enquanto que nas tensões de 100 e 300 kPa aqueles com H retém mais água. Nas demais tensões, as retenções de água se equivalem (Quadro 23).

Quadro 23. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % de SH de turfeira e 25 % areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos	
	75 % AH turfeira e 25 % AF	75 % H turfeira e 25 % AF
0	208,26 a	137,49 b
10	105,29 a	110,37 a
100	75,28 b	98,35 a
300	68,68 b	93,05 a
500	60,87 a	71,35 a
700	50,28 a	56,24 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de turfeira, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia fina (75 % AH turfeira e 25 % AF x 75 % H turfeira e 25 % AF).

O substrato com 75 % de AH de composto e 25 % areia fina retém mais água do que aquele com 75% de H e 25% de areia fina, nas tensões de 0 e 10 kPa. Nas demais tensões, as retenções de água se equivalem (Quadro 24).

Quadro 24. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % de SH de composto e 25 % areia fina

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos	
	75 % AH composto e 25 % AF	75 % H composto e 25 % AF
0	235,93 a	107,97 b
10	109,36 a	91,13 b
100	85,48 a	83,58 a
300	80,28 a	78,53 a
500	71,98 a	63,43 a
700	63,32 a	51,95 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para o material de composto, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de SH e areia fina (75 % AH composto e 25 % AF x 75 % H composto e 25 % AF).

O substrato com 75 % de H de turfeira e 25 % areia fina retém mais água do que aquele com 75% de H de composto e 25% de areia fina, nas tensões de 0 e 10 kPa. Nas demais tensões, as retenções de água pela H se equivalem (Quadro 25).

Quadro 25. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % H de composto e de turfeira e 25 % AF

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos	
	75 % H _{turfeira} e 25 % AF	75 % H _{composto} e 25 % AF
0	137,49 a	107,97 b
10	110,37 a	91,13 b
100	98,35 a	83,58 a
300	93,05 a	78,53 a
500	71,35 a	63,43 a
700	56,24 a	51,95 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para os materiais de turfeira e composto, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de H e areia fina (75 % H_{composto} e 25 % AF x 75 % H_{turfeira} e 25 % AF).

O substrato com 75 % de AH de composto e 25 % de areia fina retém mais água do que aquele com 75% de AH de turfeira e 25% de areia fina, na tensão de 0 e 10 kPa. Nas demais tensões, a retenção de água pelos AH se equivalem (Quadro 26).

Quadro 26. Capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e a capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa dos substratos com 75 % AH de composto e de turfeira e 25 % AF

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos	
	75 % AH _{composto} e 25 % AF	75 % AH _{turfeira} e 25 % AF
0	235,93 a	208,26 b
10	109,36 a	105,29 a
100	85,48 a	75,28 a
300	80,28 a	68,68 a
500	71,98 a	60,87 a
700	63,32 a	50,28 a

Médias seguidas de letras de mesma letra na linha não diferem si pela diferença mínima significativa (DMS=14,95). As médias foram contrastadas nas linhas da seguinte maneira: para os materiais de turfeira e composto, dentro de uma mesma tensão e mesma proporção de AH e areia fina (75 % AH_{composto} e 25 % AF x 75 % AH_{turfeira} e 25 % AF).

Ao se analisar o quadro 27, verifica-se que, quando se utilizou 100% de SH no substrato, considerando-se os dois materiais (composto e turfeira), a retenção de água na

CMRA e em todas as tensões, foram estatisticamente diferentes entre si e aumenta da menor para a maior tensão. A mesma tendência é observada quando se usa substratos com 75, 50 e 25% de SH, porém verifica-se que as equivalências aumentam nas maiores tensões e menores teores de SH (Quadro 27). As maiores retenções de água são esperadas nas menores tensões, uma vez que o ensaio se inicia com as amostras saturadas e, por meio das canaletas, a água das mesmas vai sendo drenada para fora do extrator de Richards, através das placas porosas, a cada pressão aplicada (PIRES et al., 2005).

Quadro 27. Médias da capacidade máxima de retenção de água (tensão 0 kPa) e da capacidade de retenção de água a 10, 100, 300, 500, 700 kPa de substratos com 100, 75, 50 e 25% de SH

Tensão (kPa)	Retenção de água (%) pelos substratos			
	100% de SH	75% SH e 25 % areia	50% SH e 50 % areia	25% SH e 75 % areia
0	598,50 a	166,62 a	78,79 a	49,15 a
10	303,90 b	101,60 b	47,05 b	19,29 b
100	245,24 c	83,54 c	35,71 c	12,69 b c
300	230,65 d	77,85 c	32,63 cd	10,64 c
500	197,23 e	64,54 d	25,02 de	7,16 c
700	168,44 f	53,12 e	19,54 e	5,50 c

Médias seguidas de letras de mesma letra na coluna não diferem si pela diferença mínima significativa ($DMS_{100\% \text{ SH}} = 10,87$ e $DMS_{75, 50, 25\% \text{ SH}} = 7,69$).

As figuras abaixo evidenciam que a retenção de água aumenta com o aumento do teor de substâncias húmicas nos substrato, em todas as tensões. Além disso, no geral, a perda de água pelos substratos, com o aumento das tensões, é maior nas proporções mais elevadas de SH.

Todas as tensões estudadas estão na faixa de retenção de água disponível para as plantas. A perda gradual de água com o aumento da tensão favorece o fornecimento de água para as plantas, uma vez que à medida que o solo vai secando, a água retida nas maiores tensões pelo substrato vai sendo liberada para o solo, e conseqüentemente para as plantas.

O modelo de regressão que melhor se ajustou a todos os dados para os teores médios de retenção de água, tanto nos materiais provenientes de composto quando nos de turfeira, foi o polinomial quadrático. A maioria das equações de regressão foi significativa. As significâncias estatísticas das regressões encontram-se nos gráficos.

Em geral, a perda de água, representada pela diferença entre as curvas, pelos substratos à base de humina, nos materiais de composto e turfeira (Figuras 4, 5, 6 e 7), é bem mais

evidente na CMRA. Em relação às outras tensões, o mesmo comportamento é verificado a partir das proporções com 50 % de SH e intensificado na maior proporção de SH (75 %).

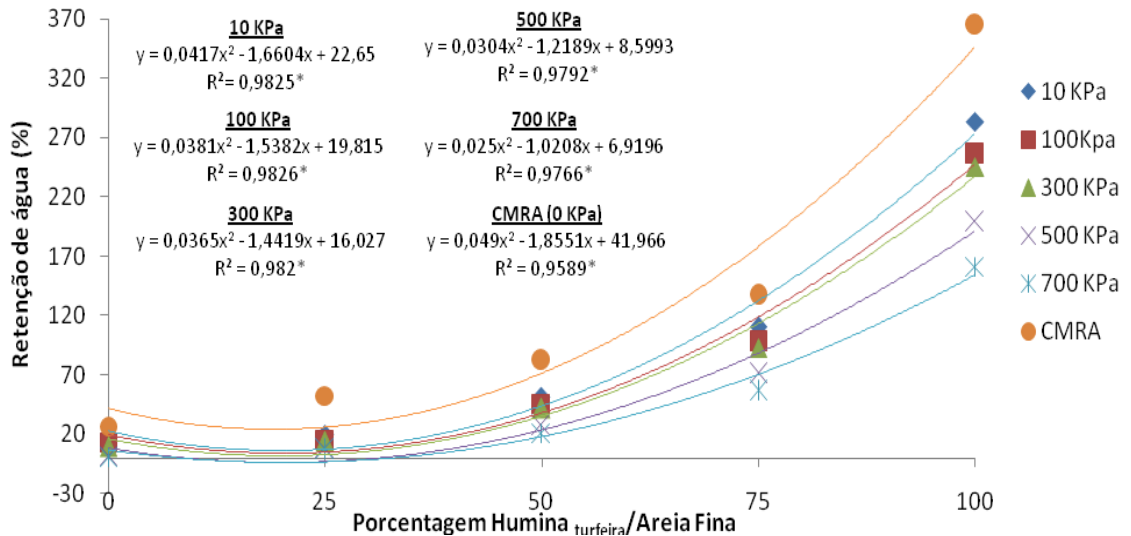


Figura 4. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de turfeira e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade).

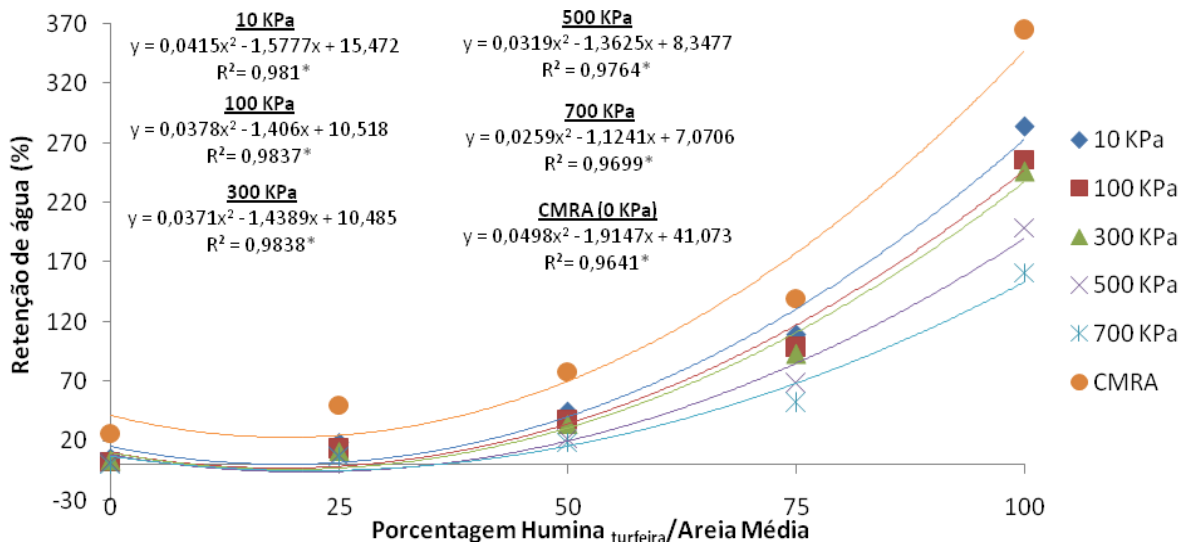


Figura 5. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de humina de turfeira e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade).

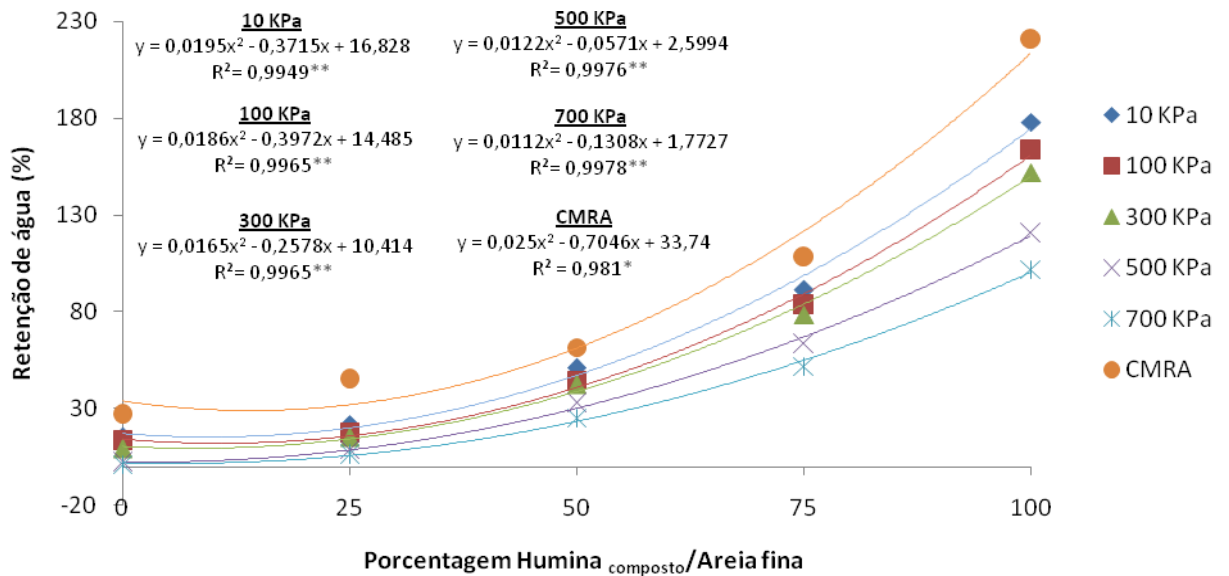


Figura 6. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de húmido de composto e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade).

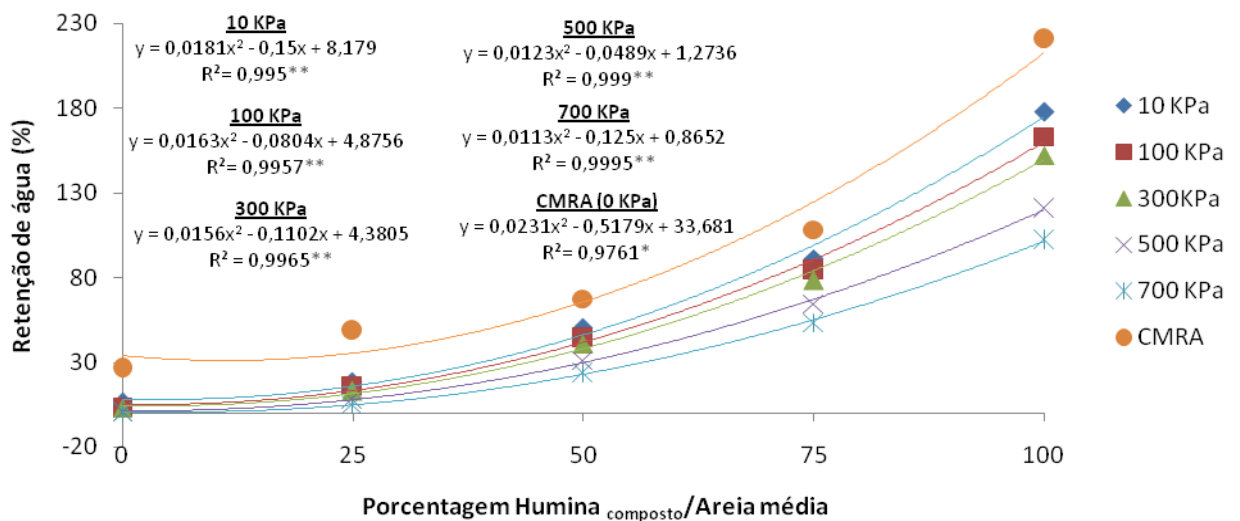


Figura 7. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de húmido de composto e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade).

Em geral, a perda de água com o aumento da pressão aplicada pelos substratos à base de ácidos húmicos, nos materiais de composto e turfeira (Figuras 8, 9, 10 e 11), se torna mais evidente nas proporções de 75 % de SH e principalmente, na CMRA.

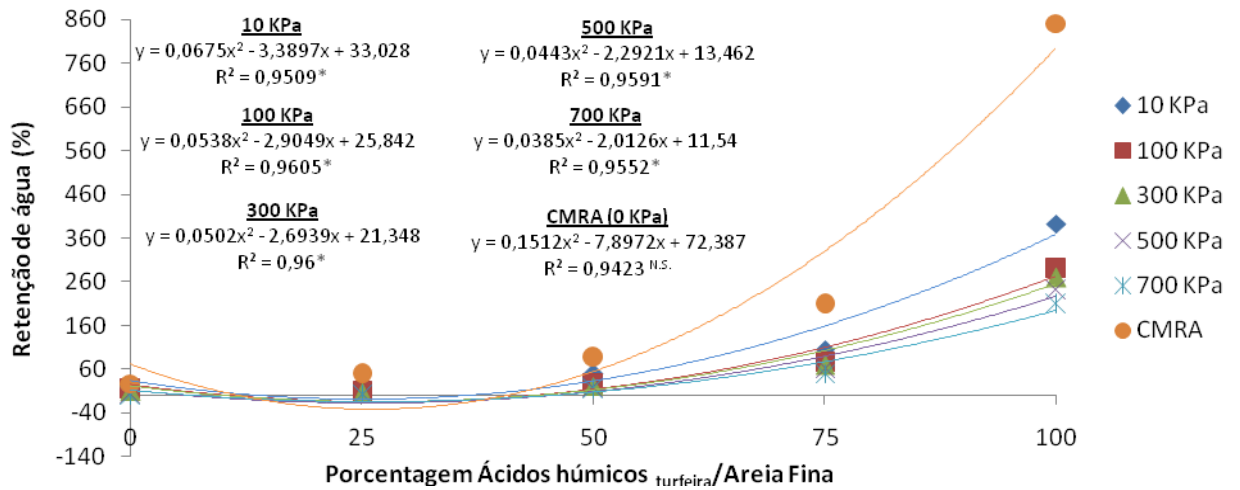


Figura 8. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeira e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo).

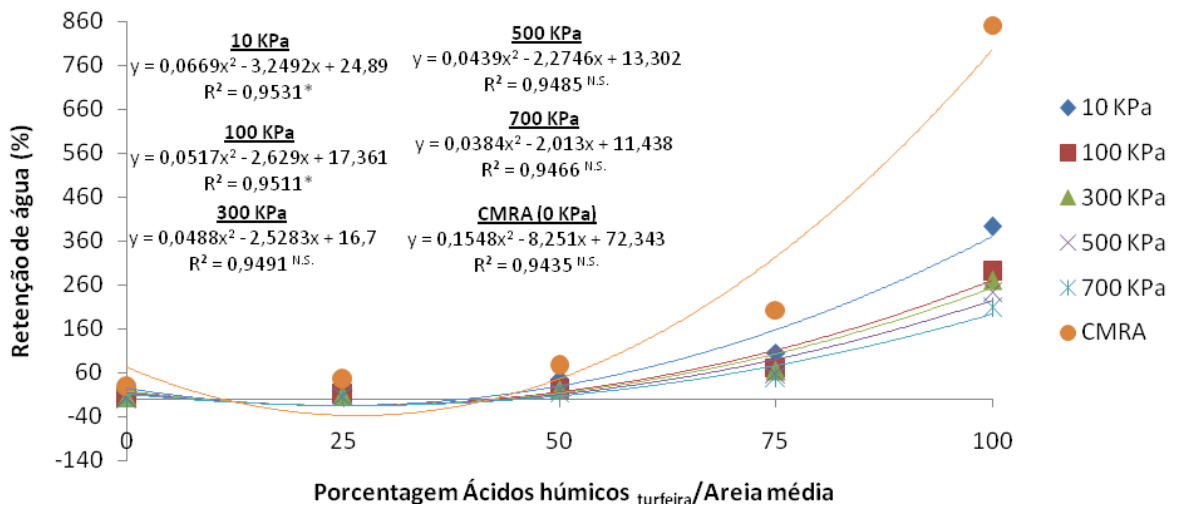


Figura 9. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de turfeira e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; ^{N.S.} não significativo).

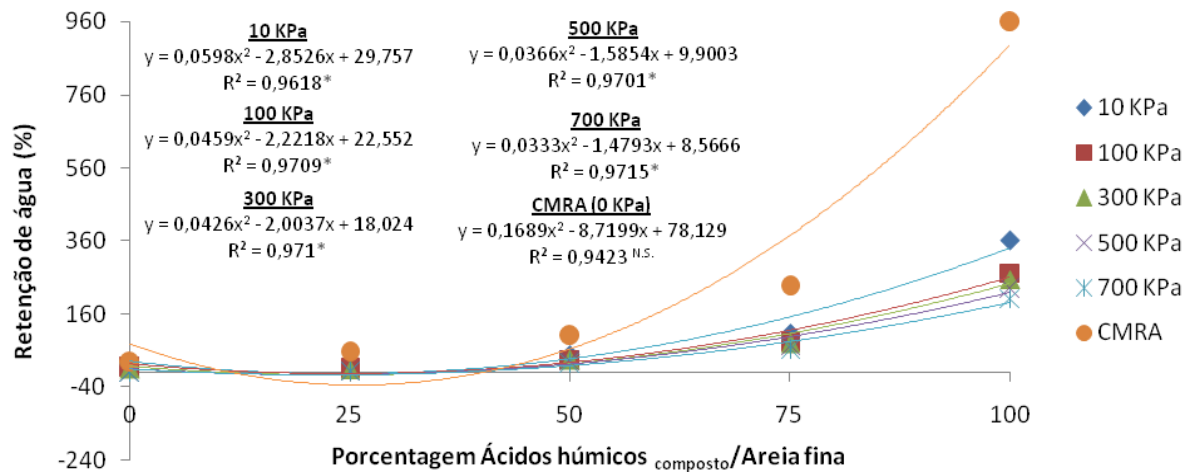


Figura 10. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia fina, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; N.S. não significativo).

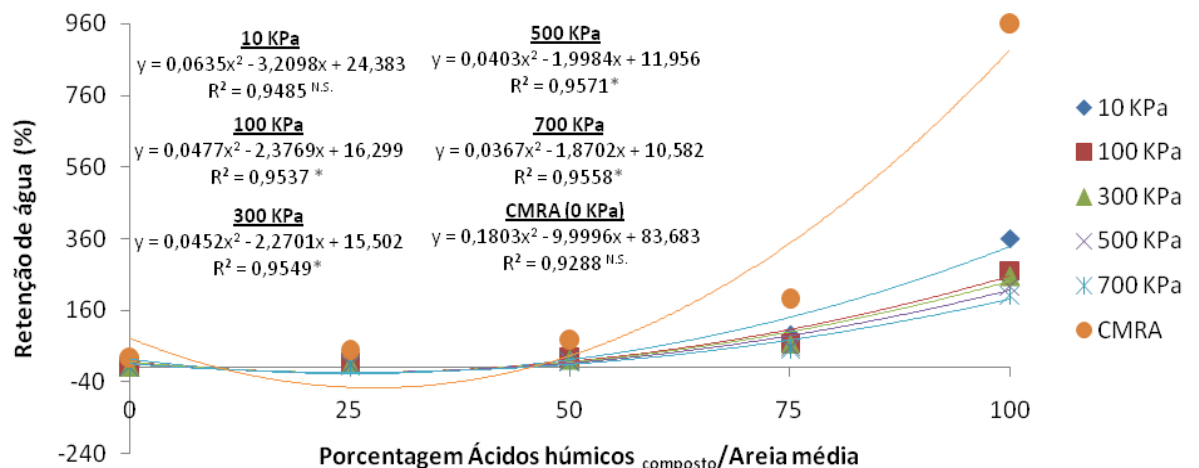


Figura 11. Retenção de água pelos substratos com diferentes proporções de ácidos húmicos de composto e areia média, na capacidade máxima de retenção de água (0 kPa) e nas tensões de 10, 100, 300, 500 e 700 kPa. (* significativo a 5% de probabilidade; N.S. não significativo).

As figuras 12, 13, 14, 15 e 16 mostram os substratos após o término do experimento (secas em estufa a 105 °C). Pode-se chamar atenção para o reduzido volume de amostras secas dentro do anel de amostragem com 100% de ácidos húmicos (Figura 13), em relação aos substratos 100 % de areia (figura 12) e aos substratos com diferentes proporções de SH e areia (Figuras 14, 15 e 16). Uma simples visualização dos substratos com diferentes proporções de SH e areia (Figuras 14, 15 e 16), evidencia-se menor volume de substrato nas maiores proporções de SH (Figura 13), em relação aos substratos com as menores proporções H (figura 16). Essas observações evidenciam, novamente, que os substratos com maiores

quantidades de SH retém maiores quantidades de água, uma vez que os anéis, de mesmo volume, foram totalmente preenchidos no início do experimento e receberam os mesmos tratamentos, sofrendo influencia apenas quanto ao substrato.



Figura 12. Substratos contendo: A) Areia Fina; B) Areia Média.



Figura 13. Substratos contendo: A) 100% de Ácidos húmicos de composto; B) 100% de Ácidos húmicos de turfeira; C) 100% de Humina de composto; D) 100% de Humina de turfeira.

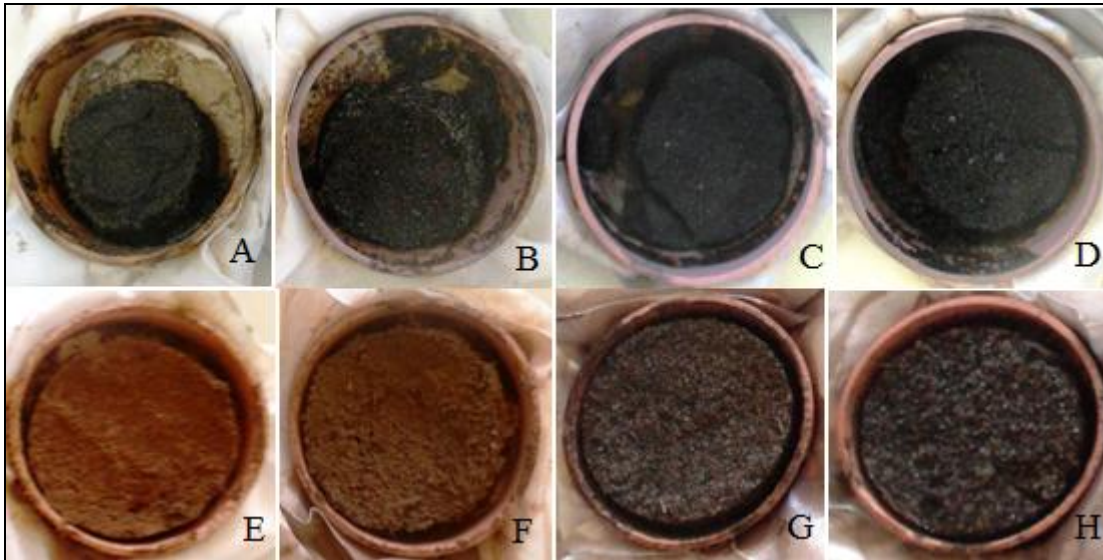


Figura 14. Substratos contendo: A) 75 % de ácidos húmicos de composto e 25 % de areia fina; B) 75 % de ácidos húmicos de composto e 25 % de areia média; C) 75 % de ácidos húmicos de turfeira e 25 % de areia fina; D) 75 % de ácidos húmicos de turfeira e 25 % de areia média; E) 75% de humina de composto e 25 % de areia fina; F) 75 % de humina de composto e 25 % de areia média; G) 75 % de humina de turfeira e 25 % de areia fina; H) 75 % de humina de turfeira e 25 % de areia média.

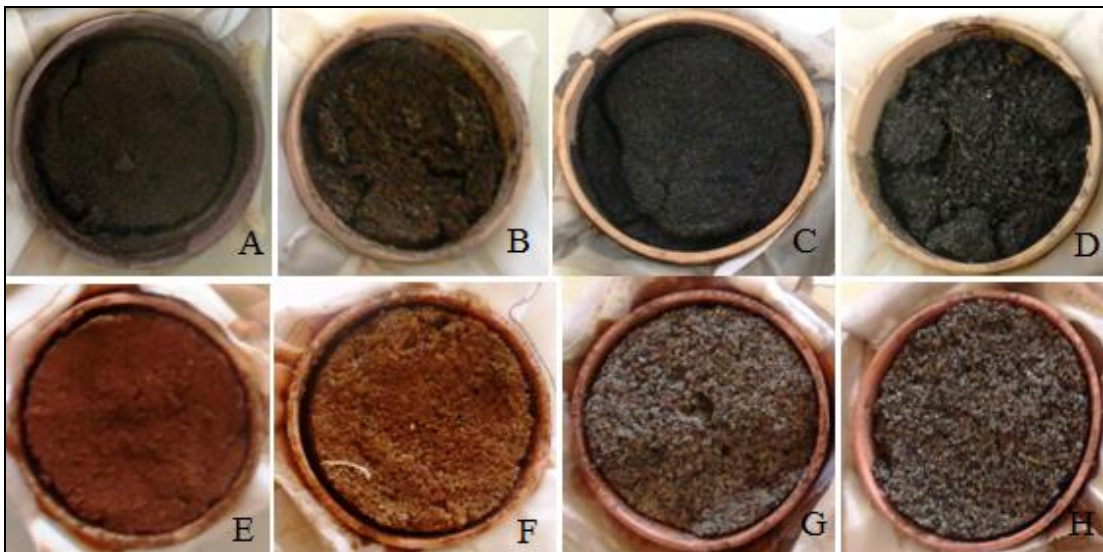


Figura 15. Substratos contendo: A) 50% de ácidos húmicos de composto e 50% de areia fina; B) 50% de ácidos húmicos de composto e 50% de areia média; C) 50% de ácidos húmicos de turfeira e 50% de areia fina; D) 50% de ácidos húmicos de turfeira e 50% de areia média; E) 50% de humina de composto e 50% de areia fina; F) 50% de humina de composto e 50% de areia média; G) 50% de humina de turfeira e 50% de areia fina; H) 50% de humina de turfeira e 50% de areia média.

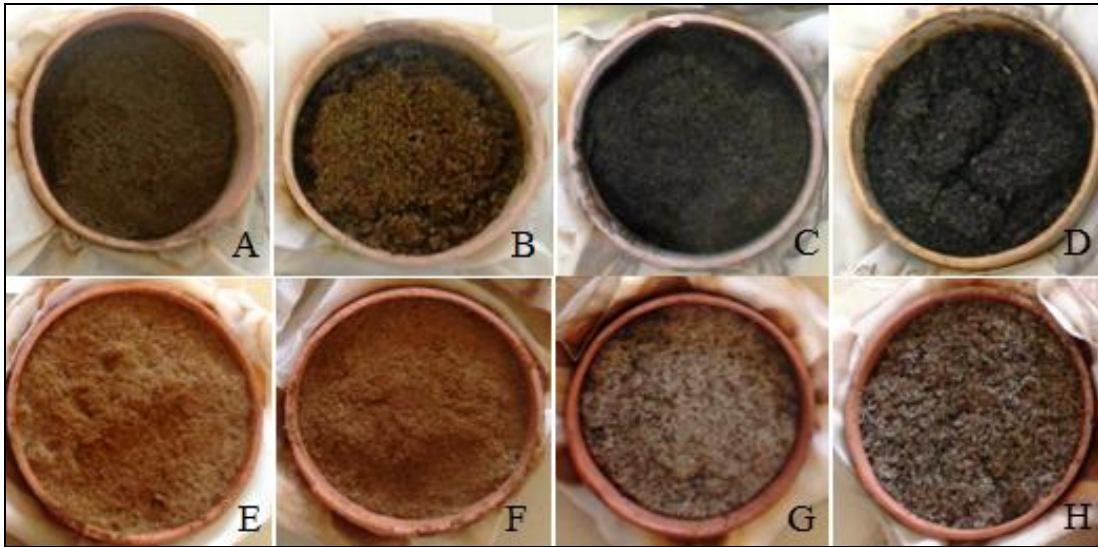


Figura 16. Substratos contendo: A) 25% de ácidos húmicos de composto e 75% de areia fina; B) 25% de ácidos húmicos de composto e 75% de areia média; C) 25% de ácidos húmicos de turfeira e 75% de areia fina; D) 25% de ácidos húmicos de turfeira e 75% de areia média; E) 25% de humina de composto e 75% de areia fina; F) 25% de humina de composto e 75% de areia média; G) 25% de humina de turfeira e 75% de areia fina; H) 25% de humina de turfeira e 75% de areia média.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As turfeiras são grandes reservatórios de matéria orgânica, e, pela acumulação constante de materiais em condições anóxicas, são consideradas sumidouros de carbono (STRACK et al., 2008). Além disso, a importante característica das turfeiras de se comportar como uma “esponja”, armazenando grandes volumes de água em períodos chuvosos e liberando aos poucos durante os outros períodos do ano (INGRAM, 1983; CAMPOS et al., 2012), aponta para a necessidade de urgência quanto a conservação e preservação desses ambientes.

Grande parte da retenção de água pelas turfeiras se deve à presença de substâncias húmicas, que podem reter até vinte vezes seu próprio peso (CANELLAS et al., 2005d). Outra fonte de substâncias húmicas são os compostos orgânicos, por meio de um processo químico e biológico de transformação dos resíduos orgânicos (GUERRA et al., 2008). Essa transformação dos materiais orgânicos em humus proporciona, também ao composto, a capacidade de retenção de água (BAYER et al., 2008).

Os ácidos húmicos foram a SH mais hidrofílica na proporção 100 % de SH. Porém, a humina, insolúvel em meios alcali e ácido, é a primeira a ser obtida no processo de fracionamento (CANELLAS et al., 2005a), bem como a SH que se apresenta em maior quantidade em ambos os materiais estudados (Quadro 2). Como dentro de cada substrato onde se misturou areias não se observou diferença de retenção de água entre os tipos de substrato (Quadro 5), a humina é a SH mais adequada a ser utilizada para o desenvolvimento do hidrorretentor orgânico. O trabalho de Campos et al. (2011), na turfeira da APA Pau-de-Fruta, demonstrou altas retenções de água nas camadas superficiais da turfeira, com elevados teores de humina (57,7 %), sugerindo que esta SH também seja hidrofílica. Soares (2012), avaliou a retenção de água de duas turfeiras na SdEM, na CMRA e nas tensões de 10, 100, 300, 700 e 1500 kPa, em diferentes profundidades e observou que a medida em que se elevou o teor de humina, a retenção de água aumentou linearmente.

As substâncias húmicas produzidas a partir de composto orgânico provenientes de resíduo da indústria têxtil se mostraram adequadas ao desenvolvimento do hidrorretentor, uma vez que apresentaram média de retenção de água praticamente semelhante ao material proveniente de turfeira, quando testadas as diferentes proporções de SH e areia (Quadro 5). A matéria orgânica adicionada, pela aplicação de composto orgânico, funciona como um condicionador de melhorias nas condições físicas do solo (SILVA et al., 2002), aumentando também a retenção de água (KIEHL, 1985b; SILVA et al., 2002; BAYER et al., 2008).

Os compostos orgânicos são uma alternativa de reutilização ou reciclagem, promovendo o uso nobre a materiais que seriam depositados em aterros sanitários, diminuindo os riscos de poluição ambiental e beneficiando a preservação dos recursos naturais, uma vez que o consumo e a necessidade de atender às demandas da população têm gerado grandes quantidades de resíduos.

Este trabalho demonstrou o potencial das duas SH estudadas, provenientes de composto orgânico produzido a partir de resíduo da indústria têxtil e de turfeiras, em promover a retenção de água, bem como de, a partir delas, se fabricar um hidrorretentor orgânico. Pela modelagem de retenção de água, a perda de água pelos substratos à base de humina, é bem mais evidente na CMRA. Em relação às outras tensões, isto é verificado a partir das proporções com 50 % de H e intensificado na maior proporção de H (75 %). Para os substratos à base de ácidos húmicos a perda de água com o aumento da pressão aplicada se torna mais evidente nas proporções de 75 % de AH e principalmente, na CMRA.

A SH e o material que apresentam a maior viabilidade para a fabricação do hidrorretentor orgânico sustentável são, respectivamente, a humina, pelo fato de ser a SH extraída em maiores quantidades, e o composto orgânico produzido a partir de resíduos da indústria têxtil, empregando um destino nobre a um material que seria descartado em aterros sanitários. Para dar continuidade a este trabalho sugere-se avaliar, tanto em condições controladas quanto a campo, a eficiência no fornecimento de água por hidrorretentores de SH para plantas.

8 CONCLUSÕES

A Humina é a substância humica que predomina amplamente no composto de resíduos de indústria têxtil e de turfeira.

A maior retenção de água, na CMRA e nas tensões 10, 100, 300, 500 e 700 kPa, foi obtida pelo substrato com 100% de ácidos húmicos em relação aos substratos com 100% de humina.

Os substratos com diferentes proporções de ácidos humicos e areia apresentaram retenção de água semelhante aos substratos com diferentes proporções de humina e areia.

O substrato que obteve as maiores retenções de água foi 75 % de SH e 25 % de areia fina.

Os ácidos húmicos e a humina apresentam hidrofília e tem potencial para a fabricação do hidrorretentor orgânico sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 729-736, 1999.
- ANDRADE, B. O. **A vegetação das nascentes do Rio Tibagi e sua relação com o regime hídrico dos solos**. Curitiba, 2010. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal).
- BACKES, M. A.; KAMPF, A. N. Substratos a base de compost de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, C. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 654 p.
- BEN-HUR, M.; SHAINBERG, I.; BAKKER, D.; KEREN, R. Effect of soil texture and CaCO_3 content on water infiltration in crusted soil as related to water salinity. **Irrigation Science**. v. 6, p. 281-294, 1985.
- BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**. Viçosa, v. 22, n.2, p. 215-221, 1998.
- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. 95 p.
- BRANDYK, T.; SZATYLOWICZ, J.; OLESZCZUK, R.; GNATOWSKI, T. Water-related physical attributes of organic soils. In: PARENT, L.; ILNICKI, P. **Organic soils and peat materials for sustainable agriculture**. CRC/LLC, 2003. p.35 – 70.
- BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil Formation**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. 404p.
- CAMPOS, J. C. R.; SILVA, A. C.; VASCONCELLOS, L. L.; SILVA, D. V.; ROMÃO, R. V.; SILVA, E. B.; GRAZZIOTTI, P. H. Pedochronology and development of peat bog in the Environmental Protection Area Pau-de-Fruta– Diamantina, Brazil. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**. Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1965-1975, 2010.

CAMPOS, J.C. R.; SILVA, A. C.; FERNANDES, J. S. C.; FERREIRA, M.M.; SILVA, D.V. Water Retention in a Peatland with Organic Matter in Different Decomposition Stages. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**. Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1217-1227, 2011.

CAMPOS, J. R. R.; SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. Mapping, Organic Matter Mass and Water Volume of a Peatland in Serra do Espinhaço Meridional. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 723-732, 2012.

CANELLAS, L.P.; BERNER, P. G.; SILVA, S. G.; BARROS E SILVA. M.; SANTOS, G. A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma toposseqüência no Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p. 133-143, 2000.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Rev. Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1529-1538, 2001.

CANELLAS, L. P.; BUSATO, J. G.; CAUME, D. J. O uso e manejo da matéria orgânica humificada sob a perspectiva da Agroecologia. In: Canellas, L. P.; SANTOS, G. de A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005a. p.244-267.

CANELLAS, L. P.; MENDONÇA, E. S.; DOBBSS, L. B.; BALDOTTO, M. A.; VELLOSO, A. C. X.; SANTOS, G. A.; SOBRINHO, N. M. B. A. Reações da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, C. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 654 p.

CANELLAS, L. P.; GURIDI, F.; VELLOSO, A. C. X.; SANTOS, G. A. Isolamento, purificação e métodos químicos de análise de substâncias húmicas. In: Canellas, L. P.; SANTOS, G. de A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005b. p.13-33.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; SANTOS, G. A. Modelos estruturais de substâncias húmicas. In: Canellas, L. P.; SANTOS, G. de A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005c. p. 34-53.

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; MÉDICI, L. O.; PÉRES, L. E. P.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, R. A. Bioatividade de substâncias húmicas - ação sobre o metabolismo e desenvolvimento de plantas. In: Canellas, L. P.; SANTOS, G. de A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005d. p.224-243.

CARDOSO, M. O.; RIBEIRO G. A. Composto orgânico: uso no cultivo de hortaliças. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa**: Amazônia Ocidental. Manaus, 1998.

CASTILHOS, R. M. V.; DICK, D. P.; CASTILHOS, D. D.; MORSELLI, T. B. A. G.; COSTA, P. F. P.; CASAGRANDE, W. B.; ROSA, C. M. Distribuição e caracterização de substâncias húmicas em vermicompostos de origem animal e vegetal. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, n. especial, p. 2669-2675, 2008.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M.B.; GALVÃO, E. R.; RUFINI, J. C. M.; MONTEIRO, C. L. O. Alterações na Capacidade de Retenção de Água no solo após a aplicação de resíduo sólido proveniente de uma fábrica de celulose. **Rev. Universidade Rural Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2006.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos; organizador: Fábio César da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FILHO, A. V. S.; SILVA, M. I. V. Importância das Substâncias Húmicas para a Agricultura Disponível em: <<http://www.emepa.org.br/anais/volume2/av209.pdf>> Acesso em: 16/05/2011.

GLIESSMAN, S. R. Água no Solo. In: **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: editora da UFRGS, 2005.639 p.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, C. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 19-26.

HORÁK, I. **Relações pedológicas, isotópicas, palinológicas na reconstrução paleoambiental na turfeira na Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-Fruta, Serra do Espinhaço Meridional-MG.** Piracicaba, 2009. 281 p. Dissertação (Mestrado em Ciências).

INGRAM, H. A. P. Hydrology. In: GORE, A. J. P. **Ecosystems of the World 4A, mires: swamp, bog, fen and moor.** Oxford: Elsevier, 1983. p. 67 – 158.

INTERGOVERNMENTAL PANEL DE LA REFORMA AGRÁRIA. IPCC. Irish Peatland Conservation Council: action for bogs and wildlife, 2001. Disponível em: <<http://www.ipcc.ie>>. Acesso em: 16/11/2012.

KIEHL, E. J. Efeitos da matéria orgânica sobre as propriedades do solo. In: _____. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Editora Agronômica “Ceres” Ltda. 1985a. p. 26-82. cap. 3.

KIEHL, E. J. Compostagem In: _____. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Editora Agronômica “Ceres” Ltda. 1985b. p. 229-308. cap. 7.

LIBARDI, P. L. Água no Solo. In: LIER, Q. J. V. **Física do Solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. P. 103-152.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, R.S.; SOFIATTI, V.; GHEYI, H. R.; ARRIEL, N. H. C. Atributos Químicos de Substratos de Composto de Lixo Orgânico. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 185–192, 2011.

MÄKILÄ, M.; MATTI SAARNISTO, M. Carbon accumulation in boreal peatlands during the holocene – impacts of climate variations. In: STRACK, M. **Peatlands and Climate Change.** Finlândia: International Peat Society, 2008.

MEURER, E. J. Fatores que Influenciam o Crescimento e o Desenvolvimento das Plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90.

MENEZES, F. P. **Substâncias húmicas em solos de diferentes feições geomorfológicas no rebordo do planalto do rio grande do sul.** Santa Maria, 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo).

MICHELON, C. J. **Pedofunções para retenção de água de solos do Rio Grande do Sul irrigados por aspersão.** Santa Maria, 2010. 109 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo).

NEVES, C. S. V. J.; FELLER, C.; KOUAKOUA, E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Rev. Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 5, p.1410-1415, 2006.

OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, G. L. Avaliação de Geomorfosítios e Valorização de Turfeiras de Planalto no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro-SC. **Rev. Geosul**, Florianópolis, v. 23, n. 46, p. 137-162, 2008.

OLIVEIRA, F. A.; FILHO, A. F. A.; MEDEIROS, J. F.; JUNIOR, A. B. A.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoeira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Rev. Caatinga**. Mossoró, v. 22, n.1 , p. 206-211, 2009.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolo: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: TORRADO, P.V. et al. **Tópicos em Ciência do Solo IV**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.233–277.

PIRES, L. F.; BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K. Soil water retention curve determined by gamma-ray beam attenuation. Oxford, **Rev. Elsevier: Soil & Tillage Research**, v. 82, n. 1, p. 87-97, 2005.

RYCROFT, D.W.; WILLIAMS, D.J.A.; INGRAM, H.A.P. The transmission of water through peat, I: Review. **Journal of Ecology**, v. 63, n. 2, p. 535–556, 1975a.

RYCROFT, D.W.; WILLIAMS, D.J.A.; INGRAM, H.A.P. The transmission of water through peat, II: Field experiments. **Journal of Ecology**, v. 63, n. 2, p. 557–568, 1975b.

SANCHES, S. M.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M. Caracterização das frações das substâncias húmicas de diferentes tamanhos moleculares. São Paulo, **Rev. Eclética Química**, v. 32, n. 1, p. 49-56, 2007.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S., M.; MATOS, A. T. Nutrientes em compostos orgânicos em resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Rev. Scientia agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 185-189, 2000.

SILVA, A.C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Biribiri**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2004a. 37p.

SILVA, A.C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Rio Preto**. Diamantina, SEMAD/IEF, 2004b. 34p.

SILVA, A.C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo do Parque Estadual do Pico do Itambé.** Diamantina, SEMAD/IEF, 2004c. 31p.

SILVA, A.C. **Diagnóstico e avaliação pedológica para o plano de manejo da Área de Proteção Ambiental Águas Vertentes.** Diamantina, SEMAD/IEF, 2005a. 53p.

SILVA, A. C.; PREDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA ABREU, P. A. Geologia. In: _____. **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes.** Belo Horizonte: O lutador, 2005. p. 19-43.

SILVA, F. C.; BERTON, R.S.; CHITOLINA, J. C.; BALLESTERO, S. D. Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Campinas, 2002.

SILVA, F. A.M.; GUERRERO LOPEZ, F.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, R. B. Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais. **Rev. Brasileira de Agroecologia.** v. 4; n. 1, p. 59-66, 2009.

SILVA, A. C.; HORÁK, I.; TORRADO, P. V.; CORTIZAS, A. M.; RACEDO, J. R.; CAMPOS, J. R. R. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG. II-Influência da drenagem na composição elementar e substâncias húmicas. **Rev. Brasileira de Ciência Solo,** Viçosa, v. 33, n. 5, p.1399-1408, 2009.

SILVA, M. L. **Mapeamento, estoque de matéria orgânica e valor ambiental das turfeiras da serra do espinhaço meridional – SdEM.** Diamantina, 2012. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal).

SILVA, A. C.; SILVA, V. E.; SILVA, B. P. C.; CAMARGO, P. B.; PEREIRA, R. C.; BARRAL, U. M.; BOTELHO, A. M. M.; TORRADO, P. V. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical. II substâncias húmicas e processos de humificação. **Rev. Brasileira de Ciência Solo,** Viçosa, v. 37, 2013.

SOARES, P. G. **Armazenamento e Retenção de Água nas Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – SdEM.** Diamantina, 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).

STRACK, M.; WADDINGTON, J.M.; TURETSKY, M.; ROULET, N.T; BYRNE, K.A Northern Peatlands, Greenhouse Gas Exchange and Climate Change. In: STRACK, M. **Peatlands and Climate Change.** Finlândia: International Peat Society, 2008.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. Água no solo. In: _____. **Solos e Fertilidade dos Solo.** 6. ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718p.

VALLADARES, G. S. **Sistema de gestão Territorial da ABAG/RP**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa: Monitoramento por satélite, 2005.

ANEXOS

APÊNDICE A - Análise de variância dos parâmetros avaliados na retenção de água das diversas misturas

Quadro 1: ANOVA com os resultados das análises estatísticas

FV	GL	QM	P(F)
Blocos		147,61	18,61%
Tratamentos (Todos)	79	41294,97	0,00%
Somente Areia (G1)	11	277,69	0,04%
Textura Areia	1	196,42	13,47%
Tensão	5	541,69	0,00%
Interação	5	29,95	88,68%
Somente Substrato (G2)	23	123774,20	0,00%
Origem Substrato	1	37385,63	0,00%
Tipo Substrato (SH)	1	542166,73	0,00%
Tensão	5	298248,66	0,00%
Interações	16	48500,69	0,00%
Substrato e areia (G3)	143	5337,46	0,00%
Textura Areia	1	1811,87	0,00%
% Areia	2	206231,49	0,00%
Origem Substrato	1	18,25	64,79%
Tipo Substrato (SH)	1	1,38	90,00%
Tensão	5	48582,26	0,00%
Interações	133	797,38	0,00%
Entre os grupos (G1, G2 e G3)	2	1889340,84	0,00%
Resíduo	58	87,37	
Total	39		

APÊNDICE B- Análise de variância das regressões dos substratos, provenientes de composto e turfeira, com areia fina e média nas diferentes tensões.

Quadro 2. Análise de variância das regressões dos substratos, provenientes de composto e turfeira, com a granulometria de areia fina nas diferentes tensões

% areia	Origem da SH	SH	Tensão (kPa)	X	Y	Regressões para areia fina					
						FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
0	Composto	AH	0	100	957,80						
25	Composto	AH	0	75	235,93	Trat	4	607804,02	151951,01		
50	Composto	AH	0	50	100,16	Reg.	2	572734,18	286367,09	16,33	5,77%
75	Composto	AH	0	25	55,89	Desv.	2	35069,84	17534,92		
100	Composto	AH	0	0	27,04	R ²	0,9423				
0	Composto	H	0	100	220,58						
25	Composto	H	0	75	107,97	Trat	4	24139,77	6034,94		
50	Composto	H	0	50	61,54	Reg.	2	23681,38	11840,69	51,66	1,90%
75	Composto	H	0	25	45,04	Desv.	2	458,39	229,20		
100	Composto	H	0	0	27,04	R ²	0,9810				
0	Turfeira	AH	0	100	850,95						
25	Turfeira	AH	0	75	208,26	Trat	4	479053,13	119763,28		
50	Turfeira	AH	0	50	87,44	Reg.	2	451427,88	225713,94	16,34	5,77%
75	Turfeira	AH	0	25	49,56	Desv.	2	27625,25	13812,62		
100	Turfeira	AH	0	0	27,04	R ²	0,9423				
0	Turfeira	H	0	100	364,66						
25	Turfeira	H	0	75	137,49	Trat	4	73956,46	18489,11		
50	Turfeira	H	0	50	82,54	Reg.	2	70921,05	35460,52	23,36	4,10%
75	Turfeira	H	0	25	52,40	Desv.	2	3035,41	1517,71		
100	Turfeira	H	0	0	27,04	R ²	0,9590				

Quadro 2. Continuação...

0	Composto	AH	10	100	361,31	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	10	75	109,36	Trat	4	83745,97	20936,49		
50	Composto	AH	10	50	49,78	Reg.	2	80544,07	40272,04	25,16	3,82%
75	Composto	AH	10	25	20,81	Desv.	2	3201,90	1600,95		
100	Composto	AH	10	0	15,05	R ²	0,9618				
0	Composto	H	10	100	177,84	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	10	75	91,13	Trat	4	17754,54	4438,64		
50	Composto	H	10	50	51,00	Reg.	2	17663,83	8831,92	194,73	0,51%
75	Composto	H	10	25	21,96	Desv.	2	90,71	45,35		
100	Composto	H	10	0	15,05	R ²	0,9949				
0	Turfeira	AH	10	100	392,91	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	10	75	105,29	Trat	4	100475,78	25118,95		
50	Turfeira	AH	10	50	49,61	Reg.	2	95541,30	47770,65	19,36	4,91%
75	Turfeira	AH	10	25	20,68	Desv.	2	4934,48	2467,24		
100	Turfeira	AH	10	0	15,05	R ²	0,9509				
0	Turfeira	H	10	100	283,55	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	10	75	110,37	Trat	4	49731,41	12432,85		
50	Turfeira	H	10	50	50,96	Reg.	2	48861,81	24430,91	56,19	1,75%
75	Turfeira	H	10	25	20,05	Desv.	2	869,59	434,80		
100	Turfeira	H	10	0	15,05	R ²	0,9825				
0	Composto	AH	100	100	272,08	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	100	75	85,48	Trat	4	47999,39	11999,85		
50	Composto	AH	100	50	36,56	Reg.	2	46604,87	23302,43	33,42	2,91%
75	Composto	AH	100	25	10,61	Desv.	2	1394,52	697,26		
100	Composto	AH	100	0	13,38	R ²	0,9709				

Quadro 2. Continuação...

0	Composto	H	100	100	163,18	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	100	75	83,58	Trat	4	15341,81	3835,45		
50	Composto	H	100	50	44,74	Reg.	2	15287,70	7643,85	282,52	0,35%
75	Composto	H	100	25	17,21	Desv.	2	54,11	27,06		
100	Composto	H	100	0	13,38	R ²	0,9965				
0	Turfeira	AH	100	100	289,35	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	100	75	75,28	Trat	4	56366,28	14091,57		
50	Turfeira	AH	100	50	25,53	Reg.	2	54137,96	27068,98	24,30	3,95%
75	Turfeira	AH	100	25	8,31	Desv.	2	2228,31	1114,16		
100	Turfeira	AH	100	0	13,38	R ²	0,9605				
0	Turfeira	H	100	100	256,36	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	100	75	98,35	Trat	4	41021,33	10255,33		
50	Turfeira	H	100	50	45,97	Reg.	2	40307,98	20153,99	56,51	1,74%
75	Turfeira	H	100	25	15,50	Desv.	2	713,35	356,67		
100	Turfeira	H	100	0	13,38	R ²	0,9826				
0	Composto	AH	300	100	255,72	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	300	75	80,28	Trat	4	43035,05	10758,76		
50	Composto	AH	300	50	34,33	Reg.	2	41788,39	20894,19	33,52	2,90%
75	Composto	AH	300	25	8,46	Desv.	2	1246,67	623,33		
100	Composto	AH	300	0	9,42	R ²	0,9710				
0	Composto	H	300	100	152,00	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	300	75	78,53	Trat	4	13690,93	3422,73		
50	Composto	H	300	50	42,30	Reg.	2	13642,51	6821,25	281,72	0,35%
75	Composto	H	300	25	15,13	Desv.	2	48,43	24,21		
100	Composto	H	300	0	9,42	R ²	0,9965				

Quadro 2. Continuação...

0	Turfeira	AH	300	100	269,25	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	300	75	68,68	Trat	4	49673,87	12418,47		
50	Turfeira	AH	300	50	21,51	Reg.	2	47689,26	23844,63	24,03	4,00%
75	Turfeira	AH	300	25	6,16	Desv.	2	1984,61	992,30		
100	Turfeira	AH	300	0	9,42	R ²	0,9600				
0	Turfeira	H	300	100	245,64	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	300	75	93,05	Trat	4	38421,57	9605,39		
50	Turfeira	H	300	50	42,03	Reg.	2	37728,44	18864,22	54,43	1,80%
75	Turfeira	H	300	25	13,71	Desv.	2	693,13	346,57		
100	Turfeira	H	300	0	9,42	R ²	0,9820				
0	Composto	AH	500	100	228,69	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	500	75	71,98	Trat	4	35387,79	8846,95		
50	Composto	AH	500	50	31,60	Reg.	2	34330,01	17165,01	32,45	2,99%
75	Composto	AH	500	25	5,74	Desv.	2	1057,77	528,89		
100	Composto	AH	500	0	2,05	R ²	0,9701				
0	Composto	H	500	100	120,59	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	500	75	63,43	Trat	4	9334,98	2333,75		
50	Composto	H	500	50	32,88	Reg.	2	9312,55	4656,28	415,24	0,24%
75	Composto	H	500	25	9,06	Desv.	2	22,43	11,21		
100	Composto	H	500	0	2,05	R ²	0,9976				
0	Turfeira	AH	500	100	240,67	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	500	75	60,87	Trat	4	40876,85	10219,21		
50	Turfeira	AH	500	50	16,42	Reg.	2	39207,16	19603,58	23,48	4,08%
75	Turfeira	AH	500	25	4,36	Desv.	2	1669,70	834,85		
100	Turfeira	AH	500	0	2,05	R ²	0,9592				

Quadro 2. Continuação...

0	Turfeira	H	500	100	198,97	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	500	75	71,35	Trat	4	26433,86	6608,47		
50	Turfeira	H	500	50	27,70	Reg.	2	25883,72	12941,86	47,05	2,08%
75	Turfeira	H	500	25	8,94	Desv.	2	550,15	275,07		
100	Turfeira	H	500	0	2,05	R ²	0,9792				
0	Composto	AH	700	100	202,73	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	700	75	63,32	Trat	4	28145,11	7036,28		
50	Composto	AH	700	50	24,36	Reg.	2	27343,36	13671,68	34,10	2,85%
75	Composto	AH	700	25	4,88	Desv.	2	801,75	400,88		
100	Composto	AH	700	0	1,21	R ²	0,9715				
0	Composto	H	700	100	101,97	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	700	75	51,95	Trat	4	6826,14	1706,53		
50	Composto	H	700	50	25,17	Reg.	2	6811,12	3405,56	453,53	0,22%
75	Composto	H	700	25	6,00	Desv.	2	15,02	7,51		
100	Composto	H	700	0	1,21	R ²	0,9978				
0	Turfeira	AH	700	100	207,78	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	700	75	50,28	Trat	4	30598,38	7649,60		
50	Turfeira	AH	700	50	13,44	Reg.	2	29228,28	14614,14	21,33	4,48%
75	Turfeira	AH	700	25	3,87	Desv.	2	1370,10	685,05		
100	Turfeira	AH	700	0	1,21	R ²	0,9552				
0	Turfeira	H	700	100	161,28	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	700	75	56,24	Trat	4	17433,58	4358,39		
50	Turfeira	H	700	50	21,44	Reg.	2	17025,64	8512,82	41,74	2,34%
75	Turfeira	H	700	25	7,38	Desv.	2	407,94	203,97		
100	Turfeira	H	700	0	1,21	R ²	0,9766				

Quadro 3. Análise de variância das regressões dos substratos, provenientes de composto e turfeira, com a granulometria de areia média nas diferentes tensões

% areia	Origem da SH	SH	Tensão (kPa)	X	Y	Regressões para areia fina					
						FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
0	Composto	AH	0	100	957,80						
25	Composto	AH	0	75	191,77	Trat	4	625319,40	156329,85		
50	Composto	AH	0	50	76,35	Reg.	2	580821,50	290410,75	13,05	7,12%
75	Composto	AH	0	25	46,64	Desv.	2	44497,89	22248,95		
100	Composto	AH	0	0	26,57	R ²		0,9288			
0	Composto	H	0	100	220,58						
25	Composto	H	0	75	108,48	Trat	4	23530,12	5882,53		
50	Composto	H	0	50	67,53	Reg.	2	22967,60	11483,80	40,83	2,39%
75	Composto	H	0	25	48,71	Desv.	2	562,51	281,26		
100	Composto	H	0	0	26,57	R ²		0,9761			
0	Turfeira	AH	0	100	850,95						
25	Turfeira	AH	0	75	203,23	Trat	4	485154,25	121288,56		
50	Turfeira	AH	0	50	76,36	Reg.	2	457756,20	228878,10	16,71	5,65%
75	Turfeira	AH	0	25	44,52	Desv.	2	27398,05	13699,02		
100	Turfeira	AH	0	0	26,57	R ²		0,9435			
0	Turfeira	H	0	100	364,66						
25	Turfeira	H	0	75	139,80	Trat	4	74833,58	18708,39		
50	Turfeira	H	0	50	78,37	Reg.	2	72148,91	36074,46	26,87	3,59%
75	Turfeira	H	0	25	50,45	Desv.	2	2684,66	1342,33		
100	Turfeira	H	0	0	26,57	R ²		0,9641			

Quadro 3. Continuação...

0	Composto	AH	10	100	361,31	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	10	75	90,81	Trat	4	88306,31	22076,58		
50	Composto	AH	10	50	36,56	Reg.	2	83756,83	41878,41	18,41	5,15%
75	Composto	AH	10	25	15,45	Desv.	2	4549,48	2274,74		
100	Composto	AH	10	0	6,26	R ²	0,9485				
0	Composto	H	10	100	177,84	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	10	75	91,25	Trat	4	19210,89	4802,72		
50	Composto	H	10	50	49,94	Reg.	2	19115,32	9557,66	200,01	0,50%
75	Composto	H	10	25	18,30	Desv.	2	95,57	47,79		
100	Composto	H	10	0	6,26	R ²	0,9950				
0	Turfeira	AH	10	100	392,91	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	10	75	105,85	Trat	4	103543,26	25885,82		
50	Turfeira	AH	10	50	44,44	Reg.	2	98686,85	49343,42	20,32	4,69%
75	Turfeira	AH	10	25	17,87	Desv.	2	4856,41	2428,21		
100	Turfeira	AH	10	0	6,26	R ²	0,9531				
0	Turfeira	H	10	100	283,55	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	10	75	108,77	Trat	4	51920,42	12980,11		
50	Turfeira	H	10	50	44,07	Reg.	2	50931,46	25465,73	51,50	1,90%
75	Turfeira	H	10	25	19,20	Desv.	2	988,96	494,48		
100	Turfeira	H	10	0	6,26	R ²	0,9810				
0	Composto	AH	100	100	272,08	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	100	75	71,12	Trat	4	50654,86	12663,72		
50	Composto	AH	100	50	25,17	Reg.	2	48307,77	24153,89	20,58	4,63%
75	Composto	AH	100	25	10,82	Desv.	2	2347,09	1173,54		
100	Composto	AH	100	0	2,84	R ²	0,9537				

Quadro 3. Continuação...

0	Composto	H	100	100	163,18	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	100	75	84,28	Trat	4	16635,59	4158,90		
50	Composto	H	100	50	44,19	Reg.	2	16564,01	8282,01	231,41	0,43%
75	Composto	H	100	25	16,34	Desv.	2	71,58	35,79		
100	Composto	H	100	0	2,84	R ²	0,9957				
0	Turfeira	AH	100	100	289,35	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	100	75	71,81	Trat	4	57793,37	14448,34		
50	Turfeira	AH	100	50	25,30	Reg.	2	54964,93	27482,46	19,43	4,89%
75	Turfeira	AH	100	25	9,62	Desv.	2	2828,44	1414,22		
100	Turfeira	AH	100	0	2,84	R ²	0,9511				
0	Turfeira	H	100	100	256,36	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	100	75	98,45	Trat	4	43598,39	10899,60		
50	Turfeira	H	100	50	38,23	Reg.	2	42886,25	21443,12	60,22	1,63%
75	Turfeira	H	100	25	13,12	Desv.	2	712,14	356,07		
100	Turfeira	H	100	0	2,84	R ²	0,9837				
0	Composto	AH	300	100	255,72	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	300	75	66,64	Trat	4	44871,95	11217,99		
50	Composto	AH	300	50	23,04	Reg.	2	42846,72	21423,36	21,16	4,51%
75	Composto	AH	300	25	9,23	Desv.	2	2025,23	1012,62		
100	Composto	AH	300	0	3,05	R ²	0,9549				
0	Composto	H	300	100	152,00	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	300	75	78,34	Trat	4	14578,96	3644,74		
50	Composto	H	300	50	40,98	Reg.	2	14527,37	7263,69	281,62	0,35%
75	Composto	H	300	25	13,04	Desv.	2	51,58	25,79		
100	Composto	H	300	0	3,05	R ²	0,9965				

Quadro 3. Continuação...

0	Turfeira	AH	300	100	269,25	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	300	75	64,27	Trat	4	50262,33	12565,58		
50	Turfeira	AH	300	50	22,57	Reg.	2	47704,42	23852,21	18,65	5,09%
75	Turfeira	AH	300	25	7,91	Desv.	2	2557,91	1278,96		
100	Turfeira	AH	300	0	3,05	R ²	0,9491				
0	Turfeira	H	300	100	245,64	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	300	75	93,04	Trat	4	40277,14	10069,28		
50	Turfeira	H	300	50	34,29	Reg.	2	39625,88	19812,94	60,85	1,62%
75	Turfeira	H	300	25	11,51	Desv.	2	651,25	325,63		
100	Turfeira	H	300	0	3,05	R ²	0,9838				
0	Composto	AH	500	100	228,69	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	500	75	60,31	Trat	4	36338,35	9084,59		
50	Composto	AH	500	50	19,37	Reg.	2	34778,76	17389,38	22,30	4,29%
75	Composto	AH	500	25	7,18	Desv.	2	1559,59	779,79		
100	Composto	AH	500	0	0,88	R ²	0,9571				
0	Composto	H	500	100	120,59	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	500	75	64,54	Trat	4	9600,47	2400,12		
50	Composto	H	500	50	31,27	Reg.	2	9590,96	4795,48	1008,50	0,10%
75	Composto	H	500	25	7,99	Desv.	2	9,51	4,76		
100	Composto	H	500	0	0,88	R ²	0,9990				
0	Turfeira	AH	500	100	240,67	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	500	75	56,01	Trat	4	40730,77	10182,69		
50	Turfeira	AH	500	50	18,44	Reg.	2	38634,08	19317,04	18,43	5,15%
75	Turfeira	AH	500	25	5,73	Desv.	2	2096,69	1048,35		
100	Turfeira	AH	500	0	0,88	R ²	0,9485				

Quadro 3. Continuação...

0	Turfeira	H	500	100	198,97	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	500	75	67,83	Trat	4	26955,66	6738,91		
50	Turfeira	H	500	50	22,45	Reg.	2	26319,33	13159,66	41,36	2,36%
75	Turfeira	H	500	25	8,26	Desv.	2	636,33	318,17		
100	Turfeira	H	500	0	0,88	R ²	0,9764				
0	Composto	AH	700	100	202,73	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	AH	700	75	51,04	Trat	4	28941,65	7235,41		
50	Composto	AH	700	50	14,53	Reg.	2	27663,45	13831,73	21,64	4,42%
75	Composto	AH	700	25	5,06	Desv.	2	1278,19	639,10		
100	Composto	AH	700	0	0,50	R ²	0,9558				
0	Composto	H	700	100	101,97	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Composto	H	700	75	53,59	Trat	4	7013,66	1753,42		
50	Composto	H	700	50	23,60	Reg.	2	7010,25	3505,12	2052,17	0,05%
75	Composto	H	700	25	5,29	Desv.	2	3,42	1,71		
100	Composto	H	700	0	0,50	R ²	0,9995				
0	Turfeira	AH	700	100	207,78	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	AH	700	75	46,58	Trat	4	30565,57	7641,39		
50	Turfeira	AH	700	50	14,82	Reg.	2	28933,41	14466,71	17,73	5,34%
75	Turfeira	AH	700	25	4,32	Desv.	2	1632,16	816,08		
100	Turfeira	AH	700	0	0,50	R ²	0,9466				
0	Turfeira	H	700	100	161,28	FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
25	Turfeira	H	700	75	51,93	Trat	4	17614,22	4403,56		
50	Turfeira	H	700	50	18,95	Reg.	2	17084,37	8542,18	32,24	3,01%
75	Turfeira	H	700	25	7,18	Desv.	2	529,86	264,93		
100	Turfeira	H	700	0	0,50	R ²	0,9699				

APÊNDICE C- Retenção de água média dos substratos, provenientes de dois materiais (composto e turfeira), com as duas granulometrias de areia (fina e média) nas diferentes tensões.

Quadro 4. Médias da retenção de água dos substratos com 100 % de areia nas diferentes tensões (DMS=24,93)

Granulometria da areia	Tensão (kPa)	Retenção de água média (%)
F	0	27,04
F	10	15,05
F	100	13,38
F	300	9,42
F	500	2,05
F	700	1,21
M	0	26,57
M	10	6,26
M	100	2,84
M	300	3,05
M	500	0,88
M	700	0,50

Quadro 5. Média da retenção de água dos substratos com 100 % de substância húmica (SH) nas diferentes tensões (DMS=27,74)

Origem da SH	SH	Retenção de água média (%)
Turfeira	AH	850,95
Turfeira	AH	392,91
Turfeira	AH	289,35
Turfeira	AH	269,25
Turfeira	AH	240,67
Turfeira	AH	207,78
Turfeira	H	364,66
Turfeira	H	283,55
Turfeira	H	256,36
Turfeira	H	245,64
Turfeira	H	198,97
Turfeira	H	161,28
Composto	AH	957,80
Composto	AH	361,31
Composto	AH	272,08
Composto	AH	255,72
Composto	AH	228,69
Composto	AH	202,73

Quadro 5. Continuação...

Composto	H	220,58
Composto	H	177,84
Composto	H	163,18
Composto	H	152,00
Composto	H	120,59
Composto	H	101,97

Quadro 6. Retenção de água dos substratos com 25, 50 e 75 % de SH e areia fina e média nas diferentes tensões (DMS=32,87)

Granulometria da areia	% areia	Origem da SH	SH	Retenção de água média (%)
F	25	Turfeira	AH	208,26
F	25	Turfeira	AH	105,29
F	25	Turfeira	AH	75,28
F	25	Turfeira	AH	68,68
F	25	Turfeira	AH	60,87
F	25	Turfeira	AH	50,28
F	25	Turfeira	H	137,49
F	25	Turfeira	H	110,37
F	25	Turfeira	H	98,35
F	25	Turfeira	H	93,05
F	25	Turfeira	H	71,35
F	25	Turfeira	H	56,24
F	25	Composto	AH	235,93
F	25	Composto	AH	109,36
F	25	Composto	AH	85,48
F	25	Composto	AH	80,28
F	25	Composto	AH	71,98
F	25	Composto	AH	63,32
F	25	Composto	H	107,97
F	25	Composto	H	91,13
F	25	Composto	H	83,58
F	25	Composto	H	78,53
F	25	Composto	H	63,43
F	25	Composto	H	51,95
F	50	Turfeira	AH	87,44
F	50	Turfeira	AH	49,61
F	50	Turfeira	AH	25,53
F	50	Turfeira	AH	21,51
F	50	Turfeira	AH	16,42
F	50	Turfeira	AH	13,44

Quadro 6. Continuação...

F	50	Turfeira	H	82,54
F	50	Turfeira	H	50,96
F	50	Turfeira	H	45,97
F	50	Turfeira	H	42,03
F	50	Turfeira	H	27,70
F	50	Turfeira	H	21,44
F	50	Composto	AH	100,16
F	50	Composto	AH	49,78
F	50	Composto	AH	36,56
F	50	Composto	AH	34,33
F	50	Composto	AH	31,60
F	50	Composto	AH	24,36
F	50	Composto	H	61,54
F	50	Composto	H	51,00
F	50	Composto	H	44,74
F	50	Composto	H	42,30
F	50	Composto	H	32,88
F	50	Composto	H	25,17
F	75	Turfeira	AH	49,56
F	75	Turfeira	AH	20,68
F	75	Turfeira	AH	8,31
F	75	Turfeira	AH	6,16
F	75	Turfeira	AH	4,36
F	75	Turfeira	AH	3,87
F	75	Turfeira	H	52,40
F	75	Turfeira	H	20,05
F	75	Turfeira	H	15,50
F	75	Turfeira	H	13,71
F	75	Turfeira	H	8,94
F	75	Turfeira	H	7,38
F	75	Composto	AH	55,89
F	75	Composto	AH	20,81
F	75	Composto	AH	10,61
F	75	Composto	AH	8,46
F	75	Composto	AH	5,74
F	75	Composto	AH	4,88
F	75	Composto	H	45,04
F	75	Composto	H	21,96
F	75	Composto	H	17,21
F	75	Composto	H	15,13
F	75	Composto	H	9,06
F	75	Composto	H	6,00

Quadro 6. Continuação...

M	25	Turfeira	AH	203,23
M	25	Turfeira	AH	105,85
M	25	Turfeira	AH	71,81
M	25	Turfeira	AH	64,27
M	25	Turfeira	AH	56,01
M	25	Turfeira	AH	46,58
M	25	Turfeira	H	139,80
M	25	Turfeira	H	108,77
M	25	Turfeira	H	98,45
M	25	Turfeira	H	93,04
M	25	Turfeira	H	67,83
M	25	Turfeira	H	51,93
M	25	Composto	AH	191,77
M	25	Composto	AH	90,81
M	25	Composto	AH	71,12
M	25	Composto	AH	66,64
M	25	Composto	AH	60,31
M	25	Composto	AH	51,04
M	25	Composto	H	108,48
M	25	Composto	H	91,25
M	25	Composto	H	84,28
M	25	Composto	H	78,34
M	25	Composto	H	64,54
M	25	Composto	H	53,59
M	50	Turfeira	AH	76,36
M	50	Turfeira	AH	44,44
M	50	Turfeira	AH	25,30
M	50	Turfeira	AH	22,57
M	50	Turfeira	AH	18,44
M	50	Turfeira	AH	14,82
M	50	Turfeira	H	78,37
M	50	Turfeira	H	44,07
M	50	Turfeira	H	38,23
M	50	Turfeira	H	34,29
M	50	Turfeira	H	22,45
M	50	Turfeira	H	18,95
M	50	Composto	AH	76,35
M	50	Composto	AH	36,56
M	50	Composto	AH	25,17
M	50	Composto	AH	23,04
M	50	Composto	AH	19,37
M	50	Composto	AH	14,53

Quadro 6. Continuação...

M	50	Composto	H	67,53
M	50	Composto	H	49,94
M	50	Composto	H	44,19
M	50	Composto	H	40,98
M	50	Composto	H	31,27
M	50	Composto	H	23,60
M	75	Turfeira	AH	44,52
M	75	Turfeira	AH	17,87
M	75	Turfeira	AH	9,62
M	75	Turfeira	AH	7,91
M	75	Turfeira	AH	5,73
M	75	Turfeira	AH	4,32
M	75	Turfeira	H	50,45
M	75	Turfeira	H	19,20
M	75	Turfeira	H	13,12
M	75	Turfeira	H	11,51
M	75	Turfeira	H	8,26
M	75	Turfeira	H	7,18
M	75	Composto	AH	46,64
M	75	Composto	AH	15,45
M	75	Composto	AH	10,82
M	75	Composto	AH	9,23
M	75	Composto	AH	7,18
M	75	Composto	AH	5,06
M	75	Composto	H	48,71
M	75	Composto	H	18,30
M	75	Composto	H	16,34
M	75	Composto	H	13,04
M	75	Composto	H	7,99
M	75	Composto	H	5,29

APENDICE D: Médias para a retenção de água nos diferentes blocos

Quadro 7. Média para a retenção de água nos blocos

Blocos (Todos)			
Rep.	Total	N	Média
1	14019,69	180	77,89
2	14292,28	180	79,40
3	14310,84	180	79,50
Total	42622,81	540	