

Diego da Silva Tuollo

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE DISPERSÃO DE MATÉRIA  
ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS QUATERNÁRIOS  
DA SERRA DO ESPIGÃO-SC**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-graduação em Geografia da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau de  
Mestre em Geografia  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Accioly  
Teixeira de Oliveira  
Coorientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gisele Leite de  
Lima

FLORIANÓPOLIS  
2015

Turollo, Diego da Silva

Análise de métodos de dispersão de matéria orgânica em sedimentos turfosos Quaternários da Serra do Espigão-SC / Diego da Silva Turollo ; orientador, Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira ; coorientadora, Gisele Leite de Lima. - Florianópolis, SC, 2015.

115 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Quaternário. 3. Turfeira. 4. Sedimentologia. I. Oliveira, Marcelo Accioly Teixeira de. II. Lima, Gisele Leite de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

Diego da Silva Turollo

**ANÁLISE DE MÉTODOS DE DISPERSÃO DE MATÉRIA  
ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS QUATERNÁRIOS  
DA SERRA DO ESPIGÃO-SC**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

Florianópolis, 22 de maio de 2015.

---

Prof. Dr. Márcio Rogério Silveira  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Gisele Leite de Lima, Dr<sup>a</sup>.  
Co-orientadora  
Universidade Federal da Fronteira Sul

---

Prof. Marivaldo dos Santos Nascimento, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Joel Pellerin, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Ney Fett Junior, Dr.  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



“Mas se deixou levar por sua convicção de que os seres humanos não nascem para sempre no dia em que as mães os dão à luz, e sim que a vida os obriga outra vez e muitas vezes a se parirem a si mesmos.”

Gabriel García Márquez



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em todas as suas formas e nomes.

À minha família, meus pais Lurdes e Carlos que me oportunizaram, acreditaram e apoiaram em todas as circunstâncias. A eles todo meu amor e minha gratidão. As minhas irmãs e melhores amigas Kátia e Larissa e meu cunhado Fauzer que ouviram, aconselharam em tantos momentos de desespero e me fortaleceram. E ao meu pequeno Fauzer Junior, que me alegra apenas com seu sorriso.

Ao professor Dr. Marcelo Oliveira pelos ensinamentos, compreensão, paciência, parceria e infinita boa vontade. Com ele aprendi bem mais que Geomorfologia.

À Dra Gisele Lima, grande amiga que foi peça fundamental para construção deste trabalho. Obrigado pela ajuda, pelos conselhos, pelas palavras de carinho, pela paciência e por acreditar em mim e neste trabalho. Principalmente por me lembrar a todo o momento: “Tamo junto”, “Agora ta valendo”.

À Elaine Mitie que não mediu esforços para me ajudar e cujas discussões e apoio psicológico foram fundamentais.

A grande família RRT que me acolheu e se fez, de fato, minha família em Florianópolis. A eles que tanto me ouviram reclamar, chorar, desesperar e que me animaram, mostrando-me as alegrias da vida. Acabo este trabalho com a certeza que ele não chegaria ao fim se não tivesse conhecido vocês. Dentro deste grande grupo, é necessário meu agradecimento especial ao Júlio, Gabriel, Escobar e Fer, que acompanharam de perto toda essa conturbada fase.

Aos amigos e companheiros da pós-graduação: Léia, Rapha, Regi, Karol, Gerly, Jasi, Eliza e Diegão, pessoas que me ajudaram e com quem dividi as peripécias da pós-graduação.

A todos os meus amigos, em diversos lugares, que de alguma maneira torceram e acreditaram em mim.

A CAPES pela concessão da bolsa durante 24 meses;

Aos membros convidados da banca avaliadora, Prof. Dr. Marivaldo Nascimento, Prof. Dr. Joel Pellerin e Prof. Dr. Ney Fett Junior, por aceitarem o convite e, de antemão, pela contribuição a este trabalho.





## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise de métodos de dispersão de matéria orgânica em sedimentos turfosos para análise granulométrica, utilizando amostras coletadas em duas turfeiras, Alzira e Gaviãozinho, localizadas na Serra do Espigão, meio-oeste do estado de Santa Catarina. Este estudo permitiu discutir dados obtidos com análises granulométricas de amostras que foram submetidas a três métodos de pré-tratamentos distintos: dois (Verdade e Vaasma), para sedimentos com elevados teores de matéria orgânica e um (Suguio) para sedimentos com baixo teor de matéria orgânica. Embora os métodos tenham sido considerados eficientes para eliminação da matéria orgânica, o método proposto por Vaasma apresentou ligeira superioridade em relação ao de Verdade. Utilizando ambos os métodos e ainda o método de Suguio para sedimentos com menor teor de matéria orgânica foi possível, através das análises granulométricas, desenvolver uma análise da energia de deposição de sedimentos para cada ambiente permitindo, sob este aspecto, uma comparação entre dois depósitos turfosos.

**Palavras-chave:** Turfeira. Quaternário. Sedimentologia.



## ABSTRACT

This thesis presents a study of two methods of organic matter dispersion from peaty sediments to sieve analysis. The samples used in this research were collected from two peatbogs: Alzira and Gaviãozinho, located in the Serra do Espigão, mid-western state of Santa Catarina, Brazil. Three different methods of pre-treatment of the collected matter were applied, of which two (VERDADE, 1954 AND VAASMA, 2008) were for the sediments with high levels of organic matter and the third (SUGUIO, 1973), for the sediments with low organic matter content. Although the methods have been found to be effective on removal of organic matter, the one proposed by Vaasma (2008) shown to be more efficient than Verdade (1954) technique. An analysis of sediment deposition of energy for each environment was able to be developed by sieve analysis, using both procedures and also Suguio (1973) method for the sediments with lower organic matter content, allowing in this respect a comparison of the two peaty deposits.

**Keywords:** Peatland, Quaternary. Sedimentology.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Serra do Espigão/SC.....	23
Figura 2 - Forma da turfeira Alzira.....	26
Figura 3 - Forma da turfeira Gaviãozinho.....	27
Figura 4 - Representação dos principais tipos de turfeiras. a: swamp; b: swamp florestada; c: raised bog; d: bog florestada (tipo boreal); e: swamp flutuante; f: bog flutuante.....	39
Figura 5 - Destorroamento de amostras em vasilha de cerâmica e almofariz.....	47
Figura 6 – Amostras com solução de (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) levadas à chapa aquecedora a 80°C.....	49
Figura 7 - Centrífuga onde ocorreu a lavagem das amostras.....	50
Figura 8 - Separação de grãos grossos e finos pela peneira de malha 0.0062mm.....	51
Figura 9 - Agitador mecânico e peneiras de separação de grãos.....	51
Figura 10 - Na parte superior da imagem observa-se provetas com os sedimentos em descanso após 24h e na parte inferior podemos observar as provetas com os sedimentos dispersos após agitação.....	52
Figura 11 - Diagrama triangular para a classificação de sedimentos. ...	53
Figura 12 - Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008). Os pontos marcados em vermelho indicam valores no quais a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos estão próximas ou superiores a 10%. .....	58
Figura 13 – Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008) para amostras da turfeira Gaviãozinho. O ponto marcado em vermelho indica valor no qual a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10%.....	60
Figura 14 – Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008) para o conjunto de 23 amostras analisadas. Os pontos marcados em vermelho indicam valores em que a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10%. .....	62
Figura 15 - Diagramas da turfeira Alzira. Em 15.A as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Verdade (1954) adaptado e em 15.B as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Vaasma (2008). Amostra ALZ15 está circulada por ser anômala.....	65

Figura 16 – Diagramas da turfeira Gaviãozinho. Em 16.A as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Verdade (1954) adaptado e em 16.B as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Vaasma (2008). .....	69
Figura 17 - Diagrama de Flemming das amostras da turfeira Alzira processadas pelos três métodos.....	78
Figura 18 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade, nos pontos de sondagem e de coleta de material para análise sedimentológica da turfeira Alzira.....	81
Figura 19 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade.....	82
Figura 20 - Diagrama de Flemming (2000) com os três métodos de preparação de amostras para análise granulométrica na turfeira Gaviãozinho.....	84
Figura 21 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade, nos pontos de sondagem e de coleta de material para análise sedimentológica da turfeira Gaviãozinho. ....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual de dispersão da matéria orgânica pelos métodos propostos por Verdade (1954) e Vaasma (2008) nas amostras da turfeira Alzira. ....	57
Tabela 2 - Percentual de dispersão da matéria orgânica pelos métodos propostos por Verdade (1957) adaptado e Vaasma (2008) nas amostras da turfeira Gaviãozinho. ....	59
Tabela 3 – Dados totais das amostragens comparáveis nos métodos de pré-tratamentos para eliminação de matéria orgânica. ....	61
Tabela 4 - Índices de correlação das frações da turfeira Alzira. ....	72
Tabela 5 - Índices de correlação das frações da turfeira Alzira. ....	72





## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios mais utilizados na classificação de ecossistemas de turfeiras.....	36
Quadro 2 - Classificação de turfeiras sob o critério ecológico. ....	38
Quadro 3 - Escala de Von Post – classifica o grau de decomposição da matéria orgânica formadora da turfa. ....	40
Quadro 4- Tipos de sedimentos e classes texturais contidas no diagrama triangular para a classificação textural proposta por Flemming (2000).54	
Quadro 5 - Mudança de classes texturais de Flemming (2000) da turfeira Alzira. ....	66
Quadro 6 - Mudança de classes texturais da turfeira Gaviãozinho. ....	70
Quadro 7 - Tendência de mudança textural da turfeira Alzira. ....	75
Quadro 8 - Quadro de tendência de mudança textural da turfeira Gaviãozinho.....	75
Quadro 9- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira... 103	
Continuação do Quadro 9- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira .....	104
Continuação do Quadro 9- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira .....	105
Quadro 10 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira 105	
Continuação Quadro 10 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira .....	106
Continuação Quadro 10 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira .....	107
Quadro 11- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.....	107
Continuação Quadro 11- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.....	108
Quadro 12- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.....	109
Continuação Quadro 12- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.....	110
Quadro 13 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Alzira quando processadas pelo método de Verdade (1954)..	111
Quadro 14 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Alzira quando processadas pelo método de Vaasma (2008). .	112
Quadro 15 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho quando processadas pelo método de Verdade (1954).....	113

Quadro 16 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho quando processadas pelo método de Vaasma (2008). .....	113
Quadro 17 – Mudança textural pelo diagrama de Flemming (2000) das amostras comparáveis e descrição de camp.....	115

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>23</b>
2.1.O PLANALTO DO MEIO-OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA .....	24
2.1.1.A Serra do Espigão.....	24
2.1.1.1.As turfeiras Alzira e Gaviãozinho.....	25
<b>3.DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS: SEDIMENTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DE TURFEIRAS.....</b>	<b>29</b>
3.1.DEPÓSITOS SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS E SUA RELEVÂNCIA.....	29
3.1.1.Estudos de Depósitos Quaternários Continentais no Brasil .....	30
3.2.ESTRATIGRAFIA DE DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS .....	32
<b>4.TURFEIRAS E TURFAS .....</b>	<b>35</b>
4.1.CLASSIFICAÇÃO DE TURFEIRAS .....	36
4.2.TIPOS DE TURFEIRA A PARTIR DO GRAU DE DECOMPOSIÇÃO E FORMAÇÃO VEGETAL .....	39
4.3.SEDIMENTOLOGIA DE TURFEIRAS .....	41
4.4.PROBLEMA DA ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS.....	43
<b>5.METODOLOGIA UTILIZADA.....</b>	<b>45</b>
5.1.ATIVIDADES DE CAMPO E COLETAS DE MATERIAL .....	45
5.2.ANÁLISE DE LABORATÓRIO.....	46
5.2.1.Classificação a partir do Grau de Decomposição–Técnica de Von Post .....	46
5.2.2.Divisão das Amostras e Escolha do Método de Dispersão de Matéria Orgânica .....	46
5.3.PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	47
5.4.DISPERSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS SÍLTICOS E ARGILOSOS .....	47
5.4.1.Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Proposta por Suguio (1973) .....	48
5.4.2.Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Adaptada de Verdade (1954) .....	48
5.4.3.Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Proposta por Vaasma (2008) .....	49
5.5.SEPARAÇÃO DE GRÃOS POR VIA ÚMIDA .....	50
5.5.1.Determinação das Frações Grossas.....	51
5.5.2.Determinação das Frações Finas.....	52
5.6.TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	53

5.6.1 Universo Amostral e Apresentação dos Resultados .....	55
<b>6. ANÁLISE DOS MÉTODOS DE DISPERSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA.....</b>	<b>57</b>
6.1. ESTIMATIVA DOS PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA SEGUNDO OS MÉTODOS ABORDADOS .....	57
6.1.2. A Classificação Granulométrica de Flemming (2000) para a Avaliação dos Métodos de Pré-Tratamento para Dispersão da Matéria Orgânica .....	63
6.1.3 Análise Detalhada das Frações Granulométricas entre os Dois Métodos de Processamento Estudados .....	71
6.2 Avaliação global dos métodos de dispersão de matéria orgânica em sedimentos turfosos .....	73
<b>7. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DEPOSICIONAL DAS TURFEIRAS ESTUDADAS .....</b>	<b>77</b>
7.1. TURFEIRA ALZIRA.....	77
7.1.1 Classificação dos Depósitos da Turfeira Alzira no Diagrama de Flemming (2000).....	77
7.1.2 Análise da Variação da Fração Areias ao Longo da Profundidade na Turfeira Alzira .....	80
7.2 TURFEIRA GAVIÃOZINHO .....	83
7.2.1 Classificação dos Depósitos da Turfeira Gaviãozinho no Diagrama de Flemming (2000).....	83
7.2.2 Análise da Variação da Fração Areias ao Longo da Profundidade na Turfeira Gaviãozinho .....	87
7.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS AMBIENTES ESTUDADOS ..	89
<b>8 . CONCLUSÕES .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE A– Tabelas de Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira e Gaviãozinho .....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE B - Tabelas de frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira e Gaviãozinho .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE C – Mudança das classes texturais das amostras comparáveis do diagrama de Flemming (2000) e caracterização de campo.....</b>	<b>115</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Turfeiras são ecossistemas alagados onde se desenvolvem as turfas, depósitos sedimentares originados pela lenta decomposição, parcial ou total, de restos vegetais preservados devido ao predomínio de condições anaeróbicas de decomposição (OLIVEIRA *et. al.*, 2006; BEHLING *et. al.*, 2007). Essas áreas recobrem aproximadamente 400 milhões de hectares da superfície do planeta, distribuídas em mais de 130 países (HOLDEN, 2004) e possuem, portanto, diversas tipologias de acordo com o clima, topografia, geologia e hidrologia, variando suas características conforme o tipo de material vegetal que compõe a matéria orgânica e o seu grau de humificação (CHARMAN, 2002).

Registros preservados em turfeiras são objetos de estudo importante para compreender as adaptações da vegetação às mudanças climáticas locais e globais, fornecendo dados representativos (*proxy data*) destas mudanças e de seus efeitos (OLIVEIRA, 2010). No entanto, estudos dessa natureza são complexos e, no Brasil, ainda são relativamente escassos. As diferentes formas, tipologias e gêneses das turfeiras dificultam pesquisas associadas à caracterização paleoambiental.

Utilizando a ótica da ecologia para classificação de turfeiras, são conhecidos dois tipos principais de turfeiras, as minerotróficas/reotróficas e as ombrotróficas: minerotróficas/reotróficas: desenvolvem-se em topografia deprimidas, apresentam pH elevado, grande diversidade de espécies e entrada de água por escoamento superficial e subsuperficial; ombrotróficas: caracterizam-se como domeadas, apresentam baixo pH, pequena diversidade de espécies e são alimentadas, exclusivamente, por águas de precipitação.

Para esse tipo de estudo, resultados associados às turfeiras que são classificadas como minerotróficas que traz como consequência o fato de que os depósitos turfosos estudados contêm diferentes proporções de sedimentos clásticos associados a fluxos de escoamento. Caracterizadas assim são as turfeiras de planalto estudadas neste trabalho, que estão localizadas no chapadão da Serra do Espigão, no Meio Oeste do estado de Santa Catarina estudadas nesta pesquisa.

A textura dos sedimentos fornece informações diversificadas e importantes sobre a natureza do ambiente (VAASMA, 2008). Uma técnica eficiente e muito utilizada no estudo de solos e de sedimentos para a determinação do tamanho das suas partículas é a análise granulométrica (SUGUIO, 1973). Porém, em materiais muito finos, quando os sedimentos contêm teores importantes de matéria orgânica e lama, pode

ocorrer a agregação de compostos orgânicos aos grãos siliciclásticos (VAASMA, 2008), interferindo nos resultados granulométricos finais.

Essa é uma dificuldade enfrentada na análise sedimentológica de materiais turfosos, que são caracterizados por elevados teores de matéria orgânica, diminuindo a confiabilidade de análises granulométricas para esse tipo de material. Assim, são utilizados pré-tratamentos de amostras para que ocorra a dispersão de matéria orgânica antes do início da análise granulométrica. O método de dispersão da matéria orgânica, porém, varia de acordo com o intuito do estudo e com os materiais estudados.

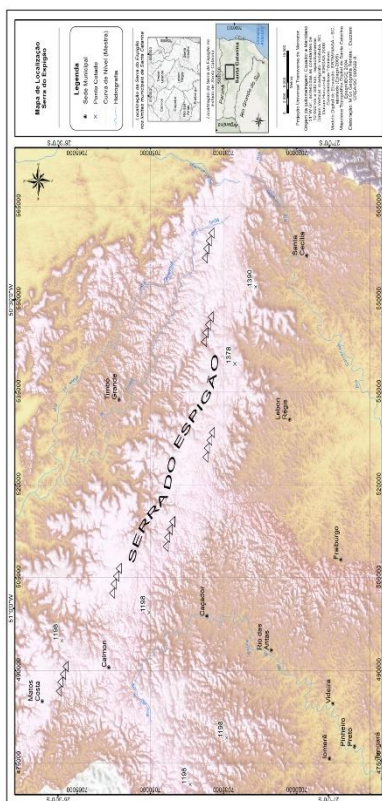
Portanto, o objeto de estudo desta pesquisa consiste na avaliação de métodos de pré-tratamento para a eliminação de matéria orgânica de sedimentos de turfeiras. Um dos métodos considerados, descrito por Suguio (1973), consiste na utilização de solução de 15% de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Outro método, adaptado de Verdade (1954), no qual se utilizou, progressivamente, soluções de 20%, 30%, 40% e 50% de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) para efetuar a dispersão. Um terceiro método, proposto por Vaasma (2008), utiliza ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio e hidróxido de potássio ( $HCl + H_2O_2 + KOH$ ) como pré-tratamentos para a análise granulométrica de depósitos turfosos.

O tema desta pesquisa, portanto, está inserido no contexto dos projetos de pesquisa que têm sido desenvolvidos no Laboratório de Geodinâmica Superficial (LAGES) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que abordam depósitos turfosos enquanto fontes múltiplas de dados paleoambientais. Esta dissertação de mestrado está inserida no projeto “Efeitos de mudanças climáticas nos Campos e Florestas com Araucária no Meio-Oeste catarinense: valorização dos registros palinológico e estratigráfico de turfeiras da Serra do Espigão”, que faz parte da rede de pesquisa do programa Sisbiota-Brasil “Variações composicionais da vegetação em função de mudanças ambientais naturais e induzidas: estratigrafia, palinologia e sistemas de informação geográfica em áreas de campos sulinos, cerrados e caatinga”.

## 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

A Serra do Espigão localiza-se no meio-oeste do estado de Santa Catarina, a nordeste de São Sebastião do Sul, município de Lebon Régis (Figura 1). Os depósitos de turfeiras estudados nesta pesquisa distam aproximadamente 3.124 metros um do outro e são depósitos nomeados “Alzira” e “Gaviãozinho”, os quais apresentam características distintas de forma do alagado, composição do material e dinâmica de formação; fatos que despertaram o interesse de estudo nessas localidades.

Figura 1 - Mapa de localização da Serra do Espigão/SC.



Fonte: Renata Duzzionni, 2015.

## 2.1. O PLANALTO DO MEIO-OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

O Planalto do Meio Oeste Estado de Santa Catarina compõe os planaltos sulinos, sustentados por derrames básicos da Formação Serra Geral. Apresenta-se constituído por degraus estruturais cobertos por camadas gondwânicas, originando as chamadas escarpas triássico-jurássicas que, em um plano de declive, estendem-se transversalmente sobre o Estado, dando origem ao relevo esculpido sobre rochas vulcânicas básicas. A feição geológica que leva o nome de Serra da Boa Esperança no pedestal da *cuesta*, no estado do Paraná, estende-se pelo Estado de Santa Catarina com a denominação Serra do Espigão (MAACK, 1947).

### 2.1.1. A Serra do Espigão

A Serra do Espigão caracteriza-se, geomorfologicamente, pelo Planalto do Oriente e Planalto do Meio Oeste (PELUSO JUNIOR, 1986). Importante divisor de águas do Planalto do Interior de Santa Catarina, esta feição geológica separa as águas que rumam para o Rio Iguaçu e as que rumam para o Rio Uruguai, alimentando nascentes de importantes rios do Meio-Oeste do Estado.

Geologicamente a Serra do Espigão é delimitada por escarpas íngremes, sustentadas por derrames basálticos do Grupo São Bento, da Formação Serra Geral (ZANINI *et al.*, 1997). Estes planaltos sulinos são constituídos pela escarpa dissecada, onde se formam canhões e morros testemunhos estendendo-se no sentido NW-SE, cujas altitudes chegam a 1.400 metros. A serra apresenta afloramentos do Grupo São Bento com paredões do Arenito Botucatu e na base afloram camadas deposicionais da Formação Rio do Rasto, do grupo Passa Dois, dividindo-se em membros Serrinha e Morro Pelado (MAACK, 1947).

Definida como Planalto Oriental da Bacia do Rio Uruguai (PELUSO JUNIOR, 1986), a área de estudo apresenta altitudes superiores a 1000 m e clima subtropical úmido mesotérmico, com chuvas bem definidas durante todos os meses do ano e ausência de estações secas, com precipitação anual que varia de 1400 a 1600 mm. A temperatura média anual é de 16° C (SANTA CATARINA, 1986)

A vegetação original (SANTA CATARINA, 1986) é composta de mosaico de Campos de Altitude e Floresta Ombrófila Mista com sub-bosque de Lauráceas. Estão presentes no local de estudo angiospermas,



coníferas, gramíneas lenhosas e florestas de galeria que intercalam com plantio recente de *Pinus* sp.

Dispersas em meio à vegetação descrita, apresentam-se depósitos de turfas com formas irregulares e morfologias de detalhe ainda não descritas. Constituem banhados de tamanhos variados, considerando-se o padrão das turfeiras de planalto sulinas. Nesses ambientes desenvolvem-se gramíneas, ciperáceas e juncáceas intercaladas com capões e matas-galeria, em pequenas depressões e vales.

#### *2.1.1.1. As turfeiras Alzira e Gaviãozinho*

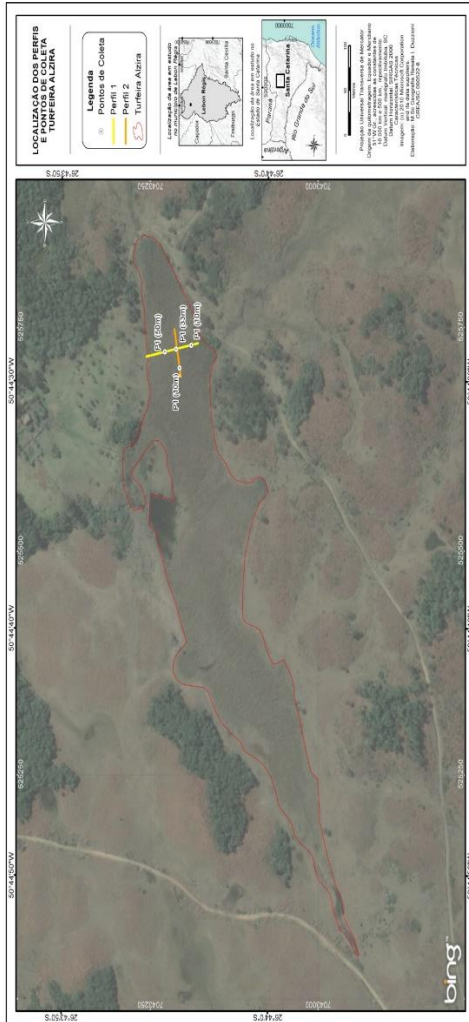
A turfeira estudada na localidade denominada Alzira se desenvolveu em uma depressão fechada de forma alongada (Figura 2), aparentemente alinhada às estruturas rúpteis das rochas efusivas locais. Esse fato a caracteriza como turfeira que se desenvolveu em ambiente úmido relativamente enclausurado, no qual não são identificados claramente, em uma primeira abordagem (interpretação de imagens remotas, por exemplo), os locais de entrada e saída de água do sistema. Com efeito, após inspeção em campo, verifica-se que as águas de escoamento drenam a partir de suas extremidades NE e SW, ao longo do comprimento da turfeira e tendem a sair do sistema pelo lado N-NW, onde uma barragem foi construída para aproveitamento das suas águas. O sistema de drenagem, portanto, assume configuração pouco comum, delineando uma bacia extremamente alongada lateralmente, com fluxo principal dirigido transversalmente ao longo de suas distâncias mais curtas.

Essa configuração em si sugere morfogênese relativamente recente da bacia, ainda sob forte influência do arcabouço estrutural (provavelmente zonas de diaclasamento), o que se comprova em campo pela proximidade do embasamento em relação aos depósitos quaternários. Testemunho coletado para análise palinológica nessa turfeira teve a sua base datada de aproximadamente 24.000 anos A.P. pelo radiocarbono.

A turfeira Gaviãozinho, apresenta-se associada à uma rede hidrográfica relativamente desordenada, formando também área de topografia rebaixada, mas onde se vislumbra claramente, em uma primeira abordagem, o sentido de escoamento das águas que circulam no sistema. Nesse caso, o escoamento se verifica ao longo de suas distâncias maiores, seguindo padrão de acordo com a noção de vale, no sentido NE-SW da Figura 3. Em geral, porém, as turfeiras na área de estudo não apresentam organização clara da drenagem, com ocorrência frequente de

pequenas elevações ilhadas, cercadas de turfa, nas quais afloram rochas do embasamento efusivo.

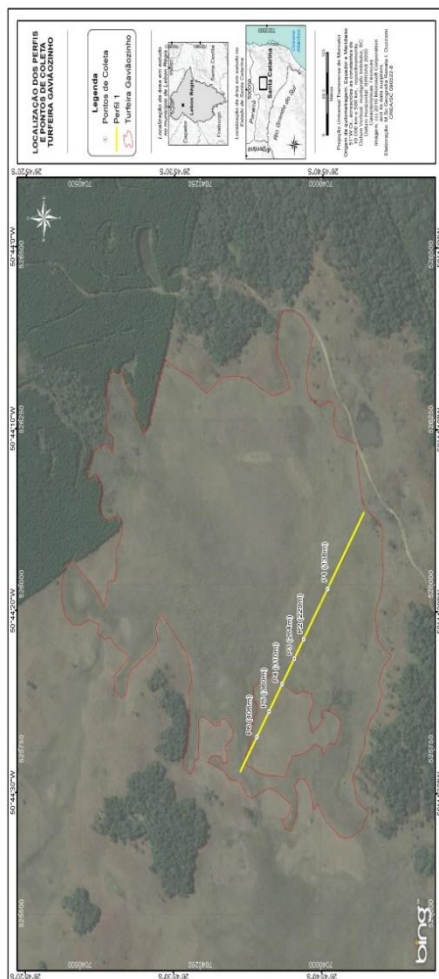
Figura 2 - Forma da turfeira Alzira.



Elaboração: Renata Duzzioni.

Supõe-se que a orientação predominante dos vales deve estar condicionada pelo padrão de fraturamento local das rochas, propiciando a formação de depressões no terreno, sob o efeito do intemperismo, nas quais os depósitos turfosos se acumularam.

Figura 3 - Forma da turfeira Gaviãozinho.



Elaboração Renata Duzzioni, 2015.

A partir da caracterização de cada turfeira em campo e dos mapas apresentados, observam-se diferenças importantes entre as duas turfeiras em análise. Ainda que estejam próximas, a dinâmica de acumulação dos sedimentos foi provavelmente diferente, tendo em vista suas morfologias distintas, associadas à direção e organização da drenagem. No caso da turfeira desenvolvida na localidade Alzira (T1), temos bacia alongada, em depressão fechada, com a drenagem principal orientada perpendicularmente ao eixo maior da depressão. Essa geometria, em princípio, não apresenta condição favorável para o transporte de sedimentos ao longo de distâncias importantes, criando unidade de relevo onde, provavelmente, depósitos de granulometria mais fina tenderiam a ser preservados em função das linhas de drenagem menos desenvolvidas características de ambiente sedimentar relativamente confinado.

No caso da turfeira da localidade Gaviãozinho (T2), apesar do padrão também desorganizado da drenagem, esta se distribui ao longo de ligeiro declive orientado para SW, que continua para além dos limites da figura, constituindo depressão topográfica de formato irregular, entretanto que mais se aproxima da noção comum de vale, com terrenos rebaixados ao longo de declive melhor definido do que no caso anterior (T1). Os depósitos da turfeira T2 (Gaviãozinho), portanto, podem apresentar sedimentos cuja granulometria, em média, seria mais grossa do que a dos sedimentos gerados na turfeira T1 (Alzira).

O estudo dessas turfeiras visa, portanto, avaliar a utilização de métodos de dispersão de matéria orgânica para caracterização granulométrica aplicados a depósitos turfosos, aproveitando os resultados gerados para testar hipóteses de energia deposicionais sugeridas pela morfologia e configuração geral dos seus ambientes de formação (turfeiras).

### **3. DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS: SEDIMENTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DE TURFEIRAS**

No período Quaternário, mudanças ambientais espaciais e temporais significativas são identificadas em curto intervalo de tempo (MOURA, 1986), representados através de um mosaico de paisagens, sequências sedimentares, vestígios florísticos e faunísticos além de artefatos humanos (LOWE; WALKER, 1984). A partir desses registros é possível compreender a dinâmica geomorfológica pretérita, suas associações com processos de escoamento sobre o relevo, suas interações com a distribuição dos organismos vivos e suas relações com variações e mudanças climáticas pretéritas. O que fornece, conseqüentemente, subsídios para a compreensão dos ambientes atuais e para o planejamento de possíveis futuros ambientes. Dessa forma, estudos do Quaternário caracterizam-se como um importante campo de pesquisa, propiciando o estudo da evolução recente de fenômenos naturais associados à dinâmica terrestre e às suas interações com o ser humano e a sociedade (SUGUIO, 1973).

#### **3.1. DEPÓSITOS SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS E SUA RELEVÂNCIA**

O período Quaternário é caracterizado por mudanças climáticas globais que alternaram períodos glaciais e interglaciais (SUGUIO, 1999) ocorridas por combinações de uma série de variáveis astronômicas (SALGADO-LABOURIAU, 1994). Tais alternâncias culminaram em mudanças ambientais, produzindo efeitos nas taxas de intemperismo e de pedogênese, na variação do nível dos oceanos e dos regimes pluviais e fluviais, contribuindo, portanto, para a contínua transformação da paisagem e do relevo (MOURA, 1986). Transformações dessa natureza ficam preservadas em depósitos sedimentares e possibilitam a interpretação de ambientes passados.

Esse período também é conhecido “idade das glaciações” e “idade do homem” posto, respectivamente, a alternância climática e a intensificação das atividades antrópicas que o caracterizam. Com efeito, embora não necessariamente por esse motivo, o início formal do Quaternário (2,56 Ma) coincide, hoje, com o aparecimento dos primeiros representantes do gênero *Homo*, há aproximadamente 2,7 milhões de anos. Sendo esse o período de tempo geológico mais próximo do presente, ele dispõe de quantidade importante de informação ainda bem preservada em depósitos inconsolidados. Assim, somente os estudos do Quaternário

são capazes de estabelecer elo relativamente consistente entre o passado geologicamente recente e o presente, o que possibilita ainda considerações sobre prognósticos futuros, em função da similaridade de processos deposicionais e intempéricos e da proximidade do registro fóssil com espécies ainda vivas. A principal dificuldade de estudos como o desta dissertação, porém, reside na qualidade do seu registro deposicional, que é caracterizado pela baixa resolução temporal e pela existência de importantes lacunas, típicas de ambientes continentais (SUGUIO, 1999).

Parte preponderante da paisagem atual da superfície terrestre teve sua formação durante o Quaternário, gerando formas de relevo e depósitos criados por processos paleo-hidrológicos (BIGARELLA *et al.*, 1994) e/ou neotectônicos (SAADI *et al.*, 2005). Assim, evidencia-se que depósitos Quaternários resultam de processos geomorfológicos associados às condições paleoclimáticas e neotectônicas regionais e locais, representando fonte importante de informação paleoambiental e espacial para a organização de intervenções antrópicas sobre o meio físico (SUGUIO, 1973).

### **3.1.1. Estudos de Depósitos Quaternários Continentais no Brasil**

Os depósitos Quaternários continentais, em geral, são caracterizados pela escassez de informação espacial, em função de sua fragmentação e pela baixa resolução temporal de seus registros deposicionais (THOMAS & THORP, 1995). No Brasil, tais estudos apresentam-se, frequentemente, assistemáticos, sendo que poucos têm maior detalhamento de sequências estratigráficas que levam a cronologia de eventos e a dinâmica de evolução e sedimentação da evolução geomorfológica (MOURA; SILVA, 1998).

As áreas continentais que não foram diretamente afetadas pelas glaciações quaternárias, por se localizarem nos trópicos e subtropicais úmidas (THOMAS; THORP, 1995), apresentam sequências deposicionais e estruturas sedimentares que têm sido utilizadas como indicadores de mudanças climáticas (BIGARELLA *et al.*, 1965a; WATSON *et al.*, 1984; MOURA; MEIS, 1986; THOMAS, 1994; THOMAS; THORP, 1995; CLARKE *et al.*, 2003), proporcionando maior detalhamento para a compreensão da evolução do relevo (THOMAS; THORP, 1995).

Estudos realizados em diferentes lugares do mundo indicam a validade dos colúvios e alúvios como fontes auxiliares de caracterização ambiental (LIMA, 2010), uma vez que o processo de sua gênese depende

de eventos erosivos refletindo a frequência de precipitação elevadas, a remoção ou degradação da cobertura vegetal ou a combinação destes dois fatores (THOMAS, 1994). Pode-se citar os trabalhos de Watson *et al.* (1984) no sul da África, Moura e Meis (1986) no Brasil, Reneau *et al.* (1989) nos EUA, Thomas e Thorp (1995) em diferentes áreas dos trópicos úmidos, Modenesi-Gauttieri e Toledo (1996) no Brasil, Nemeç e Kazancı (1999) no centro-oeste de Anatólia (Turquia) e de Clarke *et al.* (2003) na África do Sul.

No Brasil, durante muito tempo, estudos do Quaternário, especificamente em ambiente continental, foram pautados por depósitos aluviais e colúviais, justamente por estes serem fontes de informações paleoambientais (THOMAS, 2000). Esses depósitos estão associados às bacias hidrográficas, com acumulação de processos hidrológicos em vales de ordem variada, em encostas e em planícies litorâneas.

Embora seja possível encontrar depósitos transicional/marinho e continentais que foram formados durante o Último Máximo Glacial (UMG), e mesmo anteriores, associados à última e penúltima glaciação (OLIVEIRA *et al.*, 2008), sedimentos glaciais ou periglaciais não ocorrem no Brasil, já que as glaciares quaternários não se desenvolveram em nosso território, em função da ausência de cadeias de montanhas (SUGUIO, 2004). Porém, em função da alternância de estágios glaciais e interglaciais ao longo do Quaternário, Ab'saber (1971) relaciona períodos glaciais no Brasil às condições mais áridas, devido ao declínio mundial de precipitação pluvial, em decorrência do aumento das geleiras nos polos e decorrente diminuição do nível dos oceanos. Nos períodos entre as glaciações, haveria, segundo esse autor, mudança climática para condições mais úmidas tropicais. Utilizando a abordagem morfoclimática, Bigarella e colaboradores: Bigarella & Ab`Saber (1964), Bigarella, *et al.* (1965a) Bigarella & Andrade (1965), Bigarella (1971), foram pioneiros ao desenvolverem pesquisas sistemáticas nas regiões Sul, Sudeste, e Nordeste, atribuindo a gênese de depósitos e formas do relevo à alternância climática glacial e interglacial do Quaternário. Segundo essa abordagem, depósitos quaternários são criados pela transformação do relevo gerada por fases de erosão e deposição causadas pelas mudanças climáticas quaternárias. Em uma primeira abordagem, pretendia-se associar formas de relevo e depósitos correlativos (BIGARELLA *et al.*, 1965a), mas o caráter típico de depósitos continentais não permite correlações espaciais consistentes.

Assim, em geral, períodos glaciais ficaram associados a clima semiárido, ao intemperismo físico das rochas e à degradação lateral de encostas, com formação de pedimentos e agradação dos fundos dos vales.

Por outro lado, períodos de clima interglacial são associados ao intemperismo químico, gerando espessos mantos de alteração, e a incisão vertical da rede fluvial, provocando dissecação do relevo e criando níveis de pedimentos e de terraços fluviais (BIGARELLA *et. al.*, 1965a; BIGARELLA; MOUSINHO 1965b).

Depósitos quaternários distribuem-se amplamente sobre os continentes e fundos oceânicos nos quais depósitos espessos preservam diversas evidências cronológicas e paleoambientais (SUGUIO, 1973). Esses depósitos apresentam-se distribuídos irregularmente, em diversas formas de relevo, (MOURA, 1998), com conteúdo sedimentar mais ou menos preservado, segundo as zonas climáticas na quais esses depósitos são estudados. Em geral, em locais de altitudes mais elevadas e com climas de temperaturas mais amenas, como nos planaltos do Sul do Brasil, esses depósitos são relativamente bem preservados e permitem interpretação paleoambiental com alcance considerável em relação ao domínio tropical (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Em função disso, projetos de pesquisa têm sido desenvolvidos sobre esse tema na UFSC, entre os quais se encontra o projeto em cujo contexto esta dissertação está inserida.

### 3.2. ESTRATIGRAFIA DE DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS

Estratigrafia: *stratum* (estrato) e *graphia* (descrição), ou seja, descrição ou ciência dos estratos, entendidos como camadas de rochas sedimentares (MENDES, 1985). Muito utilizada em pesquisas multidisciplinares ligadas à caracterização paleoambiental e aplicada à localização de jazidas minerais e lençóis aquíferos, ela pode ser compreendida como a ciência que se ocupa em compreender a sucessão das rochas (sejam elas sedimentares ou não) e correlacioná-las a processos e eventos geológicos no tempo e no espaço, possibilitando a reconstrução da história geológica da Terra e da evolução da vida no planeta (KOUTSOUKOS, 2005).

O objetivo da Estratigrafia é sistematizar o conhecimento sobre rochas, possibilitando o estabelecimento de unidades e sequências estratigráficas (SUGUIO, 2004). Estudos interdisciplinares recorrem à Estratigrafia como ferramenta para analisar e compreender depósitos quaternários, por exemplo. A análise estratigráfica correlaciona e sistematiza os sedimentos encontrados e permite o esboço da reconstituição do ambiente predominante durante sua gênese. Sedimentos acumulados em depósitos quaternários podem possibilitar interpretação do ambiente de sedimentação local, contribuindo para interpretações de cunho paleoambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2012).



O reconhecimento estratigráfico de depósitos sedimentares quaternários apresenta um desafio metodológico importante, por conta do caráter descontínuo e irregular desses depósitos, além dos intervalos temporais variáveis (MOURA, 1998).

Unidades estratigráficas podem ser definidas através da cronoestratigrafia, da litoestratigrafia e da bioestratigrafia, e são utilizadas em análises de sedimentos antigos, uma vez que critérios cronológicos, litológicos e paleontológicos são facilmente aplicáveis. No entanto, na sistematização dos depósitos quaternários, especialmente de natureza continental, a irregularidade e descontinuidade temporal, espacial e de sedimentação dificulta o uso dessas unidades, fazendo-se necessária a utilização de outros critérios para a definição de unidades estratigráficas (MOURA, 1998; LIMA, 2010). Nesse sentido, uma possibilidade é a utilização das chamadas “*novas estratigrafias*” (WALKER, 1990) que propõem uma subdivisão de sequências em pacotes genéticos separados por superfícies de discordância (SUGUIO, 2004), como a Aloestratigrafia.

No Brasil, porém, depósitos quaternários importantes como os depósitos turfosos não foram ainda devidamente integrados a esses esforços de pesquisa, provavelmente em função da escassa produção sobre o tema em nosso país e na América do Sul em geral. Com efeito, no que se refere às pesquisas do Quaternário, depósitos turfosos têm sido explorados no Brasil, sobretudo, por estudos palinológicos (BEHLING, 2002; BAUERMANN, 2002) voltados para a caracterização paleoclimática, sendo o seu potencial estratigráfico praticamente ignorado até o momento (OLIVEIRA *et al.*, 2012).



#### 4. TURFEIRAS E TURFAS

Turfeiras são ecossistemas alagados bastante frágeis, mas com importantes funções ambientais e hidrológicas (THOMPSON *et al.*, 1995). A maioria das turfeiras se forma como zonas úmidas, sobre substrato mineral, e tornam-se zonas úmidas com acumulações orgânicas através de um processo de sucessão (CHARMAN, 2002). Nesses ambientes formam-se as turfas.

Turfa é uma substância fóssil, sobretudo orgânica, originada pela lenta decomposição de restos vegetais, associada a áreas alagadiças como várzeas de rios, planície costeira e regiões lacustres (FRANCHI, 2004). Material animal também está presente em turfas, mas sem muita representatividade em termos da massa total do material (CHARMAN, 2002). Devido à saturação em água desses ambientes, o oxigênio é reduzido, impossibilitando a oxidação de maneira rápida dos materiais e inibindo a decomposição da matéria orgânica (SHOTIK, 1991). Assim, ocorre o armazenamento de carbono que deveria ser liberado para a atmosfera em forma de gás, que fica preservado nos materiais na forma de tecidos vegetais e de animais que formam a turfa (BRADY, 1989).

O emprego da turfa para a sociedade é diversificado. Como combustível, é utilizada há mais de dois mil anos. É utilizada de forma sistemática, no Brasil, na horticultura, para melhorar a qualidade do solo. Turfeiras são conhecidas ainda como ambientes conservadores notórios de conteúdo arqueológico. Seus depósitos são utilizados ainda como fonte de substâncias para a peloterapia (grego *pelós*= lodo, lama) (FRANCHI, 2004). Turfeiras constituem sumidouros clássicos de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono, além de possuírem elevado potencial para a preservação de indicadores de história natural do Holoceno e do Pleistoceno (BEHLING, 1997). Sua importância em estudos do Quaternário, portanto, abrange tópicos como oscilações climáticas, sucessão florística e taxas de erosão (OLIVEIRA *et al.*; 2012).

Segundo o Internacional *Peat Society* - IPS (1997) quanto mais quente o clima, mais rapidamente o material turfoso é decomposto. A taxa de acumulação é maior onde a temperatura seja elevada o suficiente para manter o crescimento vegetal, mas baixa o suficiente para impedir uma atividade microbiológica muito intensa (FRANCHI, 2004). Essas condições são mais frequentes em latitudes elevadas do Hemisfério Norte, sendo, portanto, nessas áreas continentais onde se encontram as maiores áreas de turfeiras do planeta, cujas características se diferem das turfeiras encontradas no Hemisfério Sul.

Diferentemente das turfeiras encontradas no Hemisfério Norte, que se desenvolveram a partir de lagos rasos deixados pelo recuo do gelo no último Período Glacial Quaternário, as turfeiras encontradas no território brasileiro formaram-se por processos fluviais e costeiros associados, criando canais abandonados em planícies de inundação litorâneas, em áreas de topografia deprimida, relativamente pequenas, em planaltos e montanhas (FRANCHI, 2004).

#### 4.1. CLASSIFICAÇÃO DE TURFEIRAS

Considerando a complexidade desses ecossistemas, o processo de classificar turfeiras torna-se muito complicado. Há muitos critérios que podem ser utilizados para essa classificação, no entanto, a maioria dos países que possuem elevada quantidade de turfeiras tem desenvolvido sistemas de classificação próprios que possuam elementos comuns em sua maioria (MOORE, 1984b). Esse autor lista alguns critérios mais utilizados para a classificação de turfeiras (quadro 1):

Quadro 1 - Critérios mais utilizados na classificação de ecossistemas de turfeiras.

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
FLORÍSTICO	Composição vegetal de comunidades de plantas utilizada como substituta de critérios químicos ou hidrológicos;
FISIONOMIA VEGETAL	Estruturas de plantas dominantes sobre a superfície. Muito utilizado na Rússia e Escandinávia;
MORFOLOGIA	Forma e características de pequena escala da superfície da turfeira;
HIDROLÓGICO	A fonte e o regime de escoamento da água de abastecimento da turfeira
ESTRATIGRÁFICO	Natureza dos depósitos subjacentes e suas implicações no desenvolvimento da turfeira;
QUÍMICO	Elementos químicos da água da superfície.

Fonte: Moore (1984b).

No entanto, nenhum dos critérios acima é considerado suficiente, pois ocorre em diversos países variação importante das classificações hierárquicas favorecidas, dos termos usados e de definições conceituais gerais, o que dificulta a elaboração de classificações e conceituações

generalizadas de caráter internacional. Apesar disso, é comum a utilização da classificação hidromorfológica que utiliza diversos critérios para melhor classificar turfeiras (CHALMERS, 2002). Franchi (2004) corrobora com essa ideia, indicando dois critérios principais de classificação de turfeiras: o geológico e ecológico. Pelo primeiro, as turfeiras são caracterizadas através de seu ambiente de sedimentação, enquanto pelo segundo as turfeiras são diferenciadas de acordo com as características do ambiente que as formou, ou seja, pelo clima, topografia, quimismo das águas, sucessão florística e constituição botânica.

Por ser mais relevante para a compreensão da dinâmica associada à formação de turfeiras, utilizamos neste trabalho o critério ecológico de classificação (CHALMERS, 2002), que distingue dois tipos principais de turfeiras: as minerotróficas ou reotróficas (grego *rhéos* = riacho, fluxo, água corrente, grego *trophé* = nutrição, alimento) e as ombrotróficas (grego *ómbros* = chuva). Esse critério está associado a dois fatores fundamentais: a origem da água (MOORE, 1989); e a origem dos nutrientes (HOLDEN *et al.*, 2004). As principais diferenças entre estas duas classes de turfeiras podem ser observadas no quadro 2.

Turfeiras Minerotróficas ou Reotróficas são ecossistemas caracterizados pela presença de águas superficiais ou subterrâneas enriquecidas em nutrientes minerais (FRANCHI, 2004). O termo minerotrófico refere ao suprimento de água que chega à vegetação proveniente das terras mais altas adjacentes, tendo em alguns casos rios e lagos como agente intermediário (GORE, 1983).

Esses ecossistemas são mais complexos e podem receber a denominação de *fen* ou *swamp*, em inglês. É preciso, contudo, compreender o que esses termos significam e suas diferentes utilizações em vários países. Pesquisadores nos E.U.A. utilizam o termo *swamp* para se referir a *fens* com árvores. Para os mesmos pesquisadores, o termo *fens* caracteriza turfeiras cuja característica morfológica consiste em extensas superfícies aplainadas, onde a vegetação de gramíneas do gênero *Carex* é predominante, com algumas variedades de *Sphagnum*. O termo *swamp*, para os europeus, é utilizado para solos ricos que contenham árvores e outros tipos de vegetais em abundância, mas que estão adaptados a ambientes extremamente encharcados (FRANCHI, 2004).

Para Shotyk (1988), em turfeiras minerotróficas a acidez proveniente da decomposição de matéria orgânica é neutralizada pelas bases resultantes da dissolução mineral e suas águas apresentam pH alto variando entre 6 a 8.

Quadro 2 - Classificação de turfeiras sob o critério ecológico.

MINEROTRÓFICAS OU REOTRÓFICAS	OMBROTÓFICAS
Entrada de águas superficiais e subsuperficiais ricas em nutrientes minerais	Vegetação alimentada exclusivamente por águas de precipitação
Restritas a ambientes flúvio-lacustres	Comum em áreas de elevada precipitação e baixa evapotranspiração
Elevada diversidade de espécies	Baixa diversidade de espécies
Alto pH (6-8)	Baixo pH (< 4)
Desenvolvem-se em depressões do terreno	Turfeiras dômicas (convexas)
Denominação: <i>fen e swamp</i>	Denominação: <i>bog e raised bog</i>

Fonte: Franchi (2004).

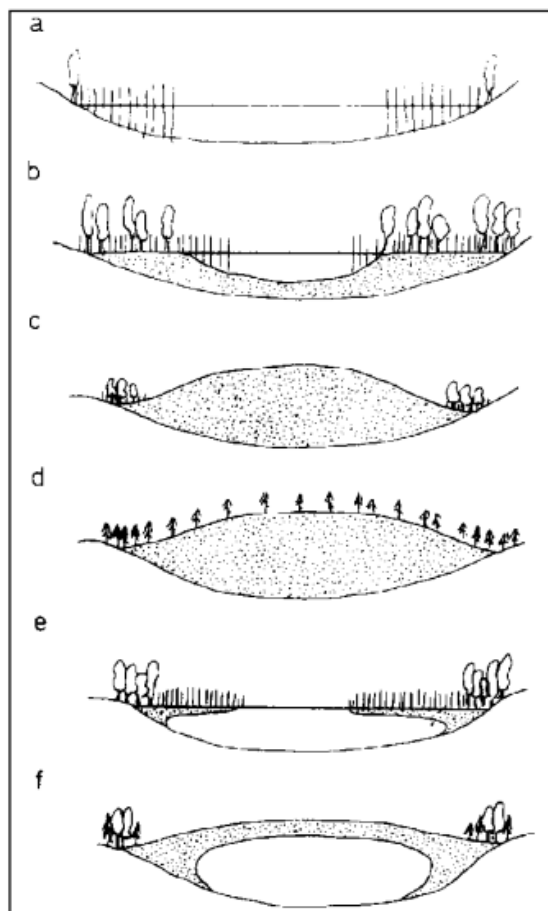
A classe das turfeiras ombrotólicas comporta-se como o grupo mais simples da classificação. Há, nesse sentido, relativa unidade no sistema de classificação, pois suas características principais são menos variáveis.

Caracterizadas como *bog* ou *raised bog*, turfeiras ombrotólicas são frequentemente convexas (por isso são denominadas como turferias elevadas ou domeadas) (SHOTYK, 1988). A convexidade da topografia dessas turfeiras determina que a matéria orgânica que se acumula não estabeleça contato com águas subterrâneas ou do escoamento superficial, sendo hidrologicamente abastecidas apenas com água das precipitações (FRANCHI, 2004).

Devido ao regime hidrológico dessa classe de turfeiras, suas águas superficiais não recebem influxos significativos de cátions e a acidez da decomposição lenta da matéria orgânica não é neutralizada (SHOTYK, 1988), fato que mantém o pH de suas águas baixo, próximo ao valor 4.

Apresentamos a Figura 4 que ilustra os tipos de turfeiras citados.

Figura 4 - Representação dos principais tipos de turfeiras. a: swamp; b: swamp florestada; c: raised bog; d: bog florestada (tipo boreal); e: swamp flutuante; f: bog flutuante



Fonte: MOORE (1989).

#### 4.2. TIPOS DE TURFEIRA A PARTIR DO GRAU DE DECOMPOSIÇÃO E FORMAÇÃO VEGETAL

Diversas são as classificações propostas para turfas de acordo com o grau de decomposição da matéria orgânica que a constitui.

Quadro 3 - Escala de Von Post – classifica o grau de decomposição da matéria orgânica formadora da turfa.

Grau de Humificação	Características	Cor da água que flui entre os dedos	Fração da turfa que flui entre os dedos	Resta na mão	
				Forma	Estrutura vegetal
H1	Sem decomposição	Incolor	Não passam sólidos entre os dedos	Não tem aspecto gelatinoso	Estrutura vegetal nitidamente reconhecível
H2	Muito pouco decomposta	Ligeiramente castanha			
H3	Fracamente decomposta	Castanha fraca			
H4	Fracamente decomposta	Muito castanha			
H5	Decomposta		Poucos sólidos	Apresenta aspecto gelatinoso	Poucos restos vegetais reconhecíveis
H6	Bem decomposta		Passa 1/3 do volume		
H7	Fortemente decomposta		Passa metade do volume		
H8	Muito fortemente decomposta	Líquido bem escuro	Passa 3/5 do volume	Ficam na mão resíduos de fibras, raízes, etc.	
H9	Quase integralmente decomposta		Passa quase tudo		
H10	Completamente decomposta		Flui integralmente		

Fonte: Adaptado de Von Post (1924).

Ainda nos dias atuais é comum utilizar a classificação desenvolvida pelo sueco Lennart Von Post, que estabelece uma escala de 10 pontos para mensurar o grau de humificação e decomposição das amostras de turfas (Quadro 3). O método é simples e permite classificação qualitativa e rápida do grau de decomposição do material turfoso:



espreme-se com as mãos uma quantidade de material turfoso em estado natural e observa-se o aspecto do material que flui entre os dedos, bem como daquele que fica retido nas mãos (BUOL *et al.*, 2003; FRANCHI, 2004; FERNANDES, 2007).

Dessa forma é possível classificar as turfas em três grupos: fibrosa, hêmica e sáprica (FERNANDES, 2007; BUOL *et al.*, 2002; FRANCHI, 2004):

- Turfa Fibrosa – caracteriza-se por material pouco decomposto (H1 a H3) devido à saturação permanente em água. Geralmente apresenta coloração marrom avermelhada com a porção orgânica contendo mais de 2/3 de fibras vegetais.

- Turfa Hêmica – caracteriza-se por um nível médio de decomposição (H4 a H7). Geralmente apresenta coloração entre marrom e preta, tendo 1/3 a 2/3 de fibras reconhecíveis.

- Turfa Sáprica – caracteriza-se por elevada decomposição (H8 a H10). Sua coloração varia entre cinza escura a preta e contém 1/3 de fibras reconhecíveis, podendo ainda apresentar forma gelatinosa.

#### 4.3. SEDIMENTOLOGIA DE TURFEIRAS

Quando ocorreu a alta da indústria petrolífera, a América do Norte impulsionou o desenvolvimento da Sedimentologia que também apresentou progresso em todo o mundo, em especial nos países europeus e asiáticos. Dessa forma, novas técnicas foram desenvolvidas para análise do comportamento dinâmico, físico-químico de materiais sedimentares. Há, concomitantemente, um refinamento de métodos de quantificação de uma grande variedade de atributos físicos e químicos além de análises mais complexas de sedimentação (SUGUIO, 1973) que contribuem amplamente para pesquisas do período Quaternário.

A sedimentologia e a estratigrafia são as ciências mais utilizadas para análises de depósitos sedimentares quaternários, subsidiando dados para a paleontologia, geomorfologia, geologia, geoquímica, geofísica, etc. Enquanto a sedimentologia se ocupa em compreender os pormenores da natureza dos sedimentos como os processos responsáveis pela formação das rochas sedimentares, incluindo a origem, o transporte e a deposição de materiais formadores de rocha, bem como sua diagênese e litificação, a estratigrafia objetiva o estudo da distribuição espacial ou da disposição desses sedimentos (SUGUIO, 1973).

Um estudo minucioso dos sedimentos pode sugerir explicações diferentes para eventos que foram aventados em campo e indicar ao pesquisador feições até então desprezadas ou não observadas (SUGUIO,

1973). Diversas técnicas são aplicadas para determinação mineral de sedimentos, mas das técnicas mais utilizadas em sedimentologia, destaca-se a granulometria, que consiste na determinação das dimensões das partículas do agregado e de suas respectivas porcentagens de ocorrência, possibilitando, desta forma, conhecer e determinar as características físicas dos sedimentos.

Essas características físicas (proporção em massa de areia, diâmetro médio das partículas, desvio padrão da distribuição granulométrica, carbono orgânico total determinado por ataque químico a quente e teor em massa de minerais pesados), em associação ao trabalho de descrição e de levantamentos em campo, proporcionam ao pesquisador material para explicações sobre a dinâmica de transporte e de sedimentação de ambientes diversos que, no neste caso, ficam restritas à gênese de sedimentos quaternários.

Apesar da modernização de suas técnicas, a sedimentologia ainda encontra problemas relacionados à análise de material turfoso. Diversos são os desafios que os ambientes em que as turfas se desenvolvem apresentam ao pesquisador, desde o deslocamento, coleta e análise de material em terrenos alagados e pouco firmes, até a definição de estratégias de amostragem e de transporte para laboratório, incluindo ainda a necessidade de estudos minuciosos do sedimento, em função de suas aplicações múltiplas (sedimentológicas; energéticas; paleoambientais; stratigráficas; geocronológicas). A esses aspectos soma-se ainda a tímida bibliografia que é dedicada ao tema no Brasil.

Permeando a análise sedimentológica de turfeiras é preciso, inicialmente, entender a diferença entre as duas classificações de turfeiras utilizadas neste trabalho: as turfeiras do tipo ombrotróficas e as turfeiras minerotróficas. As primeiras apresentam forma convexa, e por não apresentarem relação com as águas de escoamento superficial e águas subterrâneas, apresentam baixa concentração de material mineral, o que, em princípio, descarta a necessidade de análises sedimentológicas. Entretanto, as turfeiras que predominam no Brasil (minerotróficas), a exemplo dos depósitos estudados nesta pesquisa, apresentam regime hidrológico diferenciado do das ombrotróficas, pois recebem influxo das águas superficiais e subterrâneas enriquecidas com nutrientes minerais (FRANCHI, 2004), contendo siliciclásticos que se prestam, portanto, à análise granulométrica.

O ambiente onde turfeiras se formam constitui ambiente propício à acumulação de matéria orgânica. No caso das turfeiras minerotróficas, por estar em contato com o fluxo corrente de água, junto ao material

mineral são incorporados ou absorvidos diferentes compostos orgânicos que alteram substancialmente a textura dos sedimentos.

A matéria orgânica apresenta micro e macrocomponentes relacionados às partículas minerais em suspensão e são transportados ou depositados, de modo que a energia da superfície em conjunto com a carga eletrostática de pequenas partículas coloidais a conduzirão à coagulação (Gu, *et al.*, 1996). O desafio da análise sedimentológica de turfeiras consiste na separação entre o material mineral e o material orgânico, para que se obtenha material que favoreça a análise exclusiva dos sedimentos siliciclásticos encontrados nos depósitos turfosos.

Esta dissertação está pautada nesta problemática e pretende analisar os diferentes tipos de métodos de dispersão de matéria orgânica em sedimentos turfosos, contribuindo para estudos futuros de cunho sedimentológico, estratigráfico e palinológico destes materiais.

#### 4.4. PROBLEMA DA ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

Das diversas técnicas utilizadas em sedimentologia a granulometria é a mais eficiente e a mais utilizada para a determinação do tamanho e da distribuição dos grãos de sedimentos. No entanto, para cada tipo de sedimento é necessário que seja feito um pré-tratamento que permita a obtenção de distribuições granulométricas confiáveis, sem que haja preservação de compostos orgânicos nas frações granulométricas coloidais. Em sedimentos argilosos e siltosos é comum a formação de quelatos, em que compostos orgânicos se unem à partículas com componentes metálicos, formando agregados organo-minerais que não se dispersam na fase úmida dos métodos granulométricos (SUGUIO, 1973).

Sedimentos de turfeiras apresentam grande quantidade de material fino e com elevada concentração de matéria orgânica que acabam se agrupando e formando os quelatos e, portanto, é necessário que seja feita a dispersão dessa matéria orgânica antes do início da análise granulométrica.

O método mais comum é a dispersão da matéria orgânica com a solução de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) 15%, introduzido por Suguio (1973). A dispersão utilizando o peróxido de hidrogênio será descrita com maior detalhe no capítulo da metodologia, neste trabalho. Normalmente, o peróxido de hidrogênio não altera os argilo-minerais em suas estruturas fundamentais, mas, por apresentar reação fracamente ácida, a sua utilização pode requerer tratamentos que evitem a floculação (SUGUIO, 1973).

No entanto, em sedimentos turfosos, em que o teor de matéria orgânica é elevado, a aplicação do método clássico de análise granulométrica é problemática, pois a matéria orgânica não é completamente destruída pela queima com peróxido de hidrogênio (15%) e não é devidamente dispersa nas soluções que utilizam fases úmidas, podendo gerar resultados granulométricos falseados pela formação de agregados organo-minerais coloidais que serão contabilizados como areias de diversos tamanhos. Ou então ocorre rápida reação da solução com o material, de forma que grande parte dele se perde em meio à análise. Assim, para a utilização de análises granulométricas em turfas, o pré-tratamento proposto por Suguio (1973) não apresenta resultados confiáveis, falseando mesmo as distribuições granulométricas.

No caso do estudo de turfeiras minerotróficas, que predominam no Brasil, e que contêm depósitos siliciclásticos associados à turfa, a resolução do problema da eliminação da matéria orgânica em análises granulométricas é crucial para a definição da estratigrafia do depósito turfoso e da sua utilização enquanto registro de mudanças ambientais quaternárias. Esse é o problema que nós estamos enfrentando nesta dissertação e que será abordado a seguir.

## 5. METODOLOGIA UTILIZADA

### 5.1. ATIVIDADES DE CAMPO E COLETAS DE MATERIAL

Durante o período em que essa pesquisa foi desenvolvida, foram realizadas diversas atividades em campo para reconhecimento das áreas de estudo, para a caracterização das turfeiras e para a amostragem. Prospecções, observação, classificação primária do material sedimentado e caracterização da vegetação foram as primeiras atividades de campo. Perfis longitudinais e transversais foram traçados sobre as turfeiras e os pontos de coletas foram determinados a partir da interpretação preliminar de imagens obtidas com o georadar (GPR), sendo coletados materiais em áreas que apresentavam maior variação de ocorrência de refletores, que poderiam indicar a descontinuidades estratigráficas. Em função disso, embora este não seja um objetivo desta dissertação, os resultados aqui obtidos irão subsidiar a interpretação propriamente estratigráfica dos depósitos analisados, fornecendo dados sedimentológicos que serão comparados com os perfis obtidos através do GPR e favorecendo, eventualmente, bases para interpretação de estratigrafia de radar.

Foram coletadas 52 amostras de sedimentos da turfeira na localidade Alzira (T1) e 36 amostras da turfeira na localidade Gaviãozinho (T2), totalizando 88 amostras analisadas. Todo o material coletado para esta dissertação foi retirado das turfeiras através de sondagens com Coletor do tipo Russo. Esse equipamento é ideal para coletas em ambientes encharcados, pois permite a retirada de amostras pouco deformadas em tubo de 49 cm de comprimento. O material é coletado com o auxílio de trado manual com extensões de 1 metro que permitem a coleta de amostras até 10 metros de profundidade, de acordo com o ambiente em estudo. O coletor “Russo” é introduzido no solo pelo trado manual, cujo “T” é girado em sentido horário, completando meia volta (180°), e aprisionando a amostra em sua câmara. O equipamento coleta um testemunho semicilíndrico de material turfoso, que é trazido à superfície. A amostra obtida é analisada e descrita em uma caderneta de campo e posteriormente fotografada para registro. Essas amostras são eventualmente transferidas para tubos de PVC cortados em semicilindros e envoltas em filme de PVC, ficando assim armazenadas para as análises granulométricas, análises palinológicas, para determinação do teor de carbono e de outras análises sedimentológicas de turfas, como determinação do teor de cinzas e do grau de humificação.

## 5.2. ANÁLISE DE LABORATÓRIO

### 5.2.1. Classificação a partir do Grau de Decomposição–Técnica de Von Post

A primeira análise do material, após a sua coleta, foi a determinação do grau de decomposição e formação vegetal, utilizando a escala desenvolvida pelo geólogo sueco Lennart Von Post, o qual estabeleceu uma escala de 10 níveis e três classes para determinar o grau de humificação (símbolo H) das amostras de turfas. O material é pressionado manualmente e é observada a tonalidade do líquido que flui entre os dedos e a proporção de fibras vegetais e de resíduos retidos (BUOL *et al.*, 2002; FRANCHI, 2004; FERNANDES, 2007). Para a classificação foi utilizada a escala de Von Post, obtendo os resultados apresentados no capítulo a seguir. Essa classificação permitiu distinguir os sedimentos de turfeiras em fibrosa, hêmica e sáprica, e auxiliou a definição das amostras que foram submetidas ao pré-tratamento granulométrico descrito por Suguio (1973), Verdade (1954) adaptado ou por Vaasma (2008), como será descrito posteriormente.

### 5.2.2. Divisão das Amostras e Escolha do Método de Dispersão de Matéria Orgânica

A separação das amostras para aplicação de cada um dos métodos citados foi feita por meio de simples observação preliminar das amostras, em associação com a classificação das mesmas pelo método de Von Post.

Inicialmente foram divididas em dois grupos: no primeiro, que possuía menor teor de matéria orgânica, foi aplicado o método de pré-tratamento granulométrico, mais comumente utilizado no Brasil, com a dispersão da matéria orgânica por meio da adição da solução de 15% de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) (SUGUIO, 1973). O outro grupo, cujos teores de matéria orgânica eram elevados, foi submetido a dois pré-tratamentos diferentes, um adaptado de Verdade (1954), que consiste na adição gradual de solução peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) às amostras, aquecendo-as, e outro descrito por Vaasma (2008), em que a dispersão da matéria orgânica é feita através de adição de peróxido de hidrogênio, ácido clorídrico e hidróxido de potássio ( $H_2O_2+HCL+KOH$ ).

### 5.3. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras analisadas foram secadas à temperatura ambiente durante três semanas. Como descrito por Suguio (1973), a aplicação da análise granulométrica requer que as amostras não estejam em forma de grãos agregados, mas em forma de grãos isolados e, para tanto, é necessário proceder ao seu destorroamento em almofariz totalmente seco (Figura 5).

Figura 5 - Destorroamento de amostras em vasilha de cerâmica e almofariz.



Fonte: Do autor.

Para que se tenha a homogeneidade da amostra para análise, ela passa pelo processo de quarteamento. Há duas formas de empregar essa técnica: manualmente, dividindo-a em quatro partes ou com quarteadores mecânicos. As amostras analisadas neste trabalho passaram pelo processo manual e, em seguida, foram pesados em balança de precisão, aproximadamente 10 g de material.

### 5.4. DISPERSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS SÍLTICOS E ARGILOSOS

Como observado anteriormente, na definição do problema que está sendo abordado por esta dissertação, é necessário eliminar colóides orgânicos dos sedimentos siliciclásticos, de modo que o método permita

a mensuração mais precisa da sua fração coloidal. Três técnicas foram utilizadas para essa finalidade.

#### **5.4.1. Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Proposta por Suguio (1973)**

A técnica utilizada para dispersão de matéria orgânica em sedimentos afetados por processos pedogenéticos foi proposta por Suguio (1973). Essa técnica é utilizada na separação de microfósseis dos sedimentos argilosos, utilizando peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). O material, já quarteado e devidamente pesado, é introduzido em béquer de 600 ml, também pesado. Adiciona-se ao béquer 20 ml de solução  $H_2O_2$  a 15% de concentração (SUGUIO, 1973) e aquece-se o conjunto a temperatura de  $80^\circ C$ , durante 15 minutos, para que o reagente penetre nos espaços porosos da partícula e dissocie em  $H_2O$  e  $O_2$  (SUGUIO, 1973).

#### **5.4.2. Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Adaptada de Verdade (1954)**

O processo descrito por Verdade (1954) para dispersão de matéria orgânica em solos turfosos consiste na utilização de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em concentrações assistidas para que ocorra reação com a matéria orgânica, deixando em repouso. Findada esta reação, seca-se a amostra em banho-maria e adiciona-se nova quantidade de ( $H_2O_2$ ), repetindo este procedimento até atingir a oxidação desejada.

Neste sentido, a metodologia aplicada/adaptada consiste na utilização comum de, aproximadamente, 10g de material em béqueres de 600 ml, em que se adiciona peróxido de hidrogênio em doses de 50 ml diluídos em água destilada. Inicia-se com a adição de solução a 20% e processamento em béqueres sobre chapa aquecedora em temperatura de  $80^\circ C$  para secagem (Figura 6) que, na proposta de Verdade (1954), ocorre em banho-maria. Ao fim da reação e secagem da amostra, adiciona-se a solução a 30%, que novamente é seco em chapa aquecedora, repetindo-se o processo com as adições de solução a 40% e 50%. Após este processo, submete-se a amostra seca à análise granulométrica convencional proposta por Suguio (1973).



Figura 6 – Amostras com solução de ( $H_2O_2$ ) levadas à chapa aquecedora a  $80^\circ C$ .



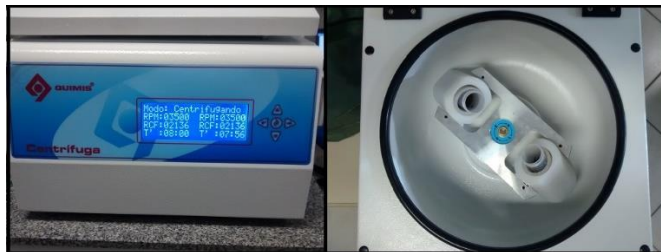
Fonte: Do autor.

#### 5.4.3. Técnica de Dispersão de Matéria Orgânica Proposta por Vaasma 2008)

Esse processo é mais complexo que os descritos por Suguio (1973) e Verdade (1954). Após a preparação das amostras que é comum às três técnicas de dispersão, inicia-se o processo com a mesma quantidade de material: 10 g que foram levados a béqueres de 600 ml, adicionando-se 15 ml de ácido clorídrico (HCl) 10%. A solução é levada para chapa aquecedora a  $80^\circ C$ , durante cinco horas, procedimento que permite a remoção de carbonatos e que acelera a oxidação da matéria orgânica com o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Posteriormente, as amostras são transferidas para tubos de ensaios de 50ml, onde recebem água destilada. Esses tubos são colocados em centrífuga microprocessada para tubos, modelo 0222TM2 da marca Quimes (Figura 7), onde são centrifugadas em rotação de 3.500 rpm durante oito minutos. O procedimento é repetido três vezes para cada amostra para que todo o HCl seja removido por lavagem simples após centrifugação.

Concluída essa etapa, é feita adição de  $H_2O_2$  a 30% na amostra, de modo que seja feita a queima da matéria orgânica sobre substâncias orgânicas que ainda possam estar presentes. Esse procedimento também pode ser incrementado através do aquecimento da amostra a  $80^\circ C$ . Contudo, nessa etapa, as amostras são colocadas em banho-maria, dentro dos tubos de ensaio, acompanhando-se o procedimento até o momento em que a reação não esteja mais ativa. Ao final do procedimento, as amostras são transferidas com água destilada para tubos de ensaio de 50 ml e centrifugadas no mesmo equipamento anteriormente descrito, em mesma rotação e durante o mesmo período.

Figura 7 - Centrífuga onde ocorreu a lavagem das amostras.



Fonte: Do autor.

Finaliza-se o pré-tratamento com adição às amostras de 10ml de Hidróxido de Potássio (KOH) a 10%. As amostras são levadas para chapa aquecedora a 80°C durante 30 minutos, antes da última centrifugação, que é feita em mesmo intervalo de tempo e na mesma rotação das etapas anteriores para que a amostra atinja o pH neutro e o sedimento decante.

Após esses procedimentos, as amostras estão prontas para a análise granulométrica e são colocadas para secar em estufa a 100° C, possibilitando o início do procedimento de granulometria.

## 5.5. SEPARAÇÃO DE GRÃOS POR VIA ÚMIDA

A maioria dos sedimentos caracteriza-se como heterogêneos em relação a sua constituição granulométrica, ou seja, existem desde partículas argilosas até areias grossas ou muito grossas, ou mesmo cascalhos, sendo necessário combinar os métodos de análises, por exemplo: os grossos são peneirados e os finos separados por processos baseados na lei de Stokes (SUGUIO, 1973), por pipetagem. O limite das frações grossas e finas é determinado, por convenção, pela granulação 1/16mm (0,062mm), que corresponde ao extremo de areia muito fina na classificação de Wentworth (SUGUIO, 1973).

Portanto, para a separação desse material utilizou-se a peneira de malha 0,062mm, na qual é feita a lavagem com água destilada de todas as amostras processadas. As frações que passaram pela peneira são levadas para proveta de 1L, (Figura 8), enquanto as que ficam retidas na peneira eram recolocadas no béquer e levadas à estufa para secagem a 100° C.

Figura 8 - Separação de grãos grossos e finos pela peneira de malha 0.0062mm.



Fonte: Do autor.

### 5.5.1. Determinação das Frações Grossas

Para sedimentos grossos adotou-se o método de peneiramento descrito por Suguio (1973). Utilizou-se peneiras de 8 polegadas de diâmetro e armação com 2 polegadas de altura, com telas padronizadas combinadas segundo a escala granulométrica de Wentworth, com armação de alumínio e telas de latão. Montou-se um conjunto de peneiras de malhas 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,062 mm e um encaixe de fundos, com a malha aumentando de baixo para cima. O material grosso que fica retido no processo acima é seco em estufa e colocado sobre o conjunto de peneiras, tampado (Figura 9). Leva-se o conjunto de peneiras para um agitador mecânico, durante 8 minutos. O material que fica retido em cada uma das peneiras é pesado para determinação granulométrica.

Figura 9 - Agitador mecânico e peneiras de separação de grãos.

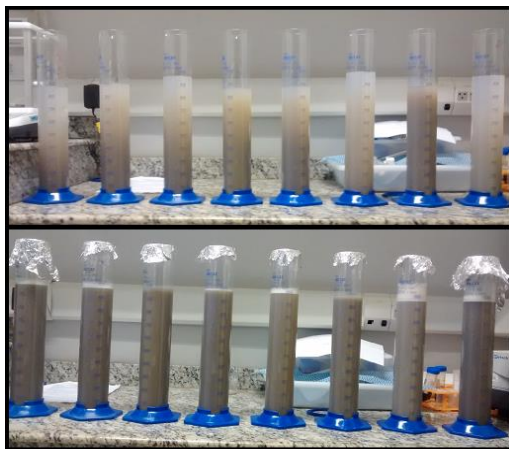


Fonte: Do autor.

### 5.5.2. Determinação das Frações Finas

O método escolhido para a determinação das frações finas é o “método da pipeta” descrito por Suguio (1973) e o mais aceito devido à eficiência e facilidade de acesso ao processo. Ele é pautado nas mudanças de concentração de partículas, em suspensão originalmente uniforme, pela tomada de amostras com uma pipeta em profundidade fixa e em intervalos de tempo variados. Subamostras são coletadas da solução, na medida em que as frações mais grossas vão decantando ao longo do tempo, dentro da proveta (SUGUIO,1973) conforme ilustra a Figura 10.

Figura 10 - Na parte superior da imagem observa-se provetas com os sedimentos em descanso após 24h e na parte inferior podemos observar as provetas com os sedimentos dispersos após agitação.



Fonte: Do autor.

O material das frações finas separados anteriormente é colocado nas provetas graduadas de 1L, onde permanece em repouso por aproximadamente 24h, quando as provetas são completadas com água destilada. É aferida a temperatura da amostra imersa em água e utiliza-se tabela na qual estão indicadas os diversos tempos de decantação das partículas, tal como indicado na literatura (PAISANI, 1998). É feita a agitação das amostras durante 1 minuto e espera-se o tempo determinado pela tabela, de acordo com a temperatura, para fazer a pipetagem de 20 ml, a 5 cm de profundidade. A subamostra pipetada é colocada em

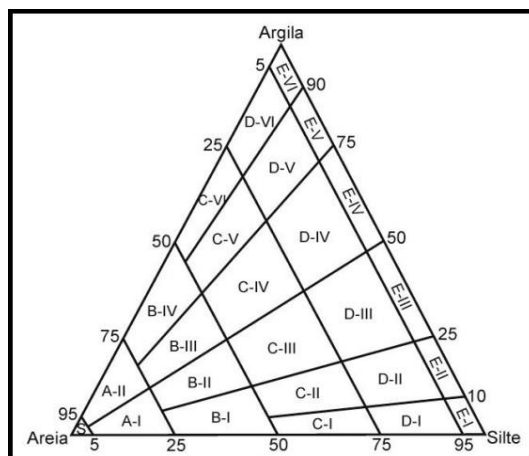
béquers anteriormente pesados para a determinação do peso dos grãos finos após secagem em estufa.

O princípio da pipetagem está fundamentado no fato de que o material em suspensão fica uniformemente distribuído dentro de uma proveta graduada de 1L de volume, que é deixada durante mais de 24 horas em repouso. Após agitar a solução, antes de coleta com pipeta, as partículas que tiverem velocidade de decantação maior que  $h/t$  terão afundado até abaixo do plano de profundidade  $h$ , ao final de um intervalo de tempo  $t$ . Assim, as partículas com velocidade de queda menor que  $h/t$  permanecerão em suspensão acima do limite da profundidade  $h$  no tempo  $t$  de coleta (Figura 10) (SUGUIO, 1973). O tempo  $t$  vai sendo dilatado ao longo do procedimento, de modo a coletar as frações menores que decantam em seguida, segundo o mesmo princípio.

## 5.6. TRATAMENTO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Após os procedimentos laboratoriais passamos para a etapa de classificação e representação gráfica da distribuição granulométrica em que utilizamos o diagrama para classificação textural e interpretação de mecanismos deposicionais idealizado por Flemming (2000) (Figura 11).

Figura 11 - Diagrama triangular para a classificação de sedimentos.



Fonte: Flemming (2000).

A escolha por esse sistema de classificação se justifica pelo fato de que ele foi concebido para misturas de sedimentos lamosos. Além disso, o sistema permite a obtenção de 25 classes granulométricas definidas com o objetivo de favorecer interpretação da energia do agente deposicional em função dos tamanhos de grãos associados às classes definidas.

Quadro 4- Tipos de sedimentos e classes texturais contidas no diagrama triangular para a classificação textural proposta por Flemming (2000).

<b>Tipo de sedimento</b>	<b>Código</b>	<b>Classe textural</b>
Areia (<5% lama)	S	Areia
Areia levemente lamosa (5-25% lama)	A-I	Areia levemente siltosa
	A-II	Areia levemente argilosa
Areia lamosa (25-50% lama)	B-I	Areia muito siltosa
	B-II	Areia siltosa
	B-III	Areia argilosa
	B-IV	Areia muito argilosa
Lama arenosa (50-75% lama)	C-I	Lama arenosa extremamente siltosa
	C-II	Lama arenosa muito siltosa
	C-III	Lama arenosa siltosa
	C-IV	Lama arenosa argilosa
	C-V	Lama arenosa muito siltosa
Lama arenosa (50-75% lama)	C-VI	Lama arenosa extremamente argilosa
Lama levemente arenosa (75-95% lama)	D-I	Lama levemente arenosa extremamente siltosa
	D-II	Lama levemente arenosa muito siltosa
	D-III	Lama levemente arenosa siltosa
	D-IV	Lama levemente arenosa argilosa
	D-V	Lama levemente arenosa muito argilosa
	D-VI	Lama levemente arenosa extremamente argilosa
Lama (>95% lama)	E-I	Silte
	E-II	Silte levemente argiloso
	E-III	Silte argiloso
	E-IV	Argila siltosa
	E-V	Argila levemente siltosa
	E-VI	Argila

### **5.6.1 Universo Amostral e Apresentação dos Resultados**

Embora tenham sido utilizadas 88 amostras para as análises granulométricas deste trabalho, apenas 23 (sendo 15 da turfeira Alzira e 8 da turfeira Gaviãozinho) foram processadas simultaneamente pelos dois métodos de dispersão de matéria orgânica propostos para sedimentos turfosos (VERDADE, 1954 - adaptado) e (VAASMA, 2008). Essas 23 amostras formam, portanto, um universo amostral diretamente comparável nos dois depósitos estudados.

As demais amostras não dispunham de quantidade suficiente de material para serem submetidas aos dois procedimentos e serão utilizadas como referencial para considerações mais genéricas associadas aos ambientes estudados.





## 6. ANÁLISE DOS MÉTODOS DE DISPERSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA

### 6.1. ESTIMATIVA DOS PERCENTUAIS DE MATÉRIA ORGÂNICA SEGUNDO OS MÉTODOS ABORDADOS

Como já mencionado no capítulo anterior, a estimativa do percentual de dispersão de matéria orgânica será feita num universo amostral de 23 amostras comparáveis.

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de matéria orgânica dispersa em amostras coletadas na turfeira Alzira, segundo os dois métodos propostos:

Tabela 1 - Percentual de dispersão da matéria orgânica pelos métodos propostos por Verdade (1954) e Vaasma (2008) nas amostras da turfeira Alzira.

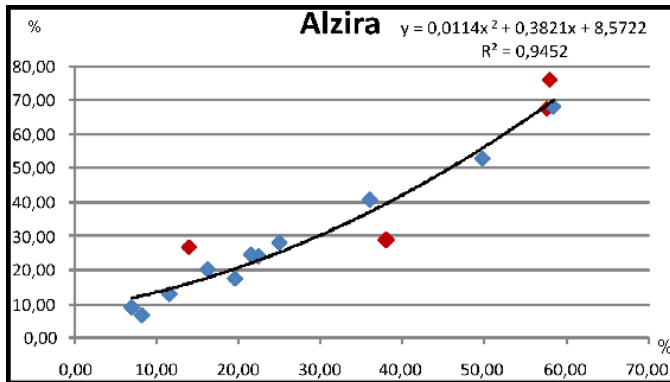
AMOSTRA	(%) DE M.O. (Verdade, 1954)	(%)DE M.O. (Vaasma, 2008)
ALZ 03	57,60	67,72
ALZ 05	36,04	40,70
ALZ 07	16,27	20,11
ALZ 08	11,60	12,91
ALZ 09	8,24	6,63
ALZ 10	6,97	8,99
ALZ 15	49,81	52,80
ALZ 17	13,91	26,92
ALZ 31	58,42	68,09
ALZ 32	57,86	76,14
ALZ 35	25,02	28,06
ALZ 41	38,03	28,77
ALZ 43	22,44	24,05
ALZ 44	19,60	17,47
ALZ 46	21,58	24,21

A Tabela 1 indica que as 15 amostras da turfeira Alzira submetidas aos dois pré-processamentos de dispersão de matéria orgânica apresentaram resultados aproximados. Observa-se que as amostras, quando processadas pelo método proposto por Vaasma (2008), apresentam percentuais superiores aos obtidos pelo de Verdade (1954). Das 15 amostras dessa turfeira, 12 apresentaram resultados de maior dispersão de matéria orgânica pelo método de Vaasma (2008), enquanto

apenas 3 tiveram resultados de dispersão superiores quando submetidas ao pré-tratamento descrito por Verdade (1954).

O coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre os dois processamentos obtidos é de 0,96 e mostra forte correlação linear positiva entre os resultados de teor de matéria orgânica estimada pelos métodos analisados. A distribuição desses resultados é ilustrada pela Figura 12, na qual podemos observar: a) a linha de melhor ajuste para a população de dados; b) o coeficiente de regressão linear para essa linha; c) a posição no espaço do gráfico das amostras, cujas diferenças entre os dois métodos estão próximas ou superiores a 10%, (pontos em vermelho). Caso as amostras em que a diferença de dispersão da matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10% fossem excluídas da amostragem, os coeficientes de correlação linear e de regressão seriam de aproximadamente 0,99, indicando ajuste estatístico excelente dos resultados obtidos. Esses resultados aferem que ambos os métodos são igualmente eficientes para a dispersão da matéria orgânica de materiais turfosos.

Figura 12 - Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008). Os pontos marcados em vermelho indicam valores no quais a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos estão próximas ou superiores a 10%.



A Tabela 2 apresenta a porcentagem de matéria orgânica dispersa em amostras coletadas na turfeira Gaviãozinho, segundo os dois métodos propostos.

Tabela 2 - Percentual de dispersão da matéria orgânica pelos métodos propostos por Verdade (1957) adaptado e Vaasma (2008) nas amostras da turfeira Gaviãozinho.

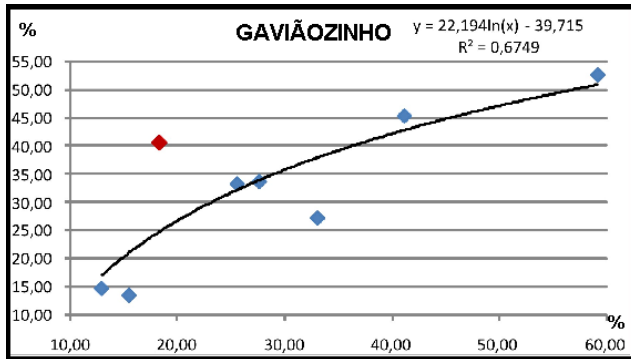
AMOSTRA	(%)DE M.O. (Verdade, 1954)	(%)DE M.O. (Vaasma, 2008)
GAV 16	59,16	52,56
GAV 26	41,15	45,27
GAV 33	27,64	33,69
GAV 41	33,06	27,22
GAV 42	12,94	14,78
GAV 43	15,51	13,56
GAV 44	18,32	40,49
GAV 45	25,59	33,25

A Tabela 2 mostra que, assim como para as amostras da turfeira anterior, a diferença dos resultados de dispersão de matéria orgânica é pequena nas amostras submetidas aos dois métodos na turfeira Gaviãozinho. Das 8 amostras deste ambiente que foram comparadas, 5 possuem valores de dispersão de matéria orgânica superiores quando submetidos ao pré-processamento proposto por Vaasma (2008) e 3 apresentam valores maiores quando submetidos ao pré-tratamento adaptado de Verdade (1954).

O coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre os dois processamentos obtidos para as amostras dessa turfeira é de 0,80, indicando ainda forte correlação linear positiva entre os resultados de teor de matéria orgânica estimada pelos dois métodos. A distribuição desses resultados é ilustrada pela Figura 13, na qual observamos novamente a linha de melhor ajuste para a população de dados, o coeficiente de regressão linear para essa linha e a posição no espaço do gráfico da única amostra cuja diferença dos percentuais de dispersão de matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10%, (ponto em vermelho).

Caso a amostra em que a diferença entre os dois métodos é superior a 10% fosse excluída da amostragem, os coeficientes de correlação linear e de regressão seriam, respectivamente, de aproximadamente 0,93 e 0,89, novamente indicando ajuste estatístico excelente dos resultados obtidos.

Figura 13 – Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008) para amostras da turfeira Gaviãozinho. O ponto marcado em vermelho indica valor no qual a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10%.



Globalmente, esse universo de 23 amostras comparáveis, apresenta percentuais médios de dispersão de matéria orgânica pelos pré-tratamentos propostos por Verdade (1954) e por Vaasma (2008) de, respectivamente, 29,42% (desvio padrão 17,22) e 33,23% (desvio padrão 19,54). Esses percentuais médios são relativamente baixos para sedimentos turfosos. O que se explica pela estratégia amostral adotada em campo, que foi a de coletar amostras de depósitos em que lamas siliciclásticas aparentassem estar presentes, misturadas com materiais propriamente turfosos. Os resultados globais obtidos nesse universo de amostras são observados na Tabela 3.

O coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre os dois processamentos obtidos para o conjunto das amostras analisadas é de 0,93, indicando forte correlação linear positiva entre os resultados de teor de matéria orgânica estimada pelos dois métodos. A distribuição desses resultados é ilustrada pela Figura 14, na qual observamos a linha de melhor ajuste para a população de dados, o coeficiente de regressão linear para essa linha e a posição no espaço do gráfico das amostras cujas diferenças entre os dois métodos é próxima ou superior a 10%, (pontos em vermelho). Caso as amostras em que a diferença entre os dois métodos é superior a 10% fossem excluídas da amostragem, os coeficientes de correlação linear e de regressão seriam, respectivamente, de aproximadamente 0,95 e 0,90, novamente indicando ajuste estatístico excelente dos resultados obtidos.

Tabela 3 – Dados totais das amostragens comparáveis nos métodos de pré-tratamentos para eliminação de matéria orgânica.

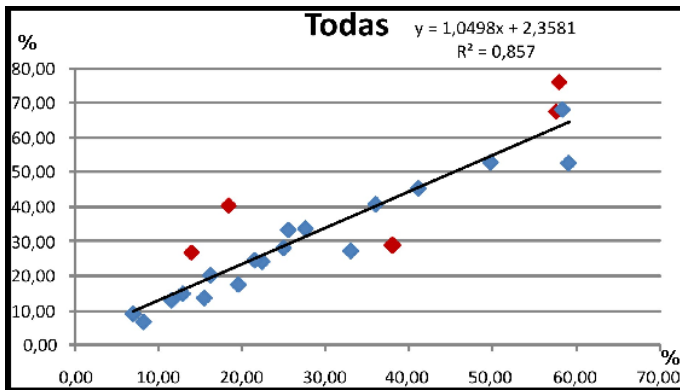
AMOSTRA	(%)DE M.O. (Verdade, 1954)	(%)DE M.O. (Vaasma, 2008)
ALZ 03	57,60	67,72
ALZ 05	36,04	40,70
ALZ 07	16,27	20,11
ALZ 08	11,60	12,91
ALZ 09	8,24	6,63
ALZ 10	6,97	8,99
ALZ 15	49,81	52,80
ALZ 17	13,91	26,92
ALZ 31	58,42	68,09
ALZ 32	57,86	76,14
ALZ 35	25,02	28,06
ALZ 41	38,03	28,77
ALZ 43	22,44	24,05
ALZ 44	19,60	17,47
ALZ 46	21,58	24,21
GAV 16	59,16	52,56
GAV 26	41,15	45,27
GAV 33	27,64	33,69
GAV 41	33,06	27,22
GAV 42	12,94	14,78
GAV 43	15,51	13,56
GAV 44	18,32	40,49
GAV 45	25,59	33,25

Globalmente, assim como nos casos particulares abordados, verifica-se que as diferenças de teores de matéria orgânica superiores a 10% observadas em algumas amostras estudadas devem estar associadas à características químicas dos materiais que não compreendemos claramente no momento e não a eventuais erros de procedimento laboratorial, embora essa possibilidade não possa ser inteiramente descartada.

Observa-se, portanto, considerável proporcionalidade dos resultados obtidos nos dois ambientes analisados, quando observamos as amostras que foram pré-processadas pelos métodos de Verdade (1954) e Vaasma (2008). Assim, das 23 amostras que passaram pelos 2 processos, apenas 6 apresentaram valores de dispersão de matéria orgânica superiores quando submetidas ao método de Verdade (1954), enquanto 17 amostras mostraram maiores teores de matéria orgânica quando pré-

processadas pelo método descrito por Vaasma (2008). A diferença percentual de matéria orgânica entre os dois métodos é de para as 6 amostras que apresentaram resultados superiores quando analisadas por Verdade (1954) (GAV 16, GAV 41, GAV 43, ALZ 09, ALZ 41 e ALZ 44), enquanto a diferença média de dispersão foi de para as 17 amostras que apresentaram maior dispersão de matéria orgânica pelo método de Vaasma (2008) (GAV 26, GAV 33, GAV 42, GAV 44, GAV 45, ALZ 03, ALZ 05, ALZ 07, ALZ 08, ALZ 10, ALZ 15, ALZ 17, ALZ 31, ALZ 32, ALZ 35, ALZ 43 e ALZ 46).

Figura 14 – Distribuição linear dos resultados de estimativa dos teores de matéria orgânica obtidos pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008) para o conjunto de 23 amostras analisadas. Os pontos marcados em vermelho indicam valores em que a diferença dos teores de matéria orgânica entre os dois métodos é superior a 10%.



Considera-se pequena a diferença observada entre os percentuais apresentados pelos métodos analisados, em geral. Das 23 amostras analisadas nos dois ambientes que estão sendo estudados, apenas 4 apresentaram diferenças percentuais superiores a 10% (amostras: ALZ 03, ALZ 17, ALZ 32 e GAV 44), com mínimo de 10,12% e máximo de 22,17% de diferença em favor do maior potencial de dispersão de matéria orgânica obtido pelo método de Vaasma (2008). Consideramos que essas amostras constituem exceções em relação às diferenças observadas entre os dois métodos no conjunto de amostras, que são, em média, de aproximadamente 4 %, devendo ser consideradas amostras anormais.

É importante atentar para o fato que, durante o processamento das amostras pelo método proposto por Vaasma (2008), havia naturalmente perda de material durante o procedimento de transferência de sedimentos dos tubos de ensaio (onde eram centrifugados) para os béqueres (onde eram levados para a chapa aquecedora). Porém, como todas as frações devem ter sido igualmente afetadas durante o processamento, essa perda não deve ter afetado as distribuições granulométricas, já que as amostras estavam dispersas em fase úmida. Deve-se registrar, porém, que esse método é consideravelmente mais oneroso em termos de tempo de processamento do que o método de Verdade (1954), podendo levar ao eventual aumento de erros de procedimento.

De toda forma, os resultados apresentados pela comparação dos métodos de pré-tratamentos granulométricos utilizados, propostos por Verdade (1954) e Vaasma (2008), mostram que ambos os métodos são razoavelmente eficientes ao que se propõem. Contudo, com base nos resultados obtidos, o método proposto por Vaasma (2008) apresenta-se como mais eficiente no tocante à dispersão da matéria orgânica como preparação para análises granulométricas, já que mais de 70% das amostras analisadas geraram percentuais superiores de teor de matéria orgânica, em relação aos que foram obtidos pelo método adaptado de Verdade (1954). Apesar disso, como será discutido a seguir, o maior poder de dispersão de matéria orgânica de sedimentos turfosos apresentado pelo método de Vaasma (2008) implica em problema técnico que não foi possível contornar para este trabalho, afetando o resultado granulométrico geral.

### **6.1.2. A Classificação Granulométrica de Flemming (2000) para a Avaliação dos Métodos de Pré-Tratamento para Dispersão da Matéria Orgânica**

Como mencionado anteriormente, o diagrama triangular de Flemming possui 25 classes de sedimentos (Quadro 4) que permitem maior detalhamento da subdivisão textural, auxiliando a distinção entre os diferentes regimes hidrológicos, que serão discutidos no próximo capítulo.

Entretanto, como foi constatado em processamento anterior de amostras turfosas (LIMA, 2010), a dispersão parcial da matéria orgânica em sedimentos turfosos pode levar ao falseamento de resultados granulométricos, através da formação de agregados de lama e de matéria orgânica que podem ser pesados nas frações areia, ou em outras frações. A análise da distribuição dos sedimentos estudados no diagrama de

Flemming (2000) das proporções de argila, silte e areias, de amostras processadas pelos dois métodos de dispersão utilizados nessa dissertação pode contribuir para o aprofundamento da discussão do possível falseamento de resultados granulométricos, eventualmente indicando qual método aqui analisado seria o mais confiável em termos de resultados.

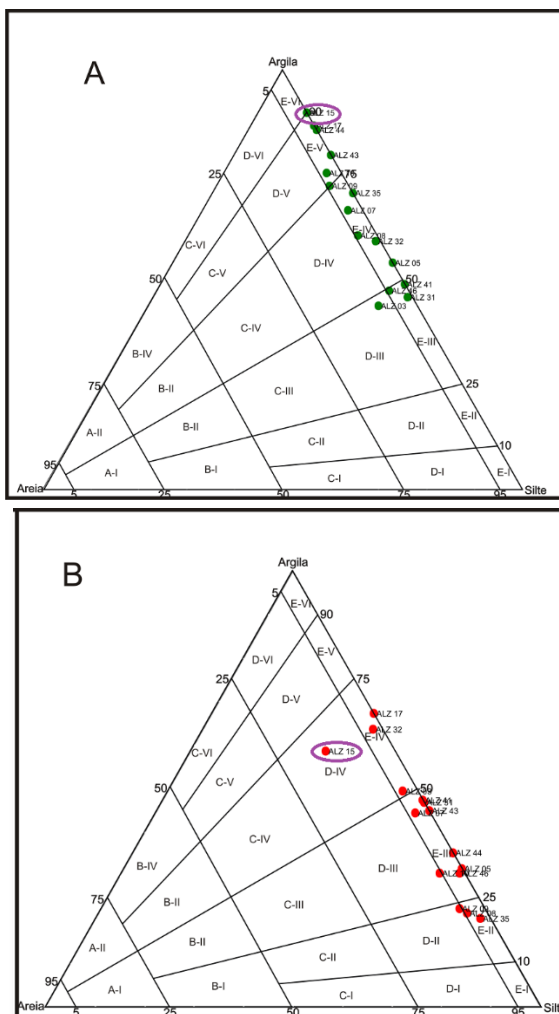
Para tanto foram gerados diagramas triangulares das amostras processadas nos ambientes analisados, apenas com as amostras que foram submetidas aos dois pré-tratamentos de dispersão de matéria orgânica, de modo a possibilitar a comparação almejada.

A Figura 15 apresenta as amostras comparáveis da turfeira Alzira. A Figura 15.a ilustra em quais classes texturais foram direcionadas as amostras quando submetidas ao pré-tratamento proposto por Verdade (1954) e a Figura 15.b em quais classes texturais resultaram as mesmas amostras quando submetidas ao pré-tratamento descrito por Vaasma (2008).

Na Figura 15, ainda que algumas variações sejam pequenas, são consideráveis, uma vez que elas demonstram diferença de classificação granulométrica que está provavelmente associada ao fato de que a maior dispersão da matéria orgânica pelo método de Vaasma (2008) tem como consequência indesejada a passagem para as provetas de material orgânico particulado durante o processo de separação das frações grossa e fina por via úmida. Quando submetidas ao pré-tratamento proposto por Verdade (1954), as amostras classificam-se como mais finas, e quando processadas pelo pré-tratamento de Vaasma (2008), classificam-se como mais siltosas, ou seja, mais grossas, o que é notável pelo deslocamento generalizado das amostras entre os vértices da Argila e do Silte (Figuras 15.a e 15.b). Enquanto 66,6% das amostras ocupam as classes E-IV (Argila siltosa) e E-V (Argila levemente siltosa) na Figura 15.a, 73,4% das amostras ocupam as classes E-II (Silte levemente argiloso), E-III (Silte argiloso) e D-II (Lama levemente arenosa muito siltosa) e D-III (Lama levemente arenosa siltosa) na Figura 15.b.



Figura 15 - Diagramas da turfeira Alzira. Em 15.A as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Verdade (1954) adaptado e em 15.B as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Vaasma (2008). Amostra ALZ15 está circulada por ser anômala.



Constata-se que as amostras processadas pelo método de Verdade (1954) são classificadas como: E-III (silte argiloso), E-IV (argila siltosa),

E-V (argila levemente siltosa), E-VI (argila) e D-III (lama levemente arenosa siltosa), e quando processadas pelo método de Vaasma (2008) suas classes texturais são: E-II (silte levemente argiloso), E-III (silte argiloso), E-IV (argila siltosa), D-II (lama levemente arenosa muito siltosa), D-III (lama levemente arenosa siltosa) e D-IV (lama levemente arenosa argilosa). Essa variação é individualmente ilustrada no quadro 5.

Quadro 5 - Mudança de classes texturais de Flemming (2000) da turfeira Alzira.

AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL DE FLEMMING (2000) SOB PROCEDIMENTO DE VERDADE (1954)	CLASSE TEXTURAL DE FLEMMING (2000) SOB PROCEDIMENTO DE VAASMA (2008)
ALZ 03	D-III (lama levemente arenosa siltosa)	E-IV (argila siltosa)
ALZ 05	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)
ALZ 07	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)
ALZ 08	E-IV (argila siltosa)	E-II (silte levemente argiloso)
ALZ 09	E-V (argila levemente siltosa)	D-II (lama levemente arenosa muito siltosa)
ALZ 10	E-V (argila levemente siltosa)	D-III (lama levemente arenosa siltosa)
ALZ 15	E-VI (argila siltosa)	D-IV (lama levemente arenosa argilosa)
ALZ 17	E-V (argila levemente siltosa)	E-IV (argila siltosa)
ALZ 31	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)
ALZ 32	E-IV (argila siltosa)	E-IV (argila siltosa)
ALZ 35	E-IV (argila siltosa)	E-II (silte levemente argiloso)
ALZ 41	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)
ALZ 43	E-V (argila levemente siltosa)	E-III (silte argiloso)
ALZ 44	E-V (argila levemente siltosa)	E-III (silte argiloso)
ALZ 46	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)

No Quadro 5, contata-se que as amostras da turfeira Alzira apresentam considerável mudança de classes texturais, migrando em geral para classes mais grossas quando pré-processadas pelo método de Vaasma. Assim as amostras são caracterizadas como argilas siltosas ou argilas levemente siltosas quando submetidas ao método de Verdade (1954) e como silte argiloso e silte levemente argiloso quando submetidas

ao método de Vaasma (2008) (ALZ 05, ALZ 07, ALZ08, ALZ 35, ALZ 43, ALZ 44) ou argila siltosa (ALZ 17). Uma amostra (ALZ 03) teve mudança de lama arenosa siltosa para argila siltosa. Ocorre ainda que duas amostras apresentam mudanças de argila levemente siltosa para lama levemente arenosa muito siltosa (ALZ 09) ou para lama levemente arenosa siltosa (ALZ 10). As quatro amostras apresentadas acima não sofreram mudanças de classe textural quando analisadas pelos dois métodos, sendo elas: ALZ 31, ALZ 32, ALZ 41 E ALZ 46. Por sua vez, a amostra ALZ 15 apresentou aumento granulométrico anormal (Apêndice B- quadro 14), provavelmente devido a descuido no processo de quarteramento da amostra, passando da classe de argila siltosa para lama levemente arenosa siltosa, sendo, portanto, descartada da análise.

No caso da turfeira Alzira, a análise detalhada das variações observadas nas amostras processadas pelos dois métodos (Apêndice B- quadros 13 e 14) indica, em média, a perda relativa de aproximadamente 23% de massa na fração argila e o ganho de aproximadamente 23% de massa na fração silte, quando passamos do processamento pelo método de Verdade (1954) para o método de Vaasma (2008). Explicando assim o padrão geral de distribuição observado na Figura 15 pelo deslocamento da nuvem de pontos amostrais na direção do vértice dos siltes. Esse deslocamento no espaço do diagrama de Flemming, juntamente com as variações de massa entre as frações de lama que podem ser detectadas pela análise do Apêndice B- quadros 13 e 14, estão associados à transferência de matéria orgânica particulada no tamanho da fração silte para as provetas, na etapa de pipetagem das amostras dessa turfeira e explicam o engrossamento generalizado das amostras quando pré-processadas pelo método de Vaasma (2008). O fenômeno se explicaria pelo maior potencial de dispersão da matéria orgânica do método de Vaasma (2008), discutido anteriormente, e pela dificuldade de eliminar essa mesma matéria orgânica da solução aquosa durante o processamento granulométrico.

Como observado pela análise de como as amostras individuais migraram de uma classe para a outra no diagrama de Flemming (Apêndice C- quadros 17), amostras formadas majoritariamente por restos de tecidos vegetais, com pouca fração mineral, apresentam pouca ou nenhuma mudança de classe textural após processamento pelos métodos avaliados. Algumas amostras cuja descrição de campo indica cores mais claras, em geral amareladas, são as amostras que apresentaram as mudanças de classe mais importantes, passando da categoria E (Lama) para a D (Lama levemente arenosa), provavelmente devido à presença de óxidos de Fe que teriam formado quelatos juntamente com complexos

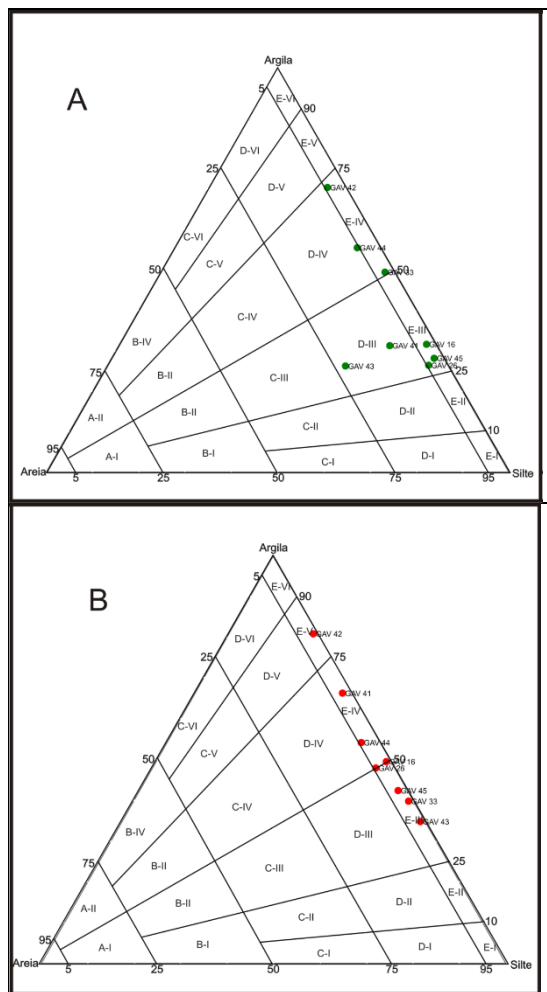
orgânicos. As amostras que foram descritas como mais escuras em campo não apresentaram mudança textural tão significativa, migrando apenas dentro da categoria E (Lama), na direção do vértice do silte.

A Figura 16 apresenta as amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho. A Figura 16.a ilustra em quais classes texturais foram direcionadas as amostras quando submetidas ao pré-tratamento proposto por Verdade (1954) e a Figura 16.b em quais classes texturais resultaram as mesmas amostras quando submetidas ao pré-tratamento descrito por Vaasma (2008).

Na Figura 16 observam-se variações importantes quanto aos diferentes métodos de análises abordados. Quando processadas pelo método de Verdade (1954), as amostras da turfeira Gaviãozinho classificam-se nos grupos D-III (lama levemente arenosa siltosa), D-IV (lama levemente arenosa argilosa), E-III (silte argiloso) e E-IV (argila siltosa), e sendo processadas pelo método de Vaasma (2008) suas classes texturais são E-III (silte argiloso), E-IV (argila siltosa) e E-V (argila levemente siltosa).

No Quadro 6 segue a caracterização individual de cada amostra. O quadro 6 mostra que as amostras da turfeira Gaviãozinho, quando submetidas ao método proposto por Verdade (1954), distribuem-se com 3 amostras migrando de classes texturais mais grossas para classes mais finas (amostras GAV 16 e GAV 26 passaram de silte argiloso para argila siltosa e amostra GAV 44 de lama levemente arenosa argilosa para argila siltosa); 2 amostras migrando de classes texturais mais finas para classes mais grossas (amostra GAV 33 passando de argila siltosa para silte argiloso, GAV 42 de argila siltosa para argila levemente siltosa); 1 amostra que se manteve na mesma classe ( amostra GAV 45 em silte argiloso) e, por fim, duas amostras (GAV 41 e GAV 43) que apresentaram variação importante de classe granulométrica, passando das classes de lama levemente arenosa siltosa para argila siltosa e silte argiloso. Essas amostras não serão consideradas nas análises globais, pois parecem ter sido influenciadas por problema de seleção diferencial na etapa de quarteamento, como pode ser observado pela análise detalhada das diferentes frações granulométricas obtidas pela aplicação dos dois métodos estudados (Apêndice B- quadros 15 e 16).

Figura 16 – Diagramas da turfeira Gaviãozinho. Em 16.A as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Verdade (1954) adaptado e em 16.B as classes texturais que resultaram as amostras pré-processadas pela proposta de Vaasma (2008).



Novamente, porém, observa-se que ocorre interferência nas distribuições das amostras no espaço dos diagramas, de acordo com o método adotado. No caso das amostras da turfeira Gaviãozinho, os motivos pelos quais essas variações ocorrem não estão claros, já que não

foi identificado padrão bem definido de redistribuição das frações. Porém, no caso da turfeira Gaviãozinho, a análise detalhada das variações observadas nas amostras processadas pelos dois métodos (Apêndice B – Quadros 15 e 16) indica, em média, o ganho relativo de aproximadamente 11% de massa na fração argila e a perda relativa de massa, sobretudo na fração silte (7,52%), e também na fração areia muito fina (2,74%), totalizando aproximadamente 10% de perda de massa das distribuídas nessas frações mais grossas. O padrão geral de distribuição observado na Figura 16 pode ser, portanto, explicado pela mesma interferência metodológica introduzida no processamento pelo método de Vaasma (2008), induzindo nesse caso aporte relativo de matéria orgânica particulada para fração argila e resultando no deslocamento da nuvem de pontos amostrais na direção do eixo das argilas nos diagramas de Flemming (2000). Ou seja, aparentemente, a matéria orgânica particulada nessa turfeira foi transferida para as provetas, na etapa de pipetagem, prioritariamente na fração argila.

Quadro 6 - Mudança de classes texturais da turfeira Gaviãozinho.

AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL DE FLEMMING (2000) SOB PROCEDIMENTO DE VERDADE (1954)	CLASSE TEXTURAL DE FLEMMING (2000) SOB PROCEDIMENTO DE VAASMA (2008)
GAV 16	E-III (silte argiloso)	E-IV (argila siltosa)
GAV 26	E-III (silte argiloso)	E-IV (argila siltosa)
GAV 33	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)
GAV 41	D-III (lama levemente arenosa siltosa)	E-IV (argila siltosa)
GAV 42	E-IV (argila siltosa)	E-V (argila levemente siltosa)
GAV 43	D-III (lama levemente arenosa siltosa)	E-III (silte argiloso)
GAV 44	D-IV (lama levemente arenosa argilosa)	E-IV (argila siltosa)
GAV 45	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)

Esse resultado, juntamente com o obtido pela análise de distribuição nos diagramas de Flemming nas amostras da turfeira Alzira, indica que, o material turfoso da turfeira Gaviãozinho se encontra em estado de humificação mais avançado do que o material turfoso da turfeira Alzira, resultando em matéria orgânica particulada de tamanho inferior ao verificado nas amostras da turfeira Alzira. Caso isso venha a ser comprovado por estudo independente, poderemos concluir que existem

efetivamente diferenças sutis de cunho ambiental entre as duas turfeiras aqui estudadas. O ambiente menos dinâmico da turfeira “confinada” Alzira (ver apresentação das áreas de estudo, página 26) do ponto de vista hidrológico, estaria associado a maior permanência do lençol d’água sobre os depósitos, retardando o processo natural de humificação, em relação ao ambiente mais aberto da turfeira Gaviãozinho, que está instalada ao longo de vale melhor definido e, portanto, mais exposto a variações de cunho hidrológico ao longo do tempo.

Consequentemente, comparando-se as duas distribuições e as classificações das amostras através do diagrama de Flemming, nos dois ambientes estudados pode-se afirmar:

1) o diagrama de Flemming (2000) permite a detecção de variações sutis de distribuições granulométricas, devido, notadamente, ao elevado número de classes granulométricas proposto pelo autor para o estudo de sedimentos lamosos;

2) a percepção dessas variações sutis é útil para a avaliação de métodos sedimentológicos alternativos associado à análise de sedimentos lamosos e turfosos;

3) a avaliação dos resultados pelos dois métodos aqui abordados, através do diagrama de Flemming (2000), permitiu detectar a ocorrência provável de aportes relativos de material orgânico particulado nas frações mais finas das amostras analisadas;

4) esse aporte relativo de matéria orgânica particulada sugere que a turfeira Alzira contém essas substâncias, em média, em tamanho maior do que as encontradas na turfeira Gaviãozinho, refletindo, provavelmente, o maior grau de humificação (decomposição da matéria orgânica) dos materiais encontrados nesta turfeira. Embora esse resultado precise ainda ser confirmado por métodos independentes (medição do grau de humificação de turfa), a sua detecção neste trabalho indica a ocorrência provável de padrões ambientais distintos entre as duas turfeiras estudadas, que parecem estar relacionados com as suas particularidades geomorfológicas.

### **6.1.3 Análise Detalhada das Frações Granulométricas entre os Dois Métodos de Processamento Estudados**

Os quadros com os valores percentuais das diferentes frações granulométricas obtidas após processamento pelos dois métodos são apresentados no Apêndice B.

Índices de correlação obtidos entre as diferentes frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira (Tabelas 4 e 5) indicam

correlação linear, que varia de forte a significativa entre as frações de Areia Média a Areia Muito Fina e índices de correlação linear muito fracos entre as frações de Lama e frações de areias grossas a muito grossas. Em geral, isso indica relativa consistência no processamento granulométrico das amostras (excluídas amostras em que anomalias relacionadas ao processo de quarteamento foram identificadas), preservando as distribuições das frações arenosas mais frequentes nas amostras (entre areia média e areia muito fina). Indicam também variação importante de frações mais grossas, de baixo percentual relativo, sob a provável influência de processo inadequado de quarteamento e forte variação das frações Argila e Silte, provavelmente influenciada pela passagem de material orgânico particulado para as provetas na fase de pipetagem, como discutido do acima.

Tabela 4 - Índices de correlação das frações da turfeira Alzira.

<b>Fração</b>	<b>Correlação</b>
Argila	0,00748241
Silte	0,0007056
Areia Muito Fina	0,6406444
Areia Fina	0,81884368
Areia Média	0,63023834
Areia Grossa	-0,00720772
Ar M. Grossa	-0,04763048

A Tabela 5 apresenta os índices de correlação das amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho.

Tabela 5 - Índices de correlação das frações da turfeira Alzira.

<b>Fração</b>	<b>Correlação</b>
Argila	0,6176193
Silte	-0,616702
Areia Muito Fina	-0,2543429
Areia Fina	0,573462
Areia Média	0,3088415
Areia Grossa	0,90
Areia Muito Grossa	0,9009181
Cascalho	0,1873985

Ao contrário das amostras da turfeira Alzira, as amostras da Gaviãozinho ganham argila e perdem silte quando passamos os resultados



obtidos do método de Verdade (1954) para o método de Vaasma (2008). Os resultados brutos (Apêndice B – quadros 15 e 16) indicam ainda ganho relativo de Areia Média e Areias Muito Finas nas amostras processadas para o processamento sob o método de Verdade (1954), o que deve estar relacionado, novamente, a um problema de separação diferencial dessas frações durante o processo de quarteamento. Os índices de correlação linear entre as diferentes frações processadas pelos dois métodos apresentam valores significativos para as frações argila (correlação direta); silte (correlação inversa); areias finas (direta); areia grossa (direta) e areia muito grossa (direta). Os fracos índices de correlação para as frações areia muito fina e areia média sugerem que essas frações podem ter sido mal distribuídas, de fato, durante o processo de quarteamento das amostras.

Em geral, observamos ainda que os resultados obtidos com as análises das amostras da turfeira Gaviãozinho são bem distintos dos obtidos pela análise dos depósitos da turfeira Alzira. Em geral, no que diz respeito à análise dos métodos em questão, além dos eventuais problemas de quarteamento já mencionados, observa-se que na turfeira Gaviãozinho está ocorrendo, provavelmente, aporte de material particulado orgânico, prioritariamente, para a fração argila, enquanto na turfeira Alzira o aporte está sendo dirigido para a fração silte, como salientado anteriormente.

## 6.2 AVALIAÇÃO GLOBAL DOS MÉTODOS DE DISPERSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS TURFOSOS

A presença de matéria orgânica nos sedimentos não se caracteriza como problema para pesquisas sedimentológicas em geral, mesmo que diversos tipos de análise de sedimentos exijam a destruição prévia da matéria orgânica (VERDADE, 1954). Porém, quando se trata de materiais turfosos, em que os teores de matéria orgânica são muito mais elevados do que em solos, em geral, os compostos orgânicos interferem nas distribuições granulométricas, seja qual for o método utilizado, já que podem adicionar colóides às frações mais finas, e agregados coloidais secos às frações mais grossas (LIMA, 2010).

Entretanto, se por um lado a queima de matéria orgânica por métodos como PPI (perda de peso por ignição) pode eliminar materiais que não sejam de origem orgânica, a dispersão de matéria orgânica com a utilização de peróxido de hidrogênio nem sempre elimina quantidade suficiente deste material, de modo a permitir análise granulométrica confiável.

Esse é o problema enfrentado por pesquisas voltadas para sedimentologia de materiais cujos teores de matéria orgânica são elevados, como é o caso de sedimentos turfosos, pois as técnicas de dispersão de matéria orgânica que são mais comuns em sedimentologia não são eficientes. Há uma carência de bibliografia e de informações consistentes quanto à definição e recomendação de métodos mais adequados para a obtenção de resultados granulométricos confiáveis e reprodutíveis em sedimentos turfosos (TOSCAN, 2004), o que dificulta muito pesquisas sedimentológicas em depósitos de turfeiras.

Para Verdade (1954), qualquer que seja a concentração utilizada de peróxido de hidrogênio para a eliminação de matéria orgânica, o seu efeito é insuficiente, sendo necessário lavar amostras do sedimento após a queima com peróxido. Entretanto, fica pendente o problema relacionado à essa lavagem, que implicaria obrigatoriamente em centrifugação das amostras para minimizar a perda de colóides minerais durante o processo. Porém, pelos resultados obtidos neste trabalho, em que o processamento de Verdade (1954) foi aplicado sem centrifugação, observou-se dispersão e eliminação de matéria orgânica que parecem ter sido eficientes, utilizando-se, progressivamente, diferentes concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no processamento das amostras, o que caracterizou a adaptação ao método, à qual foi feita referência diversas vezes ao longo do trabalho.

A utilização de peróxido de hidrogênio para a dispersão da matéria orgânica é defendida por ambos os autores cujos métodos foram abordados nesta dissertação. Entretanto, Vaasma (2008) acrescenta ao processamento a utilização de ácido clorídrico (HCl) antes do uso do (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que comumente é usado para a remoção de carbonatos (BATTARBEE, 1986; BATTARBEE *et al.*, 2001; SHUMACHER, 2002) e de ferro (Fe). A remoção do Fe tem por finalidade acelerar o processo de oxidação na destruição da matéria orgânica (MIKUTTA *et al.*, 2005). Vaasma (2008) defende ainda que, após a eliminação da matéria orgânica com o (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), é necessário eliminar os silicatos biogênicos através do uso de KOH em banho-maria durante 30 min.

Como foi observado no item anterior, os resultados desse procedimento levam a resultados que aparentam relativa consistência em termo de análise granulométrica. Porém, a dispersão da matéria orgânica esperada pela aplicação do método de Vaasma (2008) não foi plenamente obtida em nossos procedimentos, levando a resultados que parecem ter sido influenciados pelo aporte de frações coloidais orgânicas nas frações argila e silte, respectivamente. Ressalte-se, porém, que esse aporte diferencial de matéria orgânica foi identificado com padrões distintos entre os ambientes estudados (turfeiras), tornando as lammas mais grossas

na turfeira Alzira e mais fina na turfeira Gaviãozinho. O que constitui resultado inesperado permite avaliar, ainda que hipoteticamente, eventuais diferenças de ambientes deposicionais entre as duas turfeiras estudadas.

As amostras analisadas foram também classificadas automaticamente pelo Software Sysgran – Análises e Gráficos Sedimentológicos, utilizando os parâmetros preestabelecidos por Folk e Ward (1957), gerando resultados como Assimetria, Curtose, porcentagens de grãos de Cascalho, Areia e Lama (Silte + Argila) (CAMARGO, 2006). Utilizamos aqui como parâmetros obtidos pelo Sysgram a classificação das amostras pelo sistema de Folk e Ward (1957) e os valores obtidos de mediana para a análise comparativa dos métodos de Verdade (1954) e Vaasma (2008) (Apêndice D-Tabelas 6 e 7).

Observa-se, em geral, que a correlação entre as medianas e as classes granulométricas obtidas segundo os dois métodos é muito baixa, respectivamente de 0,15 (r) e -0,13 (R), o que indica que houve resultados efetivamente discordantes entre os dois métodos utilizados.

Na turfeira Alzira, pelo sistema de classificação de Folk e Ward (1957) 86,7% das amostras analisadas passa a ocupar classes granulométricas mais grossas após o processamento pelo método de Vaasma. Enquanto 12,5% das amostras analisadas tendem a ocupar classes granulométricas mais finas quando processadas pelo método de Vaasma na turfeira Gaviãozinho (Quadro 8 e 9). Globalmente, esses resultados confirmam o que já foi discutido anteriormente sobre os efeitos dos métodos de processamento granulométrico de amostras turfosas.

Quadro 7 - Tendência de mudança textural da turfeira Alzira.

<b>FRAÇÕES DE SILTE</b>	<b>% VERDADE (1954)</b>	<b>% VAASMA (2008)</b>
Silte Fino	53,33333	13,33333
Silte Médio	46,66667	60
Silte Grosso	0	26,66667

Quadro 8 - Quadro de tendência de mudança textural da turfeira Gaviãozinho.

<b>FRAÇÕES DE SILTE</b>	<b>% VERDADE (1954)</b>	<b>% VAASMA (2008)</b>
Silte Fino	12,5	25
Silte Médio	75	75
Silte Grosso	12,5	0

As amostras coletadas nos dois ambientes de estudo apresentaram respostas diferentes a análise feita pelos dois métodos distintos. As amostras da turfeira Alzira apresentaram-se mais finas quando processadas pelo método proposto por Verdade (1954), distribuindo-se em classes texturais mais argilosas ou argilo-siltosas e em classes texturais mais siltosas e silto-argilosas quando processadas pelo método proposto por Vaasma (2008). Já as amostras coletadas na turfeira Gaviãozinho, quando processadas pelo método de Verdade (1954) apresentam-se mais siltosas, ou silte argilosas, e quando processadas pelo método de Vaasma (2008) caracterizavam-se como material mais fino em classes texturais argilosas levemente siltosas ou argilosas siltosas.

As constatações acima não permitem aferir qualquer conclusão acerca da eficiência dos métodos comparados até o momento, pois indicam apenas variações relativamente sutis dos materiais coletados nas turfeiras em estudo. Até aqui, essas diferenças aparentam estar mais relacionadas ao estado de decomposição (grau de humificação) da turfa em que as amostras foram coletadas, como foi deduzido pela modificação dos padrões de classificação granulométrica no sistema de Flemming (2000), sugerindo maior grau de humificação dos depósitos da turfeira Gaviãozinho (maior variação da altura do lençol d'água ao longo do tempo) e menor grau de humificação (menor variação do lençol d'água) dos materiais da turfeira Alzira.

## **7. AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DEPOSICIONAL DAS TURFEIRAS ESTUDADAS**

A partir da análise realizada no capítulo anterior, desenvolve-se neste capítulo reflexão geral sobre os resultados obtidos focada na dinâmica de deposição quaternária verificada nas duas turfeiras estudadas na Serra do Espigão. A análise é feita pelos dados de processamento e classificação granulométrica do conjunto de 88 amostras turfosas que foram estudadas. Além das tabelas que apresentam os dados granulométricos, da análise em campo e da datação pelo radiocarbono, foi utilizado novamente o diagrama de Flemming (2000), incluindo todas as amostras processadas pelos diferentes métodos utilizados durante o trabalho, a saber: a) Suguio (1973), para sedimentos menos orgânicos, b) Verdade (1954) e Vaasma (2008) para sedimentos com elevado teor de matéria orgânica. São apresentados ainda perfis mostrando a quantidade de areias grossas e finas ao longo de testemunhos de sondagem realizados em diferentes pontos das turfeiras estudadas.

### **7.1. TURFEIRA ALZIRA**

Pontos de sondagem para recuperação de testemunhos foram realizados ao longo de linhas de caminhamento para levantamento GPR. As informações geradas em campo pelo GPR foram utilizadas para a avaliação preliminar da profundidade do depósito turfoso, orientando a definição de pontos ao longo da turfeira onde foram realizadas as sondagens com coletor russo, recuperando testemunhos do subsolo. Esses testemunhos foram descritos em campo e amostras sedimentológicas foram coletadas para análise laboratorial.

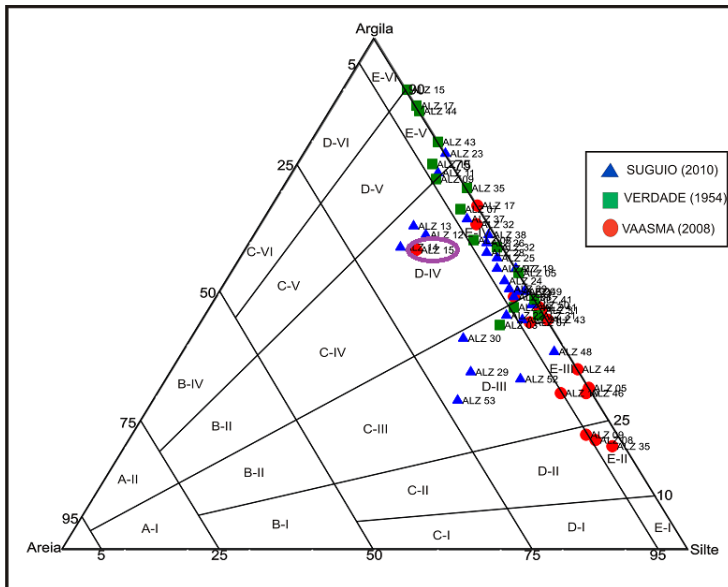
#### **7.1.1 Classificação dos Depósitos da Turfeira Alzira no Diagrama de Flemming (2000)**

As 51 amostras coletadas na turfeira Alzira, que foram processadas pelos três métodos abordados (Suguio, 1973; Verdade, 1954 e Vaasma 2008), estão apresentadas abaixo na Figura 17, que utiliza o sistema de classificação de Flemming (2000).

A partir da Figura 17 pode-se observar que as amostras coletadas nessa turfeira aparecem muito próximas umas às outras, em função da sua classificação predominantemente lamosa. As que foram processadas pelo método de Suguio (1973), por apresentarem cores mais claras e menos evidências de campo de mistura com material turfoso, distribuem-se,

principalmente, nas classes D-III (lama levemente arenosa siltosa), D-IV (lama levemente arenosa argilosa) e E-IV (argila siltosa). Algumas amostras processadas pelo método de Suguio ocupam classes mais finas: E-III (silte argiloso) e E-V (argila levemente siltosa), mas sua maioria (68%) encontra-se nas classes citadas anteriormente.

Figura 17 - Diagrama de Flemming das amostras da turfeira Alzira processadas pelos três métodos



Embora as amostras processadas pelo método de Suguio estejam todas classificadas como materiais lamosos (Flemming, 2000), pode-se observar que aproximadamente um terço das amostras processadas (32%) ocupa classes mais grossas do que as amostras selecionadas para serem processadas pelos métodos de Verdade (1954) e Vaasma (2008). Com exceção de amostra que já identificamos com problema relacionado à etapa de quarteamento (ALZ 15), apenas uma das amostras processadas pelos outros métodos ocupa classe mais grossa no diagrama ternário (ALZ 03). A maioria das amostras (68%) processadas pelo método de Suguio (1973) ocupa classes lamosas medianamente finas (Silte argiloso e Argila siltosa), compartilhando esse espaço do diagrama com as demais amostras, propriamente turfosas, processadas pelos outros métodos. Essa

distribuição justifica-se pelo fato de que a escolha das amostras que seriam processadas pelo método de Suguio (1973) representavam sedimentos com maior teor de material mineral, com coloração mais clara e que não possuíam, a priori, teores elevados de matéria orgânica. Em função disso, salienta-se: a) o fato de que 32% dessas amostras ocupam classe de Flemming de lamas mais grossas, que não são ocupadas pelas demais amostras do nosso universo amostral; b) o fato de que as amostras mais finas (68%), processadas pelo método de Suguio (1973), dividem com as demais amostras deste trabalho as classes que são mais frequentes (aproximadamente 63% do total das amostras ocupam as classes E-III e E-IV) do diagrama Flemming na turfeira Alzira. Esse fato reforça a nossa conclusão de que a eliminação da matéria orgânica pelos métodos de Verdade (1954) e Vaasma (2008) permite a análise granulométrica efetiva da fração mineral de sedimentos turfosos. De fato, considerando-se esses resultados, podemos observar que 63% do total das amostras processadas nessa turfeira são classificadas como Silte argiloso (E-III: 25%) e Argila siltosa (E-IV: 38%), indicando ambiente de baixa energia típico para a acumulação de turfas, com pequeno percentual de material grosseiro, em geral.

A análise da distribuição de todas as amostras processadas na turfeira Alzira permite salientar as principais conclusões já delineadas no item precedente e traz novas conclusões sobre a avaliação dos métodos estudados.

A aplicação do método de Suguio (1973) para amostras predominantemente siliciclásticas permite constatar que o padrão deposicional na turfeira Alzira favorece, efetivamente, a acumulação predominante de siltes e de argilas (63%). Como essas amostras apresentam pouca matéria orgânica em sua matriz, elas foram utilizadas neste trabalho como referência para os aportes sedimentares clásticos introduzidos no ambiente deposicional.

O material da turfeira Alzira processado por Vaasma (2008) apresenta tendência a aumentar as distribuições granulométricas na fração Silte, fenômeno que está provavelmente associado à dispersão de material orgânico particulado que foi adicionado à fração lama na etapa de peneiramento por via úmida. Esse problema não parece ocorrer com as amostras processadas pelo método de Verdade (1954). De fato, observando-se a distribuição das diferentes amostras no diagrama da Figura 17 constata-se que, das 17 amostras que se distribuem entre as classes E-II (Silte levemente argiloso) e E-III (Silte argiloso), 64,7% foram processadas pelo método de Vaasma (2008) e 35,3% dessas amostras foram processadas pelos métodos de Suguio (1973) e Verdade

(1954), com 17,64% para cada um dos últimos. Ou seja, o processamento pelo método de Vaasma (2008) aparenta ter alterado efetivamente a distribuição granulométrica das amostras processadas através do aporte de material no calibre do silte.

Globalmente, porém, a turfeira Alzira apresenta material muito fino e ambos os processamentos (Verdade, 1954 e Vaasma, 2008) são relativamente eficientes para caracterizar os depósitos siliciclásticos acumulados juntamente com os depósitos orgânicos.

### **7.1.2 Análise da Variação da Fração Areias ao Longo da Profundidade na Turfeira Alzira**

Nessa turfeira foram gerados um perfil transversal e um longitudinal ao longo da turfeira com o GPR (*Ground Penetrating Radar*) que, após breve interpretação estratigráfica, permitiu a identificação de locais onde eventuais descontinuidades geofísicas, marcadas por refletores individualizados, revelariam potencial para a caracterização de materiais diferentes a serem coletados por testemunhador. Entre as sondagens realizadas, foram escolhidos quatro pontos de sondagem, orientados no sentido NE-SW, em função de os testemunhos nesses pontos abarcarem amostras contínuas ao longo da profundidade: a 10 metros, 33 metros e 50 metros, do início do perfil traçado transversal à turfeira e um ponto a 10 metros.

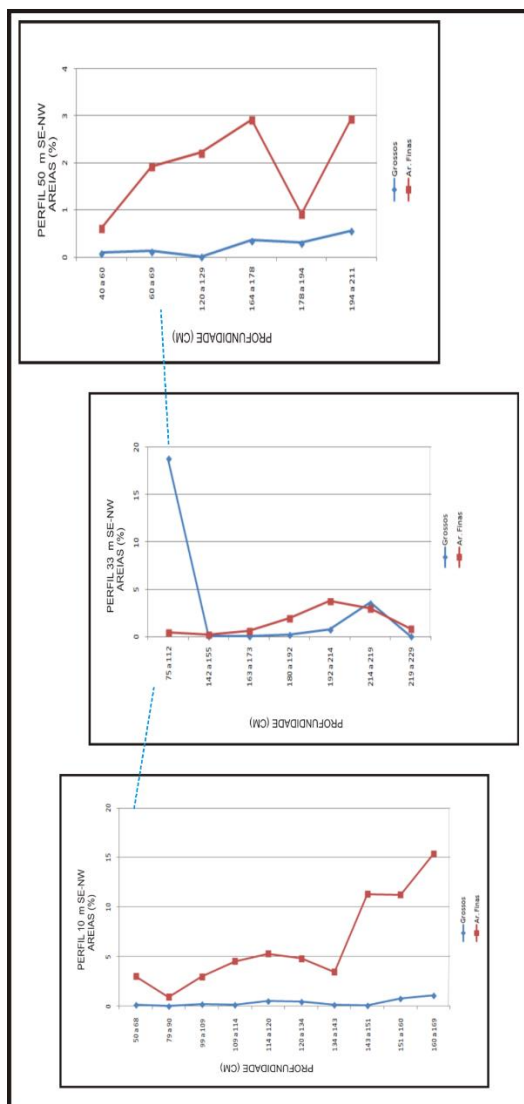
Apesar da fração areia representar percentual relativamente muito baixo nos depósitos estudados, constituindo em média 2,5% dos materiais, a análise da sua distribuição ao longo da profundidade pode ser esclarecedora. Para tanto, foram agrupadas as frações areia fina e areia muito fina, para formar um conjunto aqui denominado “Areias Finas”, e as frações cascalho, areia muito grossa, areia grossa e areia média, aqui denominadas de “Grossos”, de modo a permitir a análise sintética da variação entre clastos grossos e finos ao longo dos perfis de sondagem.

Os pontos de sondagens que configuram este perfil apresentam em seu topo material muito parecidos, caracterizados por turfa preta em alto grau de decomposição classificados, de acordo com Von Post como Hêmica e Sáprica.

As coletas feitas nesses pontos de sondagens iniciaram-se aproximadamente a 40 cm da superfície atingindo 229 cm até a passagem para o substrato rochoso. Os perfis (ou pontos de coleta) caracterizam-se com teores superiores de areias finas às areias grossas.



Figura 18 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade, nos pontos de sondagem e de coleta de material para análise sedimentológica da turfeira Alzira.

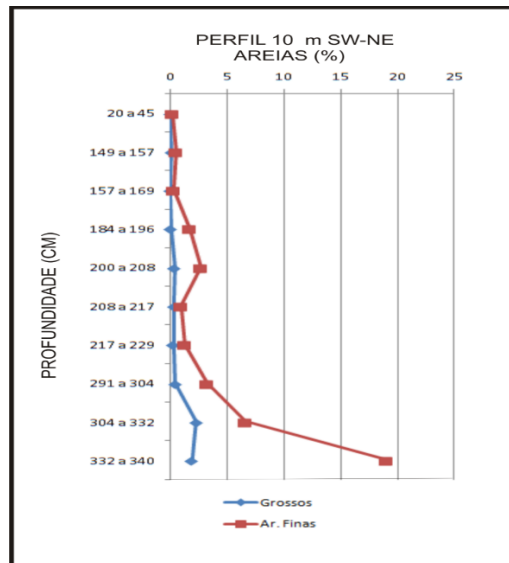


No entanto, nos 189 cm de perfil até atingirem o substrato rochoso, nota-se aportes de areias grossas em diferentes profundidades e diversas quantidades. Provavelmente, essa configuração está associada à entrada de fluxo lamoso, carreando areias de todos os calibres, grossas e finas, como sugere a inflexão para o aumento percentual de ambas as “frações” no gráfico.

Nos diferentes pontos de sondagem do perfil, ocorre a diminuição da fração de areia fina indicando, provavelmente, períodos de baixa variação do lençol d’água sobre a superfície topográfica. Já as curvas que apresentam o aumento de areia fina sugerem distribuição normal com gradação para o topo das frações arenosas carregadas com as lamas que se depositaram na turfeira nesse período.

O perfil de sondagem ilustrado na Figura 19 foi obtido ao longo de linha de caminhamento que corta transversalmente a linha de caminhamento associada aos perfis de sondagem ilustrados nas figuras anteriores. Esse ponto de sondagem se situa a 20 metros de distância daquela linha de caminhamento, na direção SW (azimute = 266°), e se situa a 10 metros de distância de testemunho para análise palinológica, que foi obtido para o projeto geral no qual esta dissertação está integrada.

Figura 19 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade.



Nessa sondagem, a distribuição das areias ao longo do perfil é distinta da observada nos outros pontos de sondagem. Aqui, os percentuais de areia são praticamente residuais ao longo de praticamente 300 centímetros de profundidade. Os percentuais de areia nos depósitos lamosos aumentam apenas a partir de 304 cm, tendendo ao acréscimo exponencial ao se aproximar da passagem para o substrato rochoso alterado.

Em geral, a análise da distribuição da fração arenosa ao longo da profundidade na turfeira Alzira indica o predomínio de lamas com muito pouco aporte de clastos arenosos ao longo do depósito, porém com oscilações dos teores de areias em profundidades intermediárias, que sugerem a entrada no depósito de fluxos lamosos de maior energia no setor estudado em que se situam os perfis de sondagem das Figuras 18. Esse padrão pode ser explicado pela proximidade da linha de caminamento SE-NW das cabeceiras da depressão fechada alongada no setor onde essa linha foi estabelecida.

Porém, a 20 metros de distância dessa linha na direção de setores mais amplos e profundos da turfeira, na direção SW ( $N 226^0$ ), os depósitos já assumem perfil muito fino ao longo de toda a profundidade do depósito, como ilustrado pelo gráfico da Figura 19. Em função da morfologia geral do sítio, que forma depressão fechada alongada no sentido SW-NE, com aproximadamente 730 metros de comprimento, e curta no sentido SE-NW, com aproximadamente 70 metros de comprimento, é bastante provável que as variações dos teores de areias ao longo da linha de caminamento, associadas ao lado mais curto da turfeira sejam relacionados, sobretudo, à formação de escoamento superficial orientado pelas linhas de drenagem no sentido SE-NW da turfeira, que é efetivamente o sentido de escoamento principal da turfeira, tal como descrito anteriormente.

## 7.2 TURFEIRA GAVIÃOZINHO

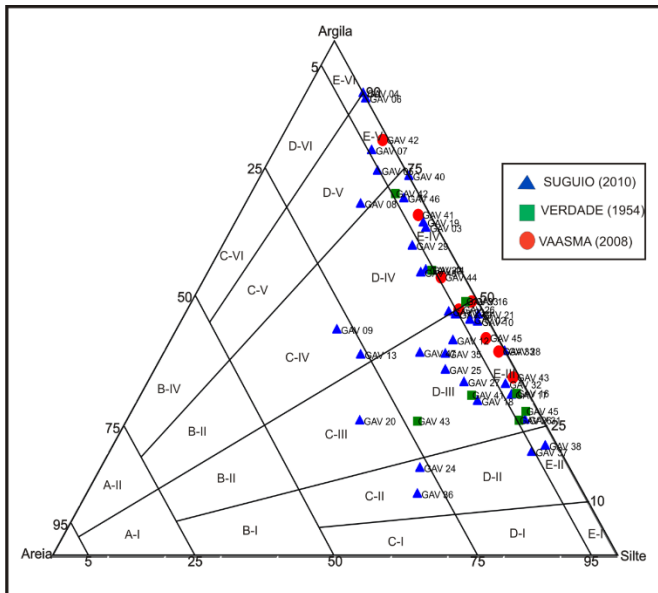
### 7.2.1 Classificação dos Depósitos da Turfeira Gaviãozinho no Diagrama de Flemming (2000)

No sítio denominado Gaviãozinho foi gerada linha de caminamento transversal ao comprimento principal da turfeira de vale, disposta no sentido S-N, ao longo da qual o GPR (*Ground Penetrating Radar*) foi utilizado para orientar a definição de pontos de sondagem para a coleta de amostras. Essa linha de caminamento, de aproximadamente

470 metros de comprimento, foi explorada com coletor de testemunhos do tipo russo, ao longo da direção Sul-Norte. Nessa direção de caminhamento, foram selecionados pontos de sondagem para ilustrar a variação dos sedimentos lamosos em profundidade. As sondagens foram realizadas, a partir da origem da linha de caminhamento, a 138 m; a 229 m; a 264 m; a 310 m; a 360 m, e a 406 m, partindo da borda sul da turfeira na direção à sua borda norte (Figura 3 na página 27).

Entre os materiais que foram coletados na turfeira Gaviãozinho, 49 amostras foram processadas pelos três métodos já citados, e os dados gerados foram inseridos em um diagrama de Flemming (2000), seguindo o mesmo procedimento analítico utilizado para a turfeira Alzira.

Figura 20 - Diagrama de Flemming (2000) com os três métodos de preparação de amostras para análise granulométrica na turfeira Gaviãozinho.



As amostras coletadas na turfeira Gaviãozinho se distribuem no diagrama de Flemming (2000) de forma mais variada, ocupando número maior de classes granulométricas do que as amostras analisadas na turfeira Alzira. As amostras que foram processadas pelo método de Suguio (1973) são as que ocupam o maior número de classes texturais: C-II (lama arenosa muito siltosa), C-III (lama arenosa siltosa), C-IV (lama

arenosa argilosa), D-II (lama levemente arenosa muito siltosa), D-III (lama levemente arenosa siltosa), D-IV (lama levemente arenosa argilosa), D-V (lama levemente arenosa muito argilosa), E-II (silte levemente argiloso), E-III (silte argiloso), E-IV (argila siltosa) e E-V (argila levemente siltosa). Do total de 34 amostras processadas pelo método de Suguio (1973), 19 (55,8%) ocupam classes mais grossas, entre os grupos C e D de Flemming (2000) e 15 (44,11%) ocupam classes mais finas, no grupo E de classes granulométricas. Somente 3 amostras processadas pelo método de Verdade (1954) ocupam as classes mais grossas do diagrama, e nenhuma das amostras processadas pelo método de Vaasma (2008) ocupa essas classes. Das 8 amostras processadas pelo método de Verdade (1954), 3 (37,5%) ocupam classes mais grossas, no grupo D de Flemming, e 5 (62,5%) ocupam classes mais finas, do grupo E. Das 8 amostras processadas pelo método de Vaasma (2008), 100% ocupam as classes mais finas de Flemming, no grupo E de classes granulométricas.

As amostras processadas pelo método proposto por Verdade (1954) são classificadas como D-III (lama levemente arenosa siltosa), D-IV (lama levemente arenosa argilosa), E-III (silte argiloso) e E-IV (argila siltosa). O grupo de amostras que foi processado pelo método de Vaasma (2008), inclui amostras classificadas como E-III (silte argiloso), E-IV (argila siltosa) e E-V (argila levemente siltosa).

A mesma explicação fornecida pela análise do conjunto de amostras estudado na turfeira Alzira é utilizada aqui, no caso da turfeira Gaviãozinho, onde 34 amostras com características de campo que indicavam baixos teores de matéria orgânica foram processadas pelo método de Suguio (1973). Porém, ao contrário do que foi observado na outra turfeira, onde 34% (8) das 25 amostras siliciclásticas ocupam classes mais grossas, a maioria (54,55%) das amostras predominantemente siliciclásticas na turfeira Gaviãozinho ocupa classes mais grossas no diagrama de classificação de sedimentos lamosos de Flemming (2000). Além disso, na turfeira Gaviãozinho, classes texturais mais grossas como C-II, C-III e C-IV, (Lamas arenosas) que não ocorrem na turfeira Alzira, com maiores percentuais de areias, são identificadas no diagrama da Figura 20. As amostras com maiores teores de matéria orgânica, processadas pelos métodos de Verdade (1954) e de Vaasma (2008) ocupam as classes mais finas do diagrama Flemming (2000), com duas exceções na classe D-III (lama levemente arenosa siltosa).

Da mesma forma que na análise da turfeira Alzira, as classes texturais mais finas do grupo E de Flemming (Siltos e Argilas), que estão associadas à maioria (57,14%) das 49 amostras analisadas na turfeira

Gaviãozinho, um pouco mais da metade (53,57%) são ocupadas por amostras processadas pelo método de Suguio (1973), que foi aplicado a amostras predominantemente siliciclásticas. O que confirma, novamente, a relativa coerência dos resultados granulométricos obtidos para as amostras com elevado teor de matéria orgânica, que foram processadas pelos métodos de Verdade (1954) e Vaasma (2008) e ocupam em sua maioria (81% das 16 amostras turfosas) essas classes mais finas do grupo E de Flemming.

Entretanto, como a simples comparação entre os dois diagramas sugere (Figura 17 e 20), as amostras analisadas na turfeira Gaviãozinho revelam proporção mais importante de sedimentos mais grossos, nos grupos D (Lama levemente arenosa) e C (Lama arenosa) de Flemming, em comparação com as amostras que foram analisadas na turfeira Alzira (42,8% de arenosos na Gaviãozinho contra 27,5% na Alzira). O que poderia ser interpretado como indício de ocorrência de ambiente de sedimentação de maior energia na turfeira Gaviãozinho, tal como sugerido pela descrição do sítio geomorfológico no qual essas turfeiras se desenvolveram. Corroboram ainda para esta interpretação: a) os teores médios de areias medidos nos depósitos dessas turfeiras, de 8,22% nos depósitos da turfeira Gaviãozinho e de 5,17% nos depósitos da turfeira Alzira; b) os percentuais absolutos máximos e mínimos de teor de areias em amostras individuais, respectivamente de 32,25% e de 0,58% em amostras da turfeira Gaviãozinho e de 20,98% e 0,20% em amostras da turfeira Alzira.

Como é possível constatar até o momento, o diagrama ternário de Flemming, originalmente concebido para o estudo de sedimentos lamosos de plataforma continental, quando aplicado ao estudo de depósitos turfosos continentais permite detectar diferenças sedimentológicas bastante sutis associadas a depósitos que, por definição, acumulam-se em ambientes continentais lênticos. Considerando-se o percentual médio relativamente pequeno de areias que foi incorporado nesses depósitos, verificamos que o caráter minerotrófico desses ambientes é dominado pela deposição de sedimentos siliciclásticos oriundos de transporte de muito baixa energia, provavelmente associado a eventos chuvosos durante os quais os vales rasos nos quais essas turfeiras se desenvolvem são alagados, transportando sedimentos finos em suspensão, oriundos da periferia das turfeiras. Os maiores percentuais médios e absolutos de areias incorporadas a esses sedimentos lamosos na turfeira Gaviãozinho são coerentes com o sítio geomorfológico no qual a turfeira se desenvolveu, ocupando vale de formato irregular, mas que se estende por aproximadamente 4 quilômetros na chapada da Serra do Espigão. Com

essa configuração e considerando a largura da bacia nos locais de coleta das amostras, que é uma ordem de grandeza superior à largura da depressão da turfeira Alzira (470 metros contra 70 metros), os depósitos siliciclásticos na turfeira Gaviãozinho devem ter incorporado maior proporção relativa de areias em função da maior área da sua bacia, implicando fluxos de chuva mais frequentes e vazões líquidas mais importantes ao longo do tempo.

### **7.2.2 Análise da Variação da Fração Areias ao Longo da Profundidade na Turfeira Gaviãozinho**

São apresentados a seguir perfis de sondagem nos quais foram selecionadas duas “frações” arbitrárias de areias, “Areias Grossas” e “Areias Finas” que resultaram, respectivamente, do agrupamento de cascalho, areia muito grossa, areia grossa e areia média, para as “Areias Grossas”, e de areia fina e areia muito fina para as “Areias finas”, nos depósitos da turfeira Gaviãozinho.

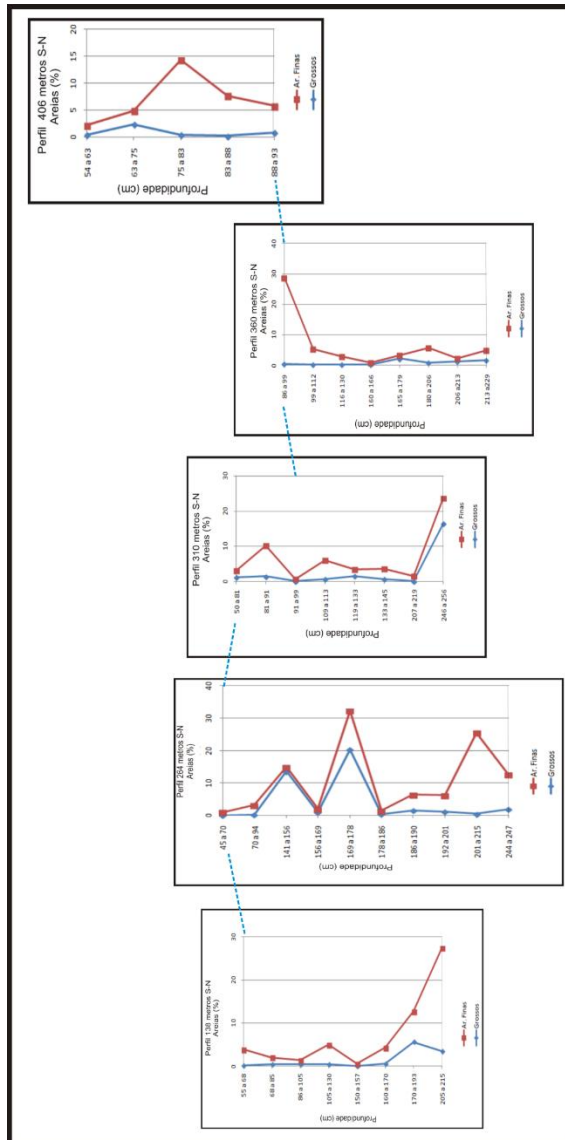
A turfa encontrada ao longo de toda a sondagem foi classificada como hêmica, ou seja, com grau de decomposição intermediário de tecidos vegetais, mas com coloração bastante escura.

Foram efetuadas coletas a partir de 45 cm até 256 cm da superfície onde não fora registrada passagem para o substrato rochoso, mas material bastante coeso que impedia a continuidade da coleta.

Observam-se baixos percentuais de areias, que tendem a aumentar apenas na base da sondagem, provavelmente em associação com a aproximação da transição entre a turfa e o substrato rochoso alterado. No entanto, variações significativas ficam registradas nos teores das frações “areias finas” em diferentes profundidades; em especial na primeira metade dos perfis, sugerindo períodos de acumulação de turfa com maior fluxo aquoso na superfície da turfeira.

Há, no entanto, uma discrepância no perfil localizado a 360 metros da borda da turfeira, apresentando elevado teor das frações areias finas próximas ao topo. Tal fato é associado pela proximidade dessa sondagem à área de afloramento do substrato rochoso alterado, que se encontra isolado no interior da turfeira com turfás em torno. É provável que os teores mais elevados de lamás inorgânicas no topo da seqüência resultem da sua proximidade dessa fonte superficial de material alterado e pedogenizado que vem sendo incorporado às camadas mais recentes do depósito turfoso.

Figura 21 - Perfil composto de variação textural ao longo da profundidade, nos pontos de sondagem e de coleta de material para análise sedimentológica da turfeira Gaviãozinho.





À medida que a sondagem se aproxima da base da turfa, a partir de 93 cm, aumenta o teor siliciclástico das lamias. Essas peculiaridades de campo e laboratório indicam depósito turfoso relativamente jovem, ocupando setor pouco profundo da turfeira provavelmente associado ao influxo reduzido de fluxos de chuva nesse setor da turfeira.

Em geral, a observação dos perfis texturais obtidos para a turfeira Gaviãozinho revela materiais de subsuperfície que apresentam maior variação do padrão de distribuição de areias ao longo da profundidade do que o observado na turfeira Alzira. Isso pode ser explicado tanto pelas dimensões mais vastas da turfeira Gaviãozinho, quanto pela maior variabilidade topográfica e geológica dessa turfeira. Tal como sugerido pelas características de campo relacionadas ao último ponto de sondagem descrito, os depósitos da turfeira Gaviãozinho são bem mais recentes do que os depósitos da turfeira Alzira, tendo sido datados de aproximadamente 7.000 anos A.P. pelo método do radiocarbono.

### 7.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS AMBIENTES ESTUDADOS

A partir da utilização do diagrama de Flemming (2000), foi possível detectar variações sutis das distribuições granulométricas nos dois ambientes estudados. Essas variações foram utilizadas para avaliar os métodos sedimentológicos alternativos que existem na literatura com foco na eliminação da matéria orgânica. A análise da classificação das amostras no diagrama de Flemming (2000) permitiu avaliar os dois métodos testados neste trabalho (Verdade, 1954 e Vaasma, 2008) a partir das variações das classes texturais ocupadas por cada amostra quando processada por cada um dos dois métodos. Variações significativas foram observadas, levando à formação de hipótese para a sua origem.

Com base na observação laboratorial de que as amostras processadas pelo método de Vaasma (2008) ocupavam as provetas com cores muito escuras, sugerindo a passagem de matéria orgânica coloidal para as provetas após a separação por via úmida da fração fina, foi possível avaliar a dificuldade de o método de Vaasma eliminar efetivamente a matéria orgânica e formular hipótese interessante, que deverá ser testada por método independente, associada ao grau de humificação da matéria orgânica nas duas turfeiras estudadas. Segundo essa hipótese, os depósitos da turfeira Alzira seriam menos decompostos, ou humificados, do que os depósitos da turfeira Gaviãozinho, haja vista a provável adição de matéria orgânica particulada na fração Silte nas amostras da turfeira Alzira e na fração Argila da turfeira Gaviãozinho.

A hipótese acima é coerente com a análise global das 99 amostras que foram processadas neste trabalho, quando dispostas no sistema de classificação de sedimentos lamosos de Flemming (2000). De fato, verifica-se percentual mais elevado de sedimentos siliciclásticos em classes que apontam maior proporção de areias nas amostras na turfeira Gaviãozinho. Como essas classes mais grossas indicam ambiente de sedimentação de maior energia, é provável que a formação dos depósitos tenha sido influenciada por maior oscilação do lençol d'água ao longo da evolução essa turfeira. Ora, o principal fator que influencia o grau de humificação de turfas (a sua decomposição ao longo do tempo) é, justamente, o contato do material com o ar, de modo a acelerar a transformação de tecidos vegetais em ácidos húmicos através da oxidação. Embora sutil, a diferença sedimentológica observada, associada à dinâmica de oscilação entre as duas turfeiras, foi claramente identificada nas amostras processadas pelo método de Vaasma (2008) no diagrama de Flemming (2000): as amostras da turfeira Gaviãozinho ganham material coloidal orgânico que fica retido na fração Argila das amostras. Esse material orgânico deve estar associado a tecidos vegetais mais decompostos e mais fragmentados, portanto. Já as amostras da turfeira Alzira ganham material orgânico na fração Silte, associado a tecidos vegetais menos decompostos e menos fragmentados.

A turfeira Gaviãozinho ocupa vale longo, com morfologia variada, que intercala áreas largas e arredondadas (como a que pode ser observada na figura que ilustra a forma da turfeira no local no qual as amostras foram coletadas (ver Figura 3, na página 27) e trechos estreitos e longos em alguns setores do vale em desenvolvimento. Essa morfologia da turfeira, ocupando vasta área e se orientando para vale de drenagem melhor definido, justifica a interpretação de seus depósitos como tendo sido formados em ambiente de maior energia. Além disso, seus depósitos aparentam ser mais recentes, se considerarmos apenas a datação preliminar disponível para a base dos seus depósitos, de aproximadamente 7.000 anos A.P. Fato que colocaria a gênese dos seus depósitos no Holoceno, período no qual condições mais úmidas e mais quentes estariam presentes na área, após o último ciclo glacial.

Já a turfeira Alzira ocupa depressão fechada alongada, com o seu principal eixo de drenagem atravessando a turfeira ao longo do seu lado menor. Configuração coerente com as menores variações do nível do lençol d'água a o longo do tempo. Além disso, os seus depósitos datam de aproximadamente 24.000 anos A.P., idade que coloca a gênese da turfa no Último Máximo Glacial, período mais frio do último ciclo glacial.

Fatos que justificam, globalmente, a interpretação de seus depósitos em associação a ambiente de menor energia.



## 8. CONCLUSÕES

Esta dissertação pretende contribuir para pesquisas paleoambientais que utilizam depósitos quaternários em seus estudos. Dessa forma, as discussões construídas neste trabalho configuram-se como aporte metodológico importante para estudos futuros.

Os métodos de dispersão de matéria orgânica para sedimentos com elevados teores de matéria orgânica foram utilizados neste trabalho e apresentaram resultados satisfatórios para os ambientes estudados, apontando ainda sutil diferença entre os ambientes deposicionais que se apresenta de forma coerente em associação com os respectivos contextos geomorfológicos das turfeiras analisadas.

Dentro do universo de amostras comparáveis (23 amostras) dos dois depósitos (Alzira e Gaviãozinho), o método adaptado de Verdade (1954) dispersa e elimina matéria orgânica dos sedimentos coletados de forma eficiente. Entretanto, a partir dos dados das frações granulométricas e das diferenças de peso de amostras, que indicam a perda de matéria orgânica durante o processamento (Apêndice E-Quadros 19 e 20), o método de Vaasma (2008) mostra-se mais eficiente no que diz respeito à dispersão da matéria orgânica, mas exige processamento mais longo e complexo que apresenta ainda certa deficiência para a dispersão da matéria orgânica particulada na fração Lama. As maiores porcentagens de dispersão de matéria orgânica foram obtidas por esse método, (80% das amostras de Alzira e 63,5% das amostras de Gaviãozinho em relação à Verdade, 1954). Porém, como os resultados demonstraram, além de o método de Vaasma (2008) ser longo e trabalhoso, os resultados finais foram influenciados, aparentemente, por adição de matéria orgânica na fração Lama de todas as amostras.

Como desejado pelo próprio autor, o sistema de classificação de Flemming, (2000) constitui ferramenta analítica considerável para a descrição sedimentológica e a caracterização de ambientes de sedimentação onde predominam depósitos lamosos, sendo aplicáveis em outros ambientes além do que foi originalmente estudado por Flemming: o ambiente marinho.

Esses resultados sedimentológicos, assim como as hipóteses formuladas (de grau de humificação e de energia do ambiente) também são coerentes com a descrição geomorfológica dos sítios estudados, assim como com a idade de formação dos depósitos.

Sugere-se, para estudos futuros, a utilização de outros métodos para a medição do grau de humificação das turfas estudadas, de modo a possibilitar o teste das hipóteses aqui formuladas, verificando, finalmente,

se as turfeiras Alzira e Gaviãozinho, ainda que próximas geograficamente, possuem de fato padrões ambientais realmente distintos, associados às suas particularidades geomorfológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB´SABER, A. N. **Contribuição à Geomorfologia da área dos cerrados**. IN: FERRI, M.G. (coord) Simpósio sobre o cerrado: uso e manejo. São Paulo: EPUSP, 1971.p-97-103.
2. BATTARBEE, R. W. **Diatom analysis**. In Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (Berglund, B. E., ed.), John Wiley & Sons, Toronto, pp. 527.570, 1986.
3. BATTARBEE, R. W., JONES, V. J., FLOWER, R. J., CAMERON, N. G. & BENNION, H. **Diatoms**. In Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. v 3: Terrestrial, Algal and Siliceous Indicators (Smol, J. P., Birks, H. J. B. & Last, W. M., eds),. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001.
4. BAUERMANN, S. G.; MARQUES-TOIGO, M.; BEHLING, H.; NEVES, P. C. P. Aspectos tafonômicos em Palinologia de Quaternário. **Pesquisas: Série Botânica**, São Leopoldo, n. 52, p. 223-239, 2002.
5. BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forestand campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South America). **Review of Palaeobotany and Palynology. 1997**.
6. BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 177, p. 19-27, 2002.
7. BEHLING, H.; SAFFORD, J. L.; OLIVEIRA, M. A. T. DUPONT, L.. **Late Quaternary vegetation, biodiversity, fire and climate dynamics in the Atlantic mountain region of eastern Brazil**. In: VXII INQUA Congress, Cairns. Quaternary International, 2007, v.167. p. 30-31, 2007.
8. BIGARELLA, J.J **V+ariações climáticas no Quaternário superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método de carbono 14**. Paleoclimas, São Paulo, 1, 22p, 1971.
9. BIGARELLA, J.J., AB´SÁBER, A.N.. Pälaoeographische und Palaoklimatische Aspekte des Känozoikuns in Sudbrasilien. Zeit. Für Geomorph. 8(3):286-312 1964.
10. BIGARELLA, J. J., MOUSINHO, M. R. **Considerações a respeito dos terraços, rampas de colúvio e várzeas**. Boletim Paranaense de Geografia, n. 16 e 17, 1965a.
11. BIGARELLA, J.J. ANDRADE, G.O. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. In: Wright Jr., H.E. & Frey, D.G. **International studies on the Quaternary**. Geol.Soc. Amer., Spec. Papers, 84:433-451, 1965.
12. BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos**

- geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico.** Santa Catarina: Ed. da UFSC, 1994.
13. BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos. Tradução de Antônio B. Neiva Figueiredo.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 878p 1989.
  14. BUOL, S. W.; SOUTHARD, J.R.; GRAHAM, R.C.; MCDANIEL, P.A. **Soil Genesis and Classification.** 5ª ed. Estados Unidos da América: Iowa State Press, 494p, 2003.
  15. CHARMAN, D. **Peatlands and environmental change.** John Wiley and Sons Ltda. Chichester, 2002.
  16. CLARKE, M. L.; VOGEL, J. C.; BOTHA, G. A. ; WINTLE, A. G. Late Quaternary hillslope evolution recorded in eastern South African colluvial badlands. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 197, p. 199-212, 2003.
  17. ETCHEBEHERE, M. L. C. Aloestratigrafia - Revisão de conceitos e exemplos de aplicação, com ênfase nos depósitos neoquaternários de terraço da Bacia do Rio do Peixe, SP. **Revista da Universidade de Guarulhos**, Guarulhos, n. 7, p. 15-34, 2002.
  18. FERNANDES, A. N. **Caracterização Química e Reatividade de Substâncias Húmicas, Solos e Turfas.** 2007. 149f. Tese (Doutorado em Química) – Área de concentração: Química Analítica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
  19. FLEMMING, B. W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams. **Continental Shelf Research**, 20, 1125-1137, 2000.
  20. FRANCHI, J.G. **A utilização da turfa como adsorvente de metais pesados. O exemplo da contaminação da bacia do Rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais pesados.** Tese – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotecnologia – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
  21. GIBRARD, P.L.; HEAD, M.J.; WALKER, M. J.C. & THE SUBCOMMISSION ON QUATERNARY STRATIGRAPHY. **Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 M.** Journal of Quaternary Science, v.25, 2010.
  22. GORE, A. J.P. Introduction. In: Gore , A J. P. ed Mires:swamp, bog, fen and moor. Amsterdam: Elsevier, P. 1- 134, 1983.
  23. GU, B., MELHORN, T. L., LIANG, L. & MCCARTHY, J. F. **Competitive adsorption, displacement and transport of organic matter on iron oxide.** II: Displacement and transport. Geochim. Cosmochim. Acta, **60**, 2977-2992, 1996.



24. HOLDEN, J.; CHAPMAN, P. J.; LABADZ, J.C. **Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration**. Progress in Physical Geography, 28, 2004.
25. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY – IPS. On peat and peatlands a short introduction.1997. Disponível em <http://peatsociety.fi>. Acessado em 10/04/2013.
26. KOUTSOUKOS, E. A. M. Stratigraphy: Evolution of a concept. In: KOUTSOUKOS, E. A. M. (ed). Applied stratigraphy. Netherlands: Springer, 2005.
27. LIMA, G.L. **Estratigrafia e palinologia de depósitos turfosos e alúvicolúviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e no Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina**. 2010, v1. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
28. LORSCHREITER, M.L.; LEMOS, V.B. **Estudo palinológico preliminar em turfeiras do Estado do Paraná**. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA; 2., 1985, Florianópolis, Atas...Florianópolis: SBG 1985.
29. LOWE, J.J. & WALKER, M.J. **Reconstructing Quaternary environments**. New York, Longman, 1984, 389 p
30. MAACK, R.; Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. In **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, pp. 63-154, 1947.
31. MELLO, C. L.; METELO, C. M. S.; SUGUIO, K.; KOHLER, H. C. Quaternary sedimentation, neotectonics and the evolution of the Doce 240 River Middle Valley Lake System (Southern Brazil). **Revista do Instituto Geológico**, n. 20, p. 29-36, 1999.
32. MELLO, C. L.; SUGUIO, K.; SARGES, R. R. **Idade de formação do sistema de lagos do médio vale do rio Doce (Holoceno, Minas Gerais, Sudeste do Brasil)**. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 9, 2003, Recife. Anais. Recife, 2003.
33. MENDES, J. C. **Elementos de estratigrafia**. São Paulo: T. A. Queiroz Neto, 1985.
34. MIKUTTA, R., KLEBER, M., KAISER, K. & JAHN, R. **Review: removal of organic matter from soils using hydrogen peroxide, sodium hypochlorite and disodium peroxodisulfate**. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **69**, 120.135, 2005.
35. MODENESI-GAUTTIERI, M. C.; TOLEDO, M. C. M. **Weathering and the formation of hillslope deposits in the tropical highlands of Itatiaia –southeastern Brazil**. *Catena*, n. 27, p. 81-103, 1996.

36. MOURA, J. R. S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Editores). **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
37. MOURA, J. R. S.; MEIS, M. R. M. Contribuição à estratigrafia do quaternário no Planalto SE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 58, p. 89-102, 1986.
38. MOURA, J. R. S.; MELLO, C. L. Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, n. 21, 1991.
39. MOURA, J. R. S. SILVA, T. M. Complexo de rampas de colúvio. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
40. MOORE, P. D. The ecology of peat-forming processes: A REVIEW. **International Journal of Coal Geology**, v.12 n.1-4, p 89a 193, 1989.
41. MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia: Atualização de Bases e Conceitos**. Editora Bertrand Brasil p.253-308 4a Edição (2001). Rio de Janeiro. 1994a.
42. MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia : Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Editora Bertrand Brasil p. 191- 237. 1a Edição. Rio de Janeiro. 1994b
43. NEMEC, W. & KAZANCI, N. Quaternary colluvium in west-central Anatolia: sedimentary facies and palaeoclimatic significance. **Sedimentology**, n. 46, p. 139-170, 1999.
44. NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (NACSN). North American Stratigraphic. Code American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v 67 (5), p.841-875, 1983.
45. OLIVEIRA, M. A. T.; BEHLING, H; PESSENDA, L. C. R. LatePleistocene and mid-Holocene environmental changes in highland valley head areas of Santa Catarina state, Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, n. 26, p. 55-67, 2008a.
46. OLIVEIRA, M. A. T.; PESSENDA, L. C. R.; BEHLING, H.; LIMA, G. L. & FERREIRA, G. M. S. S. Registro de mudanças ambientais pleistocênicas e holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: Campo Alegre, Planalto Norte Catarinense (SC). **Revista Brasileira de Geociências**, 3: 101-114, 2006.
47. OLIVEIRA, M. A. T.; PORSANI, J. L.; LIMA, G. L.; JESKEPIERUSCHKA, V.; BEHLING, H. **Upper Pleistocene to Holocene peatland evolution in Southern Brazilian highlands as depicted by radar stratigraphy, sedimentology and palynology**, 2010.

48. OLIVEIRA, M. A. T. ; PORSANI, J. L. ; LIMA, G. L.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; BEHLING, H . Upper Pleistocene to Holocene peatland evolution in Southern Brazilian highlands as depicted by radar stratigraphy, sedimentology and palynology. **Quaternary Research**, v. 77, p. 397-407, 2012.
49. PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J. Superfície aplainada em zona morfoclimática subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/ NW Santa Catarina): primeira aproximação. **Geociências**, 27, 541-553, 2008.
50. PELUSO JR., V. A. O Relevo do Território Catarinense. **Revista Geosul**. Departamento de Geociências, CFH, UFSC. Florianópolis, SC, (I) 2:7-69, 1986.
51. PONÇANO, W.L.; GIMENEZ, A.F.; FULFARO, V.J. **Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: Contribuição à Avaliação de Viabilidade Geotécnica da Implantação de um Porto**. Anais do 1o. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Volume 2. Rio de Janeiro (111-139). 1976.
52. RENEAU, S. L; DIETRICH, W. E; RUBIN, M; DONAHUE, D. J; JULL, A. J. T. Analysis of hillslope erosion rates using dated colluvial deposits. **Journal of Geology**, n. 97, p. 45-63, 1989.
53. SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 211-234
54. SALGADO-LABORIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA.
55. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis, 1986. 173p.
56. SHOTYK, W.; NORTON, S.A. & FARMER, J.G. Summary on peat bog archives of atmospheric metal deposition. **Water, Air Soil Poll.**, 100:213-219, 1997.
57. SHOTYK, W. Review of the inorganic geochemistry of peats and peatland waters. **Earth-Science. Reviews**, v25, p 95-176, 1988.
58. SIEDLECKI, K.M.; OLIVEIRA, J.M.P.; LAMB, L; BATISTA, M.L. **Considerações preliminares quanto a prospecção de áreas turfosas**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba, Atas.Curitiba: SBG v2, 1981.
59. SOUZA, C.R.V., SUGUIO, K., OLIVEIRA, A. M. S., OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**- Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005.

60. SUGUIO, K. **Estratigrafia do Cenozóico Brasileiro**. Anais da In: Reunião Aberta da Comissão Brasileira da Estratigrafia, 2004, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004.
61. SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1973.
62. SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Paulo: Comunicação e Artes Gráficas, 1999.
63. TAKIYA, H.; YBERT, J.P. **Evidência palinológica de uma fase climática seca durante o Holoceno na Bacia de São Paulo**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991. São Paulo, Atas...São Paulo: SBG, 1991.
64. THOMPSON, D. B. A.; MACDONALD, A. J.; MARSDEN, J. H.& GALBRAITH, C. A. Upland heather moorland in Great Britain: a review of international importance, vegetation changes and some objectives for nature conservation. **Biological Conservation**, 71. 1
65. THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Inglaterra: John Wiley and Sons Ed. Winchester, 1994.
66. THOMAS, M. F. Late Quaternary environmental changes and the alluvial record in humid tropical environments. **Quaternary International**, n. 72, p. 23-36, 2000.
67. THOMAS, M. F.; THORP, M. B. Geomorphic response to rapid climatic and hydrologic change during the Late Pleistocene and Early Holocene in the humid and sub-humid tropics. **Quaternary Science Reviews**, n. 14, p. 193-207, 1995.
68. VAASMA, T. Grain-size analysis of lacustrine sediments: a comparison of pre-treatment methods. **Estonian Journal of Ecology**, 57, 4, 231-243, 2008.
69. VERDADE, F.C. Ação da água oxigenada sobre a matéria orgânica do solo. **Boletim Técnico da Divisão e Experimentação e pesquisas**. Vol 13. Campinas, 1954.
70. WALKER, R. G. Facies modeling and sequence stratigraphy. **Journal of Sedimentary Petrology**, n. 60, p. 777-786, 1990.
71. WATSON, A.; WILLIAMS, D. P.; GOUDIE, A. S. The palaeoenvironmental interpretation of colluvial sediments and palaeosols of the Late Pleistocene Hypothermal in Southern Africa. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, n.45, p 225-249, 1984.
72. WÖSTEN, J. H. M.; ISMAIL, A. B.; VAN WIJK, A. L. M. Peat subsidence and its practical implications: a case study in Malaysia. **Geoderma**, 78, p. 25-36, 1997.

73. ZANINI L.F.P., BRANCO P.M., CAMOZZATO E & RAMGRAB G. E. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Folha Florianópolis (SG 22-2-D-V) e Lagoa (SG 22-2-D-VI) (1:100.000). CPRM, Brasília, 259p, 1997.



## APÊNDICE A– TABELAS DE FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS DA TURFEIRA ALZIRA E GAVIÃOZINHO

Quadro 9- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	%areia muito grossa	% areia grossa	%areia media	%areia fina	%areia muito fina	%silte	%argila
ALZ 01	0,003118	0,065487	0,120059	0,123178	0,174632	0,664224	61,09	37,75
ALZ 02	0	0	0,064868	0,181629	0,298391	2,106037	60,09	37,25
ALZ 03	0	0,017991	0,071965	0,642541	1,097461	6,854631	47,79	43,42
ALZ 04	0	0	0,007004	0,051365	0,193785	0,849852	49,23	49,67
ALZ 05	0	0	0	0,020538	0,197485	0,740963	45,81	53,22
ALZ 07	0	0,05553	0,064597	0,200589	0,775159	1,968495	30,92	66,02
ALZ 08	0	0	0,025543	0,21989	1,263813	3,263924	35,03	60,19
ALZ 09	0	0,046651	0,065311	0,60763	1,727255	2,450346	23,64	71,46
ALZ 10	0	0,020773	0,040556	0,289826	0,983234	2,135615	21,83	74,7
ALZ 11	0	0	0,017458 366	0,138148 806	0,976150 354	2,473774 499	24,73926 311	76,81680 861
ALZ 12	0	0	0	0,113871	3,664355	7,630467	27,63	61,11
ALZ 13	0	0,027071	0,034359	0,716331	0,508095	10,73455	24,5	62,59
ALZ 14	0	0,163918	0,077791	0,861263	7,151258	8,221817	24,94	58,27
ALZ 15	0	0	0,015648	0,017604	0,046944	0,193643	10,59	89,14
ALZ 16	0	0	0,001201	0,013212	0,057652	0,09969	10,62	89,2
ALZ 17	0	0	0	0,010799	0,039958	0,152271	13,33	86,46
ALZ 18	0	0,013847	0,004261	0,018108	0,106519	0,463357	22,12	77,28
ALZ 19	0	0	0,029552	0,053384	0,160153	0,446139	44,71	54,59
ALZ 20	0	0,057769	0,029291	0,148084	0,492258	1,448297	47,53	50,28
ALZ 21	0	0,0902	0,129093	0,544508	1,462228	2,28892	50,65	44,79
ALZ 22	0	1,793605	1,075874	0,716287	0,882361	2,106981	47,8	45,52
ALZ 23	0	0	0,006377	0,040993	0,265088	0,625826	22,35	76,71
ALZ 24	0,94926	0,139327	0,087271	0,249564	0,688979	2,665585	43,51	51,64
ALZ 25	0	0,033844	0,083071	0,247673	0,964541	1,650642	40,56	56,44

Continuação do Quadro 10- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia media	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
ALZ 26	0	0	0,010783	0,048521	0,436693	2,24816	43,17	54,13
ALZ 27	0	0,033142	0,066285	0,108896	0,726765	2,95914	41,9	54,13
ALZ 28	0	0	0,037859	0,167663	0,768003	2,71235	38,28	57,95
ALZ 29	0	0,151406	0,472218	2,303913	6,483991	7,870998	47,41	34,92
ALZ 30	0	0,374648	1,672439	2,133337	3,218199	7,416142	43,14	41,61
ALZ 31	0	0,10166	0,203319	0,181339	0,156611	0,681394	52,74	45,92
ALZ 32	0	0	0,026844	0,096639	0,209385	1,264362	39,67	58,73
ALZ 33	0	0	0	0,037764	0,183427	1,316357	64,12	34,33
ALZ 34	0	0	0,022093	0,037558	0,088372	0,41535	55,86	43,57
ALZ 35	0	0	0,006948	0,018065	0,075038	0,261242	29,56	70,08
ALZ 36	0	0	0,010013	0,125163	0,663362	2,558326	28,45	68,18
ALZ 37	0	0,007502	0,068349	0,2859	1,014403	1,907945	32,26	64,44
ALZ 38	0	0,073176	0,112203	0,126838	0,2527	0,667363	37,32	61,44
ALZ 39	0	0,030041	0,078439	0,453946	1,290075	1,647224	45,62	50,86
ALZ 40	0,213708	0,091589	0,305297	0,274767	0,457945	1,587544	40,56	56,43
ALZ 41	0,016825	0,018354	0,048945	0,099419	0,163659	0,552157	50,85	48,24
ALZ 42	0	0	0	0,006019	0,075239	0,460462	3,796	95,66
ALZ 43	0	0	0	0,008105	0,028369	0,189128	20,21	79,56
ALZ 44	0	0	0	0,008545	0,039061	0,245349	14,26	85,45
ALZ 45	0	0	0,02632	0,023395	0,076035	0,394795	15,95	83,52
ALZ 46	0	0	0,155323	0,416217	0,656482	2,931719	54,59	43,4
ALZ 47	0	0	0	0,0009	0,005	0,0264	29,39	69,41
ALZ 48	0	0,162748	0,046321	0,171512	0,739878	1,920429	58,61	38,64
ALZ 49	0	0,05622	0,153465	0,130673	0,27958	0,701989	48,19	50,48
ALZ 50	0	0,030441	0,108885	0,136985	0,378171	0,873424	50,53	47,94
ALZ 51	0	0,040298	0,045133	0,338499	1,253254	2,018908	47,07	49,2



Continuação do Quadro 11- Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	%areia muito grossa	% areia grossa	%areia média	%areia fina	%areia muito fina	%silte	%argila
ALZ 52	0	0,29862	0,725913	1,290377	4,901735	1,683682	56,19	33,22
ALZ 53	0	0,069584	0,445909	1,40163	6,296686	12,76662	48,86	29,1
		Amostra submetida ao método de Suguio (1973)						
		Amostra submetida ao método de Verdade (1954)						

Quadro 12 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	%areia muito grossa	% areia grossa	%areia média	%areia fina	%areia muito fina	%silte	%argila
ALZ 03	0	0	0,018094089	0,120627262	0,205066345	2,828709288	47,03	49,79
ALZ 05	0	0	0	0,014420442	0,138436247	0,787356156	67,38	31,68
ALZ 07	0	0	0,037816715	0,182207809	0,699036247	2,285046354	52,78	44,01
ALZ 08	0	0	0,02802347	0,131360014	0,725107277	3,791925738	73,45	21,88
ALZ 09	0	0	0,103441142	0,41606326	1,4734616	3,808932717	71,8	22,4
ALZ 10	0	0,095335012	0,068555514	0,311713352	1,341117241	3,468480531	63,87	30,84
ALZ 11	0	0	0,017458366	0,138148806	0,976150354	2,473774499	23,52	73,05
ALZ 12	0	0	0	0,113870575	3,664355094	7,630467211	27,63	61,11
ALZ 13	0	0,027070644	0,034358894	0,716330887	0,508095164	10,73455151	24,5	62,59
ALZ 14	0	0,163917726	0,077791463	0,86126263	7,151258092	8,221816801	24,94	58,27
<b>ALZ 15</b>	<b>5,559747869</b>	<b>8,622602983</b>	<b>3,644353693</b>	<b>0,97212358</b>	<b>0,270774148</b>	<b>0,19975142</b>	<b>25,74</b>	<b>54,92</b>
ALZ 17	0	0,03761897	0,010031725	0,025079313	0,065206215	0,18809485	32,79	66,88
ALZ 19	0	0	0,029551954	0,053384175	0,160152526	0,44613918	44,71	54,59
ALZ 20	0	0,057769135	0,029291392	0,148084262	0,492258122	1,448296624	47,53	50,28
ALZ 21	0	0,090199681	0,129093121	0,544508163	1,462227849	2,288920335	50,65	44,79
ALZ 22	0	1,793605407	1,075874419	0,716286861	0,882361436	2,106980909	47,8	45,52

Continuação Quadro 13 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
ALZ 23	0	0	0,00637668	0,04099294	0,265087679	0,625825552	22,35	76,71
ALZ 24	0,949260495	0,139326944	0,087270723	0,249563646	0,688979392	2,665584714	43,51	51,64
ALZ 25	0	0,03384355	0,083070533	0,247673256	0,964541189	1,650642258	40,56	56,44
ALZ 26	0	0	0,010782543	0,048521444	0,436692994	2,248160229	43,17	54,04
ALZ 27	0	0,03314237	0,06628474	0,108896359	0,726764831	2,959140192	41,9	54,13
ALZ 28	0	0	0,037859326	0,167662727	0,768003461	2,712350253	38,28	57,95
ALZ 29	0	0,151406065	0,472217517	2,303913264	6,483991191	7,870997798	47,41	34,92
ALZ 30	0	0,374647925	1,67243912	2,133336927	3,218198725	7,416142204	43,14	41,61
ALZ 31	0	0	0	0,09827205	0,221112112	0,401277537	52,77	46,51
ALZ 32	0	0	0,005299417	0,123653065	0,220809044	1,713478184	34,26	63,69
ALZ 35	0	0	0	0,019722569	0,078890277	2,139898757	77,38	20,41
ALZ 37	0	0,00750175	0,068349281	0,285900043	1,014403361	1,907945187	32,26	64,44
ALZ 38	0	0,073175729	0,112202785	0,12683793	0,252700184	0,667362649	37,32	61,44
ALZ 39	0	0,030040555	0,078439226	0,453946161	1,290074934	1,647223752	45,62	50,86
ALZ 41	0	0	0	0,014583637	0,055417821	0,134169462	52,51	47,28
ALZ 43	0	0	0,024562481	0,058335892	0,181148296	0,389929383	54,47	44,88
ALZ 44	0	0	0,01452303	0,011171562	0,02904606	0,288226291	64,54	35,12
ALZ 46	0	0	0,013515568	0,027031136	0,177391833	1,493470291	67,49	30,8
ALZ 48	0	0,162748191	0,046320639	0,171511555	0,739878314	1,920428654	58,61	38,64
ALZ 49	0	0,056219896	0,153465121	0,130673271	0,279580022	0,701988969	48,19	50,48
ALZ 50	0	0,030441044	0,108885272	0,136984698	0,37817143	0,873423798	50,53	47,94
ALZ 51	0	0,040297557	0,045133264	0,33849948	1,253254028	2,018907614	47,07	49,2

Continuação Quadro 14 - Frações granulométricas das amostras da turfeira Alzira

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
ALZ 52	0	0,298619 794	0,725913 157	1,290377 402	4,901734 665	1,683681 521	56,19	33,22
ALZ 53	0	0,069584 481	0,445908 717	1,401630 265	6,296685 507	12,76662 217	48,86	29,1
		Amostra processada pelo método de Suguio (1973)						
		Amostra processada pelo método de Vaasma (2008)						

Quadro 15- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
GAV 02	0	0	0,030785 668	0,178375 784	0,744288 806	2,917394 808	50,29	45,77
GAV 03	0	0,090710 332	0,102339 861	0,240731 265	0,337256 361	1,216448 807	34,77	63,22
GAV 04	0,386792 004	0,049141 607	0,003170 426	0,037252 509	0,139498 756	0,732368 467	10,45	88,2
GAV 05	0	0,071139 64	0,131525 614	0,263878 434	1,243289 298	3,293930 796	20,15	74,8
GAV 06	0	0	0,007613 633	0,040606 045	0,154810 547	0,383219 552	11,8	87,61
GAV 07	0	0,006754 67	0,147637 795	0,434228 81	1,139609 387	2,536861 201	17,61	78,08
GAV 08	1,471805 641	0,202166 317	3,337487 038	0,601270 511	1,535418 319	5,568287 773	20,19	67,19
GAV 09	0,521524 659	0,765342 145	0,459393 563	1,675656 848	12,49305 732	11,49425 287	28,81	43,04
GAV 10	0	0	0,033626 743	0,134506 973	0,441103 748	1,481554 742	52,71	45,2
GAV 12	0,109694 113	0,370112 96	0,382673 354	0,625507 649	1,976168 745	4,768763 136	49,73	41,89
GAV 13	0,569045 654	0,595108 814	5,340775 813	8,850614 656	48,516137 44	1,238000 087	34,66	38,75
GAV 16	0	0	0,107511 118	0,041538 386	0,239456 58	1,920539 51	65,94	31,75
GAV 17	0	0,022269 235	0,116913 484	0,090468 767	0,314552 945	2,700144 75	65,02	31,68
GAV 22	0	0,449448 985	0,361478 543	0,740551 175	1,852177 668	2,965403 624	38,55	55,02
GAV 23	0	0,157519 393	0,276198 388	0,749835 468	2,199877 005	2,807297 679	46,72	47,02

Continuação Quadro 16- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
GAV 24	0,804595 697	0,116810 21	0,157780 955	0,677324 872	2,479165 94	3,826841 94	47,21	44,63
GAV 25	0,973097 572	0,125466 853	0,272817 46	0,589402 428	2,359068 627	8,251633 987	50,91	35,98
GAV 26	0,636072 371	0	0,059680 864	0,056539 766	0,365937 932	3,981341 877	68,22	26,67
GAV 27	0,246934 605	0,249367 458	0,425749 319	0,498734 916	2,251605 683	6,464091 086	55,81	33,81
GAV 29	0	0	0,024312 858	0,595665 017	0,864322 097	4,572032 92	33,92	59,44
GAV 33	0	0	0,014746 297	0,056304 042	0,335143 106	1,655606 944	48,81	49,13
GAV 34	0	0,351130 393	0,379291 227	0,982989 096	4,819902 669	2,461432 858	60,65	23,02
GAV 35	14,83555 795	0,243874 293	0,470054 237	0,896257 26	1,925606 801	5,299072 97	42,15	33,47
GAV 36	0,340375 823	0,023161 668	0,091639 645	0,145012 185	0,744194 477	2,536706 209	31,82	64,26
GAV 37	0,146968 024	0,132184 258	0,475689 402	1,077475 629	2,360184 71	0,947900 27	41,47	53,21
GAV 38	2,880121 396	5,037936 267	0,849772 382	0,417804 755	0,962063 733	1,975720 789	54,28	33,5
GAV 40	0	0	0,047820 681	0,095641 362	0,217366 732	0,405171 589	26,23	73
GAV 41	0,090917 857	0,147397 132	0,239692 532	3,292328 461	2,785392 531	0,756271 266	58,58	31,19
GAV 42	1,131133 037	0,027998 342	0,110873 436	0,190388 729	3,359801 1	0,801872 529	25,04	69,5
GAV 43	0	0,049359 53	0,067417 895	0,281710 488	1,749253 588	19,85697 775	51,73	26,03
GAV 44	0,135778 1	0,108394 281	0,223634 517	0,520292 55	1,240258 777	3,263238 365	39,19	55,31
GAV 45	0	0,065855 365	0,049391 524	0,096039 074	0,315556 958	1,750655 124	69,07	28,65
GAV 46	1,457430 421	0,185970 037	0,222685 152	0,458938 933	0,953794 826	1,584337 013	27,06	68,05
GAV 47	0	0,071645 173	0,108300 843	0,271585 191	2,111033 357	11,77813 323	45,49	39,15
GAV 48	0	0	0,014531 715	0,169536 68	1,576691 128	5,921674 054	37,35	54,8
GAV 49	0,339101 832	0,105121 568	0,103991 229	0,281454 521	1,529349 264	3,436231 9	47,35	46,76
		Amostra submetida ao método de Suguio (1973)						
		Amostra submetida ao método de Verdade (1954)						

Quadro 17- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.

AMOSTRA	% cascalho	%areia muito grossa	% areia grossa	%areia media	%areia fina	%areia muito fina	%silte	%argila
GAV 02	0	0	0,030785668	0,178375784	0,744288806	2,917394808	50,29	45,77
GAV 03	0	0,090710332	0,102339861	0,240731265	0,337256361	1,216448807	34,77	63,22
GAV 04	0,386792004	0,049141607	0,003170426	0,037252509	0,139498756	0,732368467	10,45	88,2
GAV 05	0	0,07113964	0,131525614	0,263878434	1,243289298	3,293930796	20,15	74,8
GAV 06	0	0	0,007613633	0,040606045	0,154810547	0,383219552	11,8	87,61
GAV 07	0	0,00675467	0,147637795	0,43422881	1,139609387	2,536861201	17,61	78,08
GAV 08	1,471805641	0,202166317	3,337487038	0,601270511	1,535418319	5,568287773	20,19	67,19
GAV 09	0,521524659	0,765342145	0,459393563	1,675656848	12,49305732	11,49425287	28,81	43,04
GAV 12	0,109694113	0,37011296	0,382673354	0,625507649	1,976168745	4,768763136	49,73	41,89
GAV 13	0,569045654	0,595108814	5,340775813	8,850614656	8,51613744	1,238000087	34,66	38,75
GAV 16	0	0	0,031298905	0,014606155	0,158581116	0,842983829	49,93	49,02
GAV 17	0	0,022269235	0,116913484	0,090468767	0,314552945	2,70014475	65,02	31,68
GAV 18	5,30490828	5,270418831	2,05858895	0,967860145	1,269642819	0,034489448	56,86	28,09
GAV 19	0	0	0,312849162	0,681564246	0,581005587	0,491620112	33,91	64,02
GAV 20	0	1,556111806	8,226950355	10,50896955	7,626199416	4,330413016	41,13	26,32
GAV 21	0	0	0,120870266	0,28203062	0,503626108	0,584206285	51,8	46,7
GAV 22	0	0,449448985	0,361478543	0,740551175	1,852177668	2,965403624	38,55	55,02
GAV 23	0	0,157519393	0,276198388	0,749835468	2,199877005	2,807297679	46,72	47,02
GAV 24	0	0,215004575	0,13494968	0,198993596	4,229185727	20,69990851	56,23	17,11
GAV 25	0,973097572	0,125466853	0,27281746	0,589402428	2,359068627	8,251633987	50,91	35,98
GAV 26	0,680683709	0,151263046	0,121010437	0,215129666	0,574799576	1,378174423	48,38	48,48
GAV 27	0,246934605	0,249367458	0,425749319	0,498734916	2,251605683	6,464091086	55,81	33,81
GAV 28	0	0	0	0,00587268	0,068514603	0,60292851	59,43	39,81

Continuação Quadro 18- Frações granulométricas das amostras da turfeira Gaviãozinho.

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
GAV 29	0	0	0,024312858	0,595665017	0,864322097	4,57203292	33,92	59,44
GAV 31	0,094632718	0,601721244	0,610648859	0,248187694	0,50351748	1,323072528	69,69	26,9
GAV 32	0	0,327881727	0,137435454	0,172776	0,787308817	2,220564271	63,28	33,07
GAV 33	0	0	0	0,013468618	0,157133878	1,382778127	58,94	39,5
GAV 35	14,83555795	0,243874293	0,470054237	0,89625726	1,925606801	5,29907297	42,15	33,47
GAV 36	0	0	0	0,392244261	3,909070649	24,53755293	58,44	12,08
GAV 37	0	0	0	0,232225795	1,00035727	3,996963201	74,47	20,07
GAV 38	0	0	0,094821298	0,167760759	0,590809628	1,954777535	75,62	21,53
GAV 40	0	0	0,047820681	0,095641362	0,217366732	0,405171589	26,23	73
GAV 41	0,30454075	0,935035272	0,622167236	0,245060135	0,477034534	0,687595912	31,24	65,49
GAV 42	0,330924935	0,10258673	0,101483647	0,274667696	1,492471458	3,353372677	18,15	80,02
GAV 43	1,058283706	0	0,066386801	0,005857659	0,117153178	0,96846627	63,2	34,59
GAV 44	0,341738247	0,507989286	0,363289308	0,358671223	1,136048767	2,23669222	41,51	53,54
GAV 45	0	0,180310626	0,073763438	0,198068491	0,469900419	1,240318549	55,11	42,72
GAV 46	1,457430421	0,185970037	0,222685152	0,458938933	0,953794826	1,584337013	27,06	68,05
GAV 47	0	0,071645173	0,108300843	0,271585191	2,111033357	11,77813323	45,49	39,15
GAV 48	0	0	0,014531715	0,16953668	1,576691128	5,921674054	37,35	54,8
GAV 49	0,339101832	0,105121568	0,103991229	0,281454521	1,529349264	3,4362319	47,35	46,76
		Amostra processada pelo método de Suguio (1973)						
		Amostra processada pelo método de Vaasma (2008)						

## APÊNDICE B - TABELAS DE FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DAS AMOSTRAS DA TURFEIRA ALZIRA E GAVIÃOZINHO

Quadro 19 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Alzira quando processadas pelo método de Verdade (1954).

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia media	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
ALZ 03	0	0,017991	0,071965	0,642541	1,097461	6,854631	47,79	43,42
ALZ 05	0	0	0	0,020538	0,197485	0,740963	45,81	53,22
ALZ 07	0	0,05553	0,064597	0,200589	0,775159	1,968495	30,92	66,02
ALZ 08	0	0	0,025543	0,21989	1,263813	3,263924	35,03	60,19
ALZ 09	0	0,046651	0,065311	0,60763	1,727255	2,450346	23,64	71,46
ALZ 10	0	0,020773	0,040556	0,289826	0,983234	2,135615	21,83	74,7
<b>ALZ 15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,015648</b>	<b>0,017604</b>	<b>0,046944</b>	<b>0,193643</b>	<b>10,59</b>	<b>89,14</b>
ALZ 17	0	0	0	0,010799	0,039958	0,152271	13,33	86,46
ALZ 31	0	0,10166	0,203319	0,181339	0,156611	0,681394	52,74	45,92
ALZ 32	0	0	0,026844	0,096639	0,209385	1,264362	39,67	58,73
ALZ 35	0	0	0,006948	0,018065	0,075038	0,261242	29,56	70,08
ALZ 41	0,016825	0,018354	0,048945	0,099419	0,163659	0,552157	50,85	48,24
ALZ 43	0	0	0	0,008105	0,028369	0,189128	20,21	79,56
ALZ 44	0	0	0	0,008545	0,039061	0,245349	14,26	85,45
ALZ 46	0	0	0,155323	0,416217	0,656482	2,931719	54,59	43,4

Quadro 20 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Alzira quando processadas pelo método de Vaasma (2008).

AMOSTRA	% cascalho	%areia muito grossa	% areia grossa	%areia media	%areia fina	%areia muito fina	%silte	%argila
ALZ 03	0	0	0,018094089	0,120627262	0,205066345	2,828709288	47,03	49,79
ALZ 05	0	0	0	0,014420442	0,138436247	0,787356156	67,38	31,68
ALZ 07	0	0	0,037816715	0,182207809	0,699036247	2,285046354	52,78	44,01
ALZ 08	0	0	0,02802347	0,131366014	0,725107277	3,791925738	73,45	21,88
ALZ 09	0	0	0,103441142	0,41606326	1,4734616	3,808932717	71,8	22,4
ALZ 10	0	0,095335012	0,068555514	0,311713352	1,341117241	3,468480531	63,87	30,84
<b>ALZ 15</b>	<b>5,559747869</b>	<b>8,622602983</b>	<b>3,644353693</b>	<b>0,97212358</b>	<b>0,270774148</b>	<b>0,19975142</b>	<b>25,74</b>	<b>54,92</b>
ALZ 17	0	0,03761897	0,010031725	0,025079313	0,065206215	0,18809485	32,79	66,88
ALZ 31	0	0	0	0,09827205	0,221112112	0,401277537	52,77	46,51
ALZ 32	0	0	0,005299417	0,123653065	0,220809044	1,713478184	34,26	63,69
ALZ 35	0	0	0	0,019722569	0,078890277	2,139898757	77,38	20,41
ALZ 41	0	0	0	0,014583637	0,055417821	0,134169462	52,51	47,28
ALZ 43	0	0	0,024562481	0,058335892	0,181148296	0,389929383	54,47	44,88
ALZ 44	0	0	0,01452303	0,011171562	0,02904606	0,288226291	64,54	35,12
ALZ 46	0	0	0,013515568	0,027031136	0,177391833	1,493470291	67,49	30,8



Quadro 21 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho quando processadas pelo método de Verdade (1954).

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
GAV 16	0	0	0,10751118	0,041538386	0,23945658	1,92054	65,94	31,75
GAV 26	0,636072371	0	0,059680864	0,056539766	0,365937932	3,981342	68,22	26,67
GAV 33	0	0	0,014746297	0,056304042	0,335143106	1,655607	48,81	49,13
<b>GAV 41</b>	<b>0,090917857</b>	<b>0,147397132</b>	<b>0,239692532</b>	<b>3,292328461</b>	<b>2,785392531</b>	<b>0,756271</b>	<b>58,58</b>	<b>31,19</b>
GAV 42	1,131133037	0,027998342	0,110873436	0,190388729	3,3598011	0,801873	25,04	69,5
<b>GAV 43</b>	<b>0</b>	<b>0,04935953</b>	<b>0,067417895</b>	<b>0,281710488</b>	<b>1,749253588</b>	<b>19,85698</b>	<b>51,73</b>	<b>26,03</b>
GAV 44	0,1357781	0,108394281	0,223634517	0,52029255	1,240258777	3,263238	39,19	55,31
GAV 45	0	0,065855365	0,049391524	0,096039074	0,315556958	1,750655	69,07	28,65

Quadro 22 - Frações granulométricas das amostras comparáveis da turfeira Gaviãozinho quando processadas pelo método de Vaasma (2008).

AMOSTRA	% cascalho	% areia muito grossa	% areia grossa	% areia média	% areia fina	% areia muito fina	% silte	% argila
GAV 16	0	0	0,031298905	0,014606155	0,158581116	0,842984	49,93	49,02
GAV 26	0,680683709	0,151263046	0,121010437	0,215129666	0,574799576	1,378174	48,38	48,48
GAV 33	0	0	0	0,013468618	0,157133878	1,382778	58,94	39,5
<b>GAV 41</b>	<b>0,30454075</b>	<b>0,935035272</b>	<b>0,622167236</b>	<b>0,245060135</b>	<b>0,477034534</b>	<b>0,687596</b>	<b>31,24</b>	<b>65,49</b>
GAV 42	0,330924935	0,10258673	0,101483647	0,274667696	1,492471458	3,353373	18,15	80,02
<b>GAV 43</b>	<b>1,058283706</b>	<b>0</b>	<b>0,066386801</b>	<b>0,005857659</b>	<b>0,117153178</b>	<b>0,968466</b>	<b>63,2</b>	<b>34,59</b>
GAV 44	0,341738247	0,507989286	0,363289308	0,358671223	1,136048767	2,236692	41,51	53,54
GAV 45	0	0,180310626	0,073763438	0,198068491	0,469900419	1,240319	55,11	42,72



## APÊNDICE C – MUDANÇA DAS CLASSES TEXTURAIIS DAS AMOSTRAS COMPARÁVEIS DO DIAGRAMA DE FLEMMING (2000) E CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO.

Quadro 23 – Mudança textural pelo diagrama de Flemming (2000) das amostras comparáveis e descrição de campo.

ALZ 03	D-III (lama levemente arenosa siltora)	E-IV (argila siltosa)	
ALZ 05	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)	
ALZ 07	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)	Aumenta teor de lama
ALZ 08	E-IV (argila siltosa)	E-II (silte levemente argiloso)	
ALZ 09	E-V (argila lemente siltosa)	D-II (lama levemente arenosa muito siltosa)	Transação gradual de argilo arenosa laranja
ALZ 10	E-V (argila lemente siltosa)	D-III(lama levemente arenosa siltora)	Transação gradual de argilo arenosa laranja
<b>ALZ 15</b>	<b><i>E-VI (argila siltosa)</i></b>	<b><i>D-IV (lama levemente arenosa argilosa)</i></b>	
ALZ 17	E-V (argila levemente siltosa)	E-IV (argila siltosa)	menos coeso/ mais rachadura
ALZ 31	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)	Material coeso e vegetais
ALZ 32	E-IV (argila siltosa)	E-IV (argila siltosa)	Turfa com tecido vegetal e fibras caoticas
ALZ 35	E-IV (argila siltosa)	E-II (silte levemente argiloso)	Sem vegetais
ALZ 41	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)	Cinza médio
ALZ 43	E-V (argila levemente siltosa)	E-III (silte argiloso)	Cinza muito escuro, coeso pouco tecido vegetal
ALZ 44	E-V (argila levemente siltosa)	E-III (silte argiloso)	Cinza escuro, mais úmido, mais plástico não apresenta tecido vegetal
ALZ 46	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)	Cinza marrom com material lenhoso
GAV 16	E-III (silte argiloso)	E-IV (argila siltosa)	Mudança de cor gradual
GAV 26	E-III (silte argiloso)	E-IV (argila siltosa)	Material vegetal fino, pouco plástico pouco coeso
GAV 33	E-IV (argila siltosa)	E-III (silte argiloso)	Coloração escura
GAV 41	D-III (lama levemente arenosa siltosa)	E-IV (argila siltosa)	Lama silto argilosa escura
<b>GAV 42</b>	<b><i>E-IV (argila siltosa)</i></b>	<b><i>E-V (argila levemente siltosa)</i></b>	<b><i>Pegajoso, coeso e forte</i></b>
GAV 43	D-III (lama levemente arenosa siltosa)	E-III (silte argiloso)	
<b>GAV 44</b>	<b><i>D-IV (lama levemente arenosa argilosa)</i></b>	<b><i>E-IV (argila siltosa)</i></b>	<b><i>Mais pegajoso e mais fibra vegetal</i></b>
GAV 45	E-III (silte argiloso)	E-III (silte argiloso)	Turfa preta e mudança gradual p material mineral