

DANIEL RESENDE CORRÊA

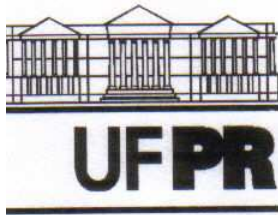
**HORIZONTES ORGÂNICOS SOB FLORESTA OMBRÓFILA DENSA NO LITORAL
PARANAENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann

Co-orientador: Prof. Dr. Renato Marques

**CURITIBA
2007**

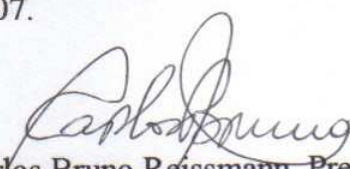


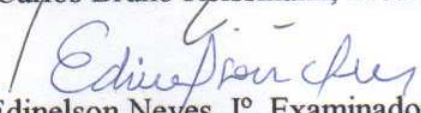
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcsolo@ufpr.br


PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a argüição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **DANIEL RESENDE CORRÊA**, sob o título: **“Horizontes orgânicos sob floresta ombrófila densa no litoral paranaense”**, requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: “Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas”**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 17 de agosto de 2007.


Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, Presidente.


Dr. Edinelson Neyes, Iº. Examinador.


Dr. Ricardo Miranda de Brites, IIº. Examinador.



**“Para ser grande, sê inteiro:
Nada teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa.
Põe quanto és no mínimo que fazes.
Assim em cada lago, a lua toda brilha, porque alta vive”**

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Paraná em seu corpo técnico;

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, pela orientação e amizade;

Ao Prof. Dr. Renato Marques pela co-orientação e apoio financeiro através do Projeto Solobioma;

A Engenheira Florestal e Mestre Aline Alinéia Rocha pela ajuda nas coletas de campo;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior pela concessão da bolsa;

Ao Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Paraná;

Ao Dr. Edilson Batista de Oliveira pela ajuda na realização das análises estatísticas;

Ao Instituto Ambiental do Paraná e Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem pela infra-estrutura e permissão do estudo nas Unidades de Conservação.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 CICLAGEM DE NUTRIENTES.....	4
3.1.1 Ciclagem de Nutrientes em Floresta.....	4
3.2 PISO FLORESTAL.....	4
3.2.1 Horizontes Orgânicos.....	5
3.2.2 Definição dos Principais Horizontes Orgânicos.....	7
3.2.3 Classificação de Horizontes Orgânicos.....	9
3.2.3.1 Mull.....	9
3.2.3.2 Moder.....	10
3.2.3.3 Mor.....	11
3.2.4 Aproximação das Principais Classificações dos Horizontes Orgânicos dos Países Europeus.....	11
3.2.5 Teorias sobre a Formação dos Horizontes Orgânicos.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.1.1 Reserva Natural do Rio Cachoeira.....	15
4.1.2 Floresta Estadual do Palmito.....	16
4.2 TRABALHO DE CAMPO.....	17
4.3 TRABALHO DE LABORATÓRIO.....	18
4.3.1 Solo.....	19
4.3.2 Horizontes Orgânicos.....	19
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	21
5.1.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral.....	21
5.1.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos.....	23
5.1.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos.....	31
5.1.4 Dendrograma com Base em Dados Morfológicos e Químicos.....	40
5.2 FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO.....	41
5.2.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral.....	41
5.2.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos.....	43
5.2.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos.....	50
5.2.4 Dendrograma com Base em Dados Morfológicos e Químicos.....	62
5.3 COMPARAÇÃO ENTRE A FORMAÇÃO DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA (RNRC) E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO (FEP).....	63
5.3.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral.....	63

5.3.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos.....	64
5.3.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos.....	66
6 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS.....	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – COMPARAÇÃO SIMPLIFICADA ENTRE O PRIMEIRO NÍVEL DA CLASSIFICAÇÃO DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DE QUATRO PAÍSES EUROPEUS.....	12
TABELA 02 - VALORES ESTRUTURAIS GERAIS DAS TRÊS TIPOLOGIAS NA RESERVA NATURAL RIO CACHOEIRA, ANTONINA, PR.....	16
TABELA 03 - VALORES ESTRUTURAIS GERAIS DAS TRÊS TIPOLOGIAS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO, PARANAGUÁ, PR.....	17
TABELA 04 – ATRIBUTOS DE SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	22
TABELA 05 – MICRONUTRIENTES EXTRAÍDOS DO SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	23
TABELA 06 – FITOMASSA ($t\ ha^{-1}$) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	27
TABELA 07 – FITOMASSA ($t\ ha^{-1}$) E ESPESSURA (cm) MÉDIOS TOTAIS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	28
TABELA 08 – ESPESSURA (cm) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	29
TABELA 09 – DENSIDADE ($mg\ cm^{-3}$) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS FASES SUCESSIONAIS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	30
TABELA 10 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS EM FUNÇÃO DA ESTAÇÃO DO ANO NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	32
TABELA 11 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	32
TABELA 12 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS EM FUNÇÃO DA ESTAÇÃO DO ANO NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	33
TABELA 13 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	33
TABELA 14 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 10 E 12 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE AS ESTAÇÕES NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	34
TABELA 15 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 10 E 12 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE HORIZONTES NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	35
TABELA 16 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 11 E 13 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS	

DIFERENÇAS ENTRE TIPOLOGIAS NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	35
TABELA 17 – SEQUÊNCIA DOS TEORES DOS ELEMENTOS ANALISADOS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	38
TABELA 18 – CONTEÚDO (kg ha^{-1}) DOS NUTRIENTES E SÓDIO NAS TRÊS TIPOLOGIAS, NO INVERNO E VERÃO, PRESENTES NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	39
TABELA 19 – ATRIBUTOS DE SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	42
TABELA 20 – FITOMASSA (t ha^{-1}) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNCOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	46
TABELA 21 – FITOMASSA (t ha^{-1}) E ESPESSURA (cm) MÉDIAS TOTAIS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	47
TABELA 22 – ESPESSURA (cm) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNCOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	48
TABELA 23 – DENSIDADE (mg cm^{-3}) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	48
TABELA 24 – PORCENTAGEM DE CINZAS (%) DOS HORIZONTES ORGÂNCOS NAS TRÊS FASES SUCESSIONAIS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NO INVERNO E VERÃO	50
TABELA 25 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	52
TABELA 26 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	52
TABELA 27 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	53
TABELA 28 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	53
TABELA 29 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 25 E 26 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DE CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE ESTAÇÕES NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	54
TABELA 30 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 25 E 26 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DE CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DA DIFERENÇA ENTRE OS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS E ESTAÇÕES DO ANO NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	56
TABELA 31 – DIFERENÇA ENTRE TEORES DOS ELEMENTOS NAS TIPOLOGIAS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NO INVERNO E VERÃO, NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	58

TABELA 32 – SEQUÊNCIA DOS TEORES DOS ELEMENTOS ANALISADOS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	61
TABELA 33 – CONTEÚDO (kg) DOS NUTRIENTES E SÓDIO NAS TRÊS TIPOLOGIAS, NO INVERNO E VERÃO, PRESENTES NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	62
TABELA 34 – COMPARAÇÃO DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES DA RESEVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NAS ESTAÇÕES INVERNO E VERÃO	67
TABELA 35 - COMPARAÇÃO DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES E SÓDIO DA RESEVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NAS ESTAÇÕES INVERNO E VERÃO	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – CROQUI DA DISPOSIÇÃO DAS PARCELAS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	14
FIGURA 02 – CROQUI DAS PARCELAS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	15
FIGURA 03 – DETALHE DA FORMA DE COLETA DE HORIZONTES ORGÂNICOS E EXEMPLO DA FORMAÇÃO DE UM HORIZONTE ORGÂNICO.....	18
FIGURA 04 – COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS FITOMASSA, ESPESSURA E DENSIDADE ENTRE TIPOLOGIAS NA MESMA ESTAÇÃO PARA OS HORIZONTES OL E OF NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA.....	25
FIGURA 05 – TEORES DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE	37
FIGURA 06 – TEORES DE MICRONUTRIENTES (mg kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE.....	38
FIGURA 07 – DENDROGRAMA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA	41
FIGURA 08 – COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FITOMASSA, ESPESSURA E DENSIDADE ENTRE TIPOLOGIAS NA MESMA ESTAÇÃO PARA OS HORIZONTES OL, OF E OH NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	45
FIGURA 09 – INCORPORAÇÃO MINERAL DOS HORIZONTES OF E OH NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	50
FIGURA 10 – TEORES DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO(g kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE	59
FIGURA 11 – TEORES DE MICRONUTRIENTES (mg kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE.....	60
FIGURA 12 – DENDROGRAMA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO	63

RESUMO

HORIZONTES ORGÂNICOS SOB FLORESTA OMBRÓFILA DENSA NO LITORAL PARANAENSE

A sustentabilidade de um ecossistema é formada por vários aspectos relacionados com o desenvolvimento da vegetação. Dentre estes aspectos pode-se destacar o processo de ciclagem de nutrientes, no qual através da deposição e decomposição de materiais vegetais e animais mortos, é permitido que o nutriente absorvido torne-se novamente disponível para ser utilizado em funções metabólicas e estruturais de vegetais e animais. Em ambientes florestais uma característica comum é a formação de perfis orgânicos devido a constante deposição de folhas, ramos, flores e frutos. Através de atividades mecânicas e biológicas este material depositado atinge diferentes graus de decomposição permitindo a distinção de horizontes. O presente estudo tem como objetivos caracterizar e avaliar quimicamente os horizontes orgânicos presentes em distintas tipologias da Floresta Ombrófila Densa no litoral no Estado do Paraná. Para atingir estes objetivos foram selecionadas duas áreas no litoral do Estado do Paraná, sendo uma na Unidade de Conservação localizada no município de Paranaguá, denominada Floresta Estadual do Palmito e a outra, na Unidade de Conservação localizada no município de Antonina denominada Reserva Natural do Rio Cachoeira. Nas duas áreas foram selecionadas três tipologias equivalentes em função da sua estrutura sendo denominadas: Inicial, Média e Avançada. Em cada tipologia foram coletados 12 pontos amostrais inteiramente casualizados em cada estação do ano no período entre o inverno de 2005 e outono de 2006. Utilizou-se para a coleta um gabarito de 25 cm x 25 cm. Foram realizadas análises químicas nos horizontes orgânicos e no solo mineral na profundidade de 0 – 5 cm e 5 – 10 cm. No solo mineral determinou-se o pH em CaCl₂, Al, H + Al, Ca + Mg, Ca, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn e Na. Para os horizontes orgânicos foram determinados: peso seco da fitomassa, espessura de cada horizonte, densidade, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn e Na. Na Reserva Natural do Rio Cachoeira (RNRC) os horizontes orgânicos presentes nas três tipologias foram o OL e o OF, sendo os perfis orgânicos classificados como F-Mull nas três tipologias. Já na Floresta Estadual do Palmito (FEP) foram os horizontes OL, OF, OH e OM na tipologia Inicial e os horizontes OL, OF e OH nas tipologias Média e Avançada, sendo os perfis orgânicos classificados como A-Moder na tipologia Inicial e H-Moder para as tipologias Média e Avançada. A acumulação orgânica no topo do perfil do solo apresenta diferenças entre as tipologias, sendo a Média, na RNRC, e a Avançada na FEP com maior acumulação de fitomassa. Na RNRC, os teores de Cu apresentam diferença estacional independentemente da tipologia e horizonte e, existe enriquecimento de Fe e Cu no horizonte OF proveniente do solo mineral. Na FEP a acumulação de fitomassa do horizonte OL é igual entre as tipologias. De um modo geral, há uma maior acumulação de fitomassa em função da profundidade do perfil orgânico, sendo a ordem decrescente dos horizontes OL < OF < OH.

Palavras chaves: Deposição orgânica, Ciclagem de nutrientes, Mata Atlântica.

ABSTRACT

HUMUS FORMS OF DENSE OMBROPHYLOUS FOREST ON THE PARANÁ COAST

The purpose of this study was to characterize morphological and chemical humus forms in different forest typologies of Dense Ombrophylous Forest on the Paraná coast. Three types of forest typologies were chosen, Initial, Intermediate and Advanced, at two areas with different soil parent material, in *Reserva Natural do Rio Cachoeira* (RNRC) and *Floresta Estadual do Palmito* (FEP). Between the winter of 2005 and the fall of 2006, were collected 12 samples in each typology per season. The humus forms profile were collected by cutting with a sharp knife around the perimeter of square (25 cm x 25 cm) and separated in organic horizons. Soil samples were collect at 0 – 5 cm and 5 -10 cm depth under the humus profile. In laboratory soil properties as pH (CaCl₂), Al, H + Al, Ca + Mg, Ca, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn and Na were investigated. On organic horizons were determinate fitomass, thickness, density, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn and Na. In all typologies at RNRC, the humus form found was F-Mull, consisting by the horizons OL and OF. In Initial typology of FEP the humus forms observed was A-Moder consisting by the horizons OL, OF and OH. The organic horizons OM was observed in this typology too. In Intermediate and Advanced typologies were observed a H-Moder by the horizons OL, OF and OH. The accumulations of fitomass tend to be different among typologies, at RNRC the Intermediate typology was more fitomass and at FEP as the Advanced typology. At RNRC the levels of Cu was season differences and, there were enrichment of Fe and Cu on OF horizon by the mineral soil. At FEP the accumulation of OL horizon was the same in all typologies. With increasing depth of organic profile there are litter acumulation showing the descending order OL < OF < OH.

Key-words: forest soil, nutrient cycling, Atlantic forest

1 INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo de um ecossistema florestal é dada por fatores que relacionam entre si, tanto os biológicos como inorgânicos. A deposição de material orgânico sobre o solo mineral ao longo do tempo, realizada principalmente pela vegetação, e atuação do processo de decomposição forma um perfil de camadas orgânicas distintas, conhecidas como horizontes orgânicos.

As características morfológicas e químicas dos horizontes orgânicos são relacionadas ao desenvolvimento da vegetação e a produtividade da floresta e do solo. Visto que, no processo de decomposição da matéria orgânica e formação de horizontes orgânicos, parte dos nutrientes vai sendo liberada para a solução do solo e o restante da matéria orgânica parcialmente decomposta, atua nos fatores físicos dos colóides do solo, como por exemplo, na retenção de água e agregação das partículas.

Atualmente pouco se sabe da dinâmica do desenvolvimento dos horizontes orgânicos em florestas naturais em ambientes tropicais. Onde as camadas orgânicas atuam de forma expressiva na vegetação, dando complementação ou até mesmo suporte a nutrição em solos altamente intemperizados.

A qualidade e a quantidade dos estoques orgânicos depositados ao solo variam enormemente em função da fertilidade do solo, estágio de desenvolvimento da vegetação, tipologia vegetal, altura do lençol freático entre outros fatores. Com a interpolação dos dados a vegetação e dos horizontes orgânicos poderá permitir assim, a utilização da classificação dos horizontes orgânicos como uma ferramenta para identificação de ambientes.

As florestas naturais, de forma geral, ao longo da história do homem, foram sendo utilizadas para os benefícios à humanidade, mas nem sempre foram tomados os cuidados necessários à sua conservação. No Brasil, ainda pouco se sabe sobre os efeitos em longo prazo desta utilização irracional das florestas naturais. Portanto, o estudo em Unidades de Conservação (UC) adquire relevante atividade no contexto de preservação do ecossistema protegido, formando conhecimento sobre a diversidade biológica da UC, as peculiaridades dos ecossistemas protegidos, suas inter-relações com as diferentes formas de ocupação do entorno, bem como dos

aspectos sociais, culturais e econômicos da região onde a UC está inserida. Com a interpolação de informações geradas pelas pesquisas, auxilia a elaboração do plano de manejo, bem como de suas revisões periódicas para a manutenção da UC.

2 OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo geral caracterizar dos horizontes orgânicos presentes em distintas tipologias da Floresta Ombrófila Densa no litoral do Estado do Paraná

Como objetivos específicos têm-se:

- Descrever, quantificar e classificar os horizontes orgânicos;
- Quantificar macronutrientes, micronutrientes e Na presentes no solo mineral superficial e nos horizontes orgânicos;
- Comparar a formação dos horizontes orgânicos em função do tipo de solo e tipologia florestal;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CICLAGEM DE NUTRIENTES

3.1.1 Ciclagem de Nutrientes em Floresta

A mais distinta característica comum da maioria dos ecossistemas florestais é o desenvolvimento de um piso florestal resultante da periódica deposição de folhas, galhos, casca, frutos e algumas vezes da árvore inteira. Estes materiais depositados contêm grandes quantidades de nutrientes extraídos do solo pelas árvores, que mediante atividade biológica vão se decompondo e liberando minerais que são usados no crescimento dos vegetais via ciclagem de nutrientes (PRITCHETT, 1979).

A ciclagem de nutrientes pode ser definida como a circulação realizada pelos elementos inorgânicos essenciais para a vida partindo do ambiente para os organismos e destes novamente para o ambiente (ODUM, 1988). Este processo parece ser uma estratégia eficiente para tornar a floresta independente das reservas do solo e permitir um crescimento significativo em solos de baixa fertilidade (NILSSO *et al.*, 1995).

3.2 PISO FLORESTAL

A qualidade do piso florestal é uma das características do solo florestal que mais contribui para suas propriedades físicas, químicas e biológicas (PRITCHETT, 1979).

Diante disso, existem diversos termos para o conjunto de materiais mortos (vegetal e animal), depositados sobre o solo florestal sendo os mais encontrados na literatura: serapilheira, litter, horizontes orgânicos, formas de húmus, perfil húmico, horizontes húmicos, tipos de húmus, detritos orgânicos, horizonte O e, ainda, húmus em sentido amplo em oposição a húmus em sentido restrito ou substâncias húmicas (SWIFT *et al.*, 1979; GREEN *et al.*, 1993; KINDEL *et al.*, 2003, FERRI, 1974). Existem diferenças entre estes termos, alguns referentes ao perfil orgânico como um todo, como por exemplo, serapilheira, e outros referentes ao perfil orgânico com suas

subdivisões em função do grau de decomposição, como por exemplo, horizontes orgânicos.

Neste trabalho optou-se pela nomenclatura “horizontes orgânicos” para evitar mal entendidos com a forma traduzida do inglês *humus forms* (formas de húmus) com o termo húmus; que tem como significado produto da decomposição de restos vegetais e animais, formado por compostos orgânicos complexos, de natureza coloidal, cor escura e associado aos constituintes minerais do solo (TIBAU, 1983) e não contempla os estádios anteriores a formação do húmus que existem no piso florestal.

3.2.1 Horizontes Orgânicos

Os horizontes orgânicos são formados pela deposição de materiais orgânicos mortos sobre a superfície do solo mineral em diferentes estádios de decomposição (GREEN *et al*, 1993). É, também, definido como um modelo morfológico observado em associação entre material orgânico e material mineral sobre o topo do perfil de solo (PONGE, 2003).

Dois tipos de horizontes podem ser distinguidos: um horizonte inteiramente orgânico ou holorgânico, composto por folhas, fragmentos de folhas e matéria orgânica fina, chamada de horizonte O; e outro, o horizonte organo-mineral ou hemiorgânico, ou horizonte pedológico A₁. Os diferentes tipos de horizontes orgânicos têm, então, seu perfil dividido em horizontes, que representam os sucessivos estádios de decomposição da serapilheira; horizontes mais profundos correspondem a idades mais avançadas de degradação do material foliar (BABEL, 1975; KINDEL *et al*, 2003).

Dependendo da posição, os horizontes orgânicos são as porções do solo mais expostas às perturbações, como no caso da exploração e operações de preparo de solo. Efeitos ecológicos como distribuição do estabelecimento de plantas, crescimento e outros componentes, podem ou não ser desejáveis, dependendo dos objetivos do manejo, grau de alteração do piso florestal, características do ecossistema e tempo (GREEN *et al*, 1993).

Os horizontes orgânicos estão intimamente relacionados com os diferentes ecossistemas, já que resumem os dois processos básicos que caracterizam o seu

funcionamento: a produtividade e a decomposição. Segundo SWIFT *et al* (1979)¹ citado por KINDEL e GARAY (2001) os padrões de acumulação orgânica e de ciclagem de nutrientes dos horizontes orgânicos variam enormemente, sendo regulados pelas condições climáticas, tipos de vegetação, tipos de solo e organismos decompositores.

KINDEL e GARAY (2001) citam que além de caracterizar ecossistemas nativos, por meio do estudo dos horizontes orgânicos, é possível detectar diferenças no processo de decomposição entre um sistema padrão (primário) e outro interferido.

Em florestas, a grande variação dos horizontes orgânicos (espacial e temporal) pode ser atribuída às interações entre as condições estáveis do sítio (clima, material de origem, topografia e exposição) e às condições não estáveis como aquelas induzidas pelo manejo, práticas silviculturais e desenvolvimento natural da vegetação (PONGE *et al*, 2002).

Os horizontes orgânicos promovem um ambiente para os organismos decompositores funcionando como reserva e fonte de carbono e de nutrientes. Determinando assim, a temperatura da zona radicular, aeração, umidade e nutrição, representando, um importante fator da qualidade do sítio (GREEN *et al*, 1993).

Os atributos do solo como pH, relação C/N e conteúdo de matéria orgânica são altamente relacionados com a decomposição dos materiais orgânicos. A eluviação de ácidos húmicos e fúlvicos dos horizontes orgânicos gera baixos valores de pH (GISI, 1997)

O pH é diretamente relacionado com muitas outras propriedades do solo. Em climas úmidos, a acidez do solo é comum por causa da alta precipitação, lixiviando apreciáveis quantidades de bases trocáveis. Água da precipitação também extrai ácidos orgânicos das superfícies das plantas e da decomposição da serapilheira (ácidos húmicos e fúlvicos). Estes ácidos infiltram no solo e alteram a acidez. Além de afetar as características do solo, a diminuição do pH do solo limita a atividade microbiana e da fauna do solo. Assim sendo, leva a acumulação da decomposição da serapilheira e favorece o desenvolvimento de proeminentes camadas de húmus.

¹ SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1979. 372p.

O pH do horizonte orgânico é geralmente maior do que o pH do solo (SEEBER e SEEBER, 2005).

Existe uma grande heterogeneidade quanto à espessura dos horizontes orgânicos, onde os mais espessos indicam uma lenta decomposição e os menos espessos indicam uma rápida decomposição (KINDEL *et al*, 2003).

STRANDBERG *et al.* (2005) cita que o tipo de manejo, em florestas temperadas, influencia ou interage com os horizontes orgânicos, propriedades do solo e sucessão da vegetação do sub-bosque. Em áreas onde não foram manejadas apresentaram maior densidade de copa e conseqüentemente menor penetração da luminosidade resultando em espessa camada de horizonte orgânico.

Mudança no manejo da floresta afeta claramente os horizontes orgânicos. A redução ou abandono do manejo leva a acumulação de serrapilheira, desenvolvendo horizontes orgânicos mais diferenciados e irregularmente distribuídos. Como conseqüência, o pH do solo também diminui, enquanto húmus e a relação C/N do solo junto com o conteúdo de matéria orgânica aumentam com a intensidade do manejo da floresta (SEEBER e SEEBER, 2005).

3.2.2 Definição dos Principais Horizontes Orgânicos

Na Classificação Brasileira de Solos, a divisão entre horizontes no perfil orgânico não é contemplada, apenas é designado como horizonte "O" para todo o conjunto, sendo este definido como horizonte ou camada superficial de cobertura, de constituição orgânica, sobreposto a alguns solos minerais, podendo estar ocasionalmente saturado com água (EMBRAPA, 1999).

O horizonte O, em condições aeróbicas, pode ser subdividido nos seguintes horizontes: OL, OF, OM e OH. Estes horizontes são formados inteiramente de material orgânico morto, principalmente de folhas, brotos e raízes, e em certas circunstâncias por musgos e líquens (JABIOL *et. al*, 2004).

Segundo JABIOL *et al* (2004) a descrição dos horizontes é a seguinte:

OL – (*Litter, Förna*). Este horizonte é caracterizado pelo acúmulo principalmente de folhas, ramos e materiais lenhosos. As estruturas da biomassa original são facilmente identificáveis. Folhas podem estar descoloridas e levemente fragmentadas. Substância fina orgânica (nas quais os órgãos originais não são

reconhecidos a olho nu) apresenta-se menor do que 10 % do volume. Pode ser subdividido em:

- OLn (*new*) – material recentemente depositado;
- OLv (*vetus, verändert, old*) – material levemente alterado.

OF – (fragmentado e ou fermentado). Este horizonte orgânico é caracterizado por acumulação de material orgânico parcialmente decomposto de folhas, ramos e materiais lenhosos, apresentando fragmentos descoloridos e manchados. A proporção de substância fina varia entre 10 a 70 % do volume. Dependendo do horizonte orgânico a decomposição é principalmente realizada pela fauna do solo ou fungos decompositores de celulose. Decomposição lenta é caracterizada por camada parcialmente decomposta permeada por hifas. Pode ser subdividido em:

- OFz (*zoogenous*) – decomposição principalmente pela fauna do solo, na maior parte por macro e mesofauna, assim são facilmente reconhecidos vestígios da fauna.
- OFzm – intermediário entre Fz e Fm
- OFm ou Fnoz (não *zoogenous*, *mycogenous*) – decomposição principalmente por atividade de fungos, hifas são facilmente reconhecidas e vestígios de fauna escassos a ausente.
- OFr – grande presença de raízes

OM – designa maior ou menor camada de musgo vivo ou rizomas de gramíneas sobre o topo do perfil dos horizontes orgânicos, onde a diferença entre matéria viva e morta é de difícil distinção, dificultando a separação dos horizontes OL, OF e OH.

OH – (húmus, humificação). Horizonte orgânico caracterizado pela acumulação da decomposição de material orgânico. As estruturas originais e materiais não são reconhecidos. A quantidade de substância fina apresenta-se superior a 70 % do volume. OH difere do OF apresentando humificação mais avançada devido à ação dos organismos do solo. No Moder o horizonte OH é dependente de atividade fúngica, já no Mor o horizonte OH é dependente de atividade fúngica, já no Moder este está parcialmente incorporado ao solo mineral. Pode ser subdividido em:

- OHz *zoogenous* – presença de vestígios de fauna. Fina estrutura (menor que 3mm)

- OHm mycogenous – este horizonte apresenta fraca estrutura apresentando hifas
- OHr – predominância de substância fina, mas também contém resíduos de plantas reconhecíveis, usualmente de raízes finas, casca e madeira.

3.2.3 Classificação de Horizontes Orgânicos

Existem diversas classificações de horizontes orgânicos para ecossistemas florestais temperados: na Europa (BABEL, 1975, DELECOUR, 1980; DUCHAUFOR, 1991; BERTHELIN *et al*, 1994; BRETHERS *et al*, 1995), no Canadá (GREEN *et al*, 1993); e sistemas de gramíneas (BARRATT, 1994). Atualmente, na Europa, tem-se feito esforços para unificação das diversas classificações, que contemple os diversos tipos e formação dos perfis orgânicos (JABIOL *et al*, 2004). Em ecossistemas tropicais não existe nenhuma classificação, sendo utilizadas as classificações de ecossistemas temperados apesar de suas limitações quanto ao uso.

O primeiro nível de classificação é constituído a partir da atividade biológica atuante no processo de decomposição, resultando nos horizontes e sua morfologia. As características dos horizontes A e OH permitem classificar em quatro tipos de horizonte orgânico, Mull, Moder, Mor e Amphi (JABIOL *et. al*, 2004). O perfil orgânico do tipo Amphi é o único que não é contemplado em todas as classificações dos países europeus, sendo uma forma de transição entre o Mull e o Moder.

PONGE (2003) em uma nova revisão do trabalho de MÜLLER (1889)² descreve as ordens como:

3.2.3.1 Mull

² Müller P.E. Recherches sur les formes naturelles de l'humus et leur influence sur la végétation et le sol. Ann. Sci. Agron. Fr. Etrang. 1887;6:85-423

Mull pode ser caracterizado por um rápido desaparecimento das folhas da serapilheira sob influência de animais fazedores de galerias (*burrowing animals*) e/ou fungos de apodrecimento branco, e por homogeneização da matéria orgânica humificada com partículas minerais em macroagregados. O horizonte hemiórgânico A é o local onde a maioria dos organismos do solo vive, incluindo as raízes das plantas.

Fungos estão presentes, tanto saprófitos como micorrízicos, bactérias apresentam-se em grandes quantidades, devido a numerosas partículas minerais da superfície a qual elas estão aderidas e efeitos de mucos de animais e exudatos das raízes das plantas.

Mull é associado em sua maioria a solos férteis e suporta um abundante e diversificado sub-bosque o qual atua com significativo papel na manutenção da rica comunidade do solo.

3.2.3.2 Moder

No horizonte orgânico classificado como Moder a macrofauna é reduzida em abundância e diversidade se comparada com o Mull, assim a matéria orgânica acumula na forma dos três horizontes holorgânicos OL, OF e OH. A incorporação da matéria orgânica em partículas minerais é baixa, devido à escassez de substâncias adesivas com mucoproteínas ou bactérias e polissacarídeos de raízes. A grande maioria da biomassa é de fungos, assim sendo apresenta condições mais ácidas que no Mull. Fungos produzem antibióticos os quais contribuem para o colapso das populações de bactérias, acidificando ainda mais o solo.

A deteriorização de plantas mortas, fungos e da fauna formam o volume do horizonte OF onde a maioria dos organismos vive. Com esse processo há uma imobilização dos nutrientes. A colonização do horizonte OF por raízes finas de árvores e associação com micélios permite que a vegetação absorva nutrientes no local onde estão, sendo liberados pela morte de fungos e animais. Assim a conservação da matéria orgânica na forma de fezes de animais e biomassa fúngica concentra nitrogênio, mas principalmente na forma de proteínas recalcitrantes.

O nível de acidez do Moder é alta devido à: preferência de cátions pelas plantas, excreção de ácidos orgânicos por fungos e humificação da matéria orgânica.

3.2.3.3 Mor

A ordem Mor é caracterizada pela escassez de animais e atividade de fungos da podridão branca. Materiais vegetais mortos acumulam-se na superfície e o horizonte OFm reflete decomposição dominante por fungos. Dentre as quatro ordens de horizontes orgânicos a Mor tem a menor atividade biológica. O baixo valor nutricional do Mor restringe a produção de biomassa da vegetação o que leva a uma baixa taxa de deposição de serapilheira.

3.2.4 Aproximação das Principais Classificações dos Horizontes Orgânicos dos Países Europeus

A TABELA 01 extraída do trabalho de JABIOL *et al* (2004) demonstra comparação simplificada entre o primeiro nível de quatro principais classificações européias.

3.2.5 Teorias sobre a Formação dos Horizontes Orgânicos

PONGE (2003) propõe três argumentos para estratégias do ecossistema quanto aos horizontes orgânicos, e que esses se desenvolveram conjuntamente com a vida na Terra como resposta à escassez ou disponibilidade de nutrientes e outras influências do meio ambiente. Vale lembrar que o autor baseia-se em dados de florestas temperadas, boreais e montanas da Europa e América do Norte em sua revisão.

No primeiro argumento o autor aborda as mudanças nos horizontes orgânicos ocorridas durante o desenvolvimento do ecossistema terrestre citando que geralmente o Mull está associado a fases de regeneração iniciais, Moder a fases de intenso crescimento antes de atingir a maturidade e o Mull retorna durante a maturidade da floresta e sua senescência. Durante a fase de intenso crescimento

maiores quantidades de nutrientes são utilizadas pelas plantas para a incorporação de carbono do que liberados para a decomposição da serapilheira e intemperismo mineral, portanto maiores quantidades de materiais não decompostos ou parcialmente decompostos acumulam-se sobre o solo mineral, caracterizando o Moder. Durante a maturidade da floresta a ciclagem interna dos nutrientes e a baixa taxa de crescimento permitem que haja maior quantidade dos nutrientes para organismos decompositores, resultando na baixa acumulação de material não decomposto ou parcialmente decomposto que caracterizam o Mull.

TABELA 01 – COMPARAÇÃO SIMPLIFICADA ENTRE O PRIMEIRO NÍVEL DA CLASSIFICAÇÃO DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DE QUATRO PAÍSES EUROPEUS

	França (1), Itália (2)	Alemanha (3)	Áustria (4)
MULL	EUMULL MESOMULL	A-MULL typical L-MULL typical F-MULL	Typical
MULL	OLIGOMULL DYSMULL	moderartiger F-MULL	Moder-like
MULL	AMPHIMULL	Rhizo L-Mull Rhizo F-Mull	
MODER	Hémimoder	Mullartiger Moder	Mull-like
Moder	Eumoder Dysmoder	typischer Moder Rhizomoder Typischer Tangel	calcicModer typical Moder Acid Moder Rhizomoder AlpenModer (Tangel-Mor)
MOR	(Hémimor) Mor (Eumor)	Moderartiger-Rohhumus Typischer Rohhumus	mor-like Moder typical Mor inactive Mor Rhizomor active Mor Tangel-Mor
	Tangel	Mächtiger-Tangel	

FONTE: JABIOL *et al* (2004) (1) BRÊTHES *et al* (1998)³, (2) ZANELLA *et al* (2001)⁴, (3) AK STANDSORTSKARTIERUNG (1996)⁵, (4) NESTROY *et al* (2000)⁶

³ BRÊTHES, A.; JABIOL, B.; PONGE, J. F.; TOUTAIN, F.; Types of humus forms in temperate forests. IN: BAIZE, D. (Ed.). **A sound reference base for soils**. AFES, INRA, Versailles, França. p. 265 – 281.1998

⁴ ZANELLA, A.; TOMASI, M.; DE SIENA, C.; FRIZZERA, L.; JABIOL, B.; NICOLINI, G. **Humus Forestali**. Manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. Centro di Ecologia Alpina, Trento, I, 321 p. 2001

⁵ AK STANDORTSKARTIERUNG. **Forstliche Standortsaufnahme**. 5th edition. IHW – Verlag Eching / München. 232 p. 1996

No segundo argumento o autor comenta sobre a presença ou não de certos organismos no Mull, Moder e Mor. Entre os organismos da fauna do solo os anelídeos estão sempre em maior parte, mas sempre há uma distinção clara entre minhocas e enquitreídeos que levam a indicações ainda não seguras para a diferenciação de Mull e Moder. Outras interferências, como fungos, bactérias e plantas podem ser consideradas mecanismos para o desenvolvimento de Mull, Moder ou Mor.

No terceiro argumento, o autor aborda o desenvolvimento dos horizontes orgânicos em conjunto com a diversificação da vida em habitat terrestre. O horizonte orgânico Mor teria sido dominante antes do aparecimento de espermatófitas durante o período Carbonífero, onde predominavam ericales, musgos, líquens, briófitas, pteridófitas e gimnospermas. O Mull provavelmente apareceu depois da explosão das angiospermas durante o período Cretáceo, quando a serapilheira atingiu a melhor qualidade de nutrientes e estava em condições nutricionais melhores para sustentar uma abundante e diversa população de macroinvertebrados.

⁶ NESTROY, O.; DANNEBERG, O.; ENGLISCH, M. GESSL, H.; HAGER, H.; KILIAN, W.; NELHIEBEL, P.; PECINA, O.; SCHNEIDER, W.; **Oesterreichische Bodensystematik**. Mitt. OEBG 60, Wien, 92p. 2000.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo sobre a descrição dos horizontes orgânicos e de sua dinâmica de decomposição foi desenvolvido em duas Unidades de Conservação do litoral paranaense sob influência da Floresta Ombrófila Densa: Reserva Natural do Rio Cachoeira e na Floresta Estadual do Palmito.

Nas duas Unidades de Conservação, a floresta encontra-se em distintas tipologias florestais, nos quais o trabalho foi focado em 3 tipologias: Inicial, Média e Avançada. A demarcação das áreas foi realizada em trabalhos anteriores, na Reserva Natural do Rio Cachoeira por integrantes do Projeto Solobioma (figura 01) e na Floresta Estadual do Palmito por WISNIEWSKI *et al* (1997) (figura 02).

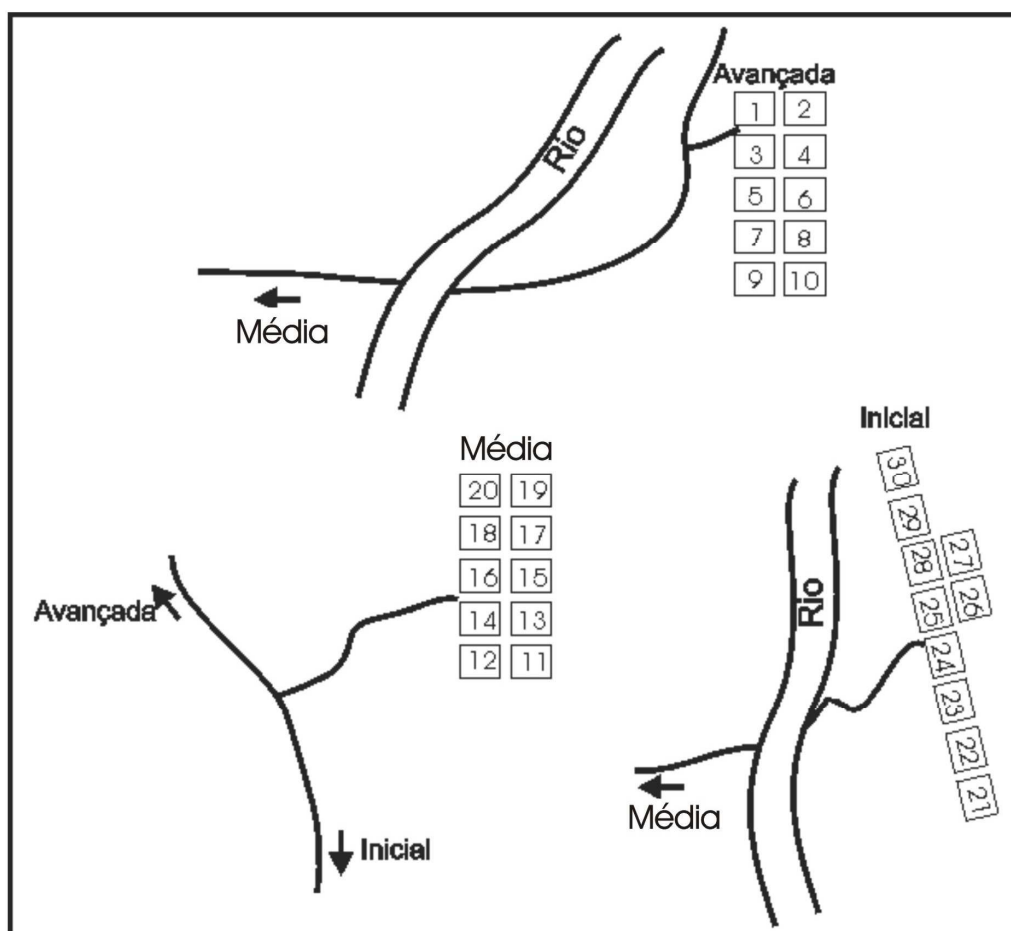


FIGURA 01 – CROQUI DA DISPOSIÇÃO DAS PARCELAS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

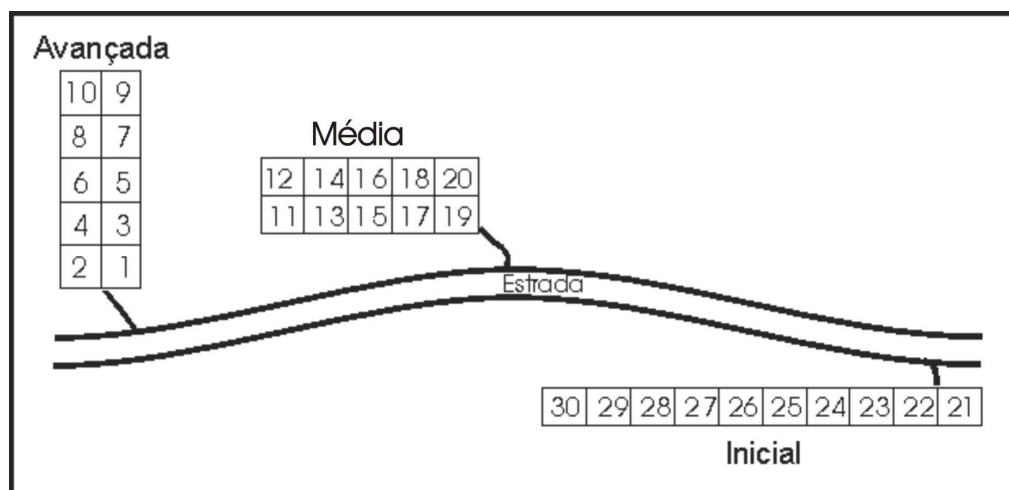


FIGURA 02 – CROQUI DAS PARCELAS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

4.1.1 Reserva Natural do Rio Cachoeira

A Reserva Natural do Rio Cachoeira, administrada pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem (SPVS), está localizada no município de Antonina e inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba. Seus limites estão entre as coordenadas 25°19'15"S e 45°42'24"W, abrangendo uma área de 8.600 ha (SPVS/TNC, 2000).

A vegetação da mencionada reserva pertence à Floresta Ombrófila Densa Submontana, a qual compreende as formações florestais que abrigam a planície litorânea com sedimentos quaternários continentais (depósitos coluviais) e início das encostas da Serra do Mar, situadas entre aproximadamente 20 a 600 m de altitude (RODERJAN et al., 2002).

A Floresta Ombrófila Densa Submontana é a que detém maior diversidade vegetal resultante da melhor característica de seus solos, além do regime climático predominante, com chuvas abundantes e distribuídas ao longo do ano, e ausência de baixas térmicas inverniais (geadas). Assim, a cobertura típica é florestal, multiestratificada, cujo dossel pode atingir até 30 metros de altura (RODERJAN et al., 2002).

Na mencionada Reserva, na localidade conhecida como Gervásio, foram alocadas parcelas em três tipologias de Floresta Ombrófila Densa Submontana. Estas áreas foram escolhidas com a sobreposição do mapeamento de vegetação e de solos, sendo denominadas neste estudo como Inicial, Média e Avançada.

Existe diferença entre os solos das três tipologias, sendo classificado com Cambissolo para as tipologias Inicial e Avançada e Argissolo para a tipologia Média (FERRETTI e BRITZ, 2005).

LIEBSCH (2006) em seus estudos estimou a idade aproximada das tipologias através de entrevistas, sendo de 20, 80 e 120 anos respectivamente, para as tipologias Inicial, Média e Avançada. Entre as tipologias existem diferenças em termos estruturais (TABELA 02) e florísticos (Anexo 01). As maiores diferenças dizem respeito à tipologia Inicial, que apresentou baixos valores de similaridade, diversidade e riqueza em comparação com as duas outras áreas. A tipologia Avançada é a que possui a maior diversidade (LIEBSCH, 2006).

TABELA 02 - VALORES ESTRUTURAIS GERAIS DAS TRÊS TIPOLOGIAS NA RESERVA NATURAL RIO CACHOEIRA, ANTONINA, PR

	Inicial	Média	Avançada
Área amostrada (m ²)	1000	1500	1500
Número de indivíduos amostrados	189	451	242
Densidade total (ind ha ⁻¹)	1890	3006	1600
Riqueza total	9	63	56
Índice de Shannon (H')	1,05	3,20	3,22
Equabilidade de Pielou (E)	0,48	0,77	0,80
Área basal total (m ² ha ⁻¹)	21,5	34,8	40,1

Fonte: LIEBSCH (2006)

4.1.2 Floresta Estadual do Palmito

A Floresta Estadual do Palmito, localizada no município de Paranaguá entre as coordenadas 25° 34' / 25° 35' 40" Sul e 48° 33' 44" / 48° 31' 12", é classificada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, a qual compreende as formações florestais distribuídas sobre sedimentos quaternários de origem marinha situados entre o nível do mar e a aproximadamente 20 metros de altitude. Sua fisionomia, estrutura e composição podem variar de acordo com o regime hídrico dos solos, do estágio de desenvolvimento da floresta e do nível de interferência antrópica. Constitui na planície litorânea a principal unidade tipológica, em razão de sua representatividade e diversidade florística elevadas (RODERJAN *et al.*, 2002).

O solo das três tipologias é classificado com Espodossolo não hidromorfo, de textura arenosa e baixa saturação de bases. Entre as tipologias ocorre diferenciação na espessura e na profundidade de ocorrência de horizontes, assim

como no grau de consistência do horizonte espódico e profundidade do lençol freático, que se encontra mais próximo da superfície da tipologia avançada (WISNIEWSKI *et al.*, 1997; SCHWARZBACH, 2005).

Quanto ao a vegetação das três tipologias na TABELA 03 são apresentados dados estruturais gerais.

TABELA 03 - VALORES ESTRUTURAIS GERAIS DAS TRÊS TIPOLOGIAS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO, PARANAGUÁ, PR

	Inicial	Média	Avançada
Área total da amostra (ha)	0,1	0,1	0,1
Nº de indivíduos	198	271	151
Densidade total	1980	2710	1510
Área basal total	2,26	3,072	2,996
Volume total	11,03	31,48	38,58
Frequência total	420	870	1060
Área basal por hectare	22,5951	30,7218	29,968
Altura média	5,16	8,46	9,67
Volume médio	0,056	0,116	0,42
Nº de espécies	11	25	38
Índice de Shannon-Weaver	0,946	2,156	3,291
Equabilidade	0,395	0,67	0,905
Índice de Simpson	0,621	0,199	0,047
"D" de Whittaker	2,08	4,463	7,574
Índice "EC" de Whittaker	2,181	5,417	14,032
Nº de famílias	9	16	22
Índice de Shannon	0,916	1,867	2,604

Fonte: MARQUES *et al* (em fase de elaboração)

4.2 TRABALHO DE CAMPO

As coletas dos horizontes orgânicos e solo foram realizadas nas quatro estações climáticas com início no inverno de 2005 e final do outono de 2006.

Os pontos de amostragem dos horizontes orgânicos foram ao lado das parcelas das "Áreas Funcionais" do Projeto Solo-Bioma, em ambas Unidades de Conservação. A amostragem não foi realizada dentro das parcelas pré-existentes devido ao fato das mesmas já serem utilizadas para estudos de serapilheira acumulada (ROCHA, 2006 e DICKOW, em fase de elaboração).

O processo de coleta dos horizontes orgânicos e, solo, seguiu os seguintes critérios:

1) Foram sorteadas três parcelas em cada tipologia e em cada estação climática.

2) Ao lado de cada parcela sorteada foram escolhidos quatro pontos (sub-parcelas). As sub-parcelas foram determinadas no sentido de escolher pontos possíveis para coleta e que se assemelhassem com o interior da parcela, evitando coletar-se muito junto ao tronco de árvores grandes, na presença de afloramento de rocha ou sobre sub-bosque muito denso.

3) A delimitação da área de coleta foi feita com auxílio de um gabarito quadrado de 25 cm de lado (0,0625 m²) (GREEN *et al.*, 1993; BAERT *et al.*, 1997, KINDEL *et al.*, 2003) (figura 03).

4) No centro do gabarito utilizou-se uma haste metálica graduada para a tomada da espessura de cada horizonte.

5) A serapilheira foi triada no local de coleta separando os horizontes orgânicos manualmente e individualizando-os em sacos plásticos.

6) Na estação inverno, nas sub-parcelas 1 e 3, foi coletado solo mineral nas profundidades de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm.

Assim sendo, foram amostradas 12 sub-parcelas em cada estação do ano para cada tipo de tipologia estudada (Inicial, Média e Avançada), totalizando 144 pontos amostrados no período de 12 meses e 288 pontos nas duas Unidades de Conservação estudadas.

A classificação de horizontes orgânicos utilizada foi baseada em estudos de BABEL (1975) e JABIOL *et. al* (2004).



FIGURA 03 – DETALHE DA FORMA DE COLETA DE HORIZONTES ORGÂNICOS E EXEMPLO DA FORMAÇÃO DE UM HORIZONTE ORGÂNICO

4.3 TRABALHO DE LABORATÓRIO

As amostras trazidas do campo foram processadas nos laboratórios do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Inicialmente ambas as amostras, horizontes orgânicos e solo, foram secas em estufa para cada tipo de material a 60 °C até peso constante.

4.3.1 Solo

Foram determinados os seguintes parâmetros químicos com as amostras de solo: pH (CaCl₂), Al, H + Al, Ca + Mg, Ca, K, P conforme EMBRAPA (1997). Nas amostras da Reserva Natural do Rio Cachoeira foram determinado os microelementos Fe, Cu, Zn e Mn através da extração com HCl 0,1 mol L⁻¹(COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004).

4.3.2 Horizontes Orgânicos

Nos horizontes orgânicos foram mensurados os seguintes parâmetros físicos: massa, altura e densidade. Para medição da massa utilizou balança com três dígitos de precisão. A altura foi medida em campo. Com os dados de massa, altura e área do gabarito obteve-se a densidade utilizando a fórmula densidade = massa / volume em mg cm⁻³.

Nas amostras referentes a Floresta Estadual do Palmito foi calculada a porcentagem de cinzas, nas estações inverno e verão, para determinar a incorporação de material mineral aos horizontes orgânicos, pois visualmente notava-se grande quantidade de solo mineral entre os detritos orgânicos, principalmente nos horizontes OF e OH. Para a determinação da porcentagem de cinzas pesou-se 5 g das amostras previamente secas e moídas em cadinho de porcelana e realizou-se queima em mufla à 500°C durante 3 horas. Depois pesou-se as cinzas resultantes da queima e descontado o peso do cadinho.

Para as determinações químicas, das estações inverno e verão de ambas as áreas, foram formadas amostras compostas, com o intuito de obter-se fitomassa suficiente para a realização das análises. Dos quatro pontos amostrais foram formados dois pontos amostrais compostos, onde foram analisados os horizontes OL, OF e OH.

As amostras foram moídas em moinho da marca *Fritsch* modelo *pulverisette 14* com peneira de 0,5 mm. Estas foram armazenadas em envelopes de papel e colocadas em sacos plásticos fechados.

A determinação de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na e Al no tecido foliar, foi realizada pelo método de digestão via seca com solubilização em ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹. O método consiste em pesar 1 g da amostra seca e moída em cadinho de porcelana. Fez-se a queima em mufla a 500° C por 3 horas, após o resfriamento adicionaram-se 3 gotas de ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹ e retornou-se a mufla por mais 3 horas a 500° C. Quando estes se tornaram frios adicionou-se 10 mL de ácido clorídrico 3 mol.L⁻¹ e levou-se a placa aquecedora para a solubilização das cinzas. Então foi realizada a filtragem em papel de filtro do tipo faixa azul em balão de 100 mL e completado o volume. A leitura dos elementos Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al foi feita através do método de absorção atômica, K e Na por espectrometria de emissão (PERKIN-ELMER, 1976) e P através do método de colorimetria (SILVA, 1999).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os parâmetros morfológicos e químicos usou-se o delineamento estatístico inteiramente ao acaso com parcelas subdivididas após a transformação dos dados através da fórmula $\ln(x+1)$. A transformação dos dados foi realizada para homogeneização da variância. O teste de comparação de médias foi o de Duncan à 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico "STATISTICA 6.0".

Os valores apresentados nas tabelas e figuras são referentes a média dos dados não transformados, já as letras resultante do teste de comparação de médias refere-se aos dados transformados.

Nos dados da Floresta Estadual do Palmito as transformação de dados causou a alternância do ordenamento de algumas das médias, sendo que em alguns resultados o ordenamento, do maior para o menor, da comparação de média não acompanha o da média numérica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

5.1.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral

Os resultados obtidos nas análises químicas do solo mineral são apresentados na TABELA 04. Pode-se observar diferenças significativas tanto entre profundidade, bem como, entre tipologias. Entretanto, o comportamento dos parâmetros analisados foi muito heterogêneo, não seguindo o mesmo padrão nas profundidades para as três tipologias.

Na tipologia Inicial existem diferenças entre profundidades para os atributos químicos Ca^{2+} e Mg^{2+} e, para o parâmetro relativo de Saturação em Bases do solo, todos com maiores valores na profundidade de 0 – 5 cm (TABELA 04). Na tipologia Média as diferenças ocorreram somente para Al^{3+} , com teores maiores na profundidade de 5 – 10 cm. Já para a tipologia Avançada os teores de Mg^{+2} mostraram similar comportamento à tipologia Inicial, apresentando maiores teores na profundidade de 0 – 5 cm.

Comparando as tipologias, observou-se que a tipologia Média é diferente da Inicial e Avançada para os atributos químicos do solo pH, Al^{+3} , $\text{H}^{+} + \text{Al}^{+3}$, Ca^{+2} , Mg^{+2} , T, P e V. Para o Ca^{+2} e Mg^{+2} esta diferença ocorre apenas na profundidade de 0 – 5 cm, nos demais parâmetros químicos acima ocorrem nas duas profundidades (TABELA 04).

Os maiores teores de Ca encontrados na profundidade de 0 – 5 cm, sendo a diferença tanto significativa, na tipologia Inicial, quanto não significativa, na tipologia Avançada pode ser explicada, em parte, pela deposição da serapilheira das diferentes tipologias. Isto porque, este material encerra grande quantidade de Ca, que se acumula nos tecidos velhos. Especificamente para o presente caso, obtém-se a comprovação deste aspecto tendo em vista que o horizonte OL, das três tipologias encerra um maior teor de Ca. Embora o teste de Duncan não tenha atestado diferença entre as tipologias Inicial e Avançada (TABELA 04), no entanto,

esta diferença é de 80%. Esta questão é discutida em maiores detalhes no item 5.1.3

TABELA 04 – ATRIBUTOS DE SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

		Prof. cm	Inicial		Média		Avançada	
pH		0-5	3,68	a A	3,25	a B	3,71	a A
CaCl ₂		5-10	3,73	a A	3,30	a B	3,69	a A
Al ⁺³	----- cmol _c dm ³ -----	0-5	2,55	a B	4,28	b A	2,18	a B
		5-10	2,82	a B	6,50	a A	2,53	a B
H ⁺ + Al ⁺³		0-5	10,85	a B	15,22	a A	10,66	a B
		5-10	10,52	a B	14,53	a A	10,77	a B
Ca ⁺²		0-5	0,85	a A	0,28	a B	0,61	a A
		5-10	0,42	b A	0,32	a A	0,49	a A
Mg ⁺²		0-5	0,75	a A	0,44	a B	0,69	a A
		5-10	0,47	b A	0,36	a A	0,38	b A
K ⁺		0-5	0,16	a A	0,18	a A	0,14	a A
		5-10	0,16	a A	0,11	a A	0,15	a A
Na		0-5	0,07	a A	0,07	a A	0,06	a A
		5-10	0,07	a A	0,06	a A	0,07	a A
T		0-5	12,68	a B	16,19	a A	12,16	a B
		5-10	11,63	a B	15,63	a A	11,85	a B
P	mg dm ³	0-5	6,78	a B	11,60	a A	5,43	a B
		5-10	3,88	a B	10,02	a A	4,33	a B
C	g dm ³	0-5	39,63	a A	38,95	a A	30,28	a A
		5-10	35,63	a A	36,20	a A	35,30	a A
V	%	0-5	14,23	a A	6,01	a B	12,42	a A
		5-10	9,50	b A	5,54	a B	9,12	a A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

Para o Mg, não se pode justificar da mesma forma tendo em vista ser um elemento relativamente móvel e, portanto, não se acumulando de forma expressiva na serapilheira. Além disso, sua concentração nos tecidos é significativamente menor que a do Ca (TABELA 13), a ponto de não poder exercer o mesmo grau de influência nos horizontes ou camada superficiais. No entanto, o efeito de espécies que concentram mais Mg em suas folhas não pode ser descartado.

De uma forma geral, para avaliação da fertilidade do solo, os parâmetros pH, Ca⁺² e P são considerados baixos, K⁺ e Mg⁺² médios e Al⁺³ altos.

Dentre os parâmetros, o pH foi o que teve a menor amplitude de valores com CV (coeficiente de variação) de 1 a 3 %. Já o Ca⁺² apresenta maior amplitude com

CV de 21 a 61%. Dentre as tipologias a Inicial teve os menores CV comparada com os da Média e Avançada.

Os micronutrientes extraídos com HCl 0,1 mol L⁻¹ são apresentados na TABELA 05. Dentre todos os micronutrientes analisados, nenhum destes apresentou diferença significativa entre as profundidades de 0 – 5 cm e de 5 –10 cm. Entretanto existem diferenças nas suas concentrações entre tipologias, exceto para o Zn.

A tipologia Média teve maiores teores de Fe do que as demais (TABELA 05). Já para os teores de Mn e Cu a Avançada tem valores superiores estatisticamente.

O Mn, na profundidade de 0 – 5 cm, foi o único elemento que diferiu significativamente entre as tipologias, seguindo uma ordem crescente do teor no solo Média < Inicial < Avançada (TABELA 05). Esta diferença possivelmente é ocasionada por diferença edáfica, visto que o teor de umidade é maior na tipologia Inicial o que resultaria em maior disponibilidade do elemento por favorecer os mecanismos de redução.

TABELA 05 – MICRONUTRIENTES EXTRAÍDOS DO SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

		Prof. cm	Inicial		Média		Avançada	
Fe	----- mg kg ⁻¹ -----	0-5	78,05	a B	137,94	a A	65,89	a B
		5-10	79,13	a B	136,60	a A	65,56	a B
Mn	----- mg kg ⁻¹ -----	0-5	15,92	a B	2,43	a C	52,77	a A
		5-10	7,79	a B	1,69	a B	41,30	a A
Cu	----- mg kg ⁻¹ -----	0-5	0,20	a B	0,13	a B	0,41	a A
		5-10	0,22	a B	0,08	a B	0,50	a A
Zn	----- mg kg ⁻¹ -----	0-5	1,19	a A	1,24	a A	2,48	a A
		5-10	0,76	a A	0,73	a A	1,64	a A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

5.1.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos

Os horizontes orgânicos encontrados nas tipologias da Reserva Natural do Rio Cachoeira foram somente os horizontes OL e OF. Em alguns pontos de amostragem no inverno, da tipologia Inicial, apenas o horizonte OL foi encontrado. Na tipologia Média existe maior diferenciação dos horizontes orgânicos, havendo maior subdivisões do horizonte OF.

A pouca diferenciação dos horizontes orgânicos na tipologia Inicial, marcada pela presença do horizonte OL diretamente sobre o solo mineral, pode ser justificada pela baixa densidade de árvores e de suas copas nesta tipologia (LIEBSCH, 2006), permitindo a entrada direta da radiação solar, fazendo com que haja condições favoráveis para a decomposição, não permitindo a acumulação de material orgânico sobre o solo (STRANBERG *et al*, 2005). Outro fator que deve ser levado em conta é a rápida decomposição da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (DICKOW, 2007), espécie de maior abundância nesta tipologia (LIEBSCH, 2006).

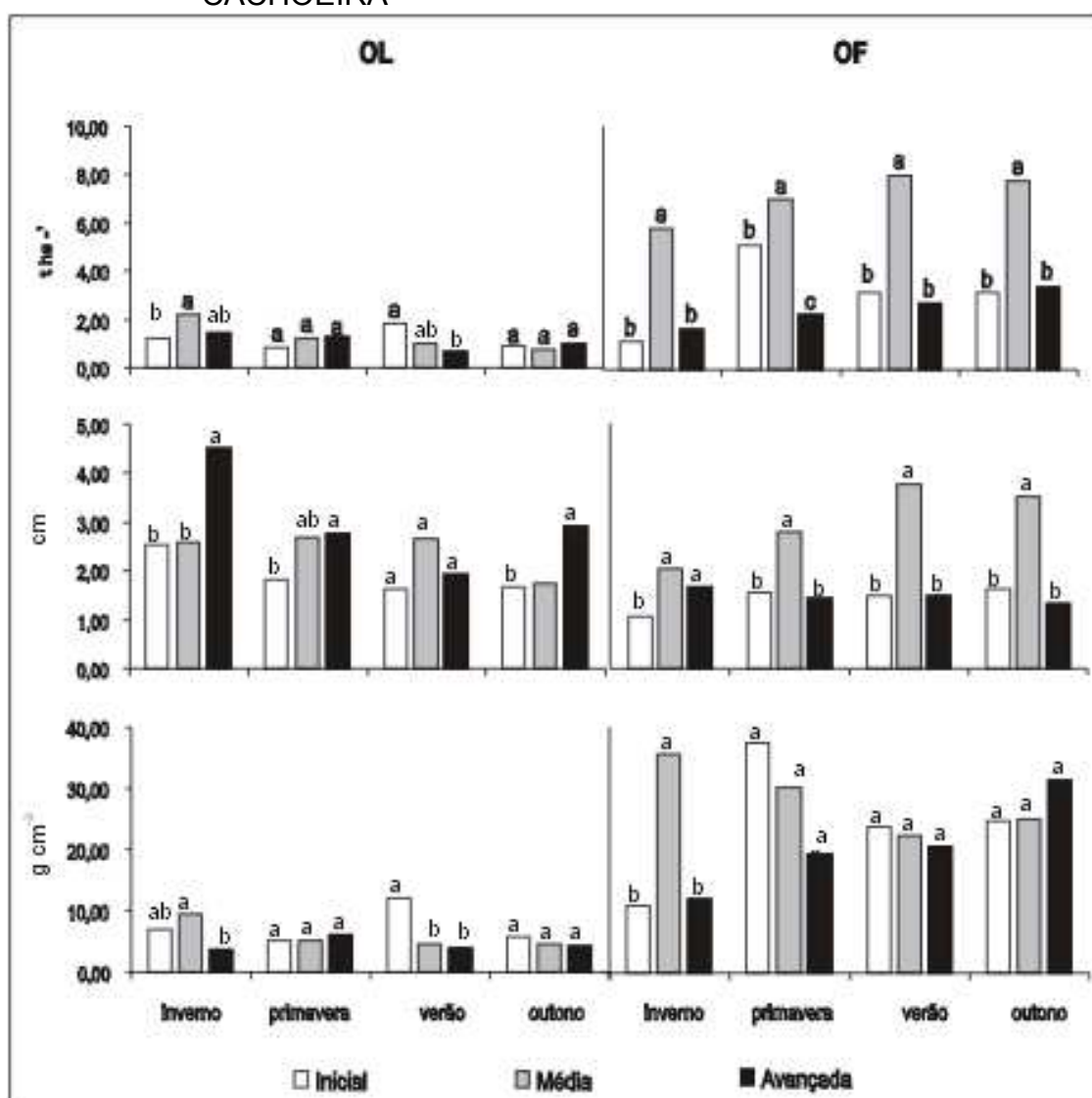
A formação morfológica do horizonte OL nas três tipologias apresenta certo grau de similaridade. Pois, tanto a fitomassa, como a densidade, apresentam comportamento similar entre tipologias (figura 04). Quanto ao parâmetro espessura, no inverno, primavera e outono pode-se notar diferença, sendo a Avançada com maior espessura. Esta diferença entre espessura pode estar relacionada à estrutura foliar de certas espécies. A grande área foliar e curvatura aumentam a distância entre o início e o término do horizonte OL, visto que a tipologia Avançada, de um modo geral, não apresentou maior fitomassa.

A dinâmica de transformação do OL para o OF, bem como da incorporação de substância fina no solo mineral é diferente entre as tipologias. Com os parâmetros morfológicos analisados, pode-se observar que a formação do horizonte OF da tipologia Média segue caminhos diferentes das tipologias Inicial e Avançada. A fitomassa acumulada neste horizonte apresentou diferença estatística, com maiores quantidades na tipologia Média, em todas as estações do ano (figura 04). Comportamento similar ocorreu com a espessura, que exceto no inverno, apresenta esta diferença apenas com a tipologia Inicial. Já com o parâmetro densidade o comportamento não seguiu a mesma homogeneidade ocorrida nos outros dois parâmetros. No inverno houve maior densidade na tipologia Média, já na primavera, verão e outono não houve diferenças entre as tipologias. A diferença de formação do horizonte OF entre as tipologias ocorre, pois na Média existe maior quantidade de raízes finas, analisado visualmente, do que nas demais. Esta rede de raízes e de material orgânico fragmentado forma um nítido “colchão”. Nesta tipologia é possível notar uma transição gradual entre os fragmentos do início e do término do horizonte OF. A formação deste “colchão” é tão nítida que é possível destacá-lo facilmente, pois em geral, as raízes finas não penetram no solo mineral. Estas estão fortemente

aderidas aos fragmentos que não são facilmente separados sem a destruição tanto da estrutura radicular como dos fragmentos. A degradação do material, pode-se dizer, que é mais lenta, pois há maior número de subdivisões no OF, chegando a alguns pontos de amostragem até quatro subdivisões.

LORANGER *et al* (2003), em estudos em florestas tropicais observou abundante presença de raízes no horizonte OF.

FIGURA 04 – COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS FITOMASSA, ESPESSURA E DENSIDADE ENTRE TIPOLOGIAS NA MESMA ESTAÇÃO PARA OS HORIZONTES OL E OF NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA



* As comparações de médias são realizadas dentro da mesma estação e horizonte, sendo que letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Os parâmetros morfológicos, fitomassa seca, espessura e densidade, dos horizontes orgânicos são apresentados nas TABELAS 06 a 09. Durante o período analisado observou-se que entre o inverno de 2005 e outono de 2006, as maiores

quantidades de fitomassa do horizonte OL, não aconteceram na mesma estação para as três tipologias, sendo no verão para a Inicial com $1,84 \text{ t ha}^{-1}$ e no inverno para as outras duas com respectivamente $2,18$ e $1,43 \text{ t ha}^{-1}$ para Média e Avançada (TABELA 06). Já as menores quantidades ocorreram na primavera para a Inicial ($0,86 \text{ t ha}^{-1}$), outono para a Média ($0,72 \text{ t ha}^{-1}$) e verão para Avançada ($0,70 \text{ t ha}^{-1}$). Apenas nas tipologias Inicial e Média houve diferença significativa entre as estações de maior e menor quantidade de fitomassa. Apesar da diferença numérica entre as estações do ano na tipologia Avançada, esta não foi estatisticamente diferente, possivelmente devido aos altos valores de desvio padrão, indicando que a deposição de material orgânico sobre o solo é espacialmente irregular. Nesta mesma tipologia houve pontos de amostragem no verão onde o horizonte OL, bem como o horizonte OF, apresentavam-se descontínuos, expondo o solo mineral que era facilmente visível. O mosaico contituido pela ausência e presença dos horizontes orgânicos formava locais, com aproximadamente 5 cm de maior diâmetro, distribuídos irregularmente na tipologia. Este fenômeno indica a rápida decomposição durante esta estação, pois não foi observado nas estações anteriores.

Os valores de fitomassa do horizonte OL estão muito próximos aos encontrados por DICKOW (em fase de elaboração) avaliados por deposição de serapilheira entre a primavera de 2003 e o inverno de 2005, nas mesmas tipologias de estudo, sendo que a variação dos dados de DICKOW na tipologia Inicial está entre $0,91$ a $1,84 \text{ t ha}^{-1}$, na tipologia Média entre $0,90$ a $2,37 \text{ t ha}^{-1}$ e na tipologia Avançada entre $0,88$ a $1,93 \text{ t ha}^{-1}$.

A produção de serapilheira, avaliada pela soma da fitomassa do horizonte OL durante as quatro estações, foi de $4,84 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para a tipologia Inicial, $5,16 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para a tipologia Média e $4,41 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para a tipologia Avançada, não havendo diferença significativa entre a fitomassa produzida entre as tipologias (anexo 3.4). A soma temporal dos horizontes OL, subestima os valores de produção de serapilheira avaliado por coletas quinzenais em coletores suspensos ao chão, visto que DICKOW (em fase de elaboração) encontrou nas mesmas tipologias, mas entre os anos se 2003 a 2004, valores médios de $5,86 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, $5,36 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $6,08 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente para as tipologias Inicial, Média e Avançada. Esta discrepância de valores se deve ao fator decomposição que não é levado em conta

na soma dos horizontes durante a estação, bem como, pela variação natural de um ano para o outro na produção de serapilheira.

TABELA 06 – FITOMASSA ($t\ ha^{-1}$) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	OL ----- t ha ⁻¹ ----- OF			
Inicial				
Inverno	1,23	ab A	1,15	b A
Primavera	0,86	b B	5,10	a A
Verão	1,84	a B	3,13	a A
Outono	0,91	ab B	3,16	a A
Média				
Inverno	2,18	a B	5,82	a A
Primavera	1,25	ab B	6,98	a A
Verão	1,01	b B	7,96	a A
Outono	0,72	b B	7,76	a A
Avançada				
Inverno	1,43	a A	1,67	b A
Primavera	1,26	a B	2,23	ab A
Verão	0,70	a B	2,72	a A
Outono	1,02	a B	3,37	a A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

O horizonte OF teve sua maior acumulação de fitomassa na primavera na Inicial ($5,10\ t\ ha^{-1}$), no verão na Média ($7,96\ t\ ha^{-1}$) e no outono na Avançada ($3,37\ t\ ha^{-1}$) (TABELA 06). Já a menor acumulação ocorreu na mesma estação para todas as tipologias, no inverno. Sendo estatisticamente diferente na Inicial ($1,15\ t\ ha^{-1}$) e Avançada ($1,67\ t\ ha^{-1}$) (TABELA 06).

A fitomassa do horizonte OF foi estatisticamente maior do que a do horizonte OL, exceto no inverno, da tipologia Inicial e Avançada (TABELA 06). Esta exceção do inverno na tipologia Inicial está associada a não ocorrência massiva do horizonte OF em alguns pontos de amostragem, fazendo uma redução na média.

A maior acumulação de material orgânico depositado sobre o solo mineral, através da soma do peso da fitomassa dos horizontes OL e OF, está apresentada na TABELA 07. Esta acumulação segue o mesmo comportamento observado para a acumulação do horizonte OF, sendo assim, foi na primavera para a Inicial ($5,96\ t\ ha^{-1}$), verão para a Média ($8,97\ t\ ha^{-1}$) e outono para a Avançada ($4,39\ t\ ha^{-1}$). Em todas

as tipologias a menor acumulação ocorreu no inverno com 2,37, 8,00 e 3,17 t ha⁻¹, respectivamente para Inicial, Média e Avançada. Apenas na Inicial apresentou diferença na acumulação entre o inverno e a primavera. Entre as tipologias a Média foi significativamente maior do que as demais em todas as estações.

TABELA 07 – FITOMASSA (t ha⁻¹) E ESPESSURA (cm) MÉDIOS TOTAIS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	Fitomassa						Espessura					
	Inicial		Média t ha ⁻¹		Avançada		Inicial		Média Cm		Avançada	
Inverno	2,37	b B	8,00	a A	3,17	a B	3,6	a B	4,6	b B	6,2	a A
Primavera	5,96	a B	8,23	a A	3,49	a B	3,4	a B	5,5	ab A	4,2	b AB
Verão	4,98	a B	8,97	a A	3,43	a B	3,1	a B	6,4	a A	3,4	b B
Outono	4,07	a B	8,48	a A	4,39	a B	3,3	a B	5,2	ab A	4,2	b AB

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

Em estudo sobre serapilheira acumulada realizada por DICKOW (dados em fase de elaboração) a acumulação apresenta-se entre os valores encontrados neste trabalho, onde na tipologia Inicial a fitomassa variou entre 0,99 a 7,07 t ha⁻¹, a tipologia Média entre 2,70 a 9,07 t ha⁻¹ e na tipologia Avançada 1,33 a 6,25 t ha⁻¹. VARJABEDIAN e PAGANO (1988), KINDEL e GARAY (2002) e MARTINS (2004) em trabalhos em floresta Atlântica, encontraram variação entre 5,9 a 26,3 t ha⁻¹. Em florestas semidecíduais entre 5,5 a 8,6 t ha⁻¹ (MORELLATO, 1992; CESAR, 1993; SCHLITTER *et al*, 1993; DINIZ e PAGANO, 1997). Em *Eucalyptus grandis* no Espírito Santo entre 3,6 a 6,0 t ha⁻¹ e em *Acacia mangium* entre 6,3 a 16,4 t ha⁻¹ (GARAY *et al*, 2003).

Os coeficientes de variação para o parâmetro fitomassa variam entre 27 e 92%. Valores com amplitude maior do que KINDEL *et al*. (2003) em estudos no Estado do Rio de Janeiro, que estão entre 20 a 40%.

Quanto à espessura média dos horizontes orgânicos, TABELA 08, apresentou uma redução significativa do OL para OF na tipologia Inicial no inverno e na tipologia Avançada no inverno, primavera e outono. Na tipologia Média ocorreu o inverso, a espessura do horizonte OF foi superior estatisticamente ao horizonte OL somente no outono, nas demais estações ambos horizontes apresentaram a mesma espessura.

A maior espessura do OL ocorreu no inverno para as tipologias Inicial e Avançada e, primavera e verão, para a tipologia Média. Na Inicial bem como na Média não se constatou diferença significativa apresentando média de todas as estações respectivamente de 1,9 e 2,45 cm. Já na Avançada houve diferença significativa, apresentando maior espessura no inverno (4,5 cm) e, menor espessura nas demais estações com média geral de 2,5 cm (TABELA 08).

TABELA 08 – ESPESSURA (cm) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	OL		OF	
	----- cm -----			
Inicial				
Inverno	2,5	a A	1,0	a B
Primavera	1,8	a A	1,5	a A
Verão	1,6	a A	1,5	a A
Outono	1,7	a A	1,6	a A
Média				
Inverno	2,6	a A	2,0	b A
Primavera	2,7	a A	2,8	ab A
Verão	2,7	a A	3,8	a A
Outono	1,8	a B	3,5	a A
Avançada				
Inverno	4,5	a A	1,7	a B
Primavera	2,8	b A	1,4	a B
Verão	1,9	b A	1,5	a A
Outono	2,9	b A	1,3	a B

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Nas tipologias Inicial e Avançada o OF não apresentou diferença estatística para o parâmetro espessura apresentando média geral respectivamente de 1,4 e 1,5 cm. Na tipologia Média o verão apresentou com espessura maior do que no inverno sendo os valores de 3,8 e 2,0 cm respectivamente (TABELA 08).

A maior espessura encontrada no horizonte OF da tipologia Média deve a maior presença de raízes, como também foi observado por LORANGER *et al* (2003) em florestas tropicais com espessura média de 7 cm em solos calcáreos.

A espessura total do perfil orgânico (TABELA 07), não apresentou diferença na Inicial para as estações com média geral de 3,3 cm. Na tipologia Média o verão foi superior com 6,4 cm contra o inverno com 4,6 cm. Já na Avançada o perfil

orgânico foi mais espesso no inverno com 6,2 cm comparado as outras estações, com média das estações primavera, verão e outono de 3,9 cm.

Em relação à densidade do horizonte OL (TABELA 09), esta apresentou diferença significativa entre as estações para as tipologias Inicial e Média. Na Inicial o verão foi superior à primavera e na Média o inverno foi superior ao verão e outono. No horizonte OF nas tipologias Inicial e Avançada, a primavera, verão e outono, apresentaram maior densidade do que o inverno. Na Média não houve diferença entre estações.

TABELA 09 – DENSIDADE (mg cm^{-3}) DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS FASES SUCESSIONAIS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	OL		OF	
	----- mg cm^{-3} -----			
Inicial				
Inverno	6,89	ab A	10,85	b A
Primavera	5,20	b B	37,16	a A
Verão	12,16	a B	23,78	a A
Outono	5,85	ab B	24,77	a A
Média				
Inverno	9,46	a B	35,58	a A
Primavera	5,09	ab B	30,19	a A
Verão	4,67	a B	22,12	a A
Outono	4,61	a B	25,11	a A
Avançada				
Inverno	3,55	a B	12,04	b A
Primavera	6,18	a B	19,38	a A
Verão	4,05	a B	20,44	a A
Outono	4,32	a B	31,28	a A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

O horizonte OL apresentou diferença estatística ao OF, no parâmetro densidade, em todas as tipologias (TABELA 09). Na tipologia Média e Avançada o horizonte OF apresentou-se com maior densidade ao horizonte OL durante todo o período analisado, já para a Inicial no inverno não houve diferença. A ocorrência deste fenômeno de maior densidade no horizonte OF é bem clara, pois com a fragmentação do material orgânico do horizonte o OL, ao longo do tempo, ocorre com que haja a diminuição dos espaços entre os detritos, resultando no aumento da densidade.

5.1.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos

Os resultados das análises químicas de macro, micronutrientes e sódio presentes nos horizontes OL e OF no inverno e verão são apresentados nas TABELAS 10 a 13. Na TABELAS 10 e 12, são apresentadas as comparações dentro da mesma tipologia entre estações e entre horizontes e, nas TABELAS 11 e 13 comparações entre tipologias. Para auxiliar a interpretação dos dados foram criadas TABELAS guias, sendo a TABELA 14 para diferenças encontradas entre as estações, TABELA 15, para diferenças significativas encontradas entre os horizontes orgânicos e TABELA 16 para diferenças significativas encontradas entre tipologias.

Dentre todos os elementos analisados, o Cu foi o único que mostrou o mesmo comportamento de diferenças entre estações e horizontes de todas as tipologias (TABELA 14), apresentando maiores teores no verão (TABELA 09) e no horizonte OF (TABELA 10). O fato de o Cu apresentar maior concentração no horizonte OF pode ser consequência da forte ligação deste com a material orgânica, visto que para o horizonte OL se transformar em OF existe perda de carbono e de outros elementos, fazendo com que a concentração do Cu aumente. Com o Mn foi o oposto, apresentado igualdade entre estações e horizontes de todas as tipologias (TABELA 14).

No horizonte OL da tipologia Inicial apresentou diferenças significativas entre estações do ano, com maiores teores no inverno para os elementos Mg e no verão para o elemento Cu. Na tipologia Média as diferenças ocorreram com o Fe e Na apresentando maiores teores no inverno e K no verão. Na Avançada não houve diferença entre estações exceto para o Cu, com maiores teores no verão (TABELAS 09, 12 e 14).

TABELA 10 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS EM FUNÇÃO DA ESTAÇÃO DO ANO NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	N		P		K		Ca		Mg	
	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF
Inicial										
Inverno	9,25 aB	11,90 aA	0,49 aB	0,77 aA	1,11 aA	0,80 aA	14,16 aA	10,53 aA	3,06 aA	0,90 aB
Verão	8,91 aA	8,55 bA	0,47 aA	0,62 aA	1,11 aA	0,73 aA	11,22 aA	10,18 aA	1,10 bA	0,67 aA
Média										
Inverno	12,70 aA	15,06 aA	0,49 aA	0,64 aA	1,15 bA	1,24 aA	3,86 aA	2,36 bB	2,12 aA	0,95 aB
Verão	10,45 aB	13,67 aA	0,48 aB	0,70 aA	1,76 aA	1,04 aB	3,96 aA	4,00 aA	2,03 aA	1,51 aA
Avançada										
Inverno	12,43 aA	12,99 aA	0,60 aA	0,54 bA	2,22 aA	0,60 bB	9,41 aA	6,06 aB	2,20 aA	1,03 aB
Verão	13,43 aA	13,63 aA	0,61 aA	0,72 aA	2,28 aA	1,09 aB	7,76 aA	5,84 aB	1,61 aA	1,17 aA

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

TABELA 11 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

	N		P		K		Ca		Mg	
	Inicial	Média	Inicial	Média	Inicial	Média	Inicial	Média	Inicial	Média
OL										
Inverno	9,25 B	12,70 A	0,49 A	0,49 A	1,11 B	1,15 B	14,16 A	3,86 B	3,06 A	2,12 A
Verão	8,91 B	10,45 AB	0,47 A	0,48 A	1,11 B	1,76 A	11,22 A	3,96 B	1,10 B	2,03 A
OF										
Inverno	11,90 A	15,06 A	0,77 A	0,64 AB	0,80 B	1,24 A	10,53 A	2,36 C	0,90 A	0,95 A
Verão	8,55 B	13,67 A	0,62 A	0,70 A	0,73 A	1,04 A	10,18 A	4,00 B	0,67 B	1,51 A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

TABELA 12 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS EM FUNÇÃO DA ESTAÇÃO DO ANO NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	Fe		Mn		Cu		Zn		Na	
	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF
----- mg kg ⁻¹ -----										
Inicial										
Inverno	235	a B 1332	a A 155	a A 298	a A 16	b B 24	a B 17	a B 25	a A 0,31	a A 0,18
Verão	127	a B 1298	a A 217	a A 309	a A 20	a B 29	a B 13	a A 24	a A 0,25	a A 0,20
Média										
Inverno	233	a B 3415	a A 168	a A 181	a A 20	b B 26	a B 17	a A 22	a A 0,40	a A 0,31
Verão	84	b B 1571	b A 138	a A 308	a A 22	a B 29	a B 15	a A 22	a A 0,57	b A 0,28
Avançada										
Inverno	743	a B 2090	a A 588	a A 398	a A 16	b B 23	a A 26	a A 22	a A 0,33	a A 0,15
Verão	235	a B 2657	a A 434	a A 534	a A 20	a B 26	a A 22	a A 25	a A 0,30	a A 0,20

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

TABELA 13 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	Fe		Mn		Cu		Zn		Na					
	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF	OL	OF				
----- mg kg ⁻¹ -----														
OL														
Inverno	235	A 233	A 743	A 155	B 168	B 588	A 16	B 20	A 16	B 17	B 26	A 0,31	A 0,40	A 0,33
Verão	127	AB 84	B 235	A 217	AB 138	B 434	A 20	AB 22	A 20	B 15	B 22	A 0,29	B 0,57	A 0,30
OF														
Inverno	1332	B 3415	A 2090	AB 298	AB 181	B 398	A 24	B 26	A 23	B 25	A 22	A 0,18	B 0,31	A 0,15
Verão	1298	A 1571	A 2657	A 309	AB 308	B 534	A 29	A 29	A 26	B 24	A 22	A 0,20	A 0,28	A 0,20

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

As diferenças estatísticas constatadas entre estações no horizonte OF foram na Inicial para o elemento N no inverno, na Média para o elemento Fe com maiores teores no inverno e Ca com maiores teores no verão e na Avançada P e K com maiores teores no verão (TABELAS 09, 12 e 14).

TABELA 14 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 10 E 12 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE AS ESTAÇÕES NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Elemento	Horizonte orgânico	Tipologia	Seqüência de estações
Cu	OL e OF	Inicial, Média e Avançada	
K	OL	Média	Inverno < Verão
Ca	OF	Média	
P e K	OF	Avançada	
Mg	OL	Inicial	
Na	OL	Média	Inverno > Verão
N	OF	Inicial	
Fe	OF	Média	

Houve uma redução significativa dos teores encontrados no horizonte OL para o horizonte OF (TABELA 10, 11 e 15), na tipologia Inicial para os elementos P, Ca, Mg e Na no inverno e Zn no inverno e verão. Na tipologia Média a redução dos teores foi para Ca e Mg no inverno e K e Na no verão. Na tipologia Avançada esta redução ocorreu para Ca, Mg e Na no inverno e K no inverno e verão. A redução dos elementos K e Na pode ser elucidada, em parte, pela mobilidade destes elementos, que são facilmente liberados dos tecidos vegetais. Já para o Ca, o resultado mostra-se inesperado, pois a tendência seria de acumulação, pois o Ca é constituinte estrutural dos vegetais e tende a acumular pela dificuldade de decomposição de certos materiais orgânicos.

Observa-se que houve aumento significativo nos teores do horizonte OL para o horizonte OF nas três tipologias e em ambas as estações para o Fe e Cu (TABELA 10, 12 e 15). Na tipologia Média este aumento ocorreu para o N e P no verão e Zn em ambas as estações. O aumento dos teores dos metais Fe, Cu e Zn se devem possivelmente a contaminação de solo mineral ao horizonte OF devido a movimentos da fauna do solo, bem como, pelo contato direto entre o horizonte OF e o horizonte mineral superficial A. O aumento dos teores de N do horizonte OL para o OF também foi observada por TREVISAN (1992) em plantios comerciais de pinus no sul do Brasil.

TABELA 15 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 10 E 12 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE HORIZONTES NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Elemento	Tipologia	Estação	Seqüência de horizontes orgânicos
Fe e Cu	Inicial, Média e Avançada	Inverno e Verão	OL < OF
Zn	Média	Inverno e Verão	
N e P	Média	Verão	
Ca, Mg e Na	Avançada	Inverno	OL > OF
K	Avançada	Inverno e Verão	
P, Ca, Mg e Na	Inicial	Inverno	
Zn	Inicial	Inverno e Verão	
Ca e Mg	Média	Inverno	
K e Na	Média	Verão	

Entre tipologias as comparações podem ser vistas nas TABELAS 11, 13 e 16. Não houve diferença entre tipologias no inverno para o N no horizonte OF, Fe e Na no horizonte OL e Mg em ambos os horizontes. No verão para P, K, Fe e Na no horizonte OF. Em ambas as estações para Zn no horizonte OF e P no horizonte OL.

TABELA 16 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 11 E 13 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE TIPOLOGIAS NAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

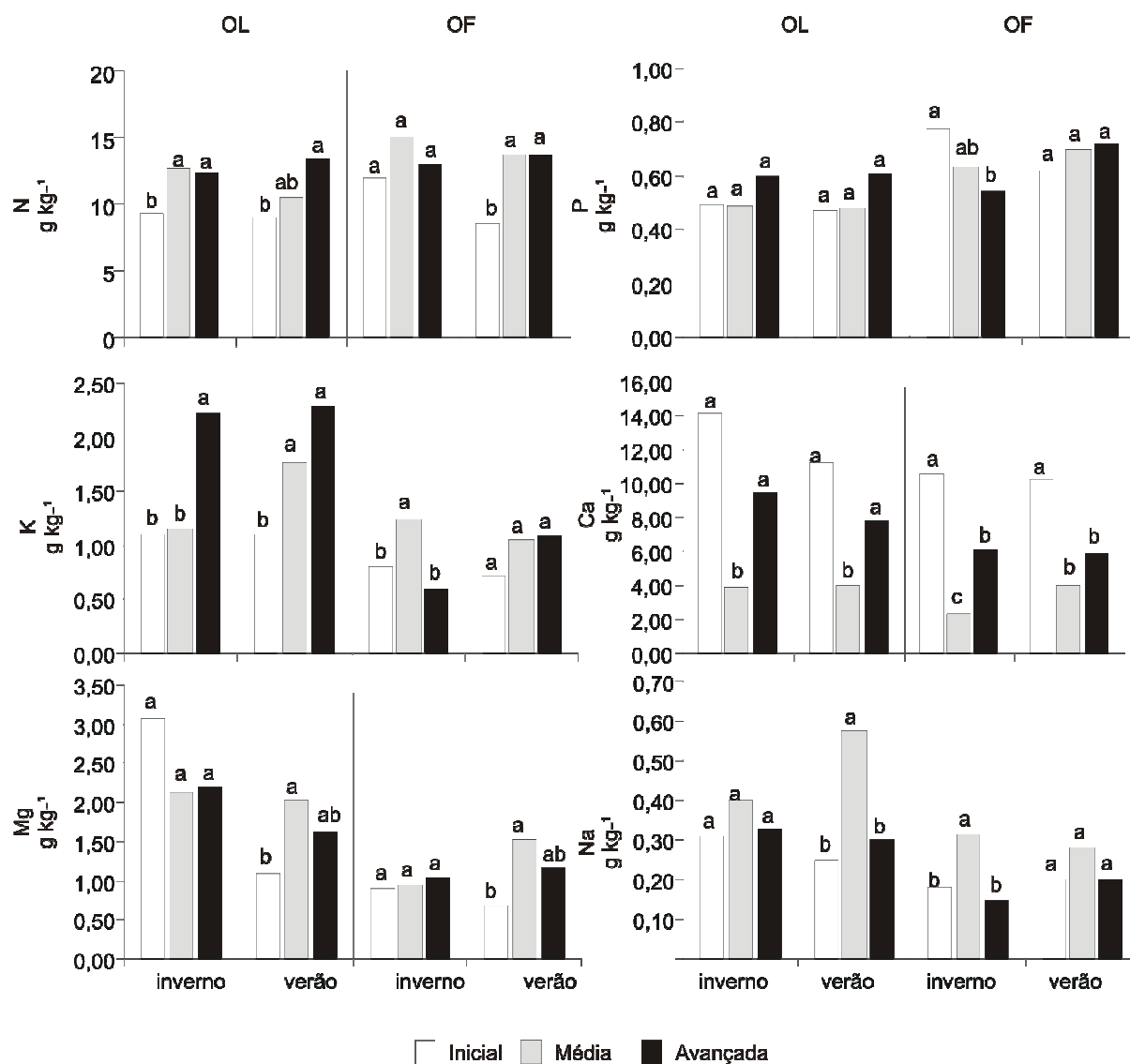
Elemento	Horizonte orgânico	Estação	Seqüência de tipologias
N	OF	Inverno	INI = MED = AVA
Fe e Na	OL	Inverno	
Mg	OL e OF	Inverno	
Zn	OF	Inverno e Verão	
P	OL	Inverno e Verão	
P, K, Fe e Na	OF	Verão	
P	OF	Inverno	INI > AVA
Ca	OF	Inverno	INI > AVA > MED
Ca	OF	Verão	INI > MED e AVA
Ca	OL	Inverno e Verão	INI e AVA > MED
Cu	OF	Verão	INI e MED > AVA
N	OF	Verão	MED > AVA
Cu	OL	Verão	
Fe	OF	Inverno	MED > INI
Mg	OL e OF	Verão	
K e Na	OF	Inverno	MED > INI e AVA
Cu	OL e OF	Inverno	
Na	OL	Verão	
N	OL	Inverno	MED e AVA > INI
K	OL	Verão	
N e Fe	OL	Verão	AVA > INI
K e Mn	OL	Inverno	AVA > INI e MED
Mn	OF	Inverno e Verão	AVA > MED
Mn	OL	Verão	
Zn	OL	Inverno e Verão	AVA > MED e INI

A tipologia Inicial teve maiores teores de P e Ca no inverno, e Ca no verão para o horizonte OF. As tipologias Inicial e Avançada possuem maiores teores para o Ca no inverno e verão do horizonte OL e as tipologias Inicial e Média possuem maiores teores para o Cu no verão presente no horizonte OF (TABELAS 11, 13 e 16).

A tipologia Média teve maiores teores que a Avançada no verão para o N do horizonte OF e Cu no horizonte OL. A Média teve maiores teores que a Inicial no inverno para o Fe presente no horizonte OF e no verão para o Mg em ambos os horizontes. A Média teve maiores teores que a Inicial e Média no inverno para K e Na no horizonte OF e Cu em ambos os horizontes, no verão para o Na no horizonte OL. A Média e Avançada teve maiores teores que a Inicial no inverno para o N no horizonte OL e no verão para o K no horizonte OL (TABELAS 11, 13 e 16).

A tipologia Avançada teve maiores teores do que a Inicial no verão para N e Fe no horizonte OL. A Avançada teve maiores teores do que a Média no inverno e verão para o Mn no horizonte OF e no verão para o Mn no horizonte OL. A tipologia Avançada teve maiores teores que as demais no inverno para K e Mn no horizonte OL e no inverno e verão para o Zn no horizonte OL (TABELAS 11, 13 e 16).

FIGURA 05 – TEORES DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE



* As comparações de médias são realizadas dentro da mesma estação e horizonte, sendo letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

FIGURA 06 – TEORES DE MICRONUTRIENTES (mg kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE

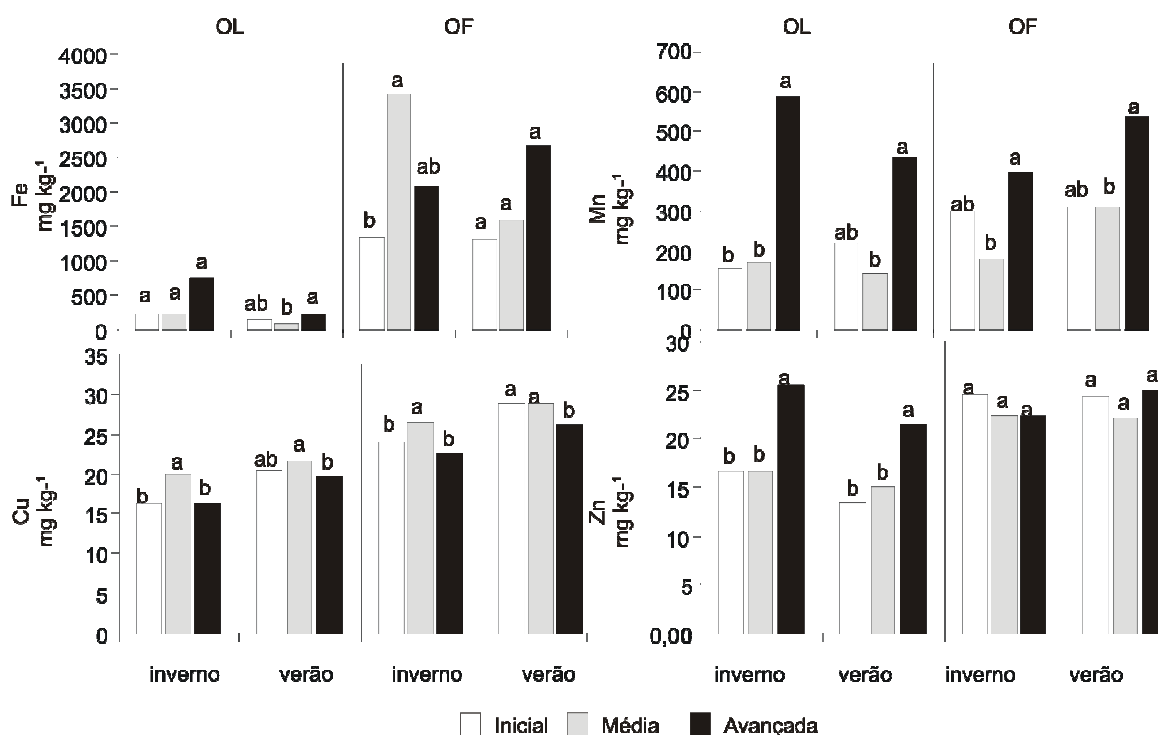


TABELA 17 – SEQUÊNCIA DOS TEORES DOS ELEMENTOS ANALISADOS NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Estação	Horizonte	Tipologia	→ ORDEM DECRESCENTE →									
INVERNO	OL	Inicial	Ca	N	Mg	K	P	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
		Média	N	Ca	Mg	K	P	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
		Avançada	N	Ca	K	Mg	Fe	P	Mn	Na	Zn	Cu
	OF	Inicial	N	Ca	Fe	Mg	K	P	Mn	Na	Zn	Cu
		Média	N	Fe	Ca	K	Mg	P	Na	Mn	Cu	Zn
		Avançada	N	Ca	Fe	Mg	K	P	Mn	Na	Cu	Zn
VERÃO	OL	Inicial	Ca	N	K	Mg	P	Na	Mn	Fe	Cu	Zn
		Média	N	Ca	Mg	K	Na	P	Mn	Fe	Cu	Zn
		Avançada	N	Ca	K	Mg	P	Mn	Na	Fe	Zn	Cu
	OF	Inicial	Ca	N	Fe	K	Mg	P	Mn	Na	Cu	Zn
		Média	N	Ca	Fe	Mg	K	P	Mn	Na	Cu	Zn
		Avançada	N	Ca	Fe	Mg	K	P	Mn	Na	Cu	Zn

A seqüência decrescente dos teores dos elementos é apresentada na TABELA 17. De um modo geral o maior teor fica entre os elementos N e Ca seguidos de K, Mg, Fe, P, Mn, Na, Cu e Zn.

TABELA 18 – CONTEÚDO (kg ha^{-1}) DOS NUTRIENTES E SÓDIO NAS TRÊS TIPOLOGIAS, NO INVERNO E VERÃO, PRESENTES NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

TIPOLOGIA	NUTRIENTES	INVERNO			VERÃO		
		OL	OF	Total	OL	OF	Total
		----- kg ha^{-1} -----			----- kg ha^{-1} -----		
INICIAL	N	11,63	17,19	28,81	16,19	26,38	42,57
	P	0,59	1,23	1,81	0,87	1,94	2,81
	K	1,32	1,17	2,48	1,94	2,29	4,23
	Ca	16,50	15,37	31,88	21,13	32,10	53,23
	Mg	1,37	1,31	2,69	1,84	2,25	4,09
	Fe	0,28	2,10	2,38	0,27	4,44	4,71
	Mn	0,20	0,48	0,68	0,35	1,06	1,42
	Cu	0,02	0,04	0,05	0,04	0,09	0,13
	Zn	0,02	0,04	0,06	0,02	0,08	0,10
	Na	0,37	0,27	0,63	0,42	0,61	1,04
MÉDIA	N	27,13	88,97	116,10	10,63	110,79	121,42
	P	1,04	3,67	4,71	0,49	5,58	6,07
	K	2,64	7,63	10,28	1,79	8,67	10,47
	Ca	8,63	13,24	21,87	4,07	32,68	36,75
	Mg	4,59	5,46	10,05	2,04	12,44	14,48
	Fe	0,53	20,08	20,61	0,08	10,79	10,87
	Mn	0,37	1,15	1,52	0,14	1,86	2,00
	Cu	0,04	0,15	0,20	0,02	0,23	0,26
	Zn	0,04	0,13	0,17	0,01	0,18	0,20
	Na	0,91	1,95	2,86	0,58	2,48	3,06
AVANÇADA	N	17,07	22,81	39,87	8,74	37,57	46,31
	P	0,82	0,93	1,75	0,41	1,96	2,37
	K	3,04	1,06	4,10	1,63	2,91	4,54
	Ca	12,97	10,81	23,78	5,44	16,51	21,95
	Mg	3,04	1,52	4,57	1,19	3,20	4,39
	Fe	1,03	3,21	4,24	0,17	7,22	7,39
	Mn	0,79	0,61	1,39	0,28	1,38	1,66
	Cu	0,02	0,04	0,06	0,01	0,07	0,09
	Zn	0,04	0,04	0,07	0,02	0,07	0,08
	Na	0,44	0,30	0,74	0,20	0,54	0,74

O conteúdo dos elementos analisados, que indica o estoque presente nos horizontes orgânicos, são apresentados na TABELA 18. No inverno das tipologias Inicial e Avançada o estoque apresentou-se maior no horizonte OL para K, Ca, Mg e Na e, Mn somente na Avançada. Já o estoque apresentou-se maior no horizonte OF

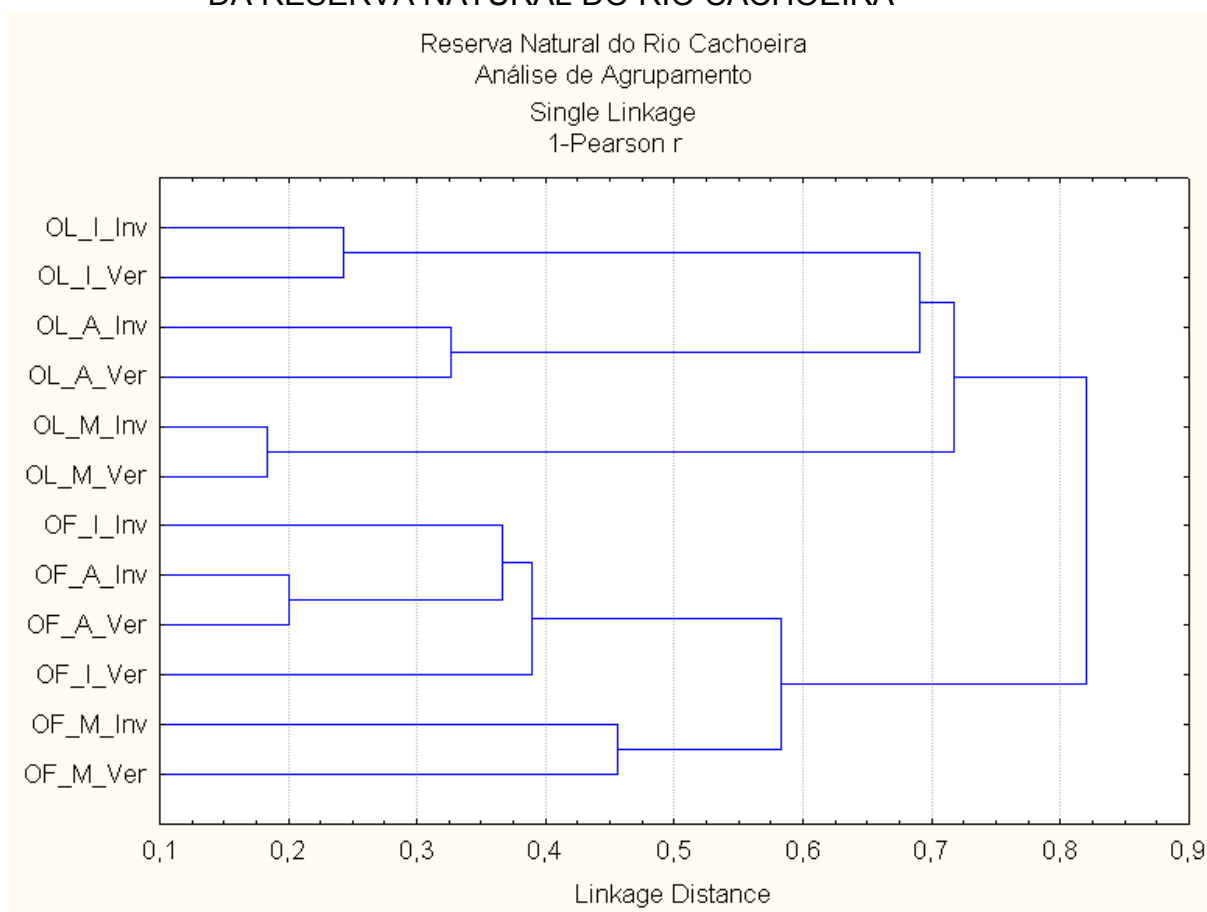
para N, P, Fe, Cu e Zn na tipologia Inicial e Avançada e, Mn somente na Inicial. Na tipologia Média todos os elementos analisados apresentaram maior estoque no horizonte OF.

O estoque total, soma dos estoques presentes nos horizontes OL e OF, foi maior para a maioria dos elementos na tipologia Média, exceto para o Ca da tipologia Inicial em ambas as estações.

5.1.4 Dendrograma com Base em Dados Morfológicos e Químicos

Na Figura 07 é apresentada a análise de agrupamento com base nos dados morfológicos (fitomassa, espessura e densidade) e químicos (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Na) das tipologias e horizontes orgânicos. Observa-se de maneira geral que os horizontes orgânicos formam grupos homogêneos em função das tipologias e estações. Inicialmente formaram-se grupos de mesma tipologia com as duas estações, inverno e verão. Houve também separação dos horizontes OL e OF. Em ambos os horizontes as tipologias Inicial e Avançada possuem maior similaridade do que a tipologia Média.

FIGURA 07 – DENDROGRAMA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA



5.2 FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

5.2.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral

Os atributos químicos obtidos a partir do solo mineral coletado nas três tipologias estão apresentados na TABELA 19. Houve diferença estatística tanto para as profundidades como também entre tipologias, assim como, observado no solo analisado da Reserva Natural do Rio Cachoeira.

TABELA 19 – ATRIBUTOS DE SOLO DAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

	Prof. cm	Inicial	Média	Avançada
pH	0-5	3,00	3,20	3,00
CaCl ₂	5-10	3,00	3,10	3,20
Al ⁺³	0-5	1,15	1,07	0,53
	5-10	0,93	0,92	0,28
H ⁺ + Al ⁺³	0-5	19,38	15,83	18,82
	5-10	18,83	17,97	16,50
Ca ⁺²	0-5	0,60	0,53	0,38
	5-10	0,32	0,26	0,33
Mg ⁺²	0-5	0,53	0,98	0,34
	5-10	0,51	0,53	0,22
K ⁺	0-5	0,12	0,13	0,05
	5-10	0,07	0,08	0,03
Na	0-5	0,13	0,14	0,04
	5-10	0,08	0,08	0,03
T	0-5	20,75	17,61	19,63
	5-10	19,80	18,92	17,10
P mg dm ³	0-5	8,20	14,18	7,43
	5-10	4,48	7,93	2,78
C g dm ³	0-5	40,70	54,80	26,20
	5-10	55,20	37,00	9,90
V %	0-5	6,81	10,21	4,07
	5-10	4,89	4,99	3,56

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Duncan.

Na tipologia Inicial existiu diferença entre profundidades, com maiores teores na profundidade de 0 – 5 cm, para os elementos K⁺ e Na⁺. Na tipologia Média, maiores teores na profundidade de 0 – 5 cm, para os elementos Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺, P e para o parâmetro relativo de Saturação de Bases. Na tipologia Avançada os teores dos elementos são iguais para ambas as profundidades (TABELA 19).

Comparando as tipologias, observou-se que Inicial e Média apresentam maiores teores para os elementos Al⁺³ e Na⁺ para ambas as profundidades e H⁺ + Al⁺³ para a profundidade de 0 – 5 cm. A tipologia Inicial com maiores teores do que a Média apenas para a Capacidade de Troca de Cátions (T) na profundidade de 0 – 5

cm. A tipologia Inicial com maiores teores do que a Avançada para o Ca^{+2} na profundidade de 0 – 5 cm e para T e C na profundidade de 5 – 10 cm. A tipologia Média com maiores teores do que a Inicial e Avançada para pH e P. A tipologia Média maior que a Avançada para C na profundidade de 0 – 5 cm e P na profundidade de 5 – 10 cm. Apenas na Saturação de Bases foram estatisticamente diferentes quanto ao solo mineral na profundidade de 0 – 5 cm nas três tipologias com seqüência crescente a Avançada seguida da Inicial e Média.

De uma forma geral, para avaliação da fertilidade do solo, os parâmetros pH, Ca^{+2} e K^{+} são considerados como baixos, Mg^{+2} e P baixos a médios e Al^{+3} e C de médios a altos.

Dentre os parâmetros, o pH foi o que teve as menores amplitudes de valores com CV de 2 a 7 %, já o P com maior amplitude com CV de 35 a 110 %. Esta grande amplitude nos dados de P pode ser ocasionada por problemas de metodologia, a qual baseia-se em colorimetria e seria afetada pela coloração do extrato ou de algum composto orgânico que absorve a luz nesta faixa. A digestão do extrato com a destruição da eventual composto poderia elucidar este aspecto. Dentre as tipologias a Média teve os menores CV comparada com os da Inicial e Avançada.

5.2.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos

Os dados de fitomassa, espessura e densidade dos horizontes orgânicos, nas estações inverno e verão, da Floresta Estadual do Palmito são apresentados na figura 08. Os horizontes orgânicos que ocorreram nesta área foram OL, OF, OH e OM. A presença dos quatro horizontes ocorreu apenas na tipologia Inicial, mas quando houve a ocorrência do horizonte OM, sempre no topo do perfil orgânico, o ponto de coleta foi realocado, visto a dificuldade de separação de líquens vivo do material orgânico morto. Das três tipologias a Média, de uma forma geral, apresentou maior diferenciação dos horizontes, havendo maior subdivisões do horizonte OF e, em algum pontos, a presença do horizonte OH.

Analisando o horizonte OL entre as tipologias (Inicial, Média e Avançada) para os parâmetros morfológicos fitomassa e densidade (figura 08), observa-se que não existe diferenciação entre elas, em ambas as estações. Já para a espessura, não houve o mesmo comportamento estacional com o inverno diferente ao verão. No

inverno as três tipologias apresentaram a mesma espessura, já no verão, a tipologia Avançada teve maior espessura comparada a da tipologia Inicial. A ocorrência de maior espessura na tipologia Avançada possivelmente se deve a estrutura de algumas espécies nesta tipologia, visto que, houve a mesma quantidade de serapilheira depositada, diferenciando apenas entre espécies com diferente estrutura foliares.

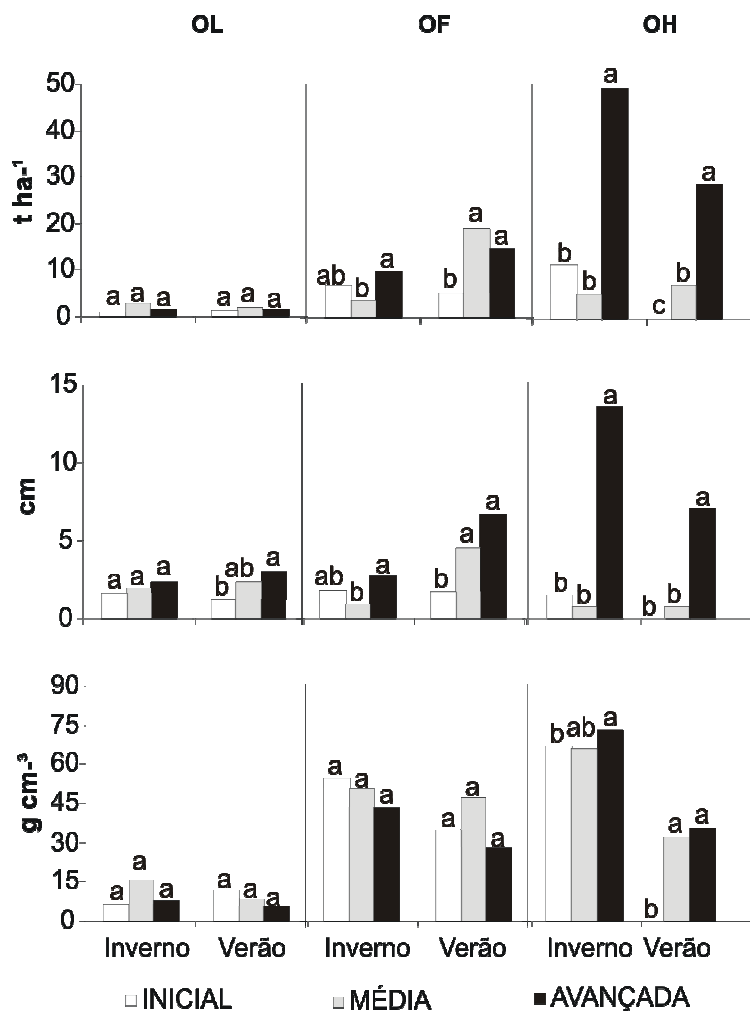
No horizonte OF, a fitomassa e a espessura (figura 08) apresentaram o mesmo comportamento entre tipologias, mas com diferenças entre estações. No inverno observou-se que a tipologia Avançada possuiu maior fitomassa e espessura do que a tipologia Média, já no verão, as tipologias Média e Avançada apresentaram maior fitomassa e espessura do que a tipologia Inicial. No parâmetro densidade não houve diferença entre as tipologias.

Quanto ao horizonte OH, na tipologia Inicial não houve ocorrência no verão. Esta diferença de ocorrência entre as estações, inverno e verão, não pode ser atribuída a um fator estacional, visto que, mesmo com a aleatorização dos pontos de amostragem, no inverno houve pontos de maior umidade do solo que não ocorreram no verão, analisado visualmente. Nestes pontos, com maior umidade, levaria a dificuldade de decomposição, portanto, favoreceria a acumulação do horizonte OH. Os parâmetros fitomassa e espessura do horizonte OH apresentaram o mesmo comportamento, destacando a tipologia Avançada das demais com maiores valores. A tendência de acumulação de substância fina em tipologias mais desenvolvidas pode ser uma estratégia de florestas que vegetam em solos pobres para compensação nutricional (JORDAN e HERRERA, 1981).

Na TABELA 20 são apresentados os dados do parâmetro fitomassa seca comparando as estações, dentro da mesma tipologia (letras minúsculas na vertical), e horizontes orgânicos, dentro da mesma estação e tipologia (letras maiúsculas na horizontal).

No horizonte OL não foi observada diferenciação entre a acumulação no inverno e no verão em todas as tipologias. Quanto ao horizonte OF, na tipologia Média, a fitomassa do verão se apresentou maior do que a do inverno. Nas demais tipologias não houve diferença entre estações. No horizonte OH apenas na tipologia Avançada houve diferença significativa entre estações, com maior fitomassa no inverno do que no verão.

FIGURA 08 – COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FITOMASSA, ESPESSURA E DENSIDADE ENTRE TIPOLOGIAS NA MESMA ESTAÇÃO PARA OS HORIZONTES OL, OF E OH NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO



* As comparações de médias são realizadas dentro da mesma estação, sendo letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Comparando a fitomassa seca entre os horizontes (TABELA 18) observa-se, de um modo geral, que há uma acumulação em função da profundidade do perfil orgânico, sendo em ordem crescente $OL < OF < OH$, exceto na tipologia Inicial no verão, onde não houve a ocorrência do horizonte OH, e na tipologia Média no verão, aonde houve a inversão do acúmulo do horizonte OF pelo OH. A não ocorrência do horizonte o OH, bem como, a inversão na fitomassa do horizonte OF pelo OH, sugere que nestes pontos exista uma rápida degradação da matéria orgânica não permitindo que haja a acumulação de substância fina característica do horizonte OH,

mostrando que dentro das tipologias existe grande variabilidade quanto os fatores de formação dos horizontes orgânicos.

TABELA 20 – FITOMASSA ($t\ ha^{-1}$) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNCOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	OL		OF		OH	
	----- t ha ⁻¹ -----					
Inicial						
Inverno*	1,08	a B	6,84	a AB	11,67	a A
Verão*	1,27	a B	5,33	a A	0,00	b C
Média						
Inverno*	2,77	a A	3,81	b A	5,18	a A
Verão*	1,83	a B	19,33	a A	7,31	a B
Avançada						
Inverno*	1,68	a C	9,93	a B	48,98	a A
Verão*	1,67	a B	14,75	a A	28,90	b A

* Massa de fitomassa descontado o peso da incorporação mineral nos horizontes OF e OH.

* Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

A maior acumulação estimada de material orgânico depositado sobre o solo mineral, soma do peso dos horizontes OL, OF e OH, apresentado na TABELA 21, mostra que esta maior acumulação não ocorreu na mesma estação, sendo no inverno para Inicial, com $19,59\ t\ ha^{-1}$, e Avançada, com $60,59\ t\ ha^{-1}$, e no verão para a Média, com $28,48\ t\ ha^{-1}$. Apenas na tipologia Média houve diferença estatística entre estações, apesar da grande diferença entre o inverno e o verão de 196,8 % e 33,7 % respectivamente para as tipologias Inicial e Avançada. Esta grande diferença, principalmente na tipologia Inicial, reforça a grande variabilidade de acumulação de material orgânico sobre o solo mineral. BRITZ (1994), em seu estudo na Ilha do Mel - PR, também sobre Espodossolo, encontrou acumulação média de fitomassa de $117,3\ t\ ha^{-1}$ para a restinga Baixa e de $30,95\ t\ ha^{-1}$ para a restinga Alta, mostrando que fatores físicos do solo interferem tanto na vegetação que por sua vez na formação dos horizontes orgânicos. Em estudos de acumulação de serapilheira, em paralelo com estudos de deposição, os valores de fitomassa acumulada estão entre $5,9$ a $26,3\ t\ ha^{-1}$ em floresta Atlântica (VARJABEDIAN e PAGANO, 1988, KINDEL e GARAY, 2002 e MARTINS, 2004). Em florestas semidecíduais entre $5,5$ a $8,6\ t\ ha^{-1}$ (MORELLATO, 1992; CESAR, 1993; SCHLITTER *et al*, 1993; DINIZ e PAGANO, 1997).

TABELA 21 – FITOMASSA ($t\ ha^{-1}$) E ESPESSURA (cm) MÉDIAS TOTAIS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	Fitomassa						Espessura					
	Inicial		Média		Avançada		Inicial		Média		Avançada	
Inverno	19,59	a B	11,76	b B	60,59	a A	4,85	a B	3,60	b B	18,58	a A
Verão	6,60	a B	28,48	a A	45,32	a A	2,98	b C	7,38	a B	16,67	a A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

As tipologias tiveram comportamento diferenciado quanto à acumulação de material orgânico em cada estação (TABELA 21), sendo a tipologia Avançada com maior acúmulo que as demais no inverno e, Avançada em conjunto com a Média superior a Inicial no verão. A maior participação dos horizontes OF e OH na acumulação de fitomassa pode ser uma dinâmica de florestas de vegetam sobre solos oligotróficos para a compensação da sua nutrição (JORDAN e HERRERA, 1981). O mesmo foi observado por GARAY *et al* (1995) onde em ambiente mais fértil ocorre menor acumulação de fitomassa do que em ambientes mais pobres como o Espodossolo.

Quanto à espessura de cada horizonte (TABELA 22), o horizonte OL não diferiu entre as estações analisadas para todas as três tipologias, o horizonte OF apresentou diferença significativa nas tipologias Média e Avançada com maior espessura no verão, já o horizonte OH nas tipologias Inicial e Avançada foi observada diferença significativa entre as espessuras, sendo no inverno mais espesso.

Quanto à comparação entre horizontes (TABELA 22), na tipologia Inicial não houve diferença significativa entre as espessuras dos horizontes orgânicos encontrados em ambas as estações analisadas. Na tipologia Média no inverno a espessura do horizonte OL foi superior aos horizontes OF e OH e no verão os horizontes OL e OF foram superiores ao horizonte OH. Na tipologia Avançada o horizonte OH apresentou mais espesso no inverno comparado com os outros horizontes, já no verão o mais espesso foi o horizonte OF.

Quanto à espessura total apresentada na TABELA 21, apenas na tipologia Avançada não houve diferença entre o inverno e o verão. Na tipologia Inicial no

inverno o perfil orgânico se apresentou mais espesso, já na Média foi o inverso, no verão o perfil orgânico apresentou mais espesso.

TABELA 22 – ESPESSURA (cm) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNCOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	OL		OF		OH	
	-----cm-----					
Inicial						
Inverno	1,58	a A	1,77	a A	1,50	a A
Verão	1,25	a A	1,73	a A	0,00	b B
Média						
Inverno	1,95	a A	0,90	b AB	0,75	a B
Verão	2,38	a A	4,46	a A	0,79	a B
Avançada						
Inverno	2,38	a B	2,75	b B	13,46	a A
Verão	3,04	a B	6,63	a A	7,00	b B

* Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

A densidade, obtida a partir dos parâmetros fitomassa e espessura dos horizontes orgânicos, é apresentada na TABELA 23. Os horizontes OL e OF de todas as tipologias não diferiram em densidade entre as estações do ano. Já o horizonte OH teve sua densidade maior no inverno em todas as tipologias. Entre horizontes, de uma forma geral, o OF apresentou maior densidade que o OL e OH, exceto para o inverno das tipologias Média e Avançada.

TABELA 23 – DENSIDADE (mg cm^{-3}) MÉDIA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS ENCONTRADOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	OL		OF		OH	
	----- mg cm^{-3} -----					
Inicial						
Inverno*	6,34	a B	54,23	a A	66,45	a B
Verão*	11,64	a B	34,81	a A	0,00	b C
Média						
Inverno*	15,79	a B	50,29	a A	65,59	a AB
Verão*	8,54	a B	46,87	a A	31,80	b B
Avançada						
Inverno*	8,08	a B	42,78	a A	72,93	a A
Verão*	5,84	a B	28,20	a A	34,98	b AB

* Massa de fitomassa descontado o peso da incorporação mineral nos horizontes OF e OH.

* Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

A incorporação de material mineral, proveniente do horizonte A, nos horizontes orgânicos é demonstrada na TABELA 24 através da porcentagem de cinzas. Este enriquecimento de material de um horizonte mais profundo para os horizontes superficiais ocorre através de ação mecânica da atividade na fauna do solo, onde, ao se deslocarem entre horizontes mineral e orgânico, incorporam material externo a estes. No horizonte OL não foi realizado para a determinação da incorporação, pois devido ao fato de pouca amostra para realização das análises químicas, bem como pela própria definição do horizonte sendo material recentemente depositado sobre o solo. Foi então atribuído o valor zero para todas as amostras.

No horizonte OF a porcentagem de incorporação foi de 2,79 a 9,53 % e no horizonte OH foi de 6,90 a 41,16 %, apresentado na TABELA 24, ficando dentro da porcentagem que KINDEL *et al.* (2003) cita em seus estudos com variação de 5 a 10% no horizonte OL e, variando de 40 a 70% no horizonte OH.

A incorporação mineral apresentou diferenças entre as estações inverno e verão para as tipologias Inicial e Média no horizonte OF, sendo maior porcentagem no verão para a Inicial e inverno para a Média (figura 09). Quanto ao horizonte OH ocorreu diferença significativa para as tipologias em que apresentaram a ocorrência deste horizonte em ambas as estações analisadas, sendo no inverno a maior porcentagem de incorporação do que no verão para as tipologias Média e Avançada.

Comparando a incorporação entre os horizontes, em todas as tipologias e estações o horizonte OH apresentou maior porcentagem. Este fato pode ser explicado pela maior proximidade deste ao horizonte mineral, onde se encontra em contato direto com as partículas minerais do solo. Outro fator é o tamanho das partículas do material orgânico, que difere entre os horizontes OF e OH, pois mesmo quando o horizonte OF está em contato direto com o solo mineral, este não atinge valores de incorporação encontrados no horizonte OH. Talvez pela maior dificuldade de revolvimento pela fauna do solo, bem como pelo tempo de residência.

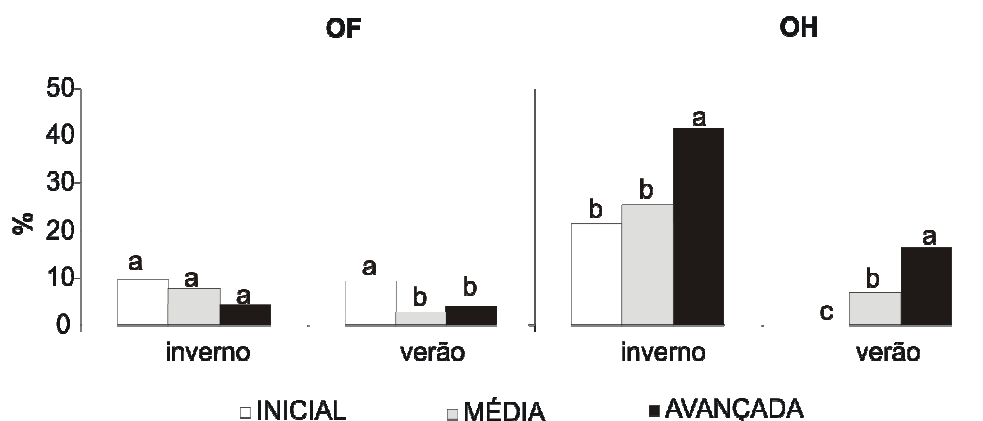
TABELA 24 – PORCENTAGEM DE CINZAS (%) DOS HORIZONTES ORGÂNCOS NAS TRÊS FASES SUCESSIONAIS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NO INVERNO E VERÃO

Tipologia	Estação	Incorporação Mineral					
		OL L		OF F		OH H	
		----- % -----					
Inicial	Inverno	0,00	a C	9,53	b B	21,44	a A
	Verão	0,00	a B	9,18	a A	0,00	b B
Média	Inverno	0,00	a C	7,74	a B	25,44	a A
	Verão	0,00	a C	2,79	b B	6,90	b A
Avançada	Inverno	0,00	a C	4,36	a B	41,16	a A
	Verão	0,00	a C	4,03	a B	16,47	b A

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

* Na tipologia Inicial no verão não houve a presença de horizonte OH, sendo atribuído o valor zero para todas as repetições.

FIGURA 09 – INCORPORAÇÃO MINERAL DOS HORIZONTES OF E OH NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO



* As comparações de médias são realizadas dentro da mesma estação, sendo letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

5.2.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos

Os resultados das análises químicas de macro, micronutrientes e sódio presentes nos horizontes OL, OF e OH no inverno e verão são apresentados na TABELA 25 a 28. Nas TABELAS 25 e 27, são apresentadas as comparações dentro da mesma tipologia, entre estações e, entre horizontes e nas TABELAS 26 e 28 comparações entre tipologias. Para auxiliar a interpretação dos dados foram criadas TABELAS guias, sendo a TABELA 29, para diferenças significativas encontradas entre as estações, TABELA 30, para diferenças significativas encontradas entre os

horizontes orgânicos e TABELA 31, para diferenças significativas encontradas entre tipologias. Todas baseadas nas TABELAS de teor dos elementos.

O horizonte OL da tipologia Inicial diferenciou-se entre as estações analisadas (TABELAS 25, 27 e 29) para os seguintes elementos: com maiores teores no inverno N, P e Cu e com maiores teores no verão Ca, Mg, Mn, Zn e Na. Na tipologia Média com maiores teores no inverno o elemento Fe e, com maiores teores no verão, K, Mg e Na. Na tipologia Avançada com maiores teores no inverno para N e Fe e, com maiores teores no verão, K e Na.

TABELA 25 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	N			P			K			Ca			Mg																	
	OL	OF	OH	OL	OF	OH	OL	OF	OH	OL	OF	OH	OL	OF	OH															
Inicial																														
Inverno	8,66	aB	11,75	aA	12,63	aA	0,69	aA	0,71	aA	0,38	aB	0,93	aA	0,69	aB	0,32	aC	7,23	aA	5,53	bA	0,89	aB	2,16	bA	0,77	bB	0,20	aC
Verão	5,42	bB	7,85	bA	0,00	bC	0,45	bB	0,77	aA	0,00	bC	0,83	aA	0,72	aA	0,00	bB	10,18	aA	9,57	aA	0,00	bB	4,36	aA	2,12	aB	0,00	aC
Média																														
Inverno	10,21	aA	12,31	aA	11,76	bA	0,67	aA	0,76	aA	0,57	aB	1,02	bA	0,91	aA	0,50	aB	9,23	aA	5,96	aB	2,42	aC	2,37	bA	1,12	aB	0,28	aC
Verão	8,72	aB	14,22	aA	16,72	aA	0,59	aB	0,74	aA	0,56	aB	1,66	aA	0,65	bB	0,33	bC	6,83	aA	4,49	aB	0,79	bC	3,35	aA	1,62	aB	0,11	aC
Avançada																														
Inverno	9,83	aB	15,84	aA	13,16	aA	0,56	aB	0,76	aA	0,52	aB	1,38	bA	0,97	aB	0,36	aC	8,38	aA	4,62	aB	1,69	aC	1,52	aA	0,52	aB	0,79	aB
Verão	6,83	bB	13,40	aA	14,61	aAB	0,54	aB	0,78	aA	0,58	aB	1,67	aA	0,98	aB	0,40	aC	9,73	aA	5,13	aB	1,37	aC	2,00	aA	0,83	aB	0,14	bB

OBS.: Os valores de 0 no horizonte OH no verão são devido a não existência deste horizonte nesta estação, portanto foi atribuído o valor de 0**. Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

TABELA 26 – MACRONUTRIENTES PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	N			P			K			Ca			Mg																	
	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA															
OL																														
Inverno	8,66	A	10,21	A	9,83	A	0,69	A	0,67	A	0,56	B	0,93	B	1,02	B	1,38	A	7,23	A	9,23	A	8,38	A	2,16	AB	2,37	A	1,52	B
Verão	5,42	B	8,72	A	6,83	AB	0,45	B	0,59	A	0,54	A	0,83	B	1,66	A	1,67	A	10,18	A	6,83	B	9,73	AB	4,36	A	3,35	A	2,00	B
OF																														
Inverno	11,75	B	12,31	AB	15,84	A	0,71	A	0,76	A	0,76	A	0,69	B	0,91	AB	0,97	A	5,53	A	5,96	A	4,62	A	0,77	AB	1,12	A	0,52	B
Verão	7,85	B	14,22	A	13,40	A	0,77	A	0,74	A	0,78	A	0,72	B	0,65	B	0,98	A	9,57	A	4,49	B	5,13	B	2,12	A	1,62	B	0,83	C
OH																														
Inverno	12,63	A	11,76	A	13,16	A	0,38	B	0,57	A	0,52	A	0,32	B	0,50	A	0,36	AB	0,89	B	2,42	A	1,69	B	0,20	B	0,28	B	0,79	A
Verão	0,00	B	16,72	A	14,61	A	0,00	B	0,56	A	0,58	A	0,00	B	0,33	A	0,40	A	0,00	B	0,79	A	1,37	A	0,00	A	0,11	A	0,14	A

TABELA 27 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	Fe			Mn			Cu			Zn			Na															
	OL	OH	OH	OL	OH	OH	OL	OH	OH	OL	OH	OH	OL	OH	OH													
----- mg kg ⁻¹ -----																												
Inicial																												
Inverno	84	aC	161	aB	436	aA	250	bA	8	aB	6	aA	8	aA	6	aA	5	bAB	8	bA	3	aB	0,61	bA	0,49	aA	0,42	aA
Verão	57	aB	106	aA	0	bC	780	aA	0	bB	3	bB	9	aA	0	bC	21	aA	21	aA	0	bB	1,92	aA	0,74	aB	0,00	bC
Média																												
Inverno	95	aB	124	aB	426	aA	632	aA	82	aB	10	aA	12	aA	10	aA	21	aA	23	aA	11	aA	0,54	bA	0,56	bA	0,50	aA
Verão	36	bC	93	aB	490	aA	409	aA	123	bB	14	aC	10	aA	4	bB	12	aA	10	aA	11	aA	1,47	aA	0,95	aB	0,39	aC
Avançada																												
Inverno	99	aC	241	aB	432	aA	237	aA	114	aB	15	aC	4	aB	6	aA	13	aA	8	aA	6	aA	0,45	bA	0,48	aA	0,36	aA
Verão	39	bC	89	bB	519	aA	233	aA	178	aB	19	aC	5	aB	8	aA	6	aA	10	aA	8	aA	1,16	aA	0,61	aB	0,38	aB

*Letras iguais, minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

TABELA 28 – MICRONUTRIENTES E SÓDIO PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Horizonte Estação	Fe			Mn			Cu			Zn			Na																	
	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA	INI	MED	AVA															
----- mg kg ⁻¹ -----																														
OL																														
Inverno	84	A	95	A	99	A	250	B	632	A	237	B	6	B	10	A	4	C	5	B	21	A	13	A	0,61	A	0,54	A	0,45	A
Verão	57	A	36	B	39	B	780	A	409	B	233	B	3	B	10	A	5	B	21	A	12	AB	6	B	1,92	A	1,47	B	1,16	C
OF																														
Inverno	161	AB	124	B	241	A	251	A	472	A	114	B	8	B	12	A	6	B	8	B	23	A	8	B	0,49	A	0,56	A	0,48	A
Verão	106	A	93	A	89	A	493	A	123	B	178	B	9	A	13	A	8	A	21	A	10	AB	10	B	0,74	AB	0,95	A	0,61	B
OH																														
Inverno	436	A	426	A	432	A	8	B	82	A	15	B	6	B	10	A	3	C	3	A	11	A	6	A	0,42	A	0,50	A	0,36	A
Verão	0	B	490	A	519	A	0	B	14	A	19	A	0	B	4	A	3	A	0	B	11	A	8	A	0,00	B	0,39	A	0,38	A

TABELA 29 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 25 E 26 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DE CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE ESTAÇÕES NAS TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Elemento	Horizonte orgânico	Tipologia	Seqüência de estações
Ca, Mg, Mn, Zn e Na	OL	Inicial	
Ca, Mg, Mn e Zn	OF	Inicial	
K, Mg e Na	OL	Média	Inverno < Verão
Na	OF	Média	
N	OH	Média	
K e Na	OL	Avançada	
N, P e Cu	OL	Inicial	
N	OF	Inicial	
Fe	OL	Média	
K, Mn	OF	Média	Inverno > Verão
K, Ca e Cu	OH	Média	
N e Fe	OL	Avançada	
Fe	OF	Avançada	
Mg	OH	Avançada	

O horizonte OF da tipologia Inicial diferenciou-se entre as estações (TABELAS 25, 27 e 29) analisadas para os seguintes elementos: com maiores teores no inverno somente o N e com maiores teores no verão Ca, Mg, Mn e Zn. Na tipologia Média houve diferenciação com maiores teores no inverno para o K e Mn e, com maiores teores no verão para o Na. Na tipologia Avançada para o elemento Fe no inverno.

O horizonte OH diferenciou-se apenas na tipologia Média com maiores teores no verão para o N e com maiores teores no inverno para o K, Ca e Cu. Na tipologia Avançada para Mg no inverno (TABELA 25, 27 e 29).

Avaliando os horizontes orgânicos dentro da mesma estação e tipologia (TABELA 25, 27 e 30) não houve diferença para o Na nas três tipologias, N na tipologia Média, Cu para as tipologias Inicial e Média no inverno e Zn em ambas as estações para as tipologias Média e Avançada. Igualdade somente entre os horizontes OL e OF para K, Ca, Mn e Zn no verão da tipologia Inicial.

Na tipologia Avançada observam diferenças significativas em ordem decrescente OL > OF > OH para o K e Mn, na tipologia Média para o Mg e, Ca para as tipologias Média e Avançada em ambas as estações. No verão para K, Mn e Na na tipologia Média (TABELA 25, 27 e 30). E no inverno para o K e Mg na tipologia Inicial.

Diferenças significativas com os teores presentes no horizonte OL superior aos encontrados nos horizontes OF e OH em ambas as estações para o Mg e Na no verão, ambos os elementos para a tipologia Avançada (TABELA 25, 27 e 30).

Para a tipologia Inicial no inverno, na Média no verão e na Avançada para ambas as estações, o Fe apresentou comportamento semelhante, sendo em ordem crescente de teor a seqüência do OL < OF < OH (TABELA 27 e 30).

O horizonte OL apresentou teores significativos menores do que o horizonte OF para o N no inverno da tipologia Avançada e N, P, Fe e Cu para o Verão da tipologia Inicial. Já com teores maiores para Mg e Na no verão da tipologia Inicial (TABELA 25, 27 e 30).

O horizonte OL apresentou teor significativo menor aos dois outros horizontes para N presente na tipologia Inicial no inverno e na tipologia Avançada no verão (TABELA 27 e 30).

Os horizontes OL e OF com maiores teores do que OH no inverno para Ca e Zn na tipologia Inicial, K na tipologia Média e P e Mn para as tipologia Inicial e Média. No verão para o Cu na tipologia Média. Com menores teores no inverno para o Fe presente na tipologia Média e Cu na tipologia Avançada (TABELA 24, 26 e 28).

Na tipologia Avançada a seguinte ordem: OL e OH < OF para o elemento Cu no inverno e P em ambas as estações e a seguinte ordem OF > OL > OH para o Cu no verão (TABELA 25, 27 e 30).

Na tipologia Média no verão o elemento N apresentou a ordem OF e OH > OL e para o P a ordem OF > OL e OH (TABELA 24, 26 e 28).

Quanto à comparação entre tipologias dentro do mesmo horizonte orgânico (TABELAS 26, 28 e 30).

As três tipologias apresentaram os mesmos teores, no inverno para os elementos N, Ca, Fe e Na presentes no horizonte OL, Ca e Na presente no horizonte OF e N, Fe, Zn e Na presente no horizonte OH. No verão para os elementos Fe e Cu e em ambas as estações para o P presentes no horizonte OF. No verão para o horizonte OH, onde não houve a presença deste na tipologia Inicial, as tipologias Média e Avançada apresentaram-se com teores iguais para todos os elementos analisados.

TABELA 30 – GUIA DE AUXÍLIO DAS TABELAS 25 E 26 COM A SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA DE CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM FUNÇÃO DA DIFERENÇA ENTRE OS HORIZONTES ORGÂNICOS NAS TRÊS TIPOLOGIAS E ESTAÇÕES DO ANO NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Elemento	Tipologia	Estação	Seqüência de horizontes orgânicos
Cu	Inicial e Média	Inverno	
Na	Inicial, Média e Avançada	Inverno	OL = OF = OH
N	Média	Inverno	
Zn	Média e Avançada	Inverno e Verão	
K, Ca, Mn e Zn	Inicial	Verão	OL = OF
K e Mn	Avançada	Inverno e Verão	
K e Mg	Inicial	Inverno	
Mg	Média	Inverno e Verão	OL > OF > OH
K, Mn e Na	Média	Verão	
Ca	Média e Avançada	Inverno e Verão	
Mg	Avançada	Inverno e Verão	OL > OF e OH
Na	Avançada	Verão	
Ca e Zn	Inicial	Inverno	
P e Mn	Inicial e Média	Inverno	
K	Média	Inverno	
Cu	Média	Verão	OL e OF > OH
Mg e Na	Inicial	Verão	OL > OF
Fe	Avançada	Inverno e Verão	
Fe	Inicial	Inverno	
Fe	Média	Verão	OL < OF < OH
N	Avançada	Verão	
N	Inicial	Inverno	OL < OF e OH
Fe	Média	Inverno	OL e OF < OH
Cu	Avançada	Inverno	
P	Avançada	Inverno e Verão	OL e OH < OF
N	Avançada	Inverno	
N, P Fe e Cu	Inicial	Verão	OL < OF
Cu	Avançada	Verão	OF > OL > OH
P	Média	Verão	OF > OL e OH
N	Média	Verão	OF e OH > OL

Pode-se distinguir as três tipologias no verão para Na, no horizonte OL, e Mg presente no horizonte OF, na seqüência decrescente de teores a Inicial > Média > Avançada e para o elemento Cu, no inverno, nos horizontes OL e OH na seqüência decrescente de teores Média > Inicial > Avançada (TABELA 26, 28 e 31).

A tipologia Inicial apresentou-se com menores teores do que nas demais para no inverno para Zn presente no horizonte OL e P presente no horizonte OH. No verão, para K e P presentes no horizonte OL e N presente no horizonte OF (TABELA 26, 28 e 31). Já a tipologia Inicial apresentou-se com maiores teores do que nas demais no verão para Fe e Mn presentes no horizonte OL e Ca e Mn presentes no horizonte OF.

A tipologia Inicial, em conjunto com a tipologia Média, apresentou menores teores do que a Avançada no inverno para os elementos K e Mn presentes no horizonte OL e Ca e Mg presentes no horizonte OH, no verão para o K presente no horizonte OF (TABELA 26, 28 e 31). Já com teores maiores do que a Avançada no inverno para o P presente no horizonte OL e Mn presente no horizonte OF, no verão para o Mg presente no horizonte OL.

A tipologia Inicial, em conjunto com a tipologia Avançada, apresentou menores teores do que a tipologia Média no inverno para os elementos Cu e Zn no horizonte OF e Mn presente no horizonte OH (TABELA 26, 28 e 31). Já com maiores teores para o elemento Cu, presente no OH, no verão.

Para N e K presentes no horizonte OF no inverno a tipologia Inicial apresentou menores teores do que na tipologia Avançada. Já para o elemento Zn presente nos horizontes OL e OF no verão a tipologia Inicial apresentou maiores teores do que a tipologia Avançada (TABELA 26, 28 e 30).

Para o N presente no horizonte OL no verão e K presente no horizonte OH no inverno a tipologia Inicial apresentou menores teores do que a tipologia Média (TABELA 24, 26 e 29). O inverso, tipologia Inicial > Média, para o Ca presente no horizonte OL no verão.

O Fe presente no horizonte OF no inverno apresentou teores maiores na tipologia Avançada do que na tipologia Média. Já a tipologia Avançada apresentou menores teores do que a tipologia Média para o Mg presente nos horizontes OL e OF no inverno e Na presente no horizonte OF no verão (TABELA 24, 26 e 30).

TABELA 31 – DIFERENÇA ENTRE TEORES DOS ELEMENTOS NAS TIPOLOGIAS PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS NO INVERNO E VERÃO, NA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA

Elemento	Horizonte orgânico	Estação	Seqüência de tipologias
Ca e Na	Inverno	OF	
N, Fe, Zn e Na	Inverno	OH	
N, Ca, Fe e Na	Inverno	OL	I = M = A
P	Inverno e Verão	OF	
Fe e Cu	Verão	OF	
N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Na	Verão	OH	M = A
Mg	Verão	OF	I > M > A
Na	Verão	OL	
Cu	Inverno	OL e OH	M > I > A
N	Verão	OF	
P	Inverno	OH	I < M e A
Zn	Inverno	OL	
P e K	Verão	OL	
Ca e Mn	Verão	OF	I > M e A
Fe e Mn	Verão	OL	
K	Verão	OF	
Ca e Mg	Inverno	OH	I e M < A
K e Mn	Inverno	OL	
Mn	Inverno	OF	
P	Inverno	OL	I e M > A
Mg	Verão	OL	
Cu e Zn	Inverno	OF	I e A < M
Mn	Inverno	OH	
Cu	Verão	OL	I e A > M
N e K	Inverno	OF	I < A
Zn	Verão	OL e OF	I > A
K	Inverno	OH	I < M
N	Verão	OL	
Ca	Verão	OL	I > M
Fe	Inverno	OF	M < A
Mg	Inverno	OL e OF	M > A
Na	Verão	OF	

FIGURA 10 – TEORES DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO(g kg⁻¹) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE

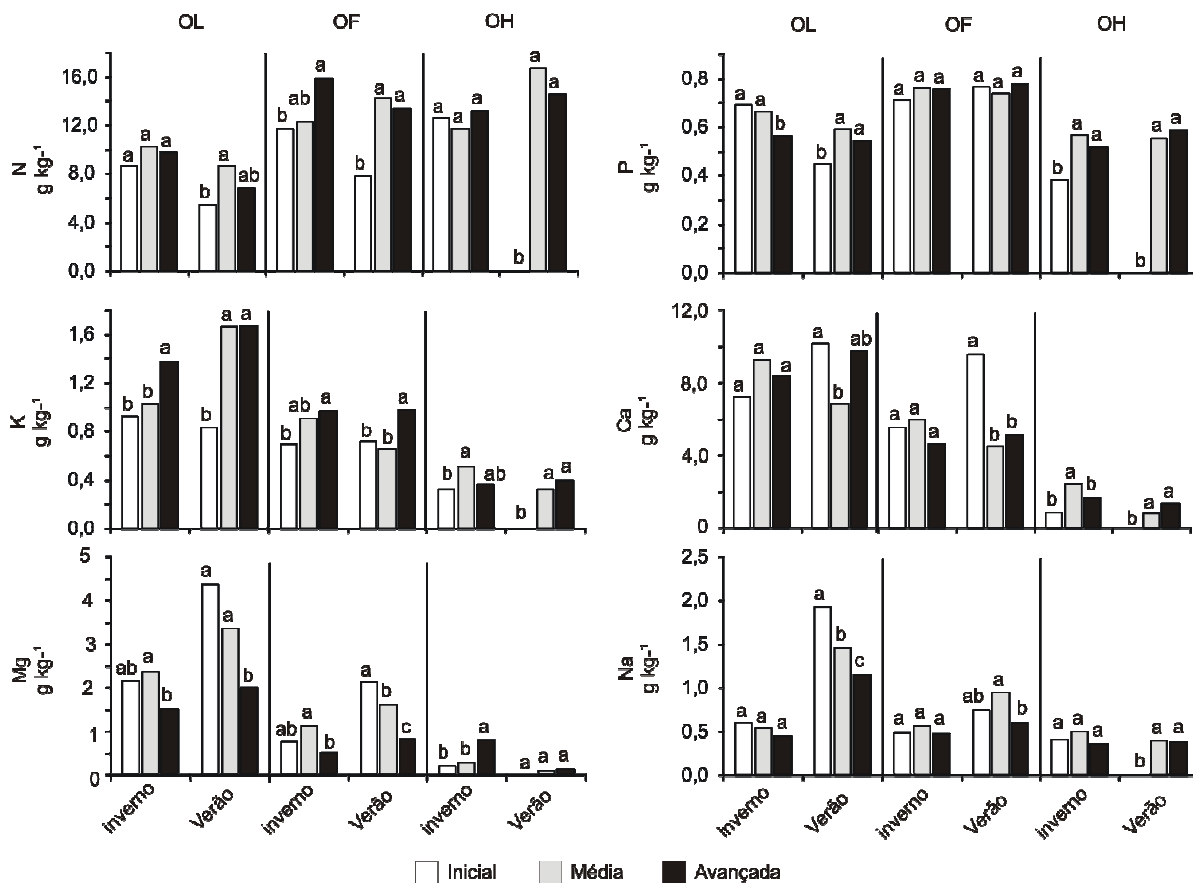
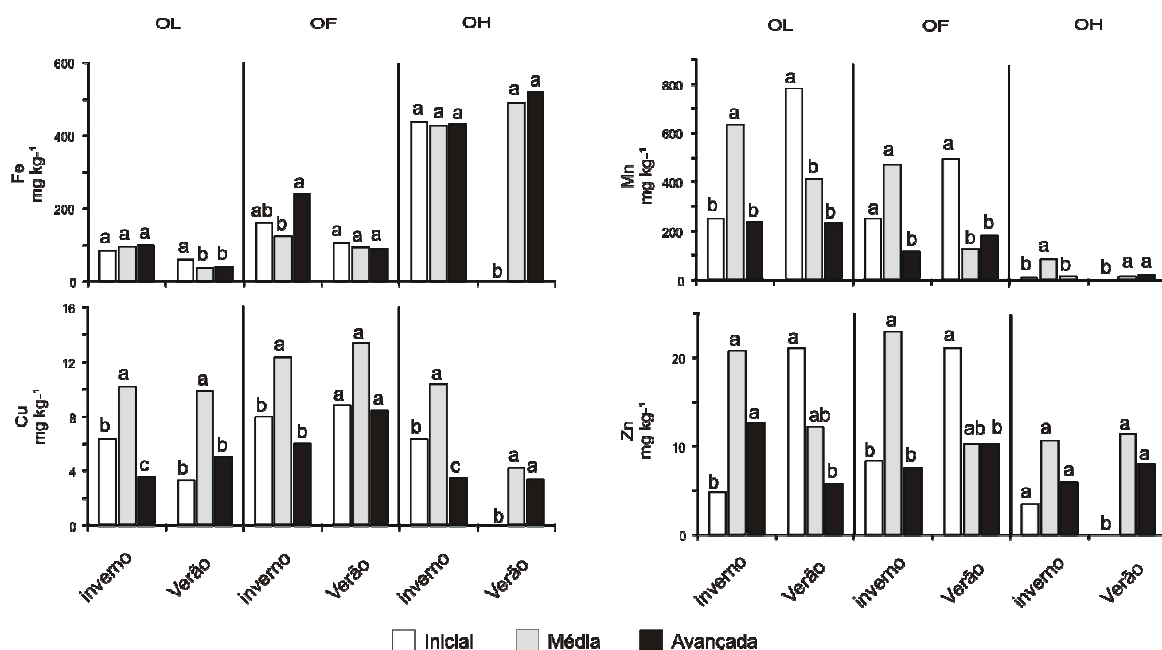


FIGURA 11 – TEORES DE MICRONUTRIENTES (mg kg^{-1}) PRESENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA, COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS TIPOLOGIAS DENTRO DO MESMO HORIZONTE



A seqüência decrescente dos teores dos elementos é apresentada na TABELA 32. De um modo geral o maior teor fica entre os elementos N e Ca seguidos de K, Mg e Fe depois P, Mn, Na, Cu e Zn. Seqüência bem semelhante foi encontrada por ROCHA (2006).

TABELA 32 – SEQUÊNCIA DOS TEORES DOS ELEMENTOS ANALISADOS NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

Estação	Horizonte	Tipologia	→ ORDEM DECRESCENTE →									
INVERNO	OL	Inicial	N	Ca	Mg	K	P	Na	Mn	Fe	Cu	Zn
	OL	Média	N	Ca	Mg	K	P	Mn	Na	Fe	Zn	Cu
	OL	Avançada	N	Ca	Mg	K	P	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
	OF	Inicial	N	Ca	Mg	P	K	Na	Mn	Fe	Cu	Zn
	OF	Média	N	Ca	Mg	K	P	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
	OF	Avançada	N	Ca	K	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	OH	Inicial	N	Ca	Fe	Na	P	K	Mg	Mn	Cu	Zn
	OH	Média	N	Ca	P	K	Na	Fe	Mg	Mn	Zn	Cu
	OH	Avançada	N	Ca	Mg	P	Fe	K	Na	Mn	Zn	Cu
VERÃO	OL	Inicial	Ca	N	Mg	Na	K	Mn	P	Fe	Zn	Cu
	OL	Média	N	Ca	Mg	K	Na	P	Mn	Fe	Zn	Cu
	OL	Avançada	Ca	N	Mg	K	Na	P	Mn	Fe	Zn	Cu
	OF	Inicial	Ca	N	Mg	P	Na	K	Mn	Fe	Zn	Cu
	OF	Média	N	Ca	Mg	Na	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn
	OF	Avançada	N	Ca	K	Mg	P	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
	OH	Média	N	Ca	P	Fe	Na	K	Mg	Mn	Zn	Cu
	OH	Avançada	N	Ca	P	Fe	K	Na	Mg	Mn	Zn	Cu

O conteúdo dos elementos analisados, que indica o estoque presente nos horizontes orgânicos, é apresentado na TABELA 32. No inverno da tipologia Inicial o estoque apresentou maior no horizonte OF para Ca, Mg, Mn e Zn, no horizonte OH para N, P, K, Fe, Cu e Na. No verão da tipologia Inicial o estoque foi maior no horizonte OF para todos os elementos analisados.

Na tipologia Média no inverno o estoque foi maior no horizonte OL para Ca, Mg e Mn, no horizonte OF para K e Zn e no horizonte OH para N, P, Fe, Cu e Na. No verão o estoque foi maior no horizonte OF para P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, e Na e, no horizonte OH para N, Fe e Zn.

Na tipologia Avançada no inverno o estoque foi maior no horizonte OF para Mn e Cu e no horizonte OH para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, e Na. No verão o estoque foi maior no horizonte OF para Ca, Mg e Mn e no horizonte OH para N, P, K, Fe, Cu, Zn e Na.

O estoque total, somo dos estoques presentes no horizontes OL, OF e Oh, foi maior no inverno da tipologia Inicial para o Cu, na tipologia Média para o Mn e na tipologia Avançada para os demais elementos. No verão Mn apresentou maior na

tipologia Inicial o Mg, Cu e Na apresentaram maiores na tipologia Média e para N, P, K, Ca e Fé apresentaram maiores na tipologia Avançada.

TABELA 33 – CONTEÚDO (kg ha^{-1}) DOS NUTRIENTES E SÓDIO NAS TRÊS TIPOLOGIAS, NO INVERNO E VERÃO, PRESENTES NA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO

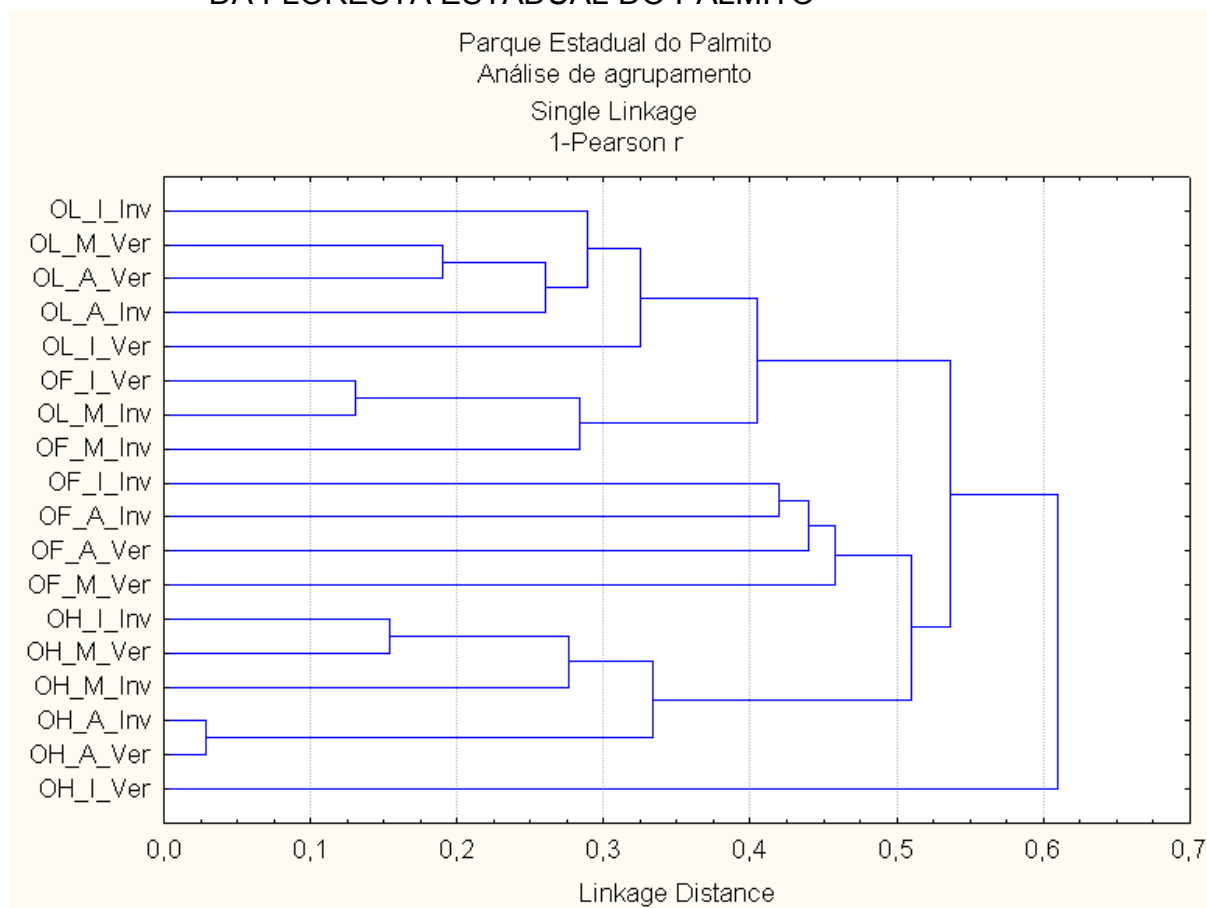
TIPOLOGIA	NUTRIENTES	INVERNO				VERÃO			
		OL	OF	OH	Total	OL	OF	OH	Total
		----- kg ha^{-1} -----							
INICIAL	N	9,45	88,66	225,75	323,87	6,81	41,70	0,00	48,51
	P	0,73	4,71	6,68	12,13	0,58	4,06	0,00	4,64
	K	0,97	4,51	5,14	10,62	1,08	3,89	0,00	4,97
	Ca	8,15	32,81	15,04	56,00	13,00	51,34	0,00	64,34
	Mg	2,10	4,13	3,64	9,87	5,59	11,34	0,00	16,92
	Fe	0,09	1,07	9,06	10,22	0,07	0,57	0,00	0,64
	Mn	0,29	1,40	0,15	1,83	0,98	2,61	0,00	3,59
	Cu	0,01	0,05	0,09	0,15	0,00	0,05	0,00	0,05
	Zn	0,01	0,05	0,03	0,09	0,03	0,11	0,00	0,14
	Na	0,65	3,45	7,28	11,38	2,48	3,98	0,00	6,46
MÉDIA	N	27,90	46,52	80,66	155,08	16,63	280,47	365,43	662,53
	P	1,85	2,90	3,43	8,19	1,09	13,88	12,22	27,19
	K	2,80	3,35	3,13	9,27	3,07	11,77	7,32	22,17
	Ca	25,48	21,54	14,60	61,62	12,59	87,75	17,44	117,78
	Mg	6,44	4,00	1,42	11,86	5,99	23,31	2,23	31,53
	Fe	0,28	0,48	2,71	3,46	0,07	2,38	10,72	13,18
	Mn	1,79	1,61	0,38	3,78	0,69	1,83	0,32	2,84
	Cu	0,03	0,05	0,07	0,14	0,02	0,25	0,09	0,36
	Zn	0,06	0,08	0,06	0,20	0,02	0,19	0,28	0,49
	Na	1,51	2,21	3,14	6,86	2,68	18,33	8,61	29,61
AVANÇADA	N	15,85	156,36	550,53	722,74	10,32	199,35	701,26	910,93
	P	0,97	7,49	21,73	30,19	0,87	11,57	27,42	39,86
	K	2,65	9,67	14,29	26,61	2,96	14,67	18,80	36,43
	Ca	14,81	46,68	72,32	133,81	16,66	74,59	61,00	152,25
	Mg	2,72	4,91	28,79	36,42	3,33	12,31	6,12	21,76
	Fe	0,17	2,36	19,97	22,50	0,07	1,26	22,63	23,96
	Mn	0,34	1,15	0,60	2,08	0,41	2,05	0,89	3,35
	Cu	0,01	0,06	0,09	0,15	0,01	0,13	0,18	0,32
	Zn	0,02	0,07	0,21	0,30	0,01	0,12	0,36	0,50
	Na	0,78	4,71	15,23	20,72	2,54	8,35	18,20	29,09

5.2.4 Dendrograma com Base em Dados Morfológicos e Químicos

Na figura 12 é apresentada a análise de agrupamento com base nos dados morfológicos (fitomassa, espessura e densidade) e químicos (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, e Na) das tipologias e horizontes orgânicos. Observa-se, de maneira

geral, uma separação entre os horizontes orgânicos OL, OF e OH. A separação não foi completa exceto para os horizontes OF pertencentes às tipologias Inicial e Média, para as estações verão e inverno, respectivamente, onde formam grupos como os horizontes OL's.

FIGURA 12 – DENDROGRAMA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E TIPOLOGIAS DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO



5.3 COMPARAÇÃO ENTRE A FORMAÇÃO DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS TIPOLOGIAS DA RESERVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA (RNRC) E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO (FEP)

5.3.1 Parâmetros Relativos ao Solo Mineral

Nas áreas de estudo, apesar da diferente formação do solo, sendo o solo da Reserva Natural do Rio Cachoeira (RNRC) proveniente da interperização de sedimentos quaternários continentais (depósitos coluviais) e da Floresta Estadual do

Palmito (FEP) proveniente da interperização de sedimentos quartenários de origem marinha, apresentam certa similaridade quanto aos atributos químicos do solo nas profundidades de 0 – 5 cm e de 5 – 10 cm, pois são influenciados mais expressivamente pela cobertura florestal, apresentados nas TABELAS 04 e 19.

O pH da RNRC apresenta-se ligeiramente mais elevado do que na FEP, sendo que a variação do pH das três tipologias da RNRC está entre 3,25 a 3,73, já a variação da FEP esta entre 3,00 a 3,20.

O Al^{+3} apresenta grande diferença entre as áreas, sendo na RNRC superior a da FEP, apresentado médias entre as tipologias de 3,47 e 0,82 $cmol_c\ dm^{-3}$, respectivamente.

A acidez potencial, avaliada pela concentração de $H^+ + Al^{+3}$, da RNRC apresenta-se menor com média das três tipologia de 12,09 $cmol_c\ dm^{-3}$ contra 17,88 $cmol_c\ dm^{-3}$ da FEP.

Para Ca^{+2} e Mg^{+2} as duas áreas apresentam valores próximos, sendo a variação da RNRC de 0,28 a 0,85 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Ca^{+2} e 0,36 a 0,75 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Mg^{+2} e na FEP de 0,26 a 0,60 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Ca^{+2} e 0,22 a 0,98 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Mg^{+2} .

O K^+ apresenta maiores concentrações no solo da RNRC com média de 0,15 $cmol_c\ dm^{-3}$ contra 0,08 $cmol_c\ dm^{-3}$. O inverso ocorre com o Na^+ , sendo na RNRC com menores concentrações do que na FEP, exceto na tipologia Avançada.

A capacidade de troca de cátions na RNRC apresentou menor do que da FEP, sendo de 13,36 e 18,96 $cmol_c\ dm^{-3}$ a média das três tipologias.

Em média o P da RNRC foi ligeiramente menor com 7,01 $mg\ dm^{-3}$ do que da FEP com 7,5 $mg\ dm^{-3}$.

Quanto ao C as duas áreas apresentam certa similaridade com 36,0 e 37,3 $g\ dm^{-3}$, respectivamente para a RNRC e a FEP.

A saturação de bases da RNRC apresentou-se ligeiramente superior com 9,47 % do que na FEP com 7,44 %.

5.3.2 Parâmetros Morfológicos dos Horizontes Orgânicos

A formação dos horizontes orgânicos nas áreas de estudo é diferente quanto a ocorrência dos horizontes OM e OH na FEP os quais não ocorrem na RNRC.

Especificamente o horizonte OM na tipologia Inicial e o horizonte OH em todas as tipologias.

O horizonte OL das áreas e a tipologia se assemelham quanto a quantidade fitomassa, espessura e densidade. A diferenciação entre as áreas ocorre a partir do horizonte OF, indicando que os processos de decomposição possivelmente atuam de formas e intensidades diferentes, visto que no horizonte superior não há grandes diferenças.

Quanto a fitomassa presente no horizonte OF, na RNRC apresenta média entre estações de 3,13 t ha⁻¹, 7,13 ha⁻¹ e 2,50 ha⁻¹ respectivamente para as tipologias Inicial, Média e Avançada e na FEP de 6,08 t ha⁻¹, 11,57 ha⁻¹ e 12,34 ha⁻¹ respectivamente para as tipologias Inicial, Média e Avançada. Observa-se há superior quantidade de fitomassa seca na FEP quando se compara a mesma tipologia. Enquanto na RNRC a tendência de maior acumulação fica na tipologia Média, na FEP existe a tendência de acumulação em função do avanço da tipologia.

A espessura do horizonte OF, apresentou comportamento semelhante a fitomassa na comparação entre a mesma tipologia, aonde a FEP apresentou maior espessura do que a RNRC. Na RNRC a média entre estações foi de 1,4 cm, 3,0 cm e 1,5 cm para as tipologias Inicial, Média e Avançada na FEP foi de 1,7 cm, 2,7 cm, 4,7 cm respectivamente para as tipologias Inicial, Média e Avançada.

A comparação da densidade entre as áreas observa-se superior densidade na FEP com média entre estações de 44,52 mg cm⁻³, 48,58 mg cm⁻³ e 35,49 mg cm⁻³ e na RNRC com 24,14 mg cm⁻³, 28,25 mg cm⁻³ e 20,78 mg cm⁻³.

A fitomassa total, soma dos horizontes presentes, apresenta grande diferença entre áreas da mesma tipologia. Esta diferença foi de 8,75 t ha⁻¹ entre as tipologias Inicial, 11,7 t ha⁻¹ entre as tipologias Intermediária e 49,33 t ha⁻¹ entre as tipologias Avançada. Sendo a tendência de aumento da diferença em função do avanço da tipologia.

Quanto a espessura total a diferença foi mais sutil nas tipologias Inicial e Média, mas na tipologia Avançada houve grande diferença entre áreas. Na tipologia Inicial foi de 3,35 cm e 3,91 cm respectivamente para RNRC e FEP, na tipologia Média foi de 5,42 cm e 5,49 cm respectivamente para RNRC e FEP e na tipologia Avançada de 4,5 cm e 17,62 cm respectivamente para RNRC e FEP.

5.3.3 Parâmetros Químicos dos Horizontes Orgânicos

Na TABELA 34 e 35 são apresentados comparações entre a mesma tipologia da RNRC e FEP durante a estação Inverno. De um modo geral os teores dos elementos K, Fe e Cu apresentam-se maiores na RNRC e Na na FEP.

TABELA 34 – COMPARAÇÃO DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES DA RESEVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NAS ESTAÇÕES INVERNO E VERÃO

	N			P			K			Ca			Mg		
	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada
OL															
Inverno R	9,25	12,70	12,43	0,49	0,49	0,60	1,11	1,15	2,22	14,16	3,86	9,41	3,06	2,12	2,20
Inverno P	8,66	10,21	9,83	0,69	0,67	0,56	0,93	1,02	1,38	7,23	9,23	8,38	2,16	2,37	1,52
diferença	0,59	2,49	2,60	0,20	0,18	0,04	0,18	0,13	0,84	6,93	5,37	1,03	0,90	0,25	0,68
OL															
Verão R	8,91	10,45	13,43	0,47	0,48	0,61	1,11	1,76	2,28	11,22	3,96	7,76	1,10	2,03	1,61
Verão P	5,42	8,72	6,83	0,45	0,59	0,54	0,83	1,66	1,67	10,18	6,83	9,73	4,36	3,35	2,00
diferença	3,49	1,73	6,60	0,02	0,11	0,07	0,28	0,10	0,61	1,04	2,87	1,97	3,26	1,32	0,39
OF															
Inverno R	11,90	15,06	12,99	0,77	0,64	0,54	0,80	1,24	0,60	10,53	2,36	6,06	0,90	0,95	1,03
Inverno P	11,75	12,31	15,84	0,71	0,76	0,76	0,69	0,91	0,97	5,53	5,96	4,62	0,77	1,12	0,52
diferença	0,15	2,75	2,85	0,06	0,12	0,22	0,11	0,33	0,37	5,00	3,60	1,44	0,13	0,17	0,51
OF															
Verão R	8,55	13,67	13,63	0,62	0,70	0,72	0,73	1,04	1,09	10,18	4,00	5,84	0,67	1,51	1,17
Verão P	7,85	14,22	13,40	0,77	0,74	0,78	0,72	0,65	0,98	9,57	4,49	5,13	2,12	1,62	0,83
diferença	0,70	0,55	0,23	0,15	0,04	0,06	0,01	0,39	0,11	0,61	0,49	0,71	1,45	0,11	0,34

* R – Reserva Natural do Rio Cachoeira P – Floresta Estadual do Palmito

TABELA 35 - COMPARAÇÃO DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES E SÓDIO DA RESEVA NATURAL DO RIO CACHOEIRA E DA FLORESTA ESTADUAL DO PALMITO NAS ESTAÇÕES INVERNO E VERÃO

	Fe			Mn			Cu			Zn			Na		
	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada	Inicial	Média	Avançada
	----- mg kg ⁻¹ -----														
OL															
Inverno R	235	233	743	155	168	588	16	20	16	17	17	26	0,31	0,40	0,33
Inverno P	84	95	99	250	632	237	6	10	4	5	21	13	0,61	0,54	0,45
diferença	151	138	644	95	464	351	10	10	12	12	4	13	0,30	0,14	0,12
OL															
Verão R	127	84	235	217	138	434	20	22	20	15	15	22	0,29	0,57	0,30
Verão P	57	36	39	780	409	233	3	10	5	21	12	6	1,92	1,47	1,16
diferença	70	48	196	563	271	201	17	12	15	6	3	16	1,63	0,90	0,86
OF															
Inverno R	1332	3415	2090	298	181	398	24	26	23	25	22	22	0,18	0,31	0,15
Inverno P	161	124	241	251	472	114	8	12	6	8	23	8	0,49	0,56	0,48
diferença	1171	3291	1849	47	291	284	16	14	17	17	1	14	0,31	0,25	0,33
OF															
Verão R	1298	1571	2657	309	308	534	29	29	26	24	22	25	0,20	0,28	0,20
Verão P	106	93	89	493	123	178	9	13	8	21	10	10	0,74	0,95	0,61
diferença	1192	1478	2568	184	185	356	20	16	18	3	12	15	0,54	0,67	0,41

* R – Reserva Natural do Rio Cachoeira P – Floresta Estadual do Palmito

6 CONCLUSÕES

Com os dados apresentados por este estudo pode-se concluir que:

Na Reserva Natural do Rio Cachoeira (RNRC) os horizontes orgânicos presentes nas três tipologias foram o OL e o OF, sendo os perfis orgânicos classificados como F-Mull nas três tipologias. Já Na Floresta Estadual do Palmito (FEP) foram os horizontes OL, OF, OH e OM na tipologia Inicial e, os horizontes OL, OF e OH nas tipologias Média e Avançada, sendo os perfis orgânicos classificados como A-Moder na tipologia Inicial e, H-Moder para as tipologias Média e Avançada;

A acumulação orgânica no topo do perfil do solo apresenta diferenças entre as tipologias, sendo a Média, na RNRC, e a Avançada na FEP com maior acumulação de fitomassa;

Na RNRC, os teores de Cu apresentam diferença estacional independentemente da tipologia e horizonte e, existe enriquecimento de Fe e Cu no horizonte OF proveniente do solo mineral;

Na FEP a acumulação de fitomassa do horizonte OL é igual entre as tipologias e, de um modo geral, existe maior acumulação de material orgânico em função da profundidade do perfil, seguindo a ordem de menor quantidade fitomassa para maior quantidade de fitomassa do horizonte OL para o horizonte OH.

REFERÊNCIAS

- BABEL, U. Micromorphology of soil organic matter. In: GIESKING, J. E. **Soil component** Berlin: Springer Verlag, 1975 p. 369-473.
- BAERT, G.; VANMECHELEN, L. VAN RANST, E. Critical Review of Soil Sampling Methods in the ICP Forests Programme. In: **8th FSEP meeting – Minutes**. 1997 Disponível em: <www.ibw.vlaanderen.be/publicates/fsc/critreview.pdf> Acessado em: 22 de fevereiro de 2005.
- CESAR, O. Produção de serapilheira na Mata Mesófila Semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 53, n. 4, p. 671-681, 1993.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10^a Edição. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.
- DICKOW, K. M. C. **Deposição e decomposição de serrapilheira em sucessão ecologia de Floresta Ombrófila Densa Submontana, Reserva Natural do Rio Cachoera, Antonina Paraná**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. em fase de elaboração
- DINIZ, S.; PAGANO, S. N.; BINI, L. M. Dinâmica de folhedo em Floresta Mesófila Semidecídua no município de Araras, SP. I – Produção, decomposição e acúmulo. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 37-46.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- FERRETI, A. R., BRITZ, R. M. 2005. A restauração da Floresta Atlântica no litoral do estado do Paraná: os trabalhos da SPVS. In: **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso** (Galvão, A. P. M., Porfírio-da-Silva, eds). Embrapa, p. 87-102.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; JESUS, R. M. Diversity of humus forms in the Atlantic Forest ecosystems (Brazil). The Table-land Atlantic Forest. **Acta Oecologica**. v. 16. p. 553-570, 1995.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A. A.; BARROS, E.; ABBADIE, L. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **R. Bras. Ci. Solo**. v. 27. 705-712, 2003.

GISI, U. **Bodenökologie. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage.** Thieme Verlag, Stuttgart, NY. 1997

GREEN, R. N.; TROWBRIDGE, R. L.; KLINKA, K. **Towards a taxonomic classification of humus forms.** Forest Science Monograph 29. Society of American Foresters. 1993. 49p.

JABIOL B., ZANELLA A., ENGLISCH M., HAGER H., KATZENSTEINER K., DE WAALS R., 2004 .- Towards an European Classification of Terrestrial Humus Forms. **Congress Eurosoil**, September 2004, Freiburg.

JORDAN, C. F.; HERRERA, R. Tropical Rain Forest: are nutrients really critical? **American Naturalist**. v. 117 p. 167 – 180, 1981.

KINDEL, A.; GARAY, I. Caracterização de ecossistemas da mata atlântica de tabuleiros por meio das formas de húmus. **R. Bras. Ci. Solo**. v.25, p. 551-563, 2001.

KINDEL, A.; GARAY, I. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. **Geoderma**. v. 108, p. 101-118. 2002

KINDEL, A; GARAY, I.; CARMO, C. A. F. S. do; LIMA, J. A. de S. Quantificação dos horizontes húmicos e dinâmica de decomposição de material foliar em solos florestais. Contribuição aos estudos de seqüestro de carbono. **Comunicado Técnico 21**. Embrapa, Rio de Janeiro. 2003

LIEBSCH, D. **Alterações estruturais e florísticas de florestas secundárias na Reseva Natural do Rio Cachoeira, Antonina-PR> Subsídios para a conservação da Floresta Atlântica.** (Dissertação, Botânica Universidade Federal do Parná). 2006 58p.

LORANGER, G.; PONGE, J. F.; LANVELLE, P. Humus forms in two secondary semi-evergreen tropical forests. **European Journal of Soil Science**. v. 54, p.17-24. 2003

MARQUES, M. C. M.; RAMOS, F. M.; TADEI, M.; BORGIO, M. Changes in species richness and forest structure after disturbance in the *Floresta do Palmito* Reserve, Southern Brazil. **em fase de elaboração**.

MARTINS, K. G. **Deposição e decomposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sobre solos hidromórficos na Estação da Ilha do Mel – PR.** Curitiba, 2004, 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east brazilian forest. I Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**. v. 8, p. 205 – 215. 1992.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434p.

PERKIN-ELMER. **Analytical Methods of Atomic Absorption Spectrophotometry**. Analytical Methods Agriculture. Section AY-II. Analysis of feeds – Norwalk: Perkin Elmer Corporation, 1973. 476 p.

PONGE, J. F. Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. **Soil Biology & Biochemistry**. 35. 935-945. 2003

PONGE, J. F.; CHEVALIER, R.; LOUSSOT, P. Humus Index: An Integrated Tool for the Assessment of Forest Floor and Topsoil Properties. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 66 1996-2001 2002

PRITCHETT, W. L. **Properties and managements of forest soils**. New York: John & Sons. 1979.

ROCHA, A. A. **Deposição, Decomposição e Acumulação de Serapilheira e Nutrientes em Fragmentos de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Paranaguá, PR**. Curitiba, 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente** v 24 2002.

SCHLITZER, F. H. M.; DE MARINIS, G.; CESAR, O. Produção de serapilheira na floresta do morro do Diabo, Pontal do Paranapanema – SP. **Naturalia**. v. 18, p 135-147, 1993.

SCHWARZBACH, J. **Dinâmica química da solução do solo em três fases sucessionais da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no Litoral do Paraná**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SEEBER, J.; SEEBER, G. U. H. Effects of land-use on humus forms on alpine pastureland (Central Alps, Tyrol). **Geoderma** 124 215-222. 2005

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilidade**. Embrapa Solos. 1999 370p.

SPVS/TNC (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental/The Nature Conservancy). 2000. **Projeto de Restauração da Floresta Atlântica**. Curitiba. 17p.

STRANDBERG, B.; KRISTIANSEN, S. M.; TYBIRK, K. Dynamic oak-scrub to forest succession: Effects of management on understorey vegetation, humus forms and soils. *Forest Ecology and Management* 211 (2005) 318–328

VARJABEDIAN, R.; PARGANO, S. N. Produção e decomposição de folhedo em um trecho de Mata Atlântica de Encosta no município de Guarujá, SP. **Acta Botânica Brasileira**. São Paulo, v. 1, n.2. p. 243-256, 1988

WISNIEWSKI, C.; ZILLER, S. R.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F.; TREVISAN, E; SOUZA, J. P. Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense. 1997. 55f. **Projeto Integrado – CNPq**. Curitiba

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 220p.

TREVISAN, E. **Classificação e caracterização de horizontes orgânicos sob povoamentos de Pinus taeda L. na Região de Ponta Grossa PR – 1ª Aproximação**. Curitiba, 1992. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

ANEXOS

ANEXO 1 - Composição florística e abundância das espécies arbóreas de três áreas da Floresta Atlântica na Reserva Natural Rio Cachoeira, Antonina, PR. INI: inicial, MED: media e AVA: avançada. (Fonte LIEBSCH, 2006).....	75
ANEXO 2 – Espécies presentes em três fases sucessionais de floresta atlântica no Paraná	78
ANEXO 3 – Análise Estatística dos atributos do solo, parâmetros morfológicos e químicos dos horizontes orgânicos presentes na Reserva Natural do Rio Cachoeira.....	82
ANEXO 3.1 – Solo Mineral – Atributos Do Solo	82
ANEXO 3.2 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos.....	83
ANEXO 3.3 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos – Perfil	84
ANEXO 3.4 – HORIZONTE ORGÂNICO – PARAMETROS MORFOLÓGICOS – DEPOSIÇÃO ANUAL DE SERAPILHEIRA.....	84
ANEXO 3.5 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Químicos.....	84
ANEXO 4 – Análise Estatística dos atributos do solo, parâmetros morfológicos e químicos dos horizontes orgânicos presentes na Floresta Estadual do Palmito86	
ANEXO 4.1 – Solo Mineral – Atributos Do Solo	86
ANEXO 4.2 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos.....	87
ANEXO 4.3 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos – Perfil	87
ANEXO 4.4 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos – Deposição Anual De Serapilheira.....	88
ANEXO 4.5 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Químicos.....	88

ANEXO 1 - Composição florística e abundância das espécies arbóreas de três áreas da Floresta Atlântica na Reserva Natural Rio Cachoeira, Antonina, PR. INI: inicial, MED: media e AVA: avançada. (Fonte LIEBSCH, 2006)

Família	Espécie	INI	MED	AVA
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	-	4	2
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.	-	2	-
	<i>Rollinia emarginata</i> Schldtl.	-	-	1
	<i>Rollinia sericea</i> (R.E. Fr.) R.E. Fr.	-	2	2
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	-	2	-
Aquifoliaceae	<i>Ilex theazans</i> Mart.	-	2	-
	<i>Ilex</i> sp	-	-	2
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	-	5	-
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	-	22	22
Asteraceae	<i>Vernonia puberula</i> Less.	-	-	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	-	-	2
Cannellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	-	-	1
Celastraceae	<i>Maytenus alaternoides</i> Reissek	-	1	-
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	-	-	1
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	-	4	2
Cyatheaceae	<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	-	3	-
	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	-	6	6
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	-	63	4
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	-	12	-
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	-	6	-
	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	-	40	2
	<i>Maprounea brasiliensis</i> A. St.-Hil.	-	1	-
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	3	8	-
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	-	3	-
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	2	-	-
	<i>Inga edulis</i> Mart.	-	-	2
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	-	2	-
	<i>Machaerium uncinatum</i> (Vell.) Benth.	-	3	2
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	-	-	3
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	-	1	-
	<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P. Lewis & M.P. Lima	-	1	-
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	-	-	1
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	3	-	-
	Indeterminada	-	-	1
Lauraceae	<i>Nectandra leucantha</i> Nees & Mart.	-	1	-
	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	-	8	2
	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	-	1	-
	<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	-	-	2
	<i>Ocotea elegans</i> Mez	-	2	-
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	-	1	-
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i> A. St.-Hil.	-	-	1
Melastomataceae	<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	-	-	2
	<i>Miconia cabucu</i> Hohene	-	4	-

Família	Espécie	INI	MED	AVA
	<i>Miconia cinerascens</i> Miq. var <i>robusta</i>	10	-	-
	<i>Tibouchina pulchra</i> (Cham.) Cogn.	124	2	-
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	-	1	2
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	-	2	1
Monimiaceae	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	-	6	6
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	-	2	-
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	-	1	2
Mysinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	43	-	-
Myrtaceae	<i>Calycorectes australis</i> D. Legrand	-	-	1
	<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	-	1	-
	<i>Calyptranthes strigipes</i> O. Berg	-	-	1
	<i>Campomanesia reitziana</i> D. Legrand	-	1	-
	<i>Eugenia catharinensis</i> D. Legrand	-	1	-
	<i>Eugenia</i> cf <i>cerasiflora</i> Miq.	-	3	-
	<i>Eugenia</i> cf <i>magnibracteolata</i> Mattos & D. Legrand	-	-	2
	<i>Eugenia melanogyna</i> (D. Legrand) Sobral	-	-	1
	<i>Eugenia prasina</i> O. Berg	-	1	-
	<i>Eugenia stigmata</i> DC.	-	2	-
	<i>Eugenia</i> cf <i>uruguayensis</i> Cambess	-	-	2
	<i>Eugenia</i> sp 01	-	1	-
	<i>Eugenia</i> sp 02	-	1	-
	<i>Eugenia</i> sp 03	-	1	-
	<i>Eugenia</i> sp 04	-	-	2
	<i>Marlierea reitzii</i> D. Legrand	-	1	-
	<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	-	4	12
	<i>Marlierea sylvatica</i> (Gardner) Kiaersk.	-	1	-
	<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	-	-	45
	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	-	-	7
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-	1	-
	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	-	-	1
	Indeterminada	-	-	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	-	14	9
Piperaceae	<i>Piper cernuum</i> Vell.	-	-	1
Quiinaceae	<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	-	1	1
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i> (Cham.) K. Schum.	-	-	1
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	-	4	-
	<i>Bathysa meridionalis</i> L.B. Sm. & Downs	-	80	2
	<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	-	18	6
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltl.) Wawra	-	12	37
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	-	1
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	-	38	8
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	-	1	-
	<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A. St.-Hil.	-	2	4
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	4	-
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	-	5	2
Sapindaceae	<i>Allophylus petiolatus</i> Radlk.	-	-	1

Família	Espécie	INI	MED	AVA
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	1	10	1
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	-	2	-
	<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	-	6	-
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	-	-	2
	<i>Chrysophyllum</i> sp	-	4	-
	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	-	7	2
Simaroubaceae	<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	-	-	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	2	-	9
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	-	-	3
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	1	-	-
	<i>Aegiphilla sellowiana</i> Cham.	-	-	1

ANEXO 2 – Espécies presentes em três fases sucessionais de floresta atlântica no Paraná

ÁREA INICIAL

Espece	No.ind.	No.parcel.	FA	DA	DoM
<i>Ilex theezans</i>	155	10	100.00	1550.00	.0106
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	14	8	80.00	140.00	.0191
<i>Andira</i>	5	5	50.00	50.00	.0332
<i>Ocotea pulchella</i>	8	4	40.00	80.00	.0063
<i>Guapira opositae</i>	5	4	40.00	50.00	.0060
Indeterminada	4	4	40.00	40.00	.0046
<i>Gomidesia fensliana</i>	2	2	20.00	20.00	.0268
<i>Psidium</i> sp	2	2	20.00	20.00	.0087
Lauraceae 1	1	1	10.00	10.00	.0092
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	1	1	10.00	10.00	.0082
<i>Myrsine venosa</i>	1	1	10.00	10.00	.0035

Espece	DR	DoR	FR	IVI	IVC
<i>Ilex theezans</i>	78.28	72.41	23.81	174.50	150.69
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	7.07	11.81	19.05	37.92	18.88
<i>Andira</i>	2.53	7.36	11.90	21.79	9.88
<i>Ocotea pulchella</i>	4.04	2.22	9.52	15.79	6.26
<i>Guapira opositae</i>	2.53	1.33	9.52	13.37	3.85
Indeterminada	2.02	.81	9.52	12.36	2.83
<i>Gomidesia fensliana</i>	1.01	2.37	4.76	8.14	3.38
<i>Psidium</i> sp	1.01	.77	4.76	6.54	1.78
Lauraceae 1	.51	.41	2.38	3.29	.91
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	.51	.36	2.38	3.25	.87
<i>Myrsine venosa</i>	.51	.16	2.38	3.04	.66

ÁREA INTERMEDIÁRIA

Espece	No.ind.	No.parcel.	FA	DA	DoM
<i>Ilex theezans</i>	101	10	100.00	1010.00	.0164
<i>Gomidesia fensliana</i>	50	10	100.00	500.00	.0064
<i>Myrsine venosa</i>	36	9	90.00	360.00	.0052
<i>Andira</i>	9	6	60.00	90.00	.0399
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	15	6	60.00	150.00	.0043
<i>Clusia criuva</i>	11	6	60.00	110.00	.0032
<i>Ocotea pulchella</i>	8	6	60.00	80.00	.0084
<i>Myrcia multiflora</i>	6	4	40.00	60.00	.0199
<i>Psidium sp</i>	4	3	30.00	40.00	.0042
<i>Conomorpha peruviana</i>	3	3	30.00	30.00	.0063
<i>Erythroxylum</i>	3	3	30.00	30.00	.0040
<i>Guapira oppositae</i>	3	2	20.00	30.00	.0092
Indeterminada	2	2	20.00	20.00	.0102
<i>Geonoma schottiana</i>	3	2	20.00	30.00	.0030
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	3	1	10.00	30.00	.0141
<i>Maprounea guianensis</i>	2	2	20.00	20.00	.0068
<i>Abarema</i>	2	2	20.00	20.00	.0064
<i>Myrcia racemosa</i>	2	2	20.00	20.00	.0041
<i>Guatteria australlis</i>	2	2	20.00	20.00	.0019
<i>Tapirira guianensis</i>	1	1	10.00	10.00	.0284
<i>Pera glabrata</i>	1	1	10.00	10.00	.0241
<i>Blephaerocalix salicifoli</i>	1	1	10.00	10.00	.0102
<i>Clethra scabra</i>	1	1	10.00	10.00	.0071
<i>Didimopanax angustifolium</i>	1	1	10.00	10.00	.0058
<i>Ilex dumosa</i>	1	1	10.00	10.00	.0035

Espece	DR	DoR	FR	IVI	IVC
<i>Ilex theezans</i>	37.27	53.80	11.49	102.56	91.07
<i>Gomidesia fensliana</i>	18.45	10.47	11.49	40.42	28.92
<i>Myrsine venosa</i>	13.28	6.12	10.34	29.75	19.40
<i>Andira</i>	3.32	11.68	6.90	21.90	15.00
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	5.54	2.09	6.90	14.52	7.63
<i>Clusia criuva</i>	4.06	1.15	6.90	12.10	5.21
<i>Ocotea pulchella</i>	2.95	2.20	6.90	12.04	5.15
<i>Myrcia multiflora</i>	2.21	3.89	4.60	10.70	6.10
<i>Psidium sp</i>	1.48	.55	3.45	5.47	2.03
<i>Conomorpha peruviana</i>	1.11	.61	3.45	5.17	1.72
<i>Erythroxylum</i>	1.11	.39	3.45	4.95	1.50
<i>Guapira oppositae</i>	1.11	.90	2.30	4.30	2.00
Indeterminada	.74	.66	2.30	3.70	1.40
<i>Geonoma schottiana</i>	1.11	.29	2.30	3.70	1.40
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	1.11	1.38	1.15	3.64	2.49
<i>Maprounea guianensis</i>	.74	.44	2.30	3.48	1.18
<i>Abarema</i>	.74	.41	2.30	3.45	1.15
<i>Myrcia racemosa</i>	.74	.27	2.30	3.31	1.01
<i>Guatteria australlis</i>	.74	.13	2.30	3.16	.86
<i>Tapirira guianensis</i>	.37	.92	1.15	2.44	1.29
<i>Pera glabrata</i>	.37	.78	1.15	2.30	1.15
<i>Blephaerocalix salicifoli</i>	.37	.33	1.15	1.85	.70
<i>Clethra scabra</i>	.37	.23	1.15	1.75	.60
<i>Didimopanax angustifolium</i>	.37	.19	1.15	1.71	.56
<i>Ilex dumosa</i>	.37	.11	1.15	1.63	.48

ÁREA AVANÇADA

Espeçie	No.ind.	No.parcel.	FA	DA	DoM
Ocotea pulchella	10	6	60.00	100.00	.0475
Myrcia racemosa	15	7	70.00	150.00	.0071
Tapirira guianensis	6	4	40.00	60.00	.0547
Euterpe edullis	13	7	70.00	130.00	.0067
Andira	10	6	60.00	100.00	.0154
Ocotea aciphylla	5	4	40.00	50.00	.0588
Myrcia multiflora	8	5	50.00	80.00	.0111
Didimopanax angustifolium	6	4	40.00	60.00	.0228
Aparisthmium cordatum	10	4	40.00	100.00	.0056
Ilex theezans	6	4	40.00	60.00	.0199
Gomidesia fensliana	5	4	40.00	50.00	.0173
Conomorpha peruviana	5	5	50.00	50.00	.0062
Myrsine venosa	5	4	40.00	50.00	.0102
Coussapoa microcarpa	2	2	20.00	20.00	.0835
Pouteria venosa	3	3	30.00	30.00	.0384
Maytenus robusta	5	3	30.00	50.00	.0104
Attalea dubia	2	2	20.00	20.00	.0678
Maprounea guianensis	3	3	30.00	30.00	.0188
Psidium sp	3	3	30.00	30.00	.0153
Geonoma schottiana	4	3	30.00	40.00	.0031
Pera glabrata	2	2	20.00	20.00	.0237
Podocarpus sellowii	2	2	20.00	20.00	.0208
Sloanea guianensis	1	1	10.00	10.00	.0794
Cyathea athrovirens	2	2	20.00	20.00	.0138
Ilex dumosa	2	2	20.00	20.00	.0087
Amaioua guianensis	3	1	10.00	30.00	.0060
Calophyllum brasiliensis	2	2	20.00	20.00	.0034
Indeterminada	1	1	10.00	10.00	.0471
Alchornea glandulosa	1	1	10.00	10.00	.0346
Cabranea canjerana	1	1	10.00	10.00	.0154
Alibertia concolor	1	1	10.00	10.00	.0141
Xylopia langsdorfiana	1	1	10.00	10.00	.0127
Jacaranda puberulla	1	1	10.00	10.00	.0092
Ormosia	1	1	10.00	10.00	.0092
Rollinea sericea	1	1	10.00	10.00	.0053
Clethra scabra	1	1	10.00	10.00	.0045
Garcinia gardneriana	1	1	10.00	10.00	.0042
Guatteria australlis	1	1	10.00	10.00	.0032

Espece	DR	DoR	FR	IVI	IVC
Ocotea pulchella	6.62	15.86	5.66	28.14	22.48
Myrcia racemosa	9.93	3.54	6.60	20.07	13.47
Tapirira guianensis	3.97	10.94	3.77	18.69	14.92
Euterpe edullis	8.61	2.93	6.60	18.14	11.54
Andira	6.62	5.13	5.66	17.41	11.75
Ocotea aciphylla	3.31	9.82	3.77	16.90	13.13
Myrcia multiflora	5.30	2.96	4.72	12.97	8.25
Didimopanax angustifolium	3.97	4.56	3.77	12.31	8.54
Aparisthmiun cordatum	6.62	1.87	3.77	12.26	8.49
Ilex theezans	3.97	3.98	3.77	11.73	7.95
Gomidesia fensliana	3.31	2.88	3.77	9.96	6.19
Conomorpha peruviana	3.31	1.03	4.72	9.06	4.34
Myrsine venosa	3.31	1.71	3.77	8.80	5.02
Coussapoa microcarpa	1.32	5.57	1.89	8.78	6.90
Pouteria venosa	1.99	3.84	2.83	8.66	5.83
Maytenus robusta	3.31	1.74	2.83	7.89	5.05
Attalea dubia	1.32	4.53	1.89	7.74	5.85
Maprounea guianensis	1.99	1.88	2.83	6.70	3.87
Psidium sp	1.99	1.53	2.83	6.35	3.52
Geonoma schottiana	2.65	.41	2.83	5.89	3.06
Pera glabrata	1.32	1.59	1.89	4.80	2.91
Podocarpus sellowii	1.32	1.39	1.89	4.60	2.71
Sloanea guianensis	.66	2.65	.94	4.26	3.31
Cyathea athrovirens	1.32	.92	1.89	4.13	2.24
Ilex dumosa	1.32	.58	1.89	3.79	1.91
Amaioua guianensis	1.99	.60	.94	3.53	2.59
Calophyllum brasiliensis	1.32	.22	1.89	3.44	1.55
Indeterminada	.66	1.57	.94	3.18	2.24
Alchornea glandulosa	.66	1.16	.94	2.76	1.82
Cabranea canjerana	.66	.51	.94	2.12	1.18
Alibertia concolor	.66	.47	.94	2.08	1.13
Xylopia langsdorfiana	.66	.42	.94	2.03	1.09
Jacaranda puberulla	.66	.31	.94	1.91	.97
Ormosia	.66	.31	.94	1.91	.97
Rollinea sericea	.66	.18	.94	1.78	.84
Clethra scabra	.66	.15	.94	1.76	.81
Garcinia gardneriana	.66	.14	.94	1.75	.80
Guatteria australlis	.66	.11	.94	1.71	.77

	Degr. of Freedom	T		T		T		V		V		V		V		Zn		Zn		Zn	
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Tipologia	2	109,82	54,91	81,09	0,00	252,86	126,43	15,25	0,00	11,77	5,88	0,79	0,46								
Profundidade	1	4,69	4,69	6,93	0,01	72,21	72,21	8,71	0,01	19,28	19,28	2,60	0,12								
Tipologia*Profundidade	2	0,85	0,42	0,62	0,54	28,18	14,09	1,70	0,20	12,52	6,26	0,84	0,44								
Error	30	20,31	0,68			248,76	8,29			222,63	7,42										
Total	35	135,67				602,00				266,20											

	Degr. of Freedom	Cu		Cu		Cu		Mn		Mn		Mn		Mn		Fe		Fe		Fe	
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Tipologia	2	0,76	0,38	19,94	0,00	13426,50	6713,25	62,70	0,00	34907,58	17453,79	26,50	0,00								
Profundidade	1	0,00	0,00	0,17	0,69	413,24	413,24	3,86	0,06	0,35	0,35	0,00	0,98								
Tipologia*Profundidade	2	0,03	0,02	0,90	0,42	180,72	90,36	0,84	0,44	8,88	4,44	0,01	0,99								
Error	30	0,57	0,02			3212,17	107,07			19758,46	658,62										
Total	35	1,37				17232,63				54675,28											

ANEXO 3.2 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos

	Degr. of Freedom	Fitomassa				Espessura				Densidade			
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Tipologia	2	11,2267	5,6134	41,287	0,000000	4,9455	2,4727	23,276	0,000000	4,682	2,341	6,132	0,002494
Horizonte	1	38,7887	38,7887	285,297	0,000000	2,0409	2,0409	19,211	0,000017	106,200	106,200	278,200	0,000000
Estação	3	0,8407	0,2802	2,061	0,105757	0,1399	0,0466	0,439	0,725258	3,700	1,233	3,231	0,022948
Tipologia*Horizonte	2	8,0021	4,0010	29,428	0,000000	3,6852	1,8426	17,344	0,000000	3,469	1,735	4,544	0,011472
Tipologia*Estação	6	2,3310	0,3885	2,857	0,010305	2,5486	0,4248	3,998	0,000753	14,729	2,455	6,431	0,000002
Horizonte*Estação	3	7,3714	2,4571	18,073	0,000000	3,0711	1,0237	9,636	0,000005	7,018	2,339	6,128	0,000482
Tipologia*Horizonte*Estação	6	1,8451	0,3075	2,262	0,038037	0,7906	0,1318	1,240	0,285901	4,138	0,690	1,807	0,097988
Error	264	35,8933	0,1360			28,0462	0,1062			100,779	0,382		
Total	287	106,2989				45,2680				244,716			

	Degr. of Freedom	Ca				Mg				Fe			
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Floresta	2	289,8382	289,8382	3077,407	0,000000	52,93868	52,93868	745,2043	0,000000	2897,864	2897,864	6210,271	0,000000
Horizonte	2	12,4802	6,2401	66,255	0,000000	0,58909	0,29455	4,1462	0,020575	3,760	1,880	4,029	0,022803
Estação	1	1,3974	1,3974	14,837	0,000287	1,98980	1,98980	28,0100	0,000002	87,515	87,515	187,550	0,000000
Floresta*Horizonte	4	0,0390	0,0390	0,414	0,522463	0,09549	0,09549	1,3442	0,250888	3,411	3,411	7,310	0,008910
Floresta*Estação	2	0,2727	0,1364	1,448	0,243142	0,00041	0,00021	0,0029	0,997099	2,413	1,207	2,586	0,083694
Horizonte*Estação	2	0,6105	0,3053	3,241	0,046058	0,36544	0,18272	2,5721	0,084777	2,418	1,209	2,591	0,083333
Floresta*Horizonte*Estação	4	0,0909	0,0909	0,965	0,329777	0,28102	0,28102	3,9559	0,051274	1,355	1,355	2,904	0,093512
Error	90	0,2003	0,1002	1,063	0,351709	0,00146	0,00073	0,0102	0,989806	0,548	0,274	0,587	0,558972
Total	107	5,6510	0,0942			4,26235	0,07104			27,997	0,467		

	Degr. of Freedom	Mn				Cu				Zn			
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Floresta	2	2151,414	2151,414	5099,746	0,000000	711,0428	711,0428	213519,5	0,000000	666,8621	666,8621	16080,40	0,000000
Horizonte	2	16,366	8,183	19,397	0,000000	0,2061	0,1031	30,9	0,000000	0,6960	0,3480	8,39	0,000612
Estação	1	0,411	0,411	0,973	0,327785	1,6719	1,6719	502,1	0,000000	1,4047	1,4047	33,87	0,000000
Floresta*Horizonte	4	0,004	0,004	0,009	0,923479	0,3801	0,3801	114,1	0,000000	0,0984	0,0984	2,37	0,128731
Floresta*Estação	2	0,945	0,472	1,120	0,333089	0,0182	0,0091	2,7	0,073477	0,7215	0,3608	8,70	0,000481
Horizonte*Estação	2	0,518	0,259	0,614	0,544312	0,0425	0,0212	6,4	0,003079	0,0241	0,0121	0,29	0,748807
Floresta*Horizonte*Estação	4	0,602	0,602	1,427	0,236998	0,0021	0,0021	0,6	0,433895	0,1892	0,1892	4,56	0,036789
Error	90	0,195	0,098	0,231	0,794320	0,0013	0,0006	0,2	0,827775	0,0181	0,0090	0,22	0,804751
Total	107	25,312	0,422			0,1998	0,0033			2,4882	0,0415		

	Degr. of Freedom	Na			
		SS	MS	F	p
Floresta	2	4,459870	4,459870	890,1394	0,000000
Horizonte	2	0,199379	0,099690	19,8969	0,000000
Estação	1	0,197586	0,197586	39,4359	0,000000
Floresta*Horizonte	4	0,003945	0,003945	0,7873	0,378465
Floresta*Estação	2	0,010689	0,005345	1,0667	0,350563
Horizonte*Estação	2	0,014162	0,007081	1,4133	0,251334
Floresta*Horizonte*Estação	4	0,000225	0,000225	0,0450	0,832795
Error	90	0,044414	0,022207	4,4323	0,016020
Total	107	0,300618	0,005010		

ANEXO 4 – Análise Estatística dos atributos do solo, parâmetros morfológicos e químicos dos horizontes orgânicos presentes na Floresta Estadual do Palmito

ANEXO 4.1 – Solo Mineral – Atributos Do Solo

	Degr. of Freedom	pH			C			Ca				
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F	p	
Tipologia	2	0,12	0,06	3,34	0,05	6690,18	3345,09	15,77	0,07	0,03	1,16	0,33
Profundidade	1	0,00	0,00	0,02	0,88	388,88	388,88	1,83	0,35	0,35	12,29	0,00
Tipologia*Profundidade	2	0,13	0,07	3,61	0,04	1991,36	995,68	4,69	0,10	0,05	1,78	0,19
Error	30	0,56	0,02			6362,45	212,08		0,85	0,03		
Total	35	0,82				15432,87			1,37			

	Degr. of Freedom	Mg			P			Na				
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F	p	
Tipologia	2	1,35	0,67	10,99	0,00	236,68	118,34	7,82	0,04	0,02	20,39	0,00
Profundidade	1	0,34	0,34	5,60	0,02	213,65	213,65	14,11	0,02	0,02	18,47	0,00
Tipologia*Profundidade	2	0,30	0,15	2,46	0,10	9,85	4,92	0,33	0,00	0,00	1,93	0,16
Error	30	1,84	0,06			454,11	15,14		0,03	0,00		
Total	35	3,84				914,29			0,09			

	Degr. of Freedom	K			AL			H+Al				
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F	p	
Tipologia	2	0,03	0,02	9,70	0,00	2,98	1,49	18,06	30,10	15,05	3,81	0,03
Profundidade	1	0,02	0,02	10,38	0,00	0,38	0,38	4,62	0,53	0,53	0,13	0,72
Tipologia*Profundidade	2	0,00	0,00	0,37	0,70	0,02	0,01	0,09	30,49	15,24	3,86	0,03
Error	30	0,05	0,00			2,47	0,08		118,62	3,95		
Total	35	0,10				5,84			179,73			
Degr. of Freedom		T										
Degr. of Freedom		V										
Tipologia	2	30,79	15,39	4,08	0,03	86,37	43,18	9,59				
Profundidade	1	4,69	4,69	1,25	0,27	58,42	58,42	12,98				
Tipologia*Profundidade	2	22,41	11,21	2,97	0,07	35,04	17,52	3,89				
Error	30	113,06	3,77			135,04	4,50					
Total	35	170,95				314,87						

ANEXO 4.2 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos

	Degr. of Freedom	Fitomassa						Espessura						Densidade					
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p		
Tipologia	2	38,2752	19,1376	28,7733	0,000000	31,2437	15,6219	60,8621	0,000000	12,943	6,471	5,205	0,006265						
Horizonte	2	54,0905	27,0452	40,6624	0,000000	3,9257	1,9628	7,6471	0,000632	94,485	47,242	37,998	0,000000						
Estação	1	1,9368	1,9368	2,9119	0,089493	0,0043	0,0043	0,0168	0,896909	32,302	32,302	25,981	0,000001						
Tipologia*Horizonte	4	34,9491	8,7373	13,1364	0,000000	14,3178	3,5795	13,9454	0,000000	38,645	9,661	7,771	0,000008						
Tipologia*Estação	2	5,1498	2,5749	3,8714	0,022425	3,1432	1,5716	6,1230	0,002629	0,145	0,072	0,058	0,943530						
Horizonte*Estação	2	22,2903	11,1452	16,7567	0,000000	10,9756	5,4878	21,3803	0,000000	43,582	21,791	17,527	0,000000						
Tipologia*Horizonte*Estação	4	6,8349	1,7087	2,5691	0,039286	2,1448	0,5362	2,0890	0,083651	7,301	1,825	1,468	0,213290						
Error	198	131,6932	0,6651			50,8220	0,2567			246,171	1,243								
Total	215	295,2197				116,5772				475,573									

	Degr. of Freedom	Mineral		
		SS	MS	F
Tipologia	842,94	421,47	7,83	0,00
Horizonte	12975,25	6487,63	120,46	0,00
Estação	3342,78	3342,78	62,07	0,00
Tipologia*Horizonte	3778,48	944,62	17,54	0,00
Tipologia*Estação	14,11	7,05	0,13	0,88
Horizonte*Estação	5217,07	2608,53	48,43	0,00
Tipologia*Horizonte*Estação	204,44	51,11	0,95	0,44
Error	10664,01	53,86		
Total	37039,07			

ANEXO 4.3 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos – Perfil

	Degr. of Freedom	Fitomassa						Espessura						Densidade					
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p		
Tipologia	2	26,2508	13,1254	29,592	0,000000	21,2770	10,6385	77,587	0,000000	0,8671	0,4335	1,269	0,287893						
Estação	1	0,0252	0,0252	0,057	0,812333	0,0654	0,0654	0,477	0,492155	1,7121	1,7121	5,011	0,028560						
Tipologia*Estação	2	6,9221	3,4610	7,803	0,000908	2,8201	1,4101	10,284	0,000129	1,4252	0,7126	2,086	0,132335						
Error	66	29,2740	0,4435			9,0497	0,1371			22,5491	0,3417								
Total	71	62,4721				33,2123				26,5534									

ANEXO 4.4 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Morfológicos – Deposição Anual De Serapilheira

	Degr. of				Fitomassa				
	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	p
Floresta	2	40,94	20,47	3,98					0,03
Error	33	169,64	5,14						
Total	35	210,58							

ANEXO 4.5 – Horizonte Orgânico – Parâmetros Químicos

	Degr. of				N				P				K				
	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	p
Floresta	2	504,30	252,15	56,55	0,00	0,44	0,22	41,95	0,00	2,70	1,35	27,32	0,00	2,70	1,35	27,32	0,00
Horizonte	2	356,97	178,48	40,03	0,00	1,81	0,91	171,60	0,00	15,61	7,80	157,81	0,00	15,61	7,80	157,81	0,00
Estação	1	112,80	112,80	25,30	0,00	0,13	0,13	23,73	0,00	0,01	0,01	0,16	0,69	0,01	0,01	0,16	0,69
Floresta*Horizonte	4	160,64	40,16	9,01	0,00	0,66	0,16	31,10	0,00	0,89	0,22	4,50	0,00	0,89	0,22	4,50	0,00
Floresta*Estação	2	322,80	161,40	36,20	0,00	0,22	0,11	20,78	0,00	0,30	0,15	3,05	0,05	0,30	0,15	3,05	0,05
Horizonte*Estação	2	5,49	2,74	0,62	0,54	0,10	0,05	9,36	0,00	0,94	0,47	9,55	0,00	0,94	0,47	9,55	0,00
Floresta*Horizonte*Estação	4	256,87	64,22	14,40	0,00	0,22	0,06	10,41	0,00	0,86	0,21	4,34	0,00	0,86	0,21	4,34	0,00
Error	90	401,29	4,46			0,48	0,01			4,45	0,05			4,45	0,05		
Total	107	2121,16				4,05				25,76				25,76			

	Degr. of				Ca				Mg				Fe				
	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	Freedom	SS	MS	F	p
Floresta	2	7,05	3,52	1,37	0,26	8,19	4,10	13,24	0,00	177273	88637	14	0,00	177273	88637	14	0,00
Horizonte	2	1009,73	504,87	196,78	0,00	103,14	51,57	166,73	0,00	1986513	993257	161	0,00	1986513	993257	161	0,00
Estação	1	1,52	1,52	0,59	0,44	7,65	7,65	24,74	0,00	149981	149981	24	0,00	149981	149981	24	0,00
Floresta*Horizonte	4	60,37	15,09	5,88	0,00	11,55	2,89	9,34	0,00	339656	84914	14	0,00	339656	84914	14	0,00
Floresta*Estação	2	68,33	34,16	13,32	0,00	5,29	2,65	8,56	0,00	135218	67609	11	0,00	135218	67609	11	0,00
Horizonte*Estação	2	19,64	9,82	3,83	0,03	11,47	5,74	18,54	0,00	9884	4942	1	0,45	9884	4942	1	0,45
Floresta*Horizonte*Estação	4	26,17	6,54	2,55	0,04	1,70	0,43	1,38	0,25	415248	103812	17	0,00	415248	103812	17	0,00
Error	90	230,90	2,57			27,84	0,31			555484	6172			555484	6172		
Total	107	1423,72				176,85				3769258				3769258			

	Degr. of Freedom	Mn			Cu			Zn			p
		SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F	
Floresta	2	615957	307978	13,67	562,27	281,13	93,69	799,66	399,83	12,80	0,00
Horizonte	2	2939414	1469707	65,23	439,91	219,95	73,30	1043,96	521,98	16,71	0,00
Estação	1	11711	11711	0,52	33,35	33,35	11,11	2,57	2,57	0,08	0,77
Floresta*Horizonte	4	352996	88249	3,92	15,41	3,85	1,28	425,24	106,31	3,40	0,01
Floresta*Estação	2	985393	492697	21,87	83,17	41,58	13,86	1077,49	538,74	17,24	0,00
Horizonte*Estação	2	86922	43461	1,93	147,56	73,78	24,59	5,19	2,60	0,08	0,92
Floresta*Horizonte*Estação	4	475077	118769	5,27	28,58	7,14	2,38	1120,72	280,18	8,97	0,00
Error	90	2027893	22532		270,07	3,00		2811,86	31,24		
Total	107	7495362			1580,32			7286,69			
Na											
	Degr. of Freedom	Na			SS	MS	F	p			
		SS	MS	F							
Floresta	2	0,52	0,26	1,98	0,14						
Horizonte	2	8,42	4,21	31,84	0,00						
Estação	1	3,44	3,44	26,02	0,00						
Floresta*Horizonte	4	1,39	0,35	2,63	0,04						
Floresta*Estação	2	0,07	0,04	0,27	0,76						
Horizonte*Estação	2	6,04	3,02	22,85	0,00						
Floresta*Horizonte*Estação	4	0,90	0,22	1,70	0,16						
Error	90	11,90	0,13								
Total	107	32,70									