

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**DISPONIBILIDADE DE AGUA E DE NUTRIENTES DO SOLO E
DESENVOLVIMENTO DO EUCALIPTO EM UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS**

CARLOS ROBERTO SOARES SEVERO

PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Maio de 2009

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISPONIBILIDADE DE AGUA E DE NUTRIENTES DO SOLO E
DESENVOLVIMENTO DO EUCALIPTO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA
NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

CARLOS ROBERTO SOARES SEVERO

Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Agronomia da Universidade
Federal de Pelotas, como requisito parcial a
obtenção do título de Doutor em Ciências
(área de conhecimento: Solos).

Orientador: Prof. Dr. Eloy Antonio Pauletto
Co-Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

CARLOS ROBERTO SOARES SEVERO

DISPONIBILIDADE DE AGUA E DE NUTRIENTES DO SOLO E
DESENVOLVIMENTO DO EUCALIPTO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA
NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Agronomia da Universidade
Federal de Pelotas, como requisito parcial a
obtenção do título de Doutor em Ciências
(área de conhecimento: Solos).

Orientador : Prof.Dr. Eloy Antonio Pauletto
Co-orientador: Prof Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

Pelotas, 2009

Banca Examinadora:

Prof.Dr. Eloy Antonio Pauletto

Prof.Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

Prof. Dr. Ruy José Costa da Silveira

Prof. Dra. Claudia Fernanda Almeida Teixeira

Dr. José Alexandre Sambatti

A DEUS, pelo dom da vida e por sempre iluminar meus caminhos.

À minha esposa Rubiane, agradeço pelo apoio, compreensão, incentivo. Aos meus pais, que sempre tiveram uma palavra de carinho e incentivo. A essas pessoas **dedico** esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Eloy Antonio Pauletto, orientador, incentivador e amigo, pela orientação segura e competente;

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto, co-orientador, incentivador e amigo, pela orientação segura e competente;

Em especial aos colegas e amigos Ruy José Costa da Silveira e Noel Gomes da Cunha, pela amizade, incentivo apoio e auxílios prestados, além das várias discussões a campo, que muito me ensinaram;

Ao tio Luiz Gonzaga, que me mostrou o caminho certo a seguir;

A todos os familiares, que sempre tiveram uma palavra de incentivo e apoio;

A UFPel pela oportunidade de realização do curso;

A Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial ao Departamento de Solos, por longos anos de convivência, ensino e amizade;

A VCP Extremo Sul, pelo apoio fundamental para realização deste trabalho, em especial as pessoas de Glodoaldo Arantes e Juliano Zanella.

Aos Professores, Funcionários e estagiários do Departamento de Solos pelo incentivo e colaboração;

Aos colegas da Pós-graduação, pela amizade e convivência;

A Professora Dra. Claudia Teixeira, pela amizade, incentivo e sugestões apresentadas;

Ao Dr. José Alexandre Sambatti pela amizade, incentivo e sugestões apresentadas;

A todos amigos, que sempre mostraram carinho, incentivo e apoio;

Aos colegas e amigos do INCRA-SC, pelo incentivo e apoio.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo da Vinci

RESUMO

SEVERO, Carlos Roberto Soares. **Disponibilidade de água e de nutrientes do solo e desenvolvimento do eucalipto em uma microbacia hidrográfica no município de Pinheiro Machado - RS.** 2009. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O conhecimento da distribuição dos solos permite o planejamento das atividades agrícolas de forma a maximizar a produtividade das culturas e a reduzir a degradação ambiental. Dessa forma, a reserva e a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas se tornam de grande importância, podendo ser avaliadas por meio de análises físicas, químicas e mineralógicas dos solos e da sua interpretação para as condições locais. Este estudo teve por objetivo, fazer um levantamento e mapeamento dos solos em uma microbacia hidrográfica utilizada com a cultura do eucalipto, relacionando suas características físico-hídricas e químicas com o desenvolvimento da cultura. A área de estudo, com 63,53 hectares, está localizada na Fazenda Álamos, pertencente a VCP Florestal, no município de Pinheiro Machado, onde está sendo cultivada a cultura do eucalipto saligna. Para representação das unidades de mapeamento foram caracterizados a campo e coletados 9 perfis de solo, representando as classes dos Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Luvisolos e Neossolos. Em relação aos nutrientes, a classe de solo que apresentou uma maior quantidade de nutrientes disponíveis em $t.ha^{-1}$, na microbacia, foi o Cambissolo, seguido do Luvisolo, do Chernossolo, do Neossolo e dos Argissolos. Em relação aos nutrientes totais, a classe de solo que apresentou uma maior quantidade em $t.ha^{-1}$, na microbacia, foi o Argissolo, seguido do Neossolo, do Luvisolo, do Chernossolo e do Cambissolo. Os solos presentes na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, possuem um total de $1300t.ha^{-1}$ de cátions básicos disponíveis e um total de $15770t.ha^{-1}$ de cátions básicos totais. Quanto à disponibilidade de água, a microbacia da Fazenda Álamos, possui uma capacidade de armazenamento de água em seus solos de $121245m^3$ de água, destes $20778m^3$ disponíveis as plantas. Em relação ao desenvolvimento do eucalipto, os resultados mostram que houve um crescimento diferenciado, conforme a unidade de mapeamento de solos, sendo observado o maior crescimento na classe dos Argissolos.

Palavras-chave: levantamento de solos, disponibilidade de água, disponibilidade de nutrientes, desenvolvimento do eucalipto, microbacia hidrográfica.

ABSTRACT

SEVERO, Carlos Roberto Soares. **Availability of water and nutrients in the soil and the development of eucalyptus in a hydrographic microbasin in the city of Pinheiro Machado – RS.** 2009. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The knowledge of the distribution of the soils allows the planning of agricultural activities in a way to maximize the productivity of cultures and reduce the environmental degradation. That way, the water and nutrient availability to the plants become of great importance and may be evaluated by means of physical, chemical and mineralogical analysis and its interpretation of local conditions. This study had the objective of surveying and mapping the soils of a hydrographic microbasin used in the culture of eucalyptus, relating its physico-hydrical and chemical characteristics with the culture development. The study area has 63,53 hectares and belongs to VPC Florestal, located in the Alamos Farm in the city of Pinheiro Machado, where the culture of eucalyptus saligna is being cultivated. To represent the mapping units were characterized in field and collected 9 soil profiles, representing the classes of Argisols, Cambisols, Chernosols, Luvisols and Neosols. In relation to total nutrients, the class of soil that presented the greater quantity of available nutrients in $t \cdot ha^{-1}$ in the microbasin was the Cambisol, followed by Luvisol, Chernosol, Neosol and Argisol. Relating to total nutrients, the class of soil that showed a greater quantity in t in the microbasin was the Argisol, followed by the Neosol, Luvisol, Chernosol and Cambisol. The soils present in the hydrographic microbasin of the Alamos Farm have a total of 1300 basic available cations and a total of 15770 basic cations. As for the water availability, the Alamos Farm has a storing capacity in its soil of 121245m³ of water, of those 20778m³ available to the plants. Relating to the development of eucalyptus, the results show there was a differentiated growth in different soil mapping units, and the greater growth was showed in the class of Argisol.

Keywords: surveying of soils, water availability, nutrient availability, eucalyptus growth, hydrographic microbasin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da Fazenda Alamos	23
Figura 2	Geologia de parte do Escudo Sul-Rio-grandense, abrangendo a área de estudo	25
Figura 3	Solos de parte do município de Pinheiro Machado	26
Figura 4	Microbacia com distribuição das unidades de mapeamento na Fazenda Alamos	28
Figura 5	Perfil Alamos 6	32
Figura 6	Paisagem Perfil Alamos 6	32
Figura 7	Perfil Alamos 11	35
Figura 8	Paisagem Perfil Alamos 11	35
Figura 9	Perfil Alamos 9	39
Figura 10	Paisagem Perfil Alamos 9	39
Figura 11	Perfil Alamos 8	43
Figura 12	Paisagem Perfil Alamos 8	43
Figura 13	Perfil Alamos 13	47
Figura 14	Paisagem Perfil Alamos 13	47
Figura 15	Perfil Alamos 12	51
Figura 16	Paisagem Perfil Alamos 12	51
Figura 17	Parte da classificação mineralógica das rochas plutônicas .	61
Figura 18	Teores de Ca disponível nos solos presentes na área de estudo	64
Figura 19	Teores de Ca total nos solos presentes na área de estudo	65
Figura 20	Estoque de Ca disponível nos solos presentes na área de estudo	66
Figura 21	Estoque de Ca total nos solos presentes na área de estudo	66

Figura 22	Teores de Mg disponível nos solos presentes na área de estudo	69
Figura 23	Teores de Mg total nos solos presentes na área de estudo	69
Figura 24	Estoque de Mg disponível nos solos presentes na área de estudo	70
Figura 25	Estoque de Mg total nos solos presentes na área de estudo	71
Figura 26	Teores de K disponível nos solos presentes na área de estudo	73
Figura 27	Teores de K total nos solos presentes na área de estudo ..	73
Figura 28	Estoque de K disponível nos solos presentes na área de estudo	74
Figura 29	Estoque de K total nos solos presentes na área de estudo .	75
Figura 30	Teores de Na disponível nos solos presentes na área de estudo	77
Figura 31	Teores de Na total nos solos presentes na área de estudo	78
Figura 32	Composição química dos feldspatos	78
Figura 33	Estoque de Na disponível nos solos presentes na área de estudo	79
Figura 34	Estoque de Na total nos solos presentes na área de estudo	80
Figura 35	Teores de P extraível nos solos presentes na área de estudo	82
Figura 36	Teores de P total nos solos presentes na área de estudo ..	82
Figura 37	Estoque de P extraível nos solos presentes na área de estudo	84
Figura 38	Estoque de P total nos solos presentes na área de estudo .	84
Figura 39	Teores de Carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo	85
Figura 40	Estoque de Carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo	86
Figura 41	Locais de coletas das medidas dendrométricas	109
Figura 42	Correlação geral CAP e altura	110
Figura 43	Relação CAP e altura nos Neossolos	111
Figura 44	Relação CAP e altura nos Argissolos	112
Figura 45	Relação CAP e altura nos Cambissolos	112
Figura 46	Relação CAP e altura nos Luvisolos	113
Figura 47	Relação CAP e altura nos Chernossolos	113

Figura 48	Relação CAP e altura por parcela nos Neossolos	114
Figura 49	Relação CAP e altura por parcela nos Argissolos	115
Figura 50	Relação CAP e altura por parcela nos Cambissolos	116
Figura 51	Relação CAP e altura por parcela nos Luvisolos	117
Figura 52	Relação CAP e altura por parcela nos Chernossolos	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Florestas plantadas no mundo	20
Tabela 2	Florestas plantadas com pinus e eucalipto no Brasil – 2005 e 2007	21
Tabela 3	Áreas e solos componentes das unidades de mapeamento na microbacia da Fazenda Álamos	28
Tabela 4	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 6	31
Tabela 5	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 11	34
Tabela 6	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 9	38
Tabela 7	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 8	42
Tabela 8	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 13	46
Tabela 9	Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 12	50
Tabela 10	Teores de Ca disponível e total nos solos presentes na área de estudo	63
Tabela 11	Estoque de Ca nos solos presentes na área de estudo	65
Tabela 12	Teores de Mg disponível e total nos solos presentes na área de estudo	68
Tabela 13	Estoque de Mg nos solos presentes na área de estudo	70
Tabela 14	Teores de K disponível e total nos solos presentes na área de estudo	72
Tabela 15	Estoque de K nos solos presentes na área de estudo	74
Tabela 16	Teores de Na disponível e total nos solos presentes na área de estudo	76
Tabela 17	Estoque de Na nos solos presentes na área de estudo	79
Tabela 18	Teores de P extraível e total nos solos presentes na área de estudo	81
Tabela 19	Estoque de P nos solos presentes na área de estudo	83
Tabela 20	Estoque de carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo	85

Tabela 21	Estoques de C, P e K nos solos presentes na área de estudo	87
Tabela 22	Estoques de Ca, Mg e Na nos solos presentes na área de estudo	89
Tabela 23	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade PAa	98
Tabela 24	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade PAa	98
Tabela 25	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade MTo	99
Tabela 26	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade CXve	100
Tabela 27	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade RRe	101
Tabela 28	Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade TXo	102
Tabela 29	Dados médios de CAP e altura coletados a campo e alturas estimadas, na microbacia da Fazenda Álamos	118

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A	DESCRIÇÕES MORFOLÓGICAS DOS PERFIS NA MICROBÁCIA HIDROGRÁFICA DA FAZENDA ÁLAMOS – PINHEIRO MACHADO – RS	127
Apêndice B	TABELAS DE INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS CONFORME CQFS	136
Apêndice C	DADOS DE POTENCIAL MATRICIAL PARA OS DIFERENTES HORIZONTES E SOLOS PRESENTES NA MICROBÁCIA HIDROGRÁFICA DA FAZENDA ÁLAMOS	137

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE APÊNDICES	14
SUMÁRIO	15
1. INTRODUÇÃO GERAL	17
2. OBJETIVO GERAL	22
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. CAPÍTULO 1. LEVANTAMENTO DE SOLOS EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO – RS	23
4.1. Introdução	23
4.2. Material e métodos	26
4.3. Resultados e discussão	27
4.3.1. Unidades de mapeamento	27
4.3.2. Descrição das unidades de mapeamento e principais características dos solos presentes na Microbacia Hidrográfica	29
4.4. Conclusões	52

5. CAPÍTULO 2. DISPONIBILIDADE E ESTOQUE DE NUTRIENTES EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, SOB CULTIVO DO EUCALIPTO, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO – RS	54
5.1. Introdução	54
5.2. Material e métodos	61
5.3. Resultados e discussão	62
5.4. Conclusões	90
6. CAPITULO 3. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO, EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO – RS	91
6.1. Introdução	91
6.2. Material e métodos	96
6.3. Resultados e discussão	97
6.4. Conclusões	102
7. CAPITULO 4. CLASSES DE SOLOS E DESENVOLVIMENTO FLORESTAL EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICIPIO DE PINHEIRO MACHADO – RS	103
7.1. Introdução	103
7.2. Material e métodos	108
7.3. Resultados e discussão	110
7.4. Conclusões	119
8. CONCLUSÕES FINAIS	120
9. REFERÊNCIAS	121

1. INTRODUÇÃO GERAL

Segundo o Soil Taxonomy (1998) “Solo é um corpo natural compreendido por sólidos (minerais e matéria orgânica), líquido e gases que ocorre na superfície terrestre, ocupa espaço, e é caracterizado por um ou mais dos seguintes: horizontes, ou camadas, que se distinguem do material de origem como o resultado de adições, perdas, transferências e transformações de energia e matéria *ou* a habilidade de suportar plantas superiores (com raízes) no ambiente natural”. Sob um ponto de vista ambiental, o solo deve ser visto como uma porção dinâmica integrante do meio ambiente, onde serve de meio para o crescimento das plantas, como habitat para os organismos do solo, como meio para suprimento e purificação de água, como sistema de reciclagem de nutrientes e resíduos orgânicos e como meio para obras de engenharia (BRADY, WEIL, 1999).

Os levantamentos de solos constituem um inventário das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas dos solos, bem como apresentam a classificação taxonômica e interpretativa e a distribuição geográfica dos mesmos na área abrangida pelo estudo. A distribuição geográfica dos solos é representada em mapas, enquanto as demais informações são descritas nos relatórios dos levantamentos. O conhecimento da distribuição dos solos permite o planejamento das atividades agrícolas de forma a maximizar a produtividade das culturas e a reduzir a degradação ambiental.

Para cada tipo de solo deve existir um uso da terra economicamente (e ambientalmente) ótimo, sendo que esta maior lucratividade ambientalmente correta pode ser alcançada se cada unidade de mapeamento puder ser usada com esta condição. Para alcançar-se isto, requer-se, primeiramente, a disponibilidade de um

mapa de solos adequado e, segundo, o conhecimento do melhor uso e manejo para cada unidade de mapeamento.

O conhecimento das características edáficas tem fundamental importância para se obter uma boa produtividade. Dessa forma, a reserva e a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas se tornam de grande importância, podendo ser avaliadas por meio de análises físicas, químicas e mineralógicas dos solos e da sua interpretação para as condições locais.

O potencial para a liberação de nutrientes é proporcional à quantidade e a qualidade de minerais fontes de nutrientes e à capacidade das plantas em reduzir a concentração destes nutrientes na solução do solo, provocando sua liberação dos minerais, o que ocorre, principalmente, na rizosfera (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). O estudo da reserva e liberação de nutrientes no solo é de importância fundamental, principalmente para cultivos de ciclo longo, como o eucalipto.

O solo é o armazenador e fornecedor de água e nutrientes às plantas. Por fenômenos de adsorção e capilaridade, ele retém, entre uma chuva e outra, a umidade passível de ser utilizada pelas plantas.

As concentrações de matéria orgânica e nutrientes nos horizontes de solo mais próximos da camada de resíduos orgânicos, geralmente são bem mais elevadas do que aquelas observadas nos horizontes subsuperficiais e, proporcionalmente, bem mais elevadas nos sistemas com uso mais conservacionistas, como por exemplo o cultivo mínimo, em comparação aos sistemas de cultivo intensivo do solo. Com maior teor de matéria orgânica, as camadas superficiais de solo dispõem de uma maior capacidade de troca de cátions (CTC), constituindo-se, portanto, num meio adsorvente mais poderoso, reduzindo as perdas de nutrientes por lixiviação.

Dependendo do conteúdo de água no solo, as plantas terão maior ou menor facilidade em extrair água e, portanto, de atender às suas necessidades. À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorver água. Isso porque vai aumentando a força de retenção, enquanto diminui a disponibilidade hídrica no solo. Por isso, nem toda água que o solo consegue armazenar está disponível às plantas.

O conhecimento do movimento da água no perfil de um solo é de fundamental importância para a resolução de problemas envolvendo irrigação, drenagem, armazenamento e transporte de água e nutrientes, bem como o escoamento superficial e o controle da infiltração. O solo funciona como o

reservatório de onde a planta obtém, através de seu sistema radicular, a água e também os nutrientes para o seu crescimento e desenvolvimento (REICHARDT, 1990).

Atributos do solo como textura, estrutura, teor de matéria orgânica e tipo de argilomineral são importantes para caracterizar o armazenamento e movimento da água no solo. Portanto, variações ou modificações nesses atributos poderão acarretar diferenças na quantidade de água armazenada e disponível às plantas, especialmente na estrutura, já que a textura não é alterada. O uso e o manejo podem implicar em alterações significativas na estrutura e no teor de matéria orgânica, influenciando na água retida a baixas tensões.

Para a compreensão do comportamento da água no solo, torna-se necessário sua definição em termos de potencial de água, que é o trabalho que deve ser realizado por unidade de massa, volume ou peso de água pura, para transportar, reversível e isotermicamente, uma quantidade infinitesimal de água desde um reservatório de água pura num nível determinado e à pressão atmosférica (estado de referência) para um ponto considerado dentro do sistema solo-planta-atmosfera (SOUZA, 1989).

Embora os eucaliptos sejam árvores de grande adaptabilidade a diferentes condições ecológicas, são evidentes as influências do meio sobre seu desenvolvimento. A qualidade do sítio influi não só sobre o crescimento como também sobre a sanidade e sobrevivência das árvores. Assim, as plantas de um sítio qualquer devem encontrar condições para o seu desenvolvimento, principalmente nos primeiros anos que são os mais críticos e decisivos para o bom crescimento das mesmas.

As comunidades vegetais e os solos desenvolvem-se conjuntamente, mantendo constantemente intercâmbio recíproco, por isso existem entre ambos relações estreitas. Ao se introduzir uma cultura nesse sistema, portanto, as novas espécies irão sofrer essa influência. Dessa forma, se justifica a afirmação de Barros e Novais (1990), de que é necessário estabelecer uma relação entre as espécies e ou procedências de eucalipto com as características edafambientais. As variações nos parâmetros dendrométricos com a posição da encosta e o tipo de solo podem evidenciar a influência dos atributos edáficos na produtividade dos povoamentos de eucalipto.

No Brasil, nos últimos anos, o setor florestal vem ganhando destaque no cenário econômico, representado pela indústria de papel e celulose, produção de carvão vegetal e de madeira. A madeira utilizada no setor florestal é oriunda, principalmente, do plantio com as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (SILVEIRA et al., 2001). A vasta utilização e a expansão do plantio de eucalipto no Brasil se deve a sua grande capacidade de adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas brasileiras, em comparação às demais espécies (ALFENAS et al., 2004).

De acordo com a ABRAF (2006), atualmente o Brasil possui a melhor tecnologia de implantação, condução e exploração de florestas de eucalipto, havendo a expectativa de que o setor contribua para potencializar a balança comercial brasileira, com aumento das exportações de produtos de base florestal, ou que deles se utilizam, como o ferro-gusa, diminuindo as importações de produtos que podem ser substituídos pela madeira, principalmente os energéticos.

O Brasil possui uma das maiores áreas de florestas plantadas no mundo, sobretudo, as de eucalipto. Segundo a ABRAF (2006), citando dados da FAO, o país com maior área plantada é a China, enquanto que o Japão possui a maior ocupação territorial com florestas (tab. 1).

Tabela 1 – Florestas plantadas no mundo

País	Superfície Terrestre (1000 ha)	Florestas plantadas	
		(1000 ha)	% da superfície
Japão	37.652	10.682	28,37
Índia	297.319	32.578	10,96
Tailândia	51.089	4.920	9,63
Portugal	9.150	834	9,11
Reino Unido	24.160	1.928	7,98
Nova Zelândia	26.799	1.542	5,75
China	932.743	45.083	4,83
Espanha	49.945	1.904	3,81
Chile	74.881	2.017	2,69
Estados Unidos	915.895	16.238	1,77
Rússia	1.688.851	17.340	1,03
Brasil	845.651	5.608	0,66

Fonte: ABRAF (2006)

No Brasil, os estados que possuem maior plantio de essências florestais são São Paulo, Bahia, Paraná, Minas Gerais, enquanto que a maior porcentagem de

área territorial coberta por florestas está nos estados do Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (ABRAF, 2006).

Segundo ABRAF (2007), os cinco principais estados produtores de Pinus são o PR com 38,80%, SC com 30,31%, RS com 10,09%, MG com 7,98% e SP com 7,92% de um total de 1.808.336 ha. Já a produção de Eucalipto está mais concentrada nos estados de MG com 29,48%, SP com 21,68%, BA com 14,66%, RS com 5,92% e ES com 5,57% de um total de 3.751.867 ha plantados (tab. 2).

As áreas de florestas plantadas com eucalipto e pinus no Brasil totalizaram, em 2007, 5.560.203 hectares. De 2005 a 2007, constata-se um incremento na área plantada de 318.428 hectares, com decréscimo de 1,4% em pinus e 10,1% de acréscimo no eucalipto (tab. 2).

Tabela 2 - Florestas plantadas com Pinus e Eucalipto no Brasil – 2005 e 2007

Estado	Pinus		Eucalipto		Total	
	2005	2007	2005	2007	2005	2007
MG	153.000	144.248	1.063.744	1.105.961	1.216.744	1.250.209
SP	148.020	143.148	798.522	813.372	946.542	956.521
PR	677.772	701.578	114.996	123.070	792.768	824.648
SC	527.079	548.037	61.166	74.008	588.245	622.045
BA	54.746	41.221	527.386	550.127	582.132	591.348
RS	185.080	182.378	179.690	222.245	364.770	404.623
MS	38.909	20.697	113.432	207.687	152.341	222.384
ES	4.898	4.097	204.035	208.819	208.933	212.912
PA	149	101	106.033	126.286	106.182	126.387
MA	0	0	60.745	106.802	60.745	106.802
AP	27.841	9.000	60.087	58.874	87.928	67.874
GO	13.330	13.828	47.542	51.279	60.872	65.107
MT	43	7	42.417	57.151	42.460	57.158
Outros	3.703	0	27.409	46.186	31.112	46.186
Total	1.834.570	1.808.336	3.407.204	3.751.867	5.241.774	5.560.203

Fonte: ABRAF (2007)

Os levantamentos de solos, que nos últimos anos têm recebido maiores ênfases, constituem as mais detalhadas estratificações do ambiente (RESENDE e REZENDE, 1983; RESENDE; LANI e REZENDE, 2002). É, por exemplo, a única estratificação que contempla os nutrientes que interessam às plantas; e de horizontes ou camadas subsuperficiais que dificultam ou facilitam o desenvolvimento das mesmas. Os levantamentos pedológicos semidetalhados e ou detalhados começam a serem utilizados para correlacionar classes de solos com crescimento

de espécies florestais, sendo que até o presente momento, poucos trabalhos são conhecidos no país sobre o tema.

Ainda, a qualidade do solo é o vínculo mais importante entre o sistema de produção e a sustentabilidade das atividades agrícola e florestal. Ela deve ser considerada como composta de suas propriedades físicas, físico-hídricas, químicas e biológicas (GONÇALVES et al., 1990).

2. OBJETIVO GERAL

Estudar o solo em uma microbacia hidrográfica utilizada com a cultura do eucalipto, relacionando suas características físico-hídricas e químicas com o desenvolvimento da cultura.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Identificar as diferentes unidades de mapeamento em uma microbacia hidrográfica;
- ii. Quantificar os nutrientes disponíveis e totais, nas diferentes unidades de mapeamento da microbacia hidrográfica;
- iii. Quantificar a Capacidade de Armazenamento de Água e a Água Disponível, nas diferentes unidades de mapeamento da microbacia hidrográfica;
- iv. Relacionar o crescimento vegetal da cultura do eucalipto, com as características físicas e químicas apresentadas pelas diferentes unidades de mapeamento da microbacia hidrográfica.

4. CAPÍTULO 1

LEVANTAMENTO DE SOLOS EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

4.1. Introdução

A Fazenda Álamos está localizada no município de Pinheiro Machado/RS, distante a aproximadamente 3,7km da BR 293, tendo por acesso, uma estrada secundária, próxima ao município, conforme mostra a figura abaixo.

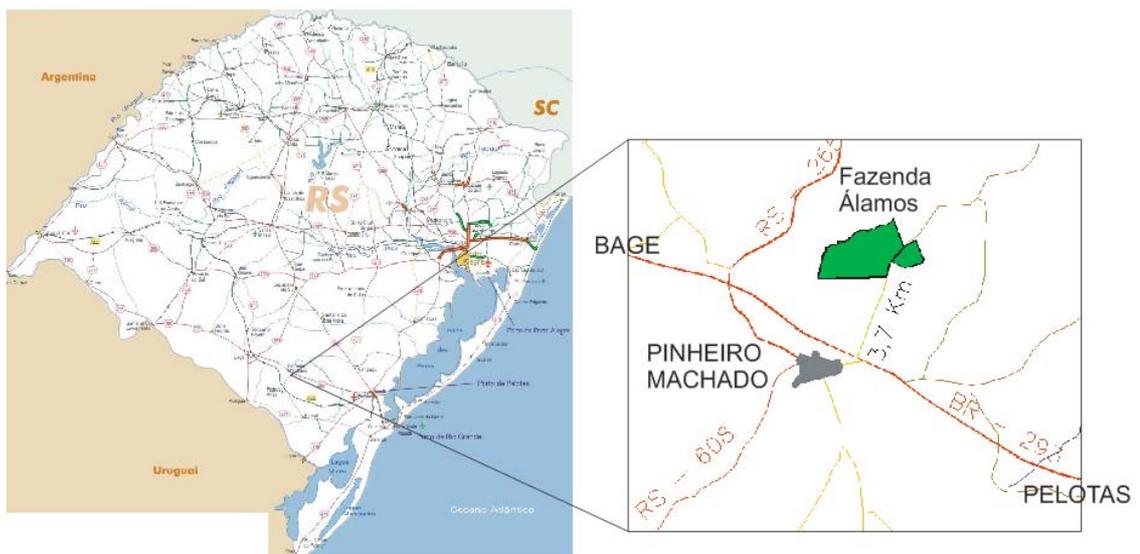


Figura 1. Localização da Fazenda Álamos

A Fazenda Álamos possui uma área total de 366,89 hectares. Dentro da área da Fazenda, há uma microbacia hidrográfica, com área de 63,53 hectares, na qual foi desenvolvido o estudo.

O clima da região é temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico úmido, apresenta temperaturas com uma grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos. A precipitação média anual na região é de 1520mm, com precipitação média mensal de 126,7mm, com um predomínio de maiores precipitações nos meses de inverno e menores precipitações no verão. Segundo IBGE (2004), a vegetação típica da região é a savana, caracterizada pela presença de uma vegetação campestre em que predominam as gramíneas, com ocorrência de espécies lenhosas decíduas espinhosas.

Em relação à geologia, a área de estudo está incluída no Escudo Sul-Rio-grandense, localizado na parte centro-sul do estado, o qual apresenta as rochas mais antigas, com idades que vão desde o cambriano até provavelmente o arqueano, distribuídas em relevos ondulados a forte ondulados desde aproximadamente 100m até 400m de altitude, representando o embasamento cristalino. Compreende uma área geologicamente muito complexa: várias suítes de rochas ígneas plutônicas, de composição principalmente granítica, algumas intimamente associadas a rochas metamórficas de alto grau como gnaisses (terrenos granito-gnáissicos), e algumas faixas de rochas metamórficas diversas (xistos, filitos, quartzitos, mármore, anfíbolitos, gnaisses, etc), recobertas por seqüências de rochas sedimentares (conglomerados, arenitos e siltitos) e vulcânicas (riolitos, andesitos e tufos vulcânicos) do final do Paleozóico (Fig. 2).

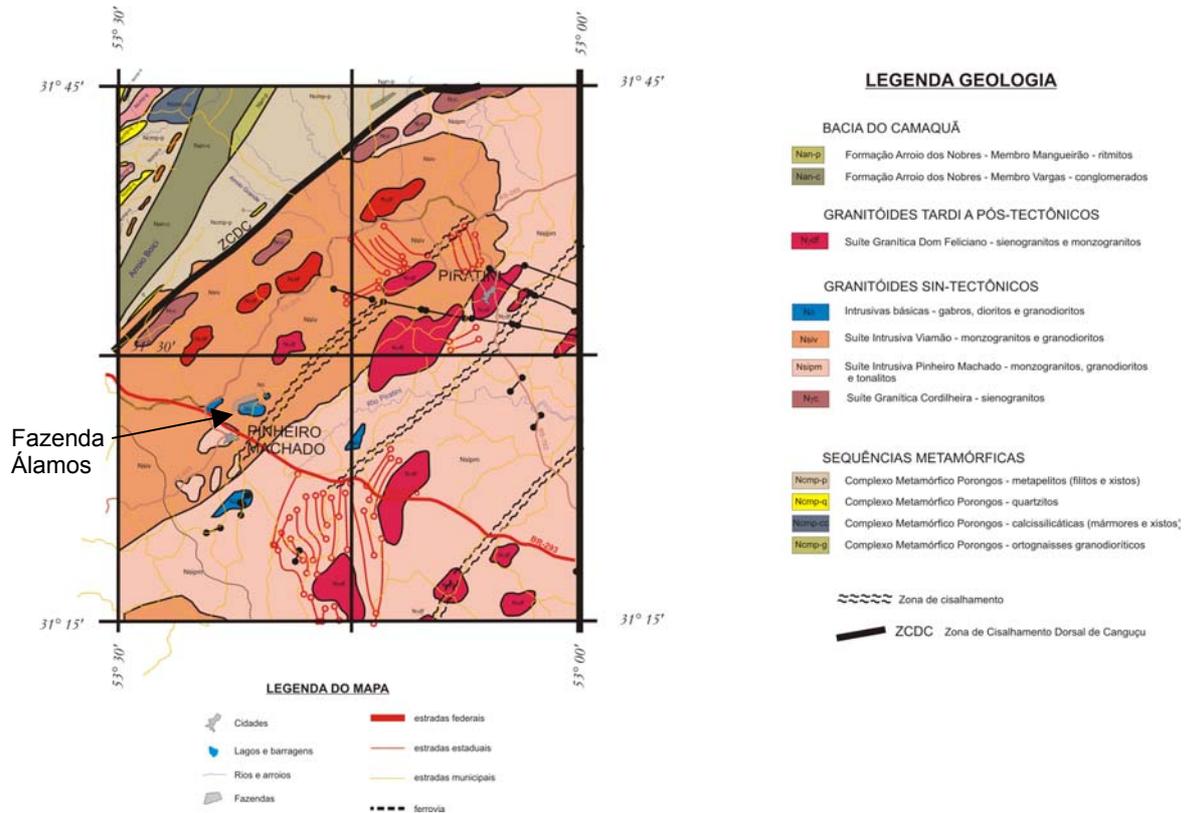
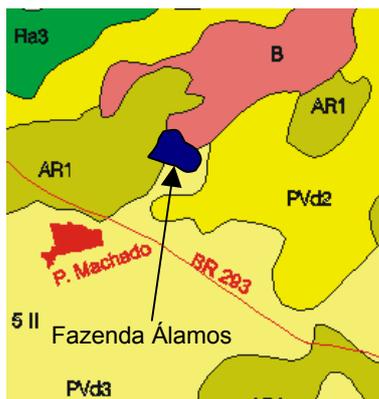


Figura 2. Geologia de parte do Escudo Sul-Rio-grandense, abrangendo a área de estudo (adaptado de Ramgrab e Wildner, 1999 e Phillip, 1998).

De acordo com o Levantamento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul (STRECK et al., 2008) as principais classes de solos presentes na região onde se localiza a área de estudo são Argissolos, Neossolos (Regolíticos e Litólicos) e Luvisolos. Por outro lado, Cunha et al (1998), no Estudo de Solos do Município de Pinheiro Machado, apresenta a distribuição das unidades de mapeamento dos solos (Fig. 3), onde é mostrada, além da ocorrência dos solos citados anteriormente, também a ocorrência de Chernossolos (antigos Brunizens).



Legenda:

B – Brunizem Avermelhado, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, vegetação campestre, fase iluvial; Brunizem Avermelhado, textura argilosa, rel. ondulado, vegetação campestre/arbustiva e Podzólico Bruno-Acinzentado distrófico, Ta, A proeminente, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, vegetação campestre.

AR1 – Afloramentos Rochosos; Regossolo distrófico e eutrófico e Podzólico Bruno-Acinzentado eutrófico e distrófico, Ta, A proeminente, textura média/argilosa, relevo ondulado, vegetação campo/mata, fase rasa.

PVd3 – Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto distrófico, Tb, A moderado, rel. ondulado, vegetação campestre/mata, fase rasa; Podzólico Bruno-Acinzentado distrófico, Ta, A proeminente, textura média/argilosa, rel. ondulado, vegetação campestre/arbustiva, fase rasa; Regossolo e Litossolo Indiscriminado e Afloramentos Rochosos.

Fig 3. Solos de parte do Município de Pinheiro Machado (adaptado de Cunha et al., (1998)

Este trabalho teve como objetivo identificar as diferentes unidades de mapeamento na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos.

4.2. Material e Métodos

A área de estudo está localizada em uma área da Fazenda Álamos, mais especificamente na microbacia que drena para a sanga da Inocência. Nela há um vertedouro instalado, onde são feitas medições de vazão de deflúvios e análises sobre a qualidade da água, que estão entre os objetivos de um convênio firmado entre CEFET e VCP Florestal.

Para o levantamento pedológico da área da microbacia hidrográfica foi realizado um levantamento prévio com fotointerpretação, com a finalidade da identificação de objetos e da dedução do seu significado; com fotos coloridas na escala de 1:25.000 de julho de 2004 (Faixa 31 – Fotos 048 e 049) e um mapa planialtimétrico da área em escala 1:10000, com o objetivo de realizar a identificação prévia das diversas unidades de solos, verificação das condições fisiográficas naturais e concepção inicial de distribuição dos solos na paisagem e correlações preliminares.

Após a verificação a campo foram caracterizados a campo e coletados nove perfis de solo para a representação das unidades de mapeamento, desses nove perfis, seis estão na área da microbacia, os outros três (Apêndice A), serviram como apoio para melhor delimitação das unidades de mapeamento. A descrição morfológica de cada perfil seguiu a metodologia utilizada pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (LEMOS e SANTOS, 2002). A descrição das cores foi realizada com base na tabela de MUNSELL (1994). Após a descrição do solo foram coletadas amostras dos diferentes horizontes para as análises físicas e químicas.

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar, destorroadas e separadas em peneira de 2mm de diâmetro. As determinações físicas e químicas seguiram a metodologia proposta pelo Manual de Análises de Laboratório (EMBRAPA, 1997).

Os solos foram classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

4.3. Resultados e Discussão

Após os resultados analíticos e sua interpretação, foi estabelecida a legenda final, definindo as unidades de mapeamento e suas respectivas unidades taxonômicas.

4.3.1. Unidades de Mapeamento

Foram determinadas cinco unidades de mapeamento, sendo duas unidades simples e três associações, conforme tab. 3 e Fig. 4.

Tabela 3. Áreas e solos componentes das unidades de mapeamento na microbacia da Fazenda Álamos.

Unidades de mapeamento	Solos	Área	
		ha	%
CXve	Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A moderado textura média/argilosa relevo ondulado	11,36	17,88
MTo	Associação Chernossolo Argilúvico Órtico típico, textura média cascalhenta/argilosa relevo forte ondulado + Chernossolo Argilúvico Órtico típico, textura média a argilosa/argilosa a muito argilosa relevo suave ondulado	3,33	5,24
PAa	Associação Argissolo Amarelo Alítico típico, A moderado textura média/argilosa cascalhenta relevo ondulado + Argissolo Amarelo Alítico típico, A proeminente textura média/argilosa relevo ondulado	32,36	50,94
RRe	Neossolo Regolítico Eutrófico léptico A moderado textura média relevo ondulado.	7,89	12,42
TXo	Associação Luvisolo Háplico Órtico típico, A moderado textura argilosa cascalhenta relevo ondulado + Luvisolo Háplico Órtico típico, A húmico textura média/argilosa relevo suave ondulado.	8,59	13,52
Total		63,53	100,00

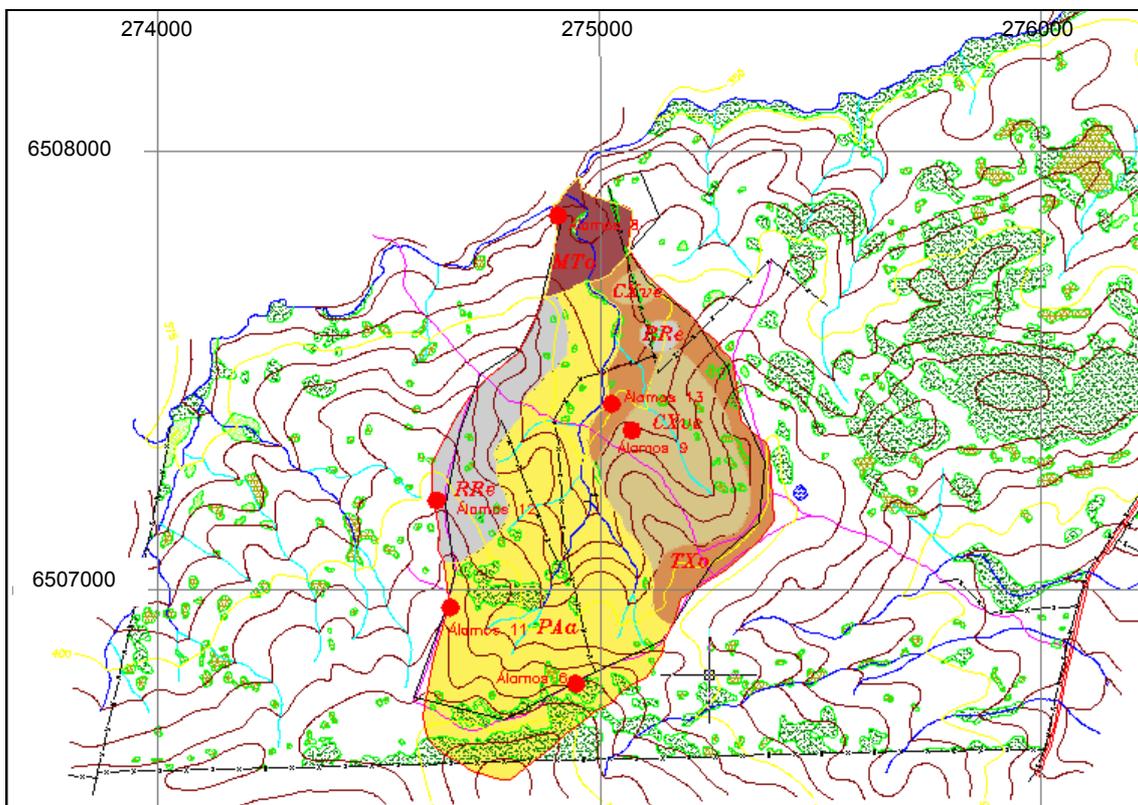


Figura 4. Microbacia com distribuição das unidades de mapeamento na Fazenda Álamos.

4.3.2 Descrição das unidades de mapeamento e principais características dos solos presentes na Microbacia Hidrográfica

A caracterização morfológica e as análises físicas e químicas dos perfis caracterizados na área da Fazenda Álamos, que serviram de apoio, para a delimitação das unidades de mapeamento, encontram-se no apêndice A.

A unidade PAa, composta por uma associação de Argissolo Amarelo Alítico típico, A moderado textura média/argilosa cascalhenta relevo ondulado + Argissolo Amarelo Alítico típico, A proeminente textura média/argilosa relevo ondulado, ocupam uma área de 32,36 hectares, correspondendo a 50,94% da microbacia.

Apresentam estrutura em blocos subangulares que se desfazem em granular nos horizontes superficiais e estrutura em blocos angulares nos horizontes subsuperficiais, com presença de cerosidade. Ambos se caracterizam pelo incremento de argila, correspondendo à formação de um horizonte Bt, com um conseqüente aumento da microporosidade, bem como um aumento da densidade nas camadas subsuperficiais e pela presença de cascalhos em todos os horizontes, no perfil Alamos 11 (tabelas 4 e 5). Dentro desta unidade de mapeamento, 62,7% do relevo é ondulado, 32,9% é suave ondulado, 4,2% é plano e 0,2% é forte ondulado.

Em relação à parte química o pH varia de fortemente ácido a moderadamente ácido, teores médios de Ca, médios a altos de Mg, baixos a altos teores de K e altos teores de Al, alta atividade de argila e baixa saturação por bases e teores muito baixos de P. As tabelas utilizadas para a classificação química dos perfis estão no apêndice B (CFQS, 2004).

Perfil: Álamos 6

Data: 05/09/06

Classificação: Argissolo Amarelo Alítico típico, A proeminente textura média/argilosa relevo ondulado.

Localização: 274946 - 6506785

Altitude: 418 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: corte em barranco de estrada com 15% de declividade sob cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos – Suíte Intrusiva Viamão.

Material originário: Monzogranitos e granodioritos.

Rochosidade: moderada

Pedregosidade: moderada

Relevo regional: ondulado

Relevo local: ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo - gramíneas

Uso atual: plantio de eucalipto

Características morfológicas:

- A₁ 0 – 12 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco arenoso; fraca pequenos a médios blocos subangulares que se desfazem em granular; macia, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A₂ 12 – 31 cm; preto (10YR 2/1, úmido), cinzento muito escuro (10YR 3/1, seco); franco; fraca a moderada pequenos a médios blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- AB 31 – 41 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2, seco); franco; moderada pequenos a médios blocos subangulares e angulares; dura, firme, ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 41 – 57 cm; bruno-amarelado escuro (10YR 3/4, úmido e seco); argila; moderada pequenos a médios blocos angulares; cerosidade comum e moderada; dura, firme, plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.
- C/R 57 – 70 cm; coloração variegada composta por bruno amarelado (10YR 5/6, úmido), amarelo (10YR 7/6, seco), vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco), bruno-amarelado escuro (10YR 3/4, úmido e seco); franco siltosa; maciço; dura, muito firme, não plástico e não pegajoso.

OBS: No horizonte C/R há presença de línguas de material suprajacente.

Tabela 4. Análises Físicas e químicas do perfil Álamos 6.

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A ₁	0 – 12	0,00	0,89	99,11	41,18	11,24	6,60	15,49	25,50	13,50	47,06	0,61
A ₂	12 – 31	0,00	3,51	99,49	36,35	9,38	5,68	14,35	34,25	1,00	97,08	0,42
AB	31 – 41	0,00	5,57	94,43	28,09	6,19	4,71	13,01	48,00	3,50	92,71	0,27
Bt	41 – 57	0,00	4,75	95,25	17,88	4,71	3,68	13,24	60,50	8,00	86,78	0,22
C/R	57 – 70	0,00	0,43	99,57	35,79	11,13	8,78	21,31	23,00	3,00	86,96	0,93

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A ₁	5,20	4,00	2,88	0,92	0,21	0,07	4,08	1,59	8,33	14,01
A ₂	5,26	4,02	2,47	0,77	0,11	0,09	3,43	2,66	10,25	16,34
AB	5,45	4,03	2,83	0,94	0,09	0,14	3,99	3,91	10,18	18,09
Bt	5,59	4,02	3,80	1,36	0,07	0,24	5,47	4,11	9,24	18,81
C/R	5,69	4,14	2,51	0,95	0,05	0,20	3,70	2,75	5,18	11,63

Horizonte	C org. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A ₁	1,65	54,94	29,14	28,08	1,3	1,39	17,59	36,25
A ₂	1,72	47,71	21,00	43,63	0,9	1,63	7,87	37,35
AB	1,28	37,68	22,08	49,49	0,7	1,50	10,39	38,20
Bt	0,96	31,09	29,06	42,90	1,4	1,50	5,49	47,39
C/R	0,32	50,58	31,79	42,68	0,8	1,50	5,49	47,39



Figura 5 – Perfil Álamos 6



Figura 6 – Paisagem Perfil Álamos 6

Perfil: Álamos 11

Data: 17/01/07

Classificação: Argissolo Amarelo Alítico típico A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado.

Localização: 274661 - 6506959

Altitude: 413 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: trincheira em terço superior, com 4% de declividade sob cobertura de gramíneas e eucalipto.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos – Suíte Intrusiva Viamão.

Material originário: Monzogranitos e granodioritos.

Rochosidade: moderadamente rochoso

Pedregosidade: moderadamente pedregoso

Relevo regional: ondulado

Relevo local: suave ondulado a ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A₁ 0 – 10 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), cinzento (10YR 5/1, seco); franco argilo arenoso com cascalho; fraca pequenos blocos subangulares e granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A₂ 10 – 19 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), cinzento (10YR 5/1, seco); franco argilo arenoso cascalhento; fraca pequenos e médios blocos subangulares; ligeiramente duro a duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- AB 19 – 26 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); franco argilo arenoso cascalhento; fraca a moderada médios blocos subangulares e angulares; ligeiramente duro, friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- BA 26 – 36 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2, seco) com presença de mosqueados comuns e pequenos branco (10YR 8/2, úmido e seco) e amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido e seco); argila cascalhento; moderada médios blocos angulares e subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 36 – 48 cm; bruno (10YR 4/3, úmido), bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, seco) com presença de mosqueados comuns e pequenos branco (10YR 8/2, úmido e seco) e amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido e seco); argila a muito argiloso cascalhento; moderada médios blocos angulares; dura, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- BC/C 48 – 70 cm; bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, úmido), bruno (10YR 5/3, seco), com presença de mosqueados comuns e pequenos branco (10YR 8/2, úmido e 10YR 8/1, seco) e amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido e seco); argilo cascalhento; maciço; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Tabela 5. Análises Físicas e químicas do perfil Álamos 11.

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de flocculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A ₁	0 – 10	0,00	11,45	88,55	45,59	7,20	4,14	19,08	24,00	6,50	72,92	0,79
A ₂	10 – 19	0,00	15,97	84,03	49,23	6,59	3,74	13,95	26,50	6,50	75,47	0,53
AB	19 – 26	0,00	20,41	79,59	47,05	6,81	3,41	13,73	29,00	6,50	77,59	0,47
BA	26 – 36	0,00	29,05	79,95	36,99	5,66	3,56	14,79	39,00	6,50	83,33	0,38
Bt	36 – 48	0,00	16,85	83,15	27,74	3,90	3,13	12,49	52,75	9,00	82,94	0,24
BC/C	48 – 70	0,00	15,10	84,90	29,75	4,40	3,03	15,08	47,75	9,00	81,15	0,32

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A ₁	5,15	4,02	3,73	1,38	0,35	0,05	5,51	1,11	9,22	15,85
A ₂	5,13	3,92	2,70	1,08	0,34	0,06	4,17	1,76	7,83	13,76
AB	5,07	3,87	2,52	1,06	0,26	0,08	3,92	2,69	8,91	15,52
BA	5,04	3,86	3,26	1,42	0,28	0,11	5,07	4,27	12,14	21,47
Bt	5,04	3,82	3,41	1,62	0,17	0,13	5,33	6,26	13,12	24,71
BC/C	5,11	3,84	3,03	1,59	0,11	0,13	4,87	6,17	10,78	21,82

Horizonte	C. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A ₁	2,17	66,03	34,80	16,80	3,0	1,41	16,65	37,12
A ₂	1,48	51,93	30,32	29,70	1,9	1,49	16,71	32,84
AB	1,45	53,52	25,29	40,67	1,6	1,54	13,04	30,74
BA	1,54	55,06	23,59	45,72	1,9	1,67	13,32	32,36
Bt	1,27	46,84	21,58	54,00	1,7	1,49	7,22	38,98
BC/C	0,77	45,69	22,30	55,91	1,8	1,54	5,93	40,82



Figura 7 –Perfil Álamos 11



Figura 8 – Paisagem Perfil Álamos 11

A unidade CXve, composta pelo Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A moderado textura média/argilosa relevo ondulado, ocupa uma área de 11,36 hectares, correspondendo a 17,88% da área da microbacia.

Este solo apresenta predomínio de argila na fração fina do solo, nos horizontes A e Bi, e predomínio de silte no horizonte BC. A microporosidade predomina em todos os horizontes. Em relação à densidade do solo, este solo não apresentou aumento com a profundidade (tab 6). Dentro desta unidade de mapeamento, 78,4% do relevo é ondulado, 20,4% é suave ondulado e 1,2% é plano.

Em termos químicos, o solo apresenta acidez moderada, teor muito baixo de fósforo, teores altos de Ca e Mg com predomínio do Ca, teores baixos de K (tab 6), teor alto de Al no horizonte A e médio nos horizontes Bi e BC, e teores baixos da porcentagem de Al (CFQS, 2004).

Perfil: Álamos 9

Data: 09/09/06

Classificação: Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, A moderado textura média/argilosa relevo ondulado.

Localização: 275072 - 6507364

Altitude: 386 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: trincheira em terço inferior com 10% de declividade sob cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos – Intrusivas básicas.

Material originário: Gabros, dioritos e granodioritos.

Rochosidade: ligeira

Pedregosidade: ligeira

Relevo regional: ondulado

Relevo local: ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo - gramíneas

Uso atual: plantio de eucalipto

Características morfológicas:

- A 0 – 10 cm; preto (10YR 2/1, úmido), cinzento muito escuro (10YR 3/1, seco); franco; fraca pequenos a médios blocos subangulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- Bi 10 – 29 cm; bruno-avermelhado escuro (5YR 3/3, úmido), bruno escuro (7,5YR 3/2, seco); argila; moderada médios a grandes blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e forte; duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- BC 29 – 70 cm; coloração variegada composta por bruno escuro (7,5YR 3/4, úmido e seco) e bruno muito escuro (10YR 2/1, úmido e seco); argila siltosa; moderada médios a grandes blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e fraca; duro, friável, plástico e pegajoso.

Tabela 6. Análises físicas e químicas do perfil Álamos 9.

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A	0 – 10	9,28	3,01	87,71	16,38	7,33	5,11	31,94	39,25	0,50	98,73	0,81
Bi	10 – 29	0,00	1,53	98,47	6,68	3,95	3,36	28,01	58,00	10,50	81,90	0,48
BC	29 – 70	0,00	1,46	98,54	9,96	6,61	6,46	50,21	26,75	8,00	70,09	1,88

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	5,61	4,31	13,94	5,24	0,09	0,14	19,40	0,43	11,56	31,39
Bi	6,05	4,63	17,05	9,35	0,05	0,20	26,65	0,19	4,85	31,69
BC	6,44	4,82	18,60	10,06	0,05	0,27	28,98	0,05	2,14	31,17

Horizonte	C. (%)	T				P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
		argila	V (%)	m (%)					
A	3,12	79,98	61,80	2,19	1,5	1,36	9,84	50,27	
Bi	1,30	54,64	84,07	0,72	1,5	1,36	9,80	55,55	
BC	0,66	116,51	92,99	0,17	1,7	1,33	2,73	54,96	



Figura 9 –Perfil Álamos 9



Figura 10 – Paisagem Perfil Álamos 9

O Chernossolo presente na área de estudo, ocupa uma área de 3,33 hectares, o que representa 5,24% da área da microbacia. Este solo apresenta no horizonte AB, um predomínio de material mais grosseiro (calhaus e cascalho), sendo que nos demais horizontes, há um predomínio de argila. A macroporosidade apresenta valores mais elevados na superfície e vai decrescendo conforme aumenta a profundidade do perfil, enquanto que a microporosidade é elevada em todos os horizontes do solo (tab 7). A densidade do solo aumenta com o aumento da profundidade. Dentro desta unidade de mapeamento, 18,0% do relevo é ondulado, 66,1% é suave ondulado, 15,0% é plano e 0,9% é forte ondulado.

Quanto às características químicas, este solo é bastante fértil, apresentando um pH que varia de moderadamente ácido a praticamente neutro e altos teores de Ca, Mg e K (tab 7). Apresenta também alta atividade de argila, alta saturação por bases, e os teores de P variam de muito baixo a muito alto.

Perfil: Álamos 8

Data: 09/09/06

Classificação: Chernossolo Argilúvico Órtico textura média cascalhenta/argilosa relevo forte ondulado.

Localização: 274905 - 6507854

Altitude: 366 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: corte em barranco de estrada em terço médio, com 25% de declividade, sob cobertura de gramíneas e plantio de eucalipto.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos - Intrusivas básicas

Material originário: Gabros, dioritos e granitóides

Rochosidade: rochoso

Pedregosidade: pedregoso

Relevo regional: ondulado a forte ondulado

Relevo local: forte ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo - gramíneas

Uso atual: plantio de eucalipto.

Características morfológicas:

- A 0 – 13/26 cm; preto (10YR 2/1, úmido), cinzento muito escuro (10YR 3/1, seco); franco a franco argiloso com cascalho; fraca a moderada pequenos a médios blocos subangulares que se desfazem em granular; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
- AB 13/26 – 20/32 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco argiloso cascalhento; fraca pequenos blocos subangulares que se desfazem em granular; duro, friável a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
- Bi 20/32 – 39/62 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/3, úmido), bruno escuro (7,5YR 3/4, seco); argila a muito argiloso; moderada pequenos a médios blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada; dura, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada.
- BC 39/62 – 47/70 cm; coloração variegada composta por bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido), bruno escuro (7,5YR 3/4, seco), bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido), bruno escuro (7,5YR 3/3, seco), argila siltosa; moderada pequenos a médios blocos angulares e subangulares; cerosidade pouca e fraca; dura, friável, plástico e pegajoso; transição abrupta e ondulada.
- C 47/70 – 58/90 cm; bruno forte (7,5YR 4/6, úmido e 7,5YR 5/6, seco), areia a areia franca com cascalho; maciço; duro, firme, não plástico e não pegajoso; transição clara e ondulada.
- R Rocha

OBS: Grande parte do horizonte AB é constituída por uma linha de pedras (principalmente calhaus).

Tabela 7. Análises Físicas e químicas do Perfil Álamos 8.

Horizonte Símbolo	Prof.(cm)	Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A	0 – 13/26	0,00	10,15	89,85	21,30	5,93	4,25	31,78	36,75	8,00	78,23	0,86
AB	13/26 – 20/32	23,25	28,80	47,95	17,83	5,06	4,76	31,85	40,50	5,50	86,42	0,79
Bi	20/32 – 39/62	0,00	1,11	98,89	6,16	2,38	2,43	36,04	53,00	13,00	75,47	0,68
BC	39/62 – 47/70	0,00	1,96	98,04	19,40	3,85	3,47	31,53	41,75	8,00	80,84	0,76
C	47/70 – 58/90	0,00	9,19	90,81	70,25	8,48	4,87	8,40	8,00	0,50	93,75	1,05

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A	6,12	4,58	12,93	6,79	0,17	0,16	20,06	0,10	6,78	26,93
AB	6,05	4,54	12,75	8,45	0,11	0,18	21,49	0,19	4,78	26,47
Bi	6,35	4,60	13,28	8,87	0,07	0,27	22,49	0,19	4,02	26,70
BC	6,47	4,72	12,22	6,37	0,06	0,26	18,91	0,14	2,54	21,59
C	6,66	4,50	4,52	3,47	0,03	0,12	8,14	0,19	0,43	8,77

Horizonte	C. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A	2,73	73,27	74,48	0,48	2,1	1,10	20,63	49,57
AB	1,73	65,35	81,20	0,89	2,7	1,36	12,58	47,01
Bi	0,95	50,38	84,21	0,85	2,1	1,39	6,43	54,74
BC	0,75	51,72	87,58	0,76	1,4	1,37	6,17	53,18
C	0,15	109,61	92,84	2,32	15,2	-	-	-



Figura 11 –Perfil Álamos 8



Figura 12 – Paisagem Perfil Álamos 8

O Luvissole (TXo) presente na área de estudo, ocupa uma área de 8,59 hectares, o que representa 13,52% da área da microbacia. Este solo apresenta uma distribuição das frações granulométricas bastante equilibrada em todos horizontes do solo, com um aumento gradual da argila até o horizonte Bt. A microporosidade predomina em todos os horizontes do perfil do solo (tab 8). A densidade do solo vai aumentando conforme aumenta a profundidade. Dentro desta unidade de mapeamento, 55,4% do relevo é ondulado, 27,1% é suave ondulado e 15,5% é plano.

Em relação às características químicas apresentam um pH moderadamente ácido, com altos teores de Ca e Mg, com um predomínio do Ca, baixos a altos teores de K (tab 8). Apresenta também argila de atividade alta e alta saturação por bases. O teor de P varia de muito baixo a baixo (CQFS, 2004).

Perfil: Álamos 13

Data: 17/01/07

Classificação: Luvissole Háplico Órtico típico A húmico textura média/argilosa relevo suave ondulado.

Localização: 275026 - 6507423

Altitude: 377 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: trincheira em terço inferior sob declividade de 5% com cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos – Intrusivas básicas.

Material originário: Gabros, dioritos e granodioritos.

Rochosidade: ausente

Pedregosidade: ausente

Relevo regional: ondulado

Relevo local: suave ondulado a ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A₁ 0 – 10 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco; fraca pequenos e médios blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- A₂ 10 – 21 cm; preto (10YR 2/1, úmido), cinzento muito escuro (10YR 3/1, seco); franco; fraca médios e pequenos blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- AB 21 – 31 cm; preto (10YR 2/1, úmido e seco); franco a franco argiloso; fraca médios blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- BA 31 – 40 cm; preto (10YR 2/1, úmido e seco); franco argiloso; moderada médios blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e fraca; duro, friável a firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 40 – 51 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, seco), preto (10YR 2/1, úmido e seco); argila; moderada médios e grandes blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; muito duro, friável a firme, plástico e pegajoso a muito pegajoso; transição clara e plana.
- BC 51 – 70 cm; bruno escuro (7,5YR 3/4, úmido e 10YR 3/3, seco), preto (10YR 2/1, úmido e seco); argila; maciço que se desfaz em médios e grandes blocos angulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso.

Tabela 8. Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 13.

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A ₁	0 – 10	0,00	0,49	99,51	19,13	8,86	5,24	37,78	29,00	6,50	77,59	1,30
A ₂	10 – 21	0,00	0,54	99,46	20,76	8,54	5,75	35,95	29,00	6,50	77,59	1,24
AB	21 – 31	0,00	0,77	99,23	21,16	8,95	5,46	32,93	31,50	6,50	79,37	1,05
BA	31 – 40	0,00	1,21	99,79	21,43	8,08	6,15	27,85	36,50	6,50	82,19	0,76
Bt	40 – 51	0,00	2,69	97,31	15,39	8,23	6,04	31,35	39,00	9,00	76,92	0,80
BC	51 – 70	0,00	2,10	97,9	13,01	7,85	7,20	39,19	32,75	11,50	64,89	1,20

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A ₁	5,56	4,57	16,54	5,63	0,28	0,18	22,63	0,09	12,73	35,46
A ₂	5,67	4,48	15,41	5,00	0,11	0,20	20,72	0,19	12,49	33,39
AB	5,80	4,52	15,03	5,57	0,16	0,17	20,93	0,09	11,48	32,50
BA	5,91	4,60	15,02	6,20	0,15	0,16	21,53	0,05	8,91	30,49
Bt	6,16	4,71	16,97	8,08	0,16	0,21	25,43	0,00	5,77	31,20
BC	6,41	4,92	16,89	8,29	0,16	0,22	25,56	0,00	3,93	29,49

Horizonte	C org. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A ₁	4,65	122,27	63,83	0,41	2,7	1,17	11,48	52,70
A ₂	3,75	115,14	62,04	0,89	2,6	1,32	7,96	47,65
AB	2,46	103,18	64,39	0,44	2,6	1,37	8,77	47,54
BA	1,96	83,53	70,64	0,21	3,3	1,43	6,72	48,30
Bt	1,44	80,00	81,49	0,00	4,4	1,45	3,92	56,11
BC	0,90	90,03	86,67	0,00	4,7	1,44	4,13	57,45

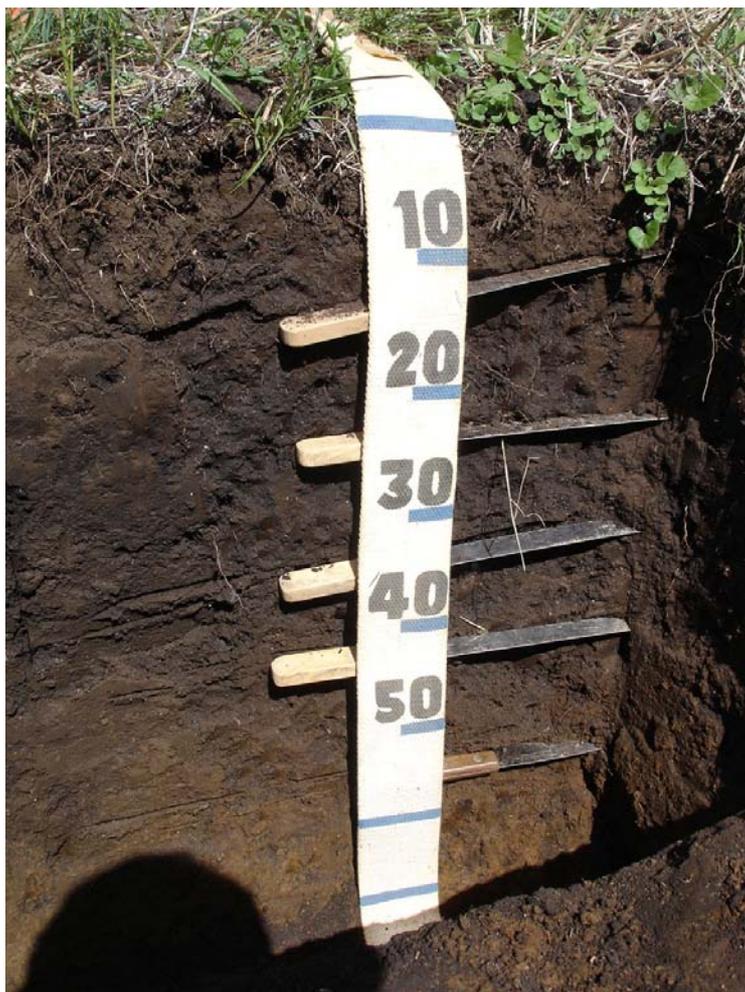


Figura 13 –Perfil Álamos 13



Figura 14 – Paisagem Perfil Álamos 13

A unidade de mapeamento RRe, composta pelo Neossolo Regolítico Eutrófico léptico A moderado textura média relevo ondulado, ocupa uma área de 7,89 hectares, correspondendo a 12,42% da área da microbacia.

Apresenta textura franco argilo arenoso, com cascalho variando de 9,65 a 48,96% dos horizontes do solo. Das frações granulométricas, a que predomina é a fração areia, com mais de 50% da composição dos diferentes horizontes constituintes do solo. Há um pequeno incremento de argila no horizonte superficial para os horizontes subjacentes. Quanto à porosidade, há um predomínio da microporosidade em relação a macroporosidade, há um aumento na densidade do solo, do horizonte A₁, para o horizonte A₂ (tab 9). Dentro desta unidade de mapeamento, 76,3% do relevo é ondulado, 22,1% é suave ondulado e 1,6% é plano.

Em relação às características químicas apresenta um pH fortemente ácido, com altos teores de Ca, Mg e K, altos teores de Al, argila de atividade alta e alta saturação por bases até o horizonte AC (tab 9). O teor de P varia de muito baixo a alto.

Perfil: Álamos 12

Data: 17/01/07

Classificação: Neossolo Regolítico Distrófico léptico, A moderado textura média relevo ondulado.

Localização: 274631 - 6507204

Altitude: 407 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: corte em barranco de estrada com declividade de 10% sob cobertura de gramíneas e plantio de eucalipto.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos – Suíte Intrusiva Viamão.

Material originário: Monzogranitos e granodioritos.

Rochosidade: pedregoso

Pedregosidade: rochoso

Relevo regional: ondulado

Relevo local: ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo nativo

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A₁ 0 – 13/17 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2, seco); franco arenoso com cascalho; fraca pequenos e médios blocos subangulares e granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- A₂ 13/17 – 25/30 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco com cascalho; fraca pequenos e médios blocos subangulares e granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- AC 25/30 – 36/53 cm; preto (10YR 2/1, úmido), cinzento muito escuro (10YR 3/1, seco) com mosqueados pequenos e médios branco (10YR 8/2, úmido e seco); franco cascalhento; maciço; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e irregular.
- CR 36/53 – 65+ cm; coloração variegada composta por bruno (10YR 4/3, úmido e seco) branco (10YR 8/2, úmido e seco) e amarelo (10 YR 8/6, úmido e seco); franco cascalhento; maciço; dura, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Tabela 9. Análises físicas e químicas do Perfil Álamos 12.

Horizonte Símbolo	Prof.(cm)	Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
		Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A ₁	0 – 13/17	0,00	9,65	90,35	42,00	7,60	5,10	21,30	24,00	6,50	72,92	0,89
A ₂	13/17 – 25/30	0,00	14,46	85,54	42,95	6,54	4,79	20,48	25,25	6,50	74,26	0,81
AC	25/30 – 36/53	0,00	41,26	58,74	43,56	6,01	4,21	17,21	29,00	6,50	77,59	0,59
CR	36/53 – 65+	0,00	48,96	51,04	60,60	6,26	4,56	12,08	16,50	6,50	60,61	0,73

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)							
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
A ₁	5,19	4,26	7,03	1,93	0,48	0,10	9,54	0,23	8,42	18,19
A ₂	5,32	4,19	7,71	1,71	0,28	0,09	9,78	0,56	8,87	19,21
AC	5,34	4,13	8,32	1,99	0,31	0,12	10,75	1,21	12,07	24,03
CR	5,32	4,05	3,77	1,13	0,26	0,13	5,30	2,13	9,78	17,21

Horizonte	C. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A ₁	2,49	75,79	52,44	2,37	16,2	1,24	25,58	33,01
A ₂	2,02	76,08	50,93	5,38	14,7	1,59	11,86	37,08
AC	2,08	82,85	44,74	10,09	8,9	1,50	19,41	28,85
CR	1,10	104,28	30,79	28,71	3,9	-	-	-



Figura 15 –Perfil Álamos 12



Figura 16 – Paisagem Perfil Álamos 12

4.4. Conclusões

- Foram identificadas cinco unidades de mapeamento na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos.

- A classe de solo que predomina na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos é o Argissolo Amarelo Alítico, com 32,36 hectares, correspondendo a 50,94% da área da microbacia.

- As outras classes de solos presentes na microbacia hidrográfica apresentam caráter eutrófico.

- Na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos predomina o relevo ondulado, com 40,57 hectares correspondendo a 63,86% da área.

Mapa de Solos em A3

5. CAPÍTULO 2

DISPONIBILIDADE E ESTOQUE DE NUTRIENTES DO SOLO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, SOB CULTIVO DE EUCALIPTO, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

5.1. Introdução

Dentre as características edáficas, a fertilidade do solo é uma das que têm maior importância para se obter uma boa produtividade. Dessa forma, a reserva e a disponibilidade de nutrientes para as plantas se tornam de grande importância, principalmente para cultivos de ciclo longo menos sensíveis às condições de fertilidade, como o eucalipto, podendo ser avaliadas por meio da análise química dos solos e da sua interpretação para as condições locais.

O tipo e o teor dos constituintes mineralógicos da fração argila determinam uma série de características físicas e químicas do solo. O conhecimento dos minerais e de seu comportamento permite um melhor entendimento das propriedades químicas e físicas do solo e sua reação às várias práticas de manejo. Para o melhor entendimento destas relações é necessário compreender os processos de formação e intemperização dos minerais.

Os minerais existentes nos solos podem ser divididos em minerais primários e secundários. Os minerais primários são herdados do material de origem e encontram-se, principalmente, na fração grosseira (silte e areia), sendo sua composição um indicativo potencial da capacidade do solo em repor nutrientes para a solução do solo, mediante a liberação de elementos nutrientes durante o processo de intemperismo químico. Alguns fatores que interferem nesta capacidade do solo em ser fonte de nutrientes para as plantas são o tamanho e a resistência ao

intemperismo dos minerais. Quanto menores e/ou menos resistentes ao intemperismo, mais facilmente os minerais primários serão capazes de fornecer nutrientes para as plantas, em condições equiparáveis (SANTOS, 1993).

Estudando alguns solos do Rio Grande do Sul, Melo et al. (1995) observaram que os minerais primários constituem a principal reserva mineral destes solos. Solos originados de granito apresentaram minerais primários contendo K, Ca e Mg, enquanto solos desenvolvidos de rochas sedimentares e de sedimentos inconsolidados apresentaram baixa reserva mineral para as plantas de eucalipto.

Os minerais secundários ocorrem no solo por síntese de produtos resultantes do intemperismo de minerais primários ou por alteração da estrutura de determinados minerais primários (filossilicatos e óxidos) e são os constituintes principais da fração argila dos solos (COSTA, 1979).

A presença marcante de minerais 1:1 e óxidos de Fe e de Al na fração argila indica solos intemperizados e, geralmente, com baixos teores de nutrientes. O mineral 1:1 mais abundante nos solos brasileiros é a caulinita (RESENDE et al., 2002).

Solos cauliniticos geralmente têm baixa reserva em nutrientes, o que está de acordo com a composição ideal da caulinita, $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, cuja configuração estrutural não admite a presença de cátions maiores, como K, Ca e Mg (KÄMPF; CURI, 2003).

Solos com maior proporção de minerais 2:1 são considerados solos mais jovens e geralmente apresentam maior capacidade de reposição de nutrientes.

No grupo dos minerais 2:1, as micas são os minerais com K mais comuns nos solos, além do Mg. Ilitas, como são chamadas as micas dioctaedrais da fração argila, possuem estrutura semelhante à muscovita, porém, com mais Si, mais hidroxilas e menos K (KÄMPF; CURI, 2003).

O Ca presente no solo é originário de minerais como dolomita, calcita, apatita, feldspatos cálcicos e anfibólios. O Mg tem origem em minerais primários, como dolomita, biotita, clorita, serpentina e olivina, presentes em diversos tipos de rochas (COSTA, 1979). Ao contrário do Ca, o Mg pode fazer parte da estrutura de argilominerais como ilita, vermiculita e esmectita.

Nos solos de regiões com elevada precipitação, o Ca ocorre, principalmente, na forma trocável, fracamente retido nas cargas negativas das argilas e da matéria orgânica, e em solução. Estas duas formas estão em equilíbrio

dinâmico. O Ca trocável, geralmente, apresenta valores muito maiores do que o Ca na solução, exceto nos solos muito arenosos e com baixo teor de matéria orgânica. À semelhança do Ca, o Mg no solo está principalmente na forma trocável e em solução, estando também em equilíbrio dinâmico. O teor de Mg é, geralmente, menor que o de Ca, devido à maior lixiviação de Mg no solo (BISSANI et al., 2004), mas há vários registros de situações inversas (PINTO, KÄMPF, 1997; SANTOS e BORTOLAS, 2004).

Segundo Mielniczuk (1982), com a exaustão das formas disponíveis (K trocável + K na solução), o K não-trocável (presente nas micas), que representa parte da reserva a longo prazo, é lentamente liberado para o solo, podendo, então, ser absorvido pelas plantas, retido na CTC, fixado, erodido, lixiviado, biociclado etc., o que deve ser levado em consideração em programas de adubação de culturas perenes, particularmente naquelas cuja eficiência de utilização de nutrientes aumenta com a idade da planta, como, por exemplo, o eucalipto (FONSECA, 2004).

O suprimento de nutrientes para as plantas depende tanto das características mineralógicas (quantidade, espécie mineral e fração granulométrica em que estes nutrientes se encontram), quanto da taxa de liberação destes para a solução do solo. O potencial para a liberação de nutrientes é proporcional à quantidade de minerais fontes de nutrientes e à capacidade das plantas em reduzir a concentração destes nutrientes na solução do solo, provocando sua liberação dos minerais, o que ocorre, principalmente, na rizosfera (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). O estudo da reserva e liberação de nutrientes no solo é de importância fundamental, principalmente para cultivos de ciclo longo, como o eucalipto.

Os teores e a distribuição dos nutrientes no solo variam durante o ciclo de crescimento das espécies florestais (NOVAIS et al., 1986), sendo que para nutrientes de maior mobilidade na planta, a exigência nutricional diminui com a idade, enquanto que para elementos pouco móveis e imóveis o requerimento aumenta com a idade (BARROS et al., 2000).

Quanto às exigências do eucalipto em termos de fertilidade do solo, estas são bem reduzidas em relação a outras culturas e ele apresenta alta tolerância à toxidez de Al (NOVAIS et al., 1990), tendo, a aplicação de calcário, a finalidade principal o suprimento de Ca e Mg. Já o K tem se mostrado o nutriente mais limitante ao crescimento do eucalipto (SILVEIRA et al., 2001) e sua necessidade aumenta com a idade da planta (BARROS et al., 1990). Além desse, os levantamentos têm

convergido para uma maior freqüência de deficiência de P e B (SILVEIRA et al., 2001). Em Neossolos Quartzarênicos e Latossolos textura média, as ocorrências de deficiência de K, B e Mg têm sido comuns, em Argissolos e Espodossolos, de N e Ca, e em Latossolos argilosos, de K, Cu e Zn.

As concentrações de matéria orgânica e nutrientes nos horizontes de solo mais próximos da camada de resíduos orgânicos, geralmente são bem mais elevadas do que aquelas observadas nos horizontes subsuperficiais e, proporcionalmente, bem mais elevadas nos sistemas com uso mais conservacionistas, como por exemplo o cultivo mínimo, em comparação aos sistemas de cultivo intensivo do solo. Com maior teor de matéria orgânica, as camadas superficiais de solo dispõem de uma maior capacidade de troca de cátions (CTC), constituindo-se, portanto, num meio adsorvente mais poderoso, reduzindo as perdas de nutrientes por lixiviação.

Raij (1991) verificou que, em média, a contribuição relativa da matéria orgânica para a CTC do solo foi de 74% nas amostras superficiais e 35% para as amostras retiradas do horizonte B de diversos perfis de solo do Estado de São Paulo. Por outro lado, também sob forte influência do maior conteúdo de matéria orgânica, a capacidade de troca de ânions do solo (CTA) é menor. Conseqüentemente, menores serão as "fixações" de fósforo e outros ânions, permitindo que as quantidades aplicadas no solo desses elementos sejam mais efetivas. A redução da CTA do solo pela matéria orgânica se deve a formação de complexos entre as argilas oxídicas de Fe e Al com compostos orgânicos, resultando na neutralização de sítios de adsorção de ânions existentes sobre a superfície dessas argilas. Além de neutralizar os sítios de adsorção de ânions, os compostos orgânicos podem formar complexos com íons de Fe, Al e Ca existentes na solução do solo, prevenindo as reações de precipitação de ânions, como as de P.

Há alguns questionamentos, sobre a sustentabilidade da produção de florestas plantadas, a curto e longo prazo, tendo em vista que é freqüente o estabelecimento dos povoamentos florestais sobre solos de baixa fertilidade, os quais apresentam pequenas reservas de nutrientes. Além disso, freqüentemente, para elevar os índices de produtividade, os sistemas silviculturais usados no Brasil são muito intensivos, com plantio de espécies florestais de rápido crescimento, de ampla capacidade de extração e exportação de nutrientes.

Bellote e Ferreira (1993) relacionaram os teores de nutrientes no solo com a produtividade do *Eucalyptus grandis*, aos 3 anos de idade, em 15 sítios florestais, no Estado de São Paulo (Mogi-Guaçu, Casa Branca, Itirapina, Itatinga e Angatuba). Os autores verificaram correlações positivas entre os teores de fósforo, potássio, magnésio e cálcio e a produtividade. Em estudo sobre ciclagem de nutrientes, em povoamentos de eucalipto na região Norte-Fluminense do RJ, Zaia e Gama-Rodrigues (2004) enfatizam a escolha de espécies com base na taxa de exportação relativa de nutrientes, para elevação do estoque de nutriente no sistema solo-planta, reduzindo a necessidade de adubação.

Santana (1986) verificou que *Eucalyptus saligna* apresentou, na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais, maior produtividade nos solos distróficos (Latosolos) dos topos das elevações, em relação aos solos mais férteis das encostas e das baixadas da região (Argissolos). Tal fato, aparentemente contraditório, foi explicado pelo autor em função da elevada densidade dos solos das partes mais baixas da paisagem, o que impede o crescimento do sistema radicular em profundidade, fato crítico em uma região de período seco marcado. Além disso, as baixadas da região, apesar de férteis ($V > 80\%$), apresentam baixa permeabilidade. Durante o período chuvoso, tornam-se encharcadas e, nos meses secos, os solos tornam-se extremamente endurecidos. Nos povoamentos de eucalipto estudados, a textura arenosa dos Planossolos, até a profundidade de 57cm, e o fato de que a área foi artificialmente drenada por volta do ano de 1960, foram favoráveis ao desenvolvimento dos plantios de eucalipto.

Schumacher (1992), trabalhando com povoamentos de *Eucalyptus saligna*, *E. dunnii* e *E. globulus*, verificou que nos primeiros 30 cm de profundidade do solo se encontram a maioria das raízes finas das árvores, estas responsáveis pela absorção de água e nutrientes. Este mesmo autor ainda observou que a medida que as raízes finas encontravam uma camada mais adensada, ocorria uma diminuição brusca das mesmas e assim que o solo voltava a apresentar boas condições de permeabilidade ocorria novamente proliferação de raízes finas em camadas bem mais profundas do perfil do solo.

O preparo restrito do solo e a manutenção de resíduos culturais sobre o terreno exercem pronunciados efeitos sobre o estoque de nutrientes do ecossistema e, conseqüentemente, sobre a fertilidade do solo a curto e médio prazos. A

economia de nutrientes é muito beneficiada pela redução de perdas por erosão, hídrica e eólica, lixiviação e volatilização.

As quantidades de nutrientes contidas na copa (folhas e galhos), na casca e serapilheira, principais componentes dos resíduos culturais, podem representar uma percentagem muito significativa do estoque de nutrientes de uma plantação florestal. Em povoamentos florestais do Estado de São Paulo, Gonçalves (1995) verificou que cerca de 51 a 82 % dos nutrientes da biomassa vegetal, presentes acima da superfície do solo, estavam contidos nos resíduos culturais.

Os resíduos culturais deixados sobre o solo funcionam como uma camada isolante entre a atmosfera e o solo, com importantes efeitos sobre a economia de água e nutrientes do sistema. Esses efeitos são diretamente proporcionais as quantidades de resíduos acumuladas sobre o terreno, as quais dependem da produtividade do sítio e das práticas de manejo de resíduos adotadas.

As gotas de chuva são amortecidas nessa camada de resíduos, de forma que a superfície do solo não sofre o impacto direto das gotas. Com isto, os agregados do solo não são desintegrados em suas partículas básicas: areia, silte e argila, evitando o desencadeamento do processo erosivo. Além disso, os resíduos funcionam como obstáculos para o caminamento de excedentes hídricos, reduzindo a velocidade da enxurrada. Com o aumento do tempo de permanência das águas de escoamento sobre o terreno as taxas de infiltração são maiores, diminuindo as perdas d'água do sistema, bem como, o poder erosivo das mesmas. A redução das perdas de solo e água por erosão tem importantes implicações sobre a fertilidade deste, particularmente porque as camadas superficiais são as primeiras a serem perdidas, quando constatado o processo erosivo. Quanto mais fértil for o solo, maiores serão as perdas de nutrientes. Entretanto, nos solos mais pobres as perdas de nutrientes devem afetar mais a produtividade do sítio, em função da maior escassez de nutrientes.

Para ser absorvido pela árvore, o nutriente deve encontrar-se na solução do solo, em contato com a superfície ativa do sistema radicular, em forma passível de absorção e utilização pela árvore. Todos os processos que governam as transferências de nutrientes de algum ponto do solo para as raízes, principalmente por difusão e fluxo de massa, dependem da disponibilidade de água. No primeiro caso, a quantidade de água será um dos fatores que determinará a área disponível ao fluxo e a atividade dos íons na solução do solo e, conseqüentemente, a

magnitude da difusão. No segundo caso, o transporte de íons será feito, fundamentalmente, pelo fluxo de água instaurado no solo pelo gradiente de umidade criado pela evapotranspiração do povoamento.

O solo é produto do intemperismo do material de origem, que sofre a ação do clima, do relevo e dos organismos durante o decorrer do tempo. Rochas ricas em materiais máficos tendem a gerar solos ricos em bases, enquanto que rochas ricas em Si, tendem a gerar solos com predomínio de fração mais grosseira, na maioria dos casos com predomínio de quartzo.

A geologia na região da Microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos está composta por rochas intrusivas básicas como gabros, dioritos e intermediárias como granodioritos, e pela suíte intrusiva viamão composta por monzogranitos e granodioritos.

Os granodioritos tem na sua mineralogia principal os minerais quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e feldspato potássico (microclinio ou ortoclásio), além de hornblenda e biotita. Possuem como minerais acessórios a magnetita, titanita, allanita, apatita, zircão e rutilo.

Já os dioritos possuem como mineralogia principal o plagioclásio, hornblenda e freqüentemente biotita ou augita e menores quantidades de feldspato potássico e quartzo. Como minerais acessórios podem aparecer a apatita, o zircão, a titanita, a magnetita e a allanita.

Os gabros possuem como mineralogia principal o plagioclásio, piroxênios, podendo conter olivina magnésiana. Menos abundantes são as micas, quartzo, feldspato potássico, nefelina ou analcita. Como minerais acessórios podem possuir óxidos de ferro, magnetita, sulfetos, apatita, titanita e rutilo.

Já os Monzogranitos possuem como mineralogia principal o feldspato potássico, plagioclásio e quartzo, além de biotita e podendo conter hornblenda. Como minerais acessórios pode apresentar a apatita, a magnetita, a ilmenita, o zircão, a titanita, a allanita, o rutilo e a turmalina.

O Plagioclásio que aparece como componente em todas as litologias presentes na área, possui na sua composição química, de fórmula geral $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})\text{Si}_2\text{O}_8$, que constituem uma série isomórfica completa, variando desde o termo mais sódico (albita- $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) até o mais cálcico (anortita- $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), também como exemplo os Feldspatos alcalinos (microclinio – KAlSi_3O_8 com composição de 16,92% de K_2O , 18,32% de Al_2O_3 e 64,76% de SiO_2) e do

quartzo (SiO_2 com composição de 46,74% de Si e 53,26% de O). A figura 17, mostra a classificação química das rochas plutônicas, onde engloba as rochas presentes na área de estudo.

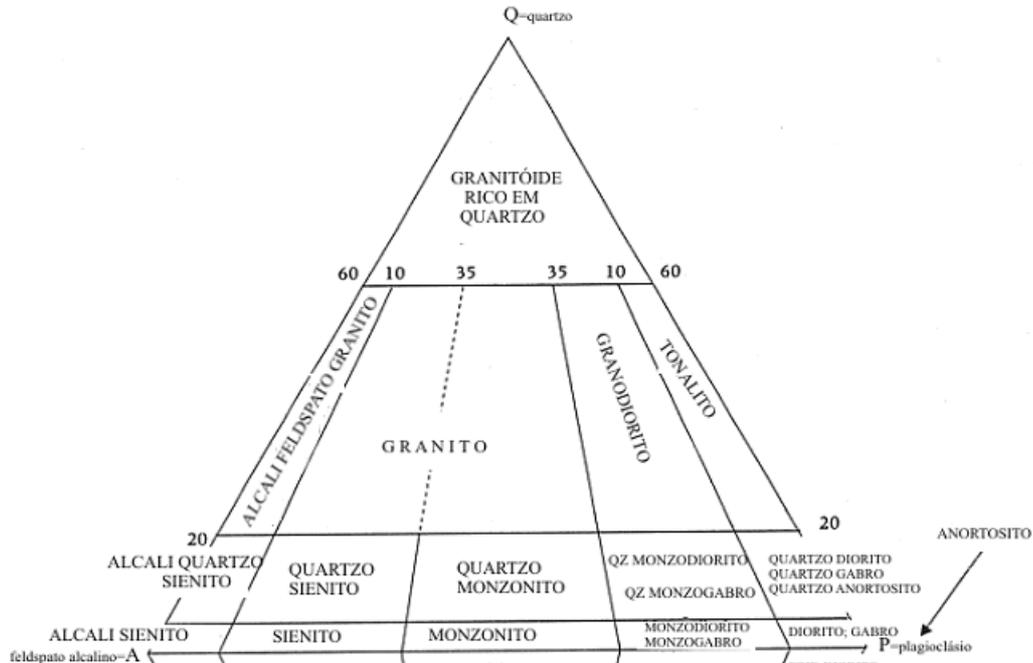


Figura 17. Parte da classificação mineralógica das rochas plutônicas.

Este trabalho teve por objetivo determinar os teores de Ca, Mg, K, Na e P disponíveis e totais para cada classe de solo, descrita na microbacia da Fazenda Álamos, bem como a quantidade de nutrientes (estoque) por classe de solo.

5.2. Material e métodos

Para a determinação dos teores dos cátions básicos disponíveis utilizou-se a metodologia adotado pela Embrapa (1997), Ca^{2+} e Mg^{2+} extraídos com KCl 1 mol. L^{-1} e K^+ , Na^+ e Fósforo extraídos com HCl $0,05\text{ mol. L}^{-1}$ + H_2SO_4 $0,025\text{ mol. L}^{-1}$ (Mehlich 1).

Para a determinação dos teores totais utilizou-se o Ataque Triácido, que utiliza o ácido fluorídrico (HF) 48%, ácido sulfúrico (H_2SO_4) 95-97%, ácido perclórico (HClO_4) 70-72%, ácido clorídrico (HCl) 6N e ácido nítrico (HNO_3) 70% (Lim e Jackson, 1986).

Para o cálculo dos estoques disponíveis e totais, nas diferentes unidades de mapeamento de solos, na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, utilizou-se os

teores de cada elemento em cada horizonte do solo, com as densidades do solo, bem como sua extensão nas diferentes unidades de mapeamento.

5.3. Resultados e discussão

A tabela 10 e as figuras 18 e 19 apresentam os valores de Ca disponível e total dos perfis de solos estudados. Observa-se nestas que dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, os que apresentaram os menores teores de cálcio disponível foram os Argissolos, com teores considerados médios conforme a classificação que consta no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004), em praticamente todos os horizontes, somente com teor alto no horizonte Bt do perfil Álamos 6. Os demais solos, em todos os horizontes apresentaram teores altos de cálcio disponível conforme CQFS (2004).

Já em relação aos teores totais, obtidos pela dissolução total, os solos que apresentaram maiores teores de cálcio foram o Luvisolo, Chernossolo e Cambissolo, seguido do Neossolo e dos Argissolos, conforme tabela 10 e figuras 18 e 19. Se pode observar na tabela 10 que os percentuais do total que estão disponíveis são muito altos, atingindo a totalidade em muitos casos. Esses dados indicam que a reserva de Ca nos minerais primários é muito baixa ou nula e também que a mineralogia primária que continha Ca já foi intemperizada.

Vieira et al (2005), citando Langmuir e Fringstad, relata que a utilização de ácido fluorídrico na dissolução total, para amostras com elevados teores de Ca (II), Mg (II) e terras raras, pode ocorrer à formação de sais insolúveis de fluoreto após o resfriamento do digerido, interferindo nos resultados analíticos encontrados.

O cálcio naturalmente presente no solo é originado de minerais tais como a dolomita, calcita, apatita, feldspatos cálcicos e anfibólios. O teor de cálcio nos vários solos varia com o material de origem e com o grau de intemperismo e de lixiviação ocorridos durante o processo de formação do solo. Normalmente em regiões quentes e úmidas o teor de cálcio do solo é baixo, enquanto em regiões mais áridas o teor de cálcio é geralmente mais elevado (COSTA, 1979).

Em solos ácidos, de regiões úmidas, o cálcio ocorre principalmente na forma trocável, adsorvido aos colóides orgânicos e inorgânicos. O cálcio adsorvido às micelas está em equilíbrio com o cálcio da solução do solo. Ambas as fases dos nutrientes no solo são imediatamente disponíveis para as plantas (BRADY, 1989). Os dados relativos a cálcio, observados na área de estudo, portanto, estão em acordo com a afirmação de Brady (1989).

Os valores encontrados para o cálcio disponível e para o cálcio total para os solos mais jovens foram bem maiores, devido à provável existência de minerais primários e pela presença de minerais de argila com elevada CTC. Com relação ao Neossolo Regolítico, este apesar de ser um solo jovem, apresenta baixos teores de cálcio devido ao seu material de origem, e com menores teores de argila possuem menor adsorção.

Tabela 10 – Teores de Ca disponível e total, nos solos presentes na área de estudo.

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	Ca disp ----- mg/kg -----	Ca Total	Ca disp / Ca total (%)
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 6	A ₁	0 – 12	577,15	850,06	67,90
	A ₂	12 – 31	494,99	593,44	83,41
	AB	31 – 41	567,13	352,85	160,73
	Bt	41 – 57	761,52	240,58	316,54
	CR	57 – 70	527,05	417,01	126,39
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico					
Álamos 8	A	0 - 13/26	2591,17	4260,64	60,82
	AB	13/26 - 20/32	2555,10	3341,68	76,46
	Bi	20/32 - 39/62	2661,31	1837,92	144,80
	BC	39/62 - 47/70	2448,89	1587,30	154,28
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico					
Álamos 9	A	0 – 10	2793,58	2882,20	96,93
	Bi	10 – 29	3416,82	1921,47	177,82
	BC	29 – 70	3727,44	3091,05	120,59

Continuação da tabela 10

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	Ca disp	Ca Total	Ca disp / Ca total
			----- mg/kg -----		(%)
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 11	A ₁	0 – 10	747,49	593,44	125,96
	A ₂	10 – 19	541,08	304,74	177,55
	AB	19 – 26	505,01	224,54	224,91
	BA	26 – 36	653,30	176,43	370,29
	Bt	36 – 48	683,36	208,50	327,75
	BC/C	48 – 70	607,21	224,54	270,42
Neossolo Regolítico Eutrofico léptico					
Álamos 12	A ₁	0 - 13/17	1408,81	866,10	162,66
	A ₂	13/17 - 25/30	1545,08	625,51	247,01
	AC	25/30 - 36/53	1667,33	737,78	225,99
Luvissolo Háptico Órtico típico					
Álamos 13	A ₁	0 - 10	3314,62	2213,86	149,72
	A ₂	10 - 21	3088,16	4010,02	77,01
	AB	21 - 31	3012,01	2297,41	131,10
	BA	31 - 40	3010,01	2172,09	138,58
	Bt	40 - 51	3400,79	1503,76	226,15
	BC	51 - 70	3384,76	1169,59	289,40

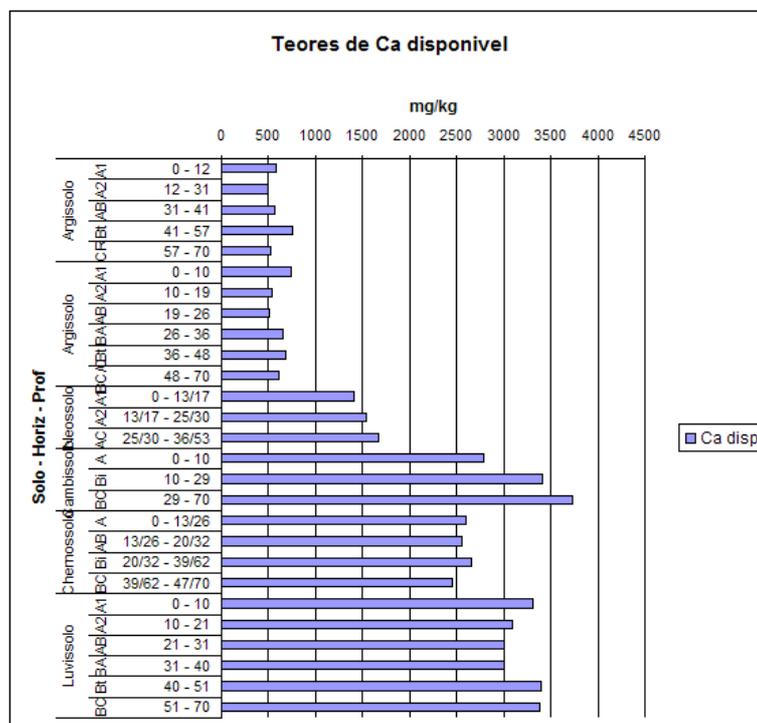


Figura 18. Teores de Ca disponível nos solos presentes na área de estudo

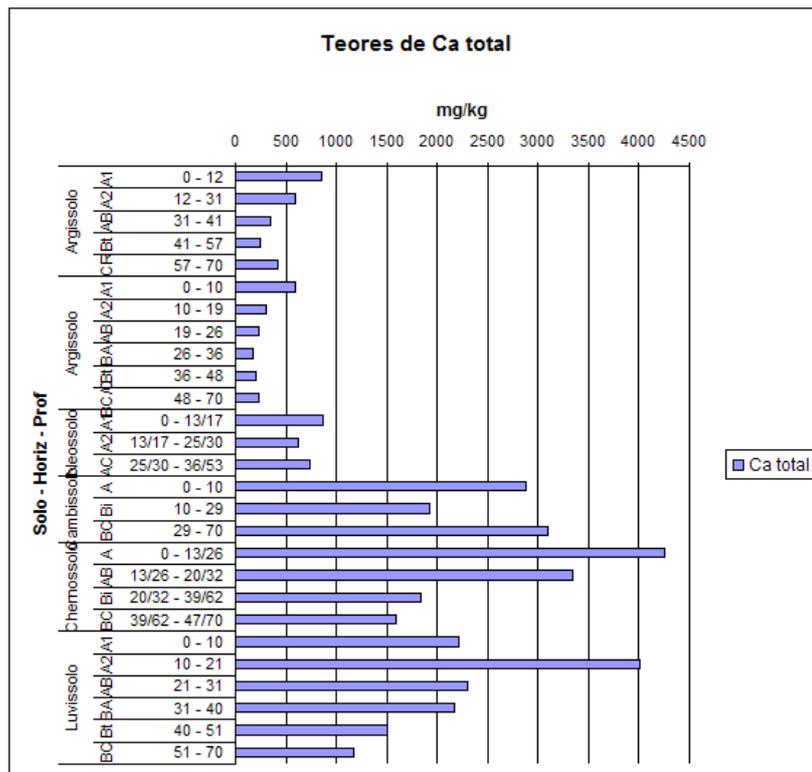


Figura 19. Teores de Ca total nos solos presentes na área de estudo

Em relação ao estoque de Ca disponível e Ca total, as classes que apresentaram a maior concentração em tonelada por hectare foram o Luvisso e o Cambissolo, seguido do Chernossolo, do Neossolo e dos Argissolos, conforme mostra tabela 11.

Tabela 11. Estoque de Ca nos solos presentes na área de estudo.

	Ca (t.ha ⁻¹)	
	Disponível	Total
Argissolo Amarelo Alítico típico	5,16	4,36
Argissolo Amarelo Alítico típico	5,68	2,46
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	8,36	3,95
Chernossolo Argilúvico Órtico	19,44	19,98
Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico	32,94	25,73
Luvisso Háptico Órtico típico	33,54	22,42

Observa-se na figura 20, que os maiores estoques de Ca disponível encontram-se nos horizontes subsuperficiais, principalmente no Cambissolo. Para os estoques totais de Ca (fig. 21) já ocorre uma maior homogeneidade entre os horizontes superficiais e subsuperficiais na distribuição do elemento.

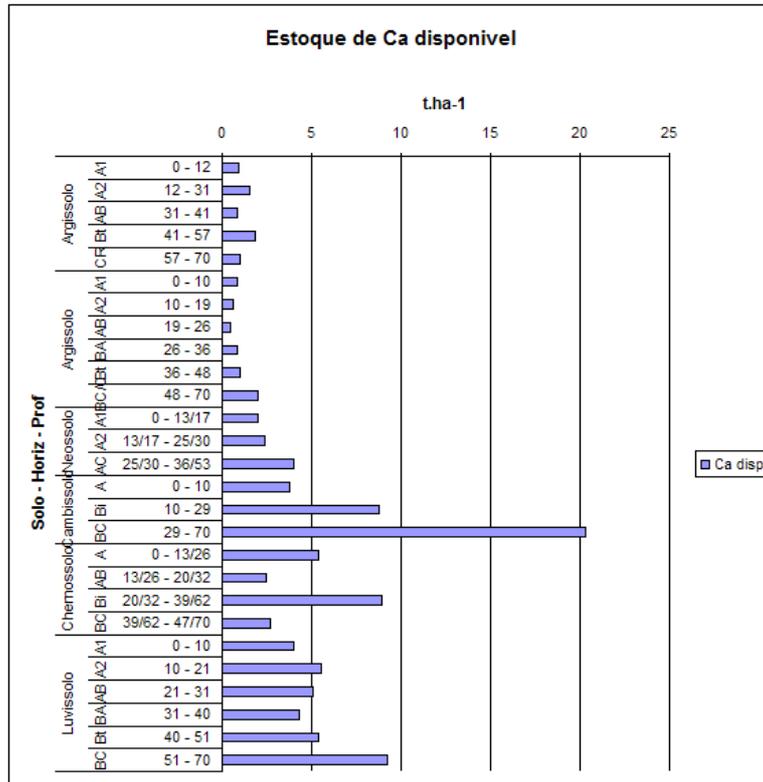


Figura 20 - Estoque de Ca disponível nos solos presentes na área de estudo

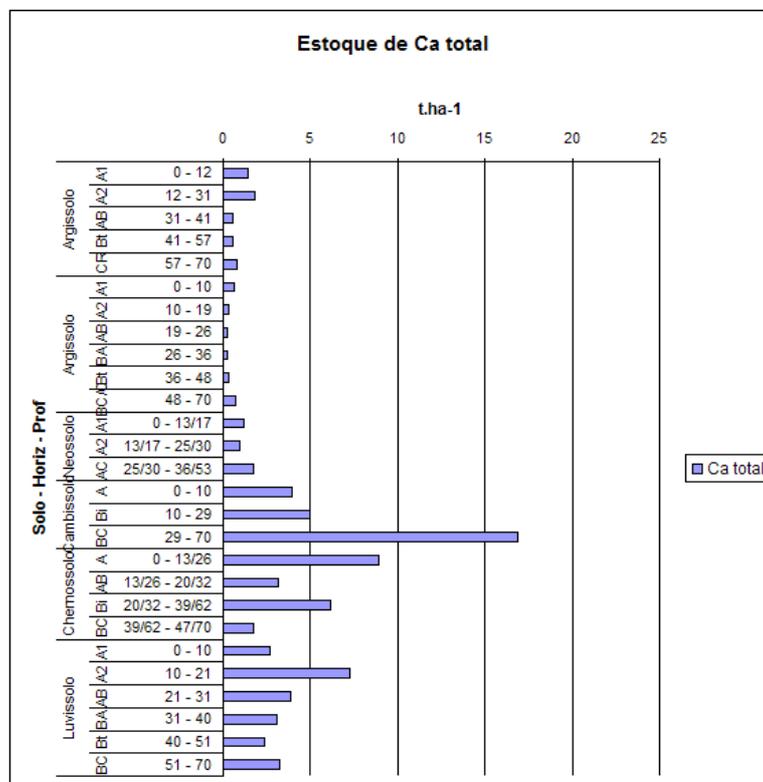


Figura 21 - Estoque de Ca total nos solos presentes na área de estudo

Dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, o que apresentou menor teor de Mg disponível foi o Argissolo (tab. 6) com teor médio nos horizontes A₁, A₂, AB e CR e teor alto no horizonte Bt. Todos os demais horizontes, dos solos presentes na Microbacia Hidrográfica na Fazenda Álamos, alcançaram teores altos de magnésio disponível conforme CQFS (2004).

Já com relação aos teores apresentados pela dissolução total, todos os solos presentes possuem uma considerável reserva de magnésio na matriz do solo (fig. 22). A relação disponível/total varia de 8 a 23% (tab. 12) mostrando, em geral, uma relação menor nos horizontes superficiais e uma relação maior nos horizontes subsuperficiais, com exceção para o Neossolo que apresenta uma relação maior nos horizontes superficiais.

Os maiores teores, tanto disponíveis como totais (fig. 23), estão nos solos oriundos de material de origem mais básico, na classe dos Luvisolos, Chernossolos e Cambissolos, mostrando uma distribuição em profundidade mais equilibrada.

O magnésio do solo pode ser originário de minerais como biotita, clorita, serpentina, olivina, piroxênios e anfibólios ou dos próprios argilominerais como vermiculita, ilita e montmorilonita. Assim, os dados indicam que o magnésio, presente nos Argissolos e Neossolo, provavelmente seja originado das biotitas, oriundas dos granitos, granodioritos e dioritos, enquanto que o magnésio presente no Luvisolo, Cambissolo e Chernossolo, provavelmente seja oriundo de piroxênios, anfibólios e argilominerais 2:1. Por outro lado, o Mg²⁺ é adsorvido nas superfícies das argilas, com energia intermediária entre o Ca²⁺ e o K⁺.

Tabela 12. Teores de Mg disponível e total, nos solos presentes na área de estudo.

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	Mg disp	Mg Total	Mg disp / Mg total
			----- mg/kg -----		%
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 6	A ₁	0 - 12	111,78	1310,67	8,53
	A ₂	12 - 31	93,56	1007,77	9,28
	AB	31 - 41	114,21	1214,02	9,41
	Bt	41 - 57	165,24	1293,32	12,78
	CR	57 - 70	120,29	1440,29	8,35
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico					
Álamos 8	A	0 - 13/26	824,99	9585,74	8,61
	AB	13/26 - 20/32	1026,68	7647,43	13,43
	Bi	20/32 - 39/62	1077,71	8232,03	13,09
	BC	39/62 - 47/70	773,96	5595,57	13,83
Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico					
Álamos 9	A	0 - 10	636,66	5049,71	12,61
	Bi	10 - 29	1136,03	5163,30	22,00
	BC	29 - 70	1222,29	7524,63	16,24
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 11	A ₁	0 - 10	167,67	984,48	17,03
	A ₂	10 - 19	131,22	647,61	20,26
	AB	19 - 26	128,79	635,00	20,28
	BA	26 - 36	172,53	736,62	23,42
	Bt	36 - 48	196,83	997,78	19,73
	BC/C	48 - 70	193,19	1111,85	17,38
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico					
Álamos 12	A ₁	0 - 13/17	234,50	1142,35	20,53
	A ₂	13/17 - 25/30	207,77	928,24	22,38
	AC	25/30 - 36/53	241,79	1394,50	17,34
Luvisolo Háptico Órtico típico					
Álamos 13	A ₁	0 - 10	684,05	5027,13	13,61
	A ₂	10 - 21	607,50	6979,54	8,70
	AB	21 - 31	676,76	6820,08	9,92
	BA	31 - 40	753,30	7095,28	10,62
	Bt	40 - 51	981,72	6865,34	14,30
	BC	51 - 70	1007,24	7524,63	13,39

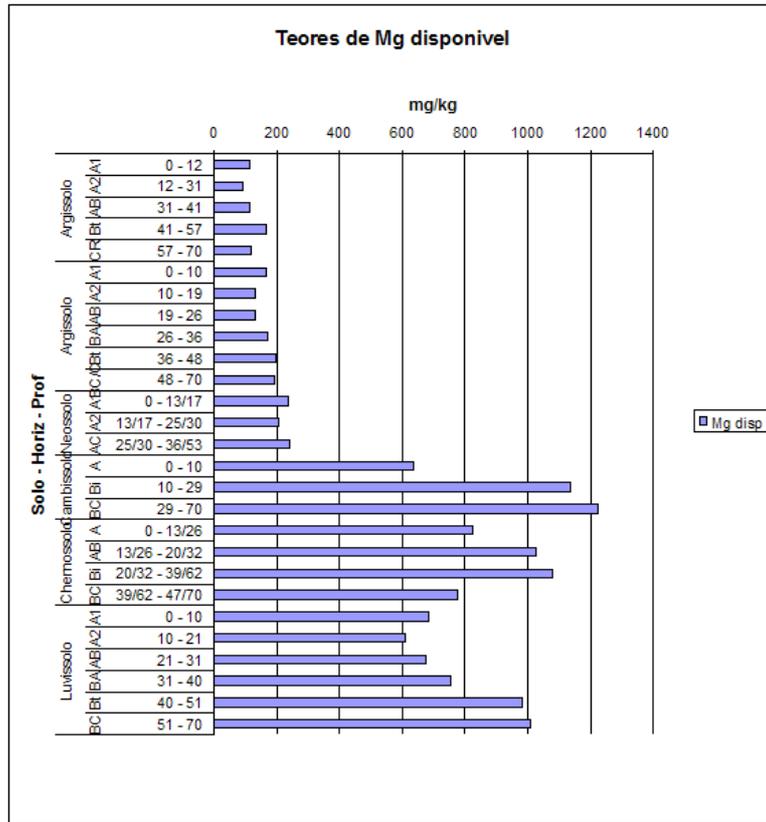


Figura 22 - Teores de Mg disponível nos solos presentes na área de estudo

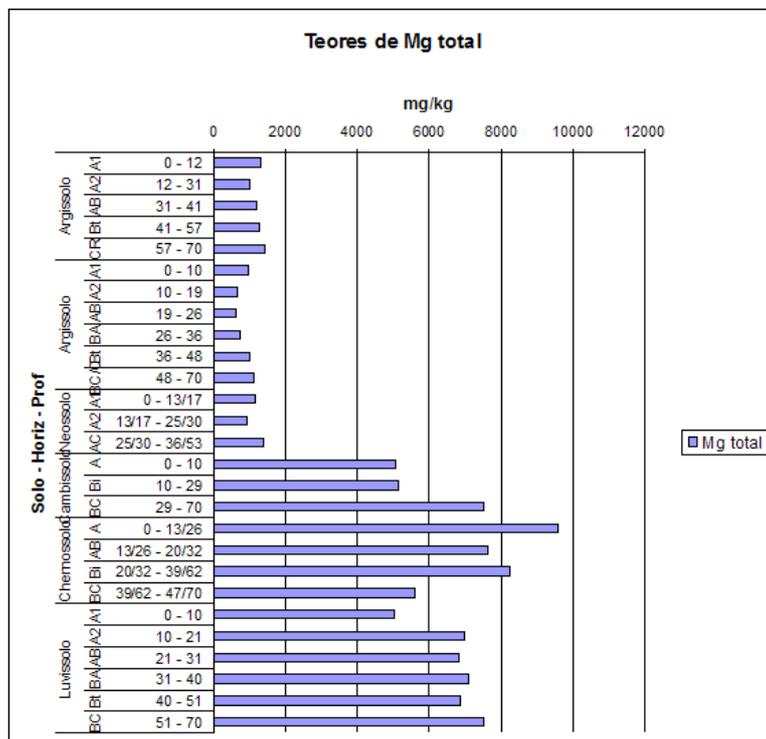


Figura 23 - Teores de Mg total nos solos presentes na área de estudo

Quanto ao estoque de Mg disponível e total (tab. 13), os solos que apresentaram maior concentração em tonelada por hectare foram o Cambissolo, o Luvissole e o Chernossolo, enquanto que o Neossolo e os Argissolos apresentaram uma menor concentração de magnésio (figs. 24 e 25). Observa-se, nestas mesmas figuras, uma concentração maior nos horizontes subsuperficiais, em relação aos horizontes superficiais.

Tabela 13. Estoque de Mg nos solos presentes na área de estudo.

	Mg (t.ha ⁻¹)	
	Disponível	Total
Argissolo Amarelo Alítico típico	1,04	10,22
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	1,23	6,38
Argissolo Amarelo Alítico típico	1,58	7,57
Chernossolo Argilúvico Órtico	7,16	61,77
Luvissole Háplico Órtico típico	8,44	66,22
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	10,46	45,20

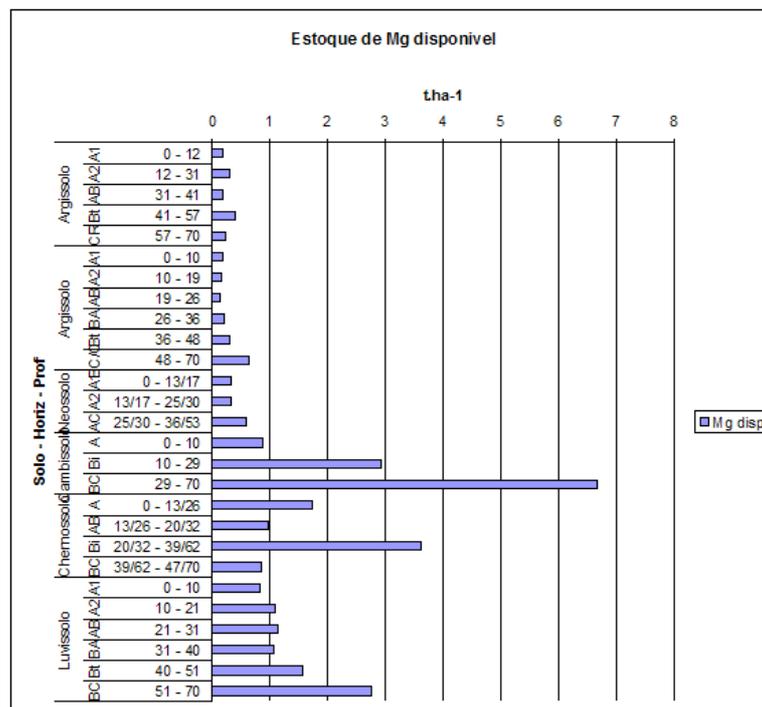


Figura 24 - Estoque de Mg disponível nos solos presentes na área de estudo

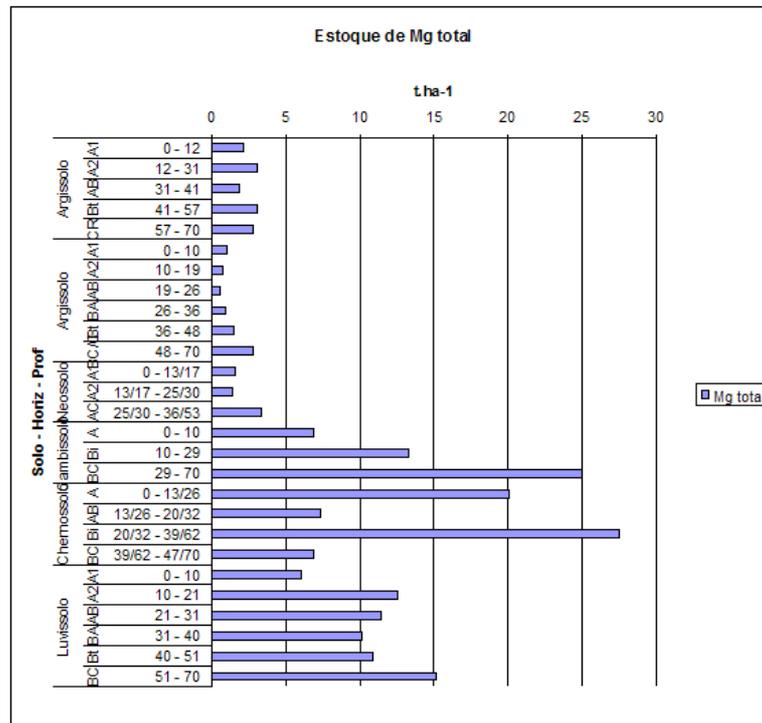


Figura 25 - Estoque de Mg total nos solos presentes na área de estudo

Dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, os que apresentaram maiores teores de K disponível foram o Neossolo e o Argissolo (fig. 26), podendo ser atribuído aos maiores teores de K na rocha de origem destes solos. Por outro lado, na mineralogia da fração argila destes solos não deve estar presente argilominerais do tipo 2:1, capazes de fixar K nas entrecamadas. Os outros solos apresentaram uma variação entre os teores disponíveis, sempre com os maiores teores nos horizontes superficiais em relação aos horizontes subsuperficiais (tab. 14).

Já os teores de K apresentados pela dissolução total mostram que o solo possui muito potássio no material mineral, de forma que o disponível representa apenas de 0,2 a 1,8% do total, possuindo, portanto ainda uma grande reserva, sendo essa uma fonte que poderá suprir o potássio para as plantas a longo prazo (fig. 27 e tab. 14). Essa alta reserva de K é explicada pela relativamente alta resistência dos feldspatos potássicos ao intemperismo (terceiro mais resistente depois do quartzo e da muscovita).

Tabela 14. Teores de K disponível e total nos solo presentes na área de estudo.

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	K disponível ----- mg/kg -----	K Total	K disp / K total %
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 6	A ₁	0 - 12	82,11	27800,19	0,30
	A ₂	12 - 31	43,01	22176,68	0,19
	AB	31 - 41	35,19	19369,87	0,18
	Bt	41 - 57	27,37	13441,81	0,20
	CR	57 - 70	19,55	6889,72	0,28
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico					
Álamos 8	A	0 - 13/26	66,47	8316,66	0,80
	AB	13/26 - 20/32	43,01	7291,09	0,59
	Bi	20/32 - 39/62	27,37	3682,48	0,74
	BC	39/62 - 47/70	23,46	9481,34	0,25
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico					
Álamos 9	A	0 - 10	35,19	6592,02	0,53
	Bi	10 - 29	19,55	3329,2	0,59
	BC	29 - 70	19,55	3329,2	0,59
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 11	A ₁	0 - 10	136,85	28444,01	0,48
	A ₂	10 - 19	132,94	27160,17	0,49
	AB	19 - 26	101,66	32386,65	0,31
	BA	26 - 36	109,48	20072,81	0,55
	Bt	36 - 48	66,47	17789,88	0,37
	BC/C	48 - 70	43,01	22786,33	0,19
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico					
Álamos 12	A ₁	0 - 13/17	187,68	31057,25	0,60
	A ₂	13/17 - 25/30	109,48	29416,86	0,37
	AC	25/30 - 36/53	121,21	26207,26	0,46
Luvissolo Háplico Órtico típico					
Álamos 13	A ₁	0 - 10	109,48	6989,59	1,57
	A ₂	10 - 21	43,01	7089,78	0,61
	AB	21 - 31	62,56	6102,17	1,03
	BA	31 - 40	58,65	6199,51	0,95
	Bt	40 - 51	62,56	4495,86	1,39
	BC	51 - 70	62,56	3505,21	1,78

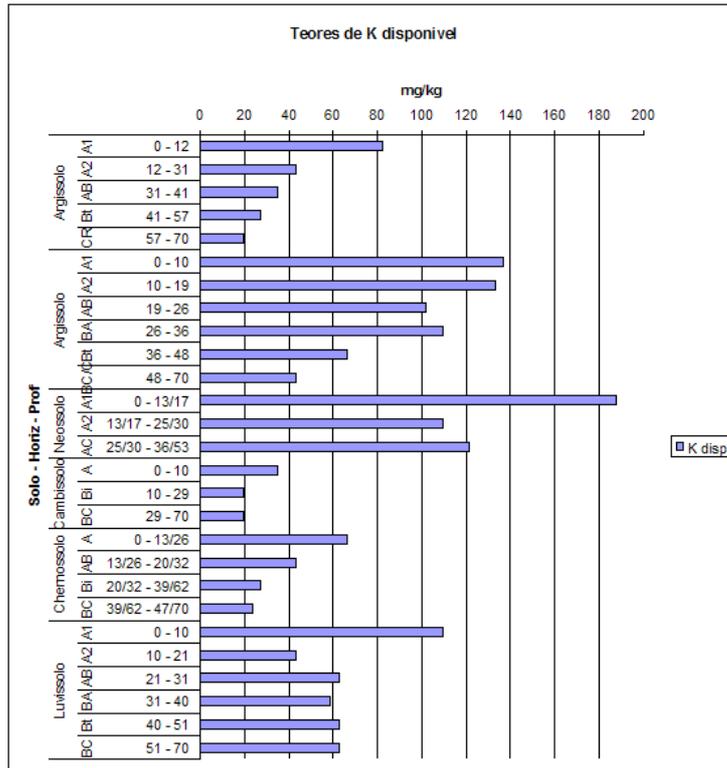


Figura 26 - Teores de K disponível nos solos presentes na área de estudo

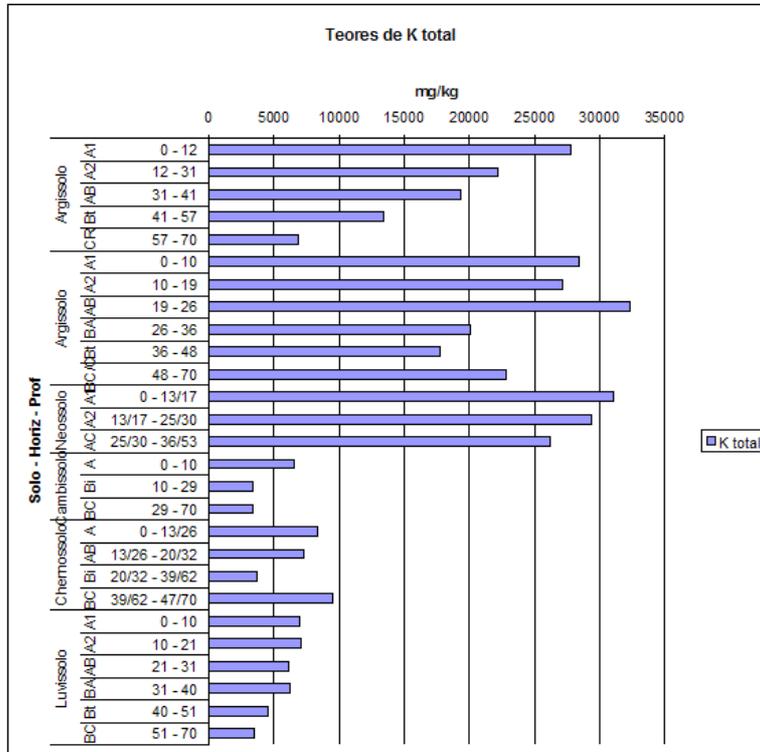


Figura 27 - Teores de K total nos solos presentes na área de estudo

Em relação ao estoque de K disponível, os solos que apresentaram uma maior concentração foram o Argissolo e o Neossolo (fig. 28), enquanto que o Chernossolo e o Cambissolo apresentaram as menores concentrações (tab. 15).

Tabela 15. Estoque de K nos solos presentes na área de estudo.

	K (t.ha ⁻¹)	
	Disponível	Total
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	0,20	35,70
Chernossolo Argilúvico Órtico	0,30	47,07
Luvissolo Háplico Órtico típico	0,67	56,96
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	0,72	151,79
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,39	176,10
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,77	217,06

Em relação ao estoque de K total, as classes que apresentaram maior concentração em tonelada por hectare foram os Argissolos e Neossolos, enquanto que os Luvissolos, Chernossolos e Cambissolo (tab. 15), apresentaram as menores concentrações (fig. 28), mostrando a influência direta da composição mais ácida do material de origem.

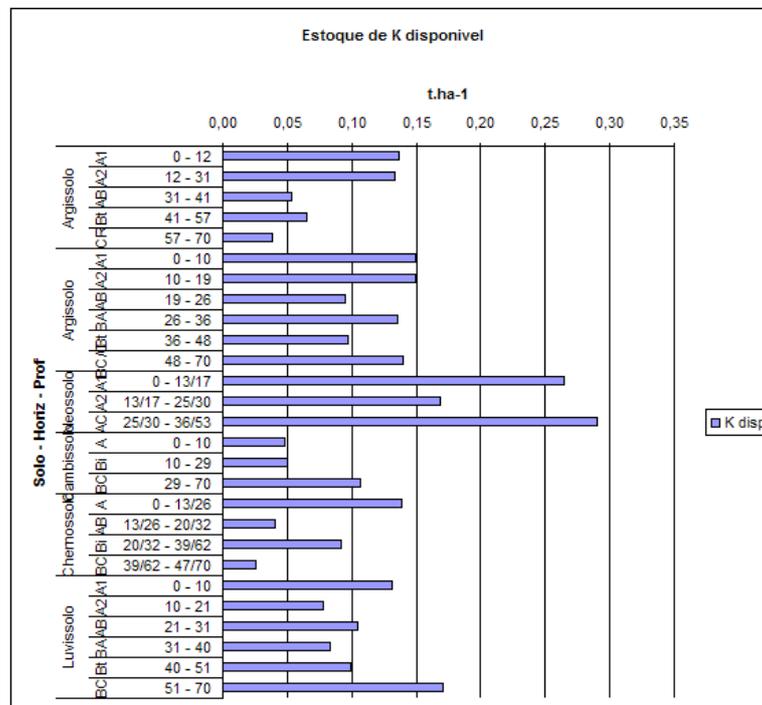


Figura 28 - Estoque de K disponível nos solos presentes na área de estudo

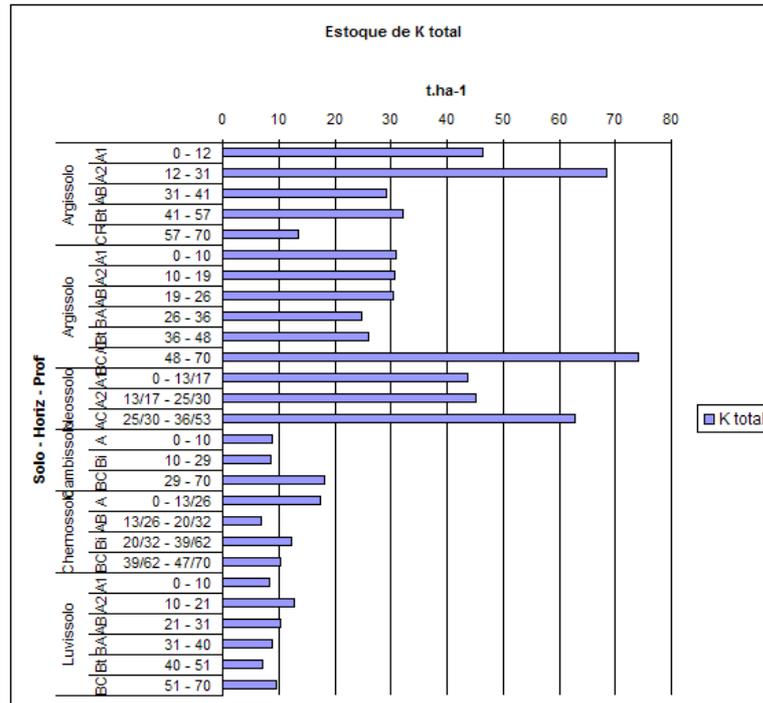


Figura 29 - Estoque de K total nos solos presentes na área de estudo

Dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, o que apresentou maior teor de Na disponível foi o Luvissole, seguido do Chernossolo, do Cambissolo, dos Argissolos e do Neossolo (fig. 30 e tab. 16), mostrando geralmente um incremento no teor de Na com a profundidade, sendo maior nos horizontes subsuperficiais.

Os teores de Na disponível ou trocáveis foram menores em relação aos outros cátions. Isto se deve à menor adsorção do Na^+ em relação aos demais, em função do elevado raio hidratado deste cátion monovalente.

Tabela 16. Teores de Na disponível e total nos solos presentes na área de estudo

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	Na disponível ----- mg/kg -----	Na Total	Na disp / Na total %
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 6	A ₁	0 - 12	16,03	10647,62	0,15
	A ₂	12 - 31	20,61	8037,13	0,26
	AB	31 - 41	32,06	6071,60	0,53
	Bt	41 - 57	54,96	4641,91	1,18
	CR	57 - 70	48,09	9254,04	0,52
Chernossolo Argilúvico Órtico saporlítico					
Álamos 8	A	0 - 13/26	36,64	11492,37	0,32
	AB	13/26 - 20/32	41,22	11370,26	0,36
	Bi	20/32 - 39/62	61,83	3319,91	1,86
	BC	39/62 - 47/70	59,54	6170,74	0,96
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico					
Álamos 9	A	0 - 10	32,06	7084,55	0,45
	Bi	10 - 29	45,80	4278,85	1,07
	BC	29 - 54+	61,83	6673,63	0,93
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 11	A ₁	0 - 10	11,45	7715,30	0,15
	A ₂	10 - 19	13,74	7397,77	0,19
	AB	19 - 26	18,32	8145,37	0,22
	BA	26 - 36	25,19	5486,80	0,46
	Bt	36 - 48	29,77	5200,87	0,57
	BC/C	48 - 65	29,77	12739,84	0,23
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico					
Álamos 12	A ₁	0 - 13/17	22,90	15515,30	0,15
	A ₂	13/17 - 25/30	20,61	17482,86	0,12
	AC	25/30 - 36/53	27,48	18208,30	0,15
Luvisolo Háplico Órtico típico					
Álamos 13	A ₁	0 - 10	41,22	7397,77	0,56
	A ₂	10 - 21	45,80	7397,77	0,62
	AB	21 - 31	38,93	6981,11	0,56
	BA	31 - 40	36,64	7188,48	0,51
	Bt	40 - 51	48,09	5777,05	0,83
	BC	51 - 65+	50,38	5200,87	0,97

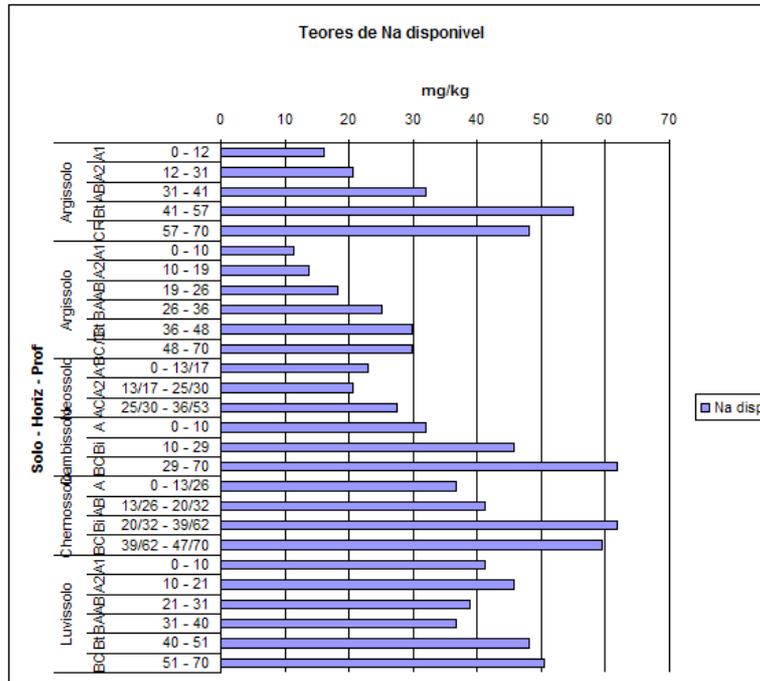


Figura 30 - Teores de Na disponível nos solos presentes na área de estudo

Em relação aos teores de Na apresentados pela dissolução total, o solo que apresentou um maior teor foi o Neossolo, apresentando também, uma menor relação Na disponível / Na total (tab. 17), enquanto que, o solo que apresentou um menor teor foi o Cambissolo (fig. 31). Pode-se atribuir este resultado à presença do Na em minerais que encontram-se em posição intermediária quanto a estabilidade ou resistência ao intemperismo químico. Os plagioclásios sódicos são mais resistentes que os cálcicos, porém menos resistentes que os feldspatos potássicos (Mc BRIDE, 1994).

O sódio é mais comumente encontrado no solo na forma estrutural em minerais como os plagioclásios, principalmente na albita (an%0-10), oligoclásio (an%10-30) e andesina (an%30-50). Nos granitos com menores percentuais de plagioclásios (sienogranitos e feldspato-alcalino granitos), o Na também pode estar presente nos feldspatos potássicos (que aceitam até 30% de Na) (fig. 32) ou até mais no caso das pertitas (estável nas altas temperaturas e instável nas baixas, provocando o fenômeno de exsolução e produzindo duas fases) (DANA, HURLBUT, 1978).

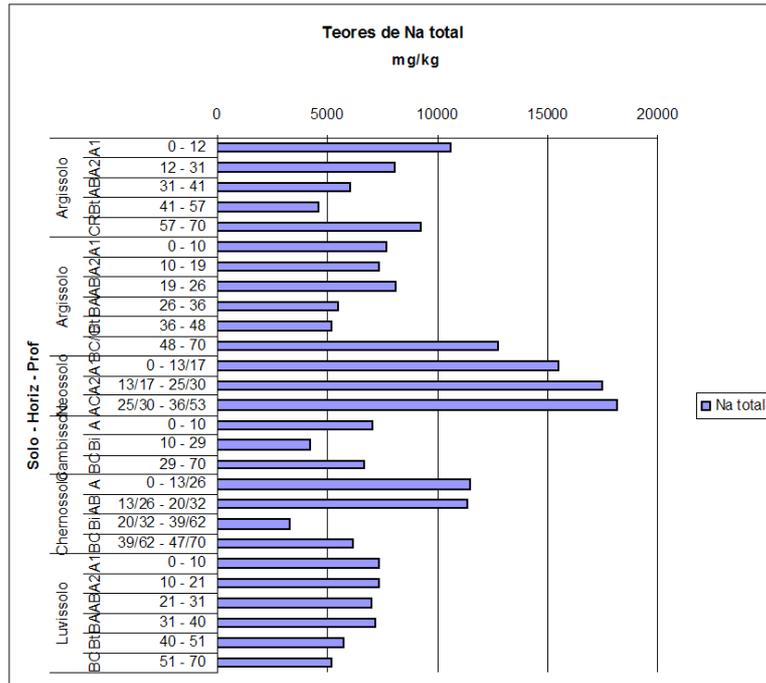


Figura 31 - Teores de Na total nos solos presentes na área de estudo

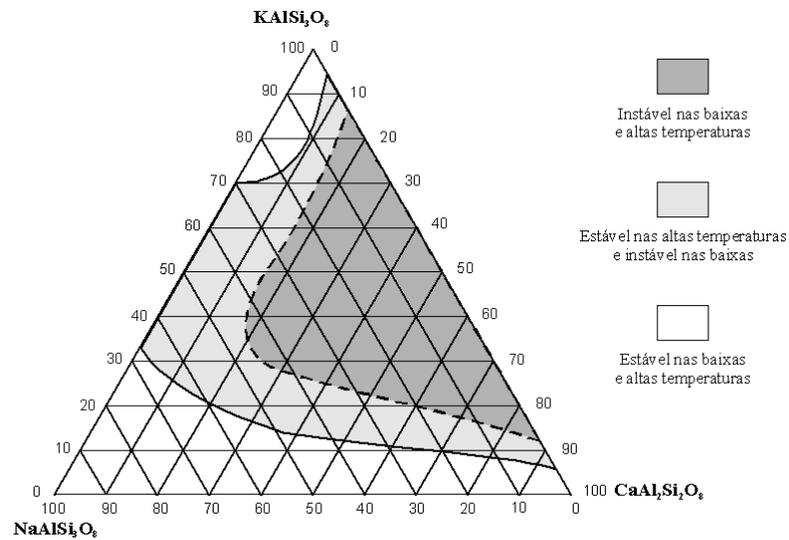


Figura 32 - Composição química dos feldspatos (adaptada de Dana & Hurlbut, 1978).

Quanto ao estoque de Na disponível, as classes que apresentaram maior concentração em tonelada por hectare foram o Cambissolo, o Luvisso e o Chernossolo, enquanto que os que apresentaram menores concentrações foram os

Argissolos e o Neossolo (tab. 17). Observa-se na figura 33, que as maiores concentrações encontram-se nos horizontes subsuperficiais.

Tabela 17. Estoque de Na nos solos presentes na área de estudo.

	Na (t.ha ⁻¹)	
	Disponível	Total
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	0,50	57,07
Chernossolo Argilúvico Órtico	0,40	52,75
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,27	62,80
Luvissolo Háplico Órtico típico	0,46	67,55
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,22	80,27
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	0,13	92,38

Em relação ao estoque de Na total, as classes que apresentaram maiores concentrações em tonelada por hectare foram o Neossolo e o Argissolo, conforme mostrado na figura 34 e a tabela 17.

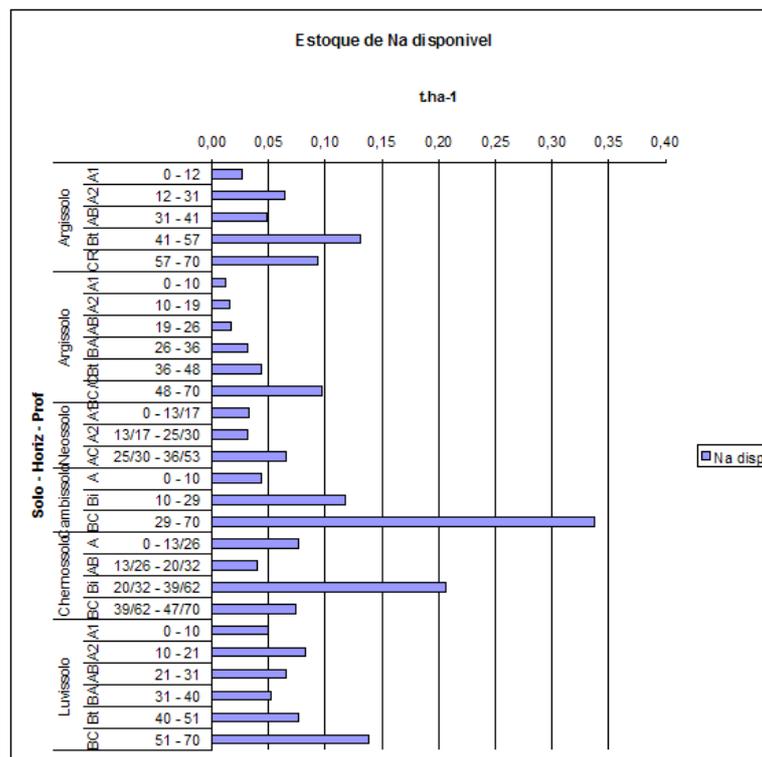


Figura 33 - Estoque de Na disponível nos solos presentes na área de estudo

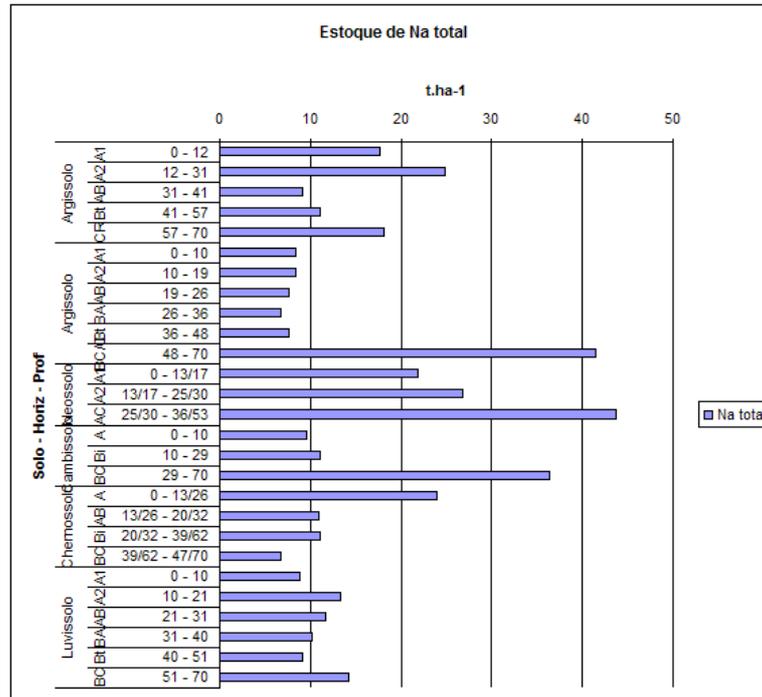


Figura 34 - Estoque de Na total nos solos presentes na área de estudo

Dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, o que apresentou maior teor de P extraível foi o Neossolo, com teores altos nos horizontes A₁ e A₂, e teor médio no horizonte AC; no Luvissole apresentou teores muito baixos nos horizontes A₁, A₂, AB e BA, e teores baixos nos horizontes Bt e BC (tab. 18). Nas outras classes de solos, em todos os horizontes, o teor de fósforo foi muito baixo, conforme a classificação que consta no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004), (fig 35).

Na dissolução total, os teores totais de fósforo foram bem mais elevados que o extraível, mostrando que o solo possui altos teores de P, só que não diretamente disponível para as plantas (fig. 36 e tab. 18).

Em relação à distribuição dos teores de P extraível, nos diferentes horizontes dos solos (fig 35), observa-se que, com exceção do Luvissole, todos os outros solos apresentam maiores teores nos horizontes superficiais, indicando que grande parte do fósforo encontra-se fazendo parte da matéria orgânica do solo.

Já em relação à distribuição dos teores de P total, nos diferentes horizontes dos solos (fig. 36), observa-se que, com exceção do Neossolo, todos os outros solos apresentam maiores teores nos horizontes superficiais.

Tabela 18. Teores de P extraível e total nos solos presentes na área de estudo

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	P extraível	P total	P ext/P total
			----- mg/kg -----		%
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 6	A ₁	0 - 12	1,3	508,96	0,26
	A ₂	12 - 31	0,9	403,20	0,22
	AB	31 - 41	0,7	366,85	0,19
	Bt	41 - 57	1,4	370,15	0,38
	CR	57 - 70	0,9	327,19	0,28
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico					
Álamos 8	A	0 - 13/26	2,1	687,42	0,31
	AB	13/26 - 20/32	2,7	598,19	0,45
	Bi	20/32 - 39/62	2,1	389,98	0,54
	BC	39/62 - 47/70	1,4	363,54	0,39
Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico					
Álamos 9	A	0 - 10	1,5	770,04	0,19
	Bi	10 - 29	1,5	475,91	0,32
	BC	29 - 70	1,7	333,80	0,51
Argissolo Amarelo Alítico típico					
Álamos 11	A ₁	0 - 10	3,0	727,08	0,41
	A ₂	10 - 19	1,9	145,42	1,31
	AB	19 - 26	1,6	79,32	2,02
	BA	26 - 36	1,9	231,34	0,82
	Bt	36 - 48	1,7	224,73	0,76
	BC/C	48 - 70	1,8	52,88	3,40
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico					
Álamos 12	A ₁	0 - 13/17	16,2	469,30	3,45
	A ₂	13/17 - 25/30	14,7	95,84	15,34
	AC	25/30 - 36/53	8,9	499,04	1,78
Luvissolo Háptico Órtico típico					
Álamos 13	A ₁	0 - 10	2,7	442,86	0,61
	A ₂	10 - 21	2,6	647,76	0,40
	AB	21 - 31	2,6	208,21	1,25
	BA	31 - 40	3,3	148,72	2,22
	Bt	40 - 51	4,4	118,98	3,70
	BC	51 - 70	4,7	102,45	4,59

Esses valores maiores na superfície podem ser indicativos de um processo de biociclagem, onde as plantas retiram o fósforo dos horizontes mais profundos e

depositam nos horizontes superficiais do solo, através da deposição e incorporação de resíduos vegetais.

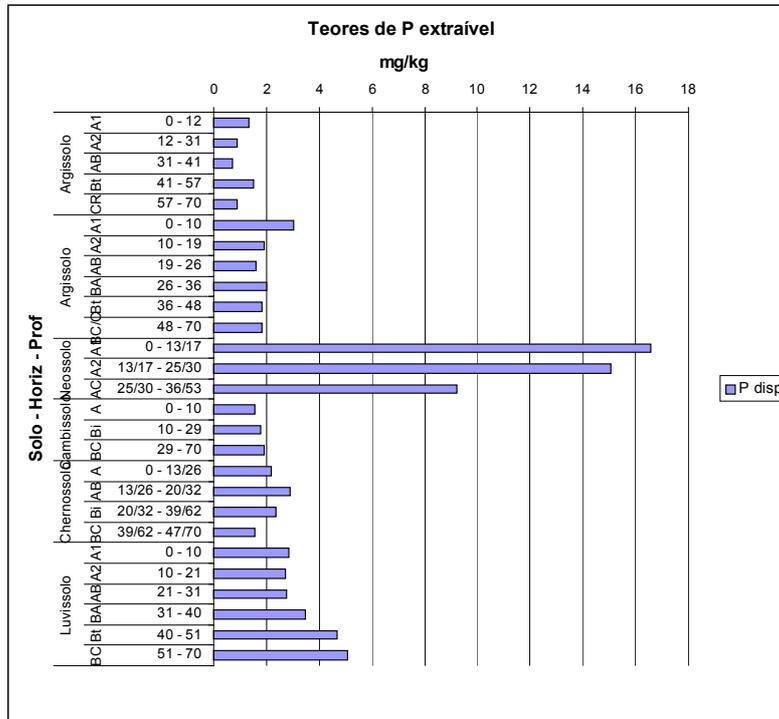


Figura 35 - Teores de P extraível nos solos presentes na área de estudo

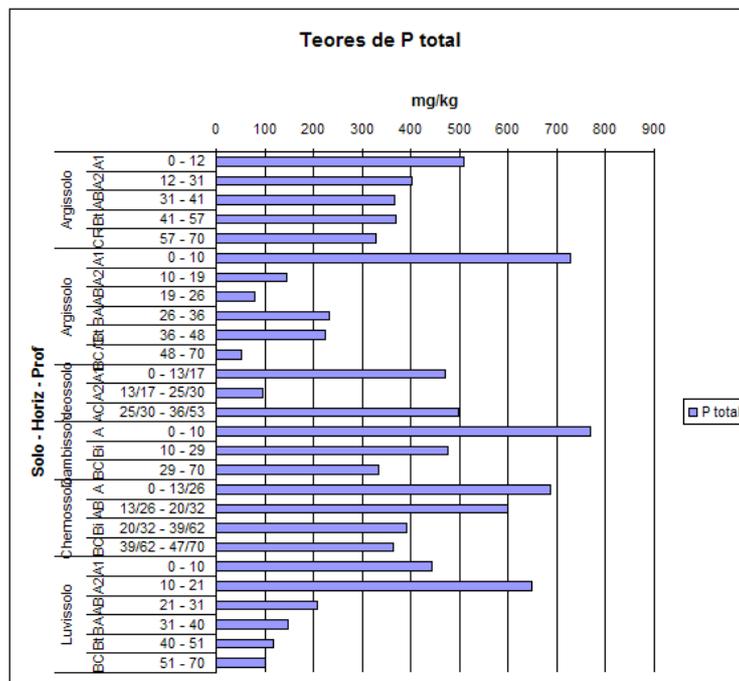


Figura 36 - Teores de P total nos solos presentes na área de estudo

Observando-se a relação fósforo extraível / fósforo total, nota-se uma ampla variação de 0,2 a 15,3%. O fósforo no solo é dependente da presença de minerais fosfatados no material de origem, geralmente a apatita, a qual é pouco resistente ao intemperismo (McBRIDE, 1994), sendo rapidamente intemperizada. Somente uma porção pequena de fósforo está presente na solução do solo, e assim, prontamente disponível para as plantas. O restante, além do fósforo estrutural de minerais primários e o imobilizado na matéria orgânica, acha-se adsorvido especificamente nos argilominerais e óxidos.

Já em relação ao estoque de P extraível, (tab. 19), a classe de solo que apresentou uma maior concentração em tonelada por hectare foi o Neossolo, com 67 kg de fósforo por hectare, enquanto que o Argissolo apresentou apenas 9 kg de fósforo por hectare (fig. 37).

Tabela 19. Estoque de P nos solos presentes na área de estudo.

	P (t.ha ⁻¹)	
	Extraível	Total
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,009	3,53
Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico	0,015	4,09
Chernossolo Argilúvico Órtico	0,016	3,71
Argissolo Amarelo Alítico típico	0,018	1,82
Luvissolo Háptico Órtico típico	0,037	2,73
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	0,067	2,01

Quanto ao estoque de P total, a classe que apresentou uma maior concentração em tonelada por hectare foi o Cambissolo, e a que apresentou uma menor concentração foi o Argissolo (fig. 38).

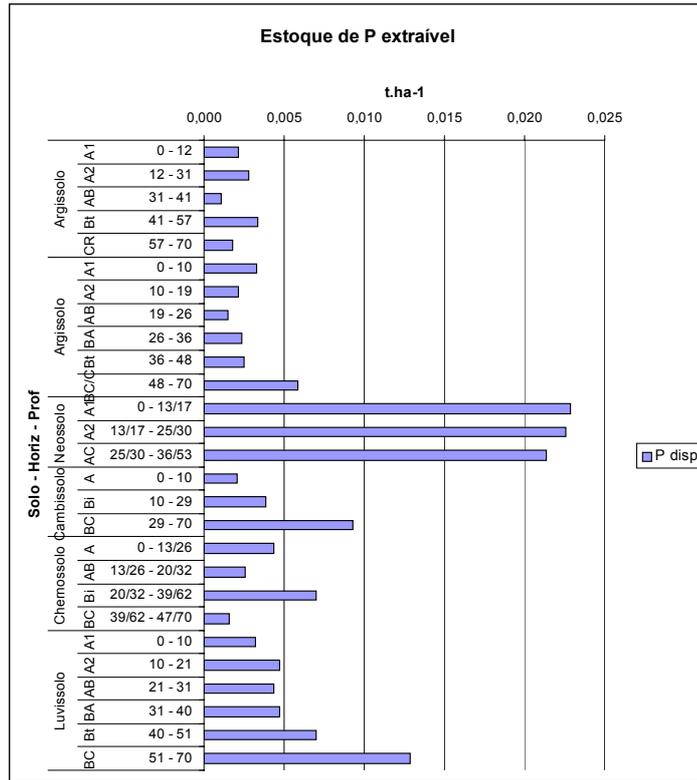


Figura 37 - Estoque de P extraível nos solos presentes na área de estudo

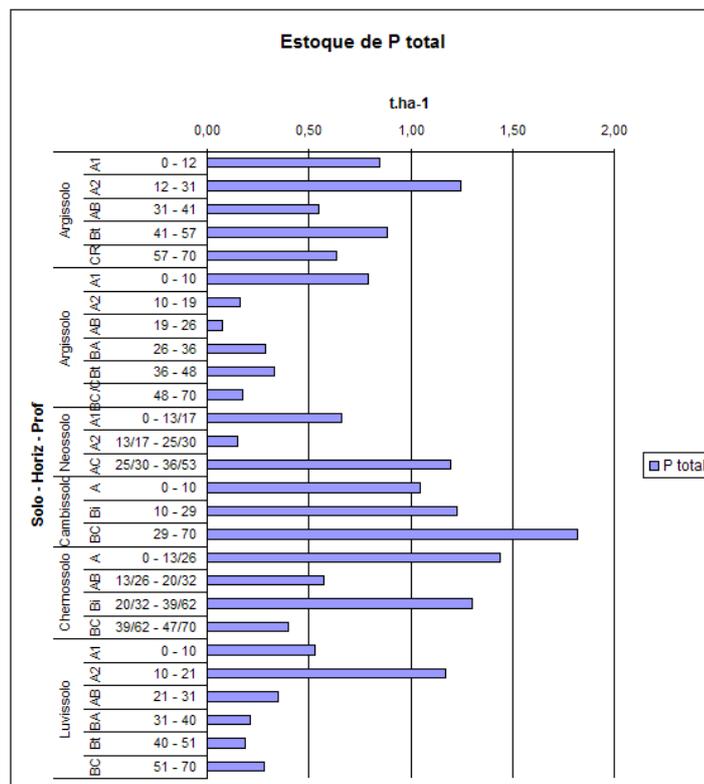


Figura 38 - Estoque de P total nos solos presentes na área de estudo

Dos solos presentes na microbacia hidrográfica na Fazenda Álamos, o que apresentou maior teor de carbono foi o Luvissole (tab. 20). Como era de se esperar, observa-se que a distribuição de Carbono no solo é maior nos horizontes superficiais do que nos horizontes subsuperficiais (Fig.39).

Tabela 20. Estoque de Carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo.

	Carbono orgânico	
	g.kg ⁻¹	t.ha ⁻¹
Argissolo Amarelo Alítico típico	59,30	1,291
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	50,80	1,119
Chernossolo Argilúvico Órtico	61,60	1,136
Argissolo Amarelo Alítico típico	86,80	1,167
Luvissole Háplico Órtico típico	183,50	2,883
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico	65,90	1,160

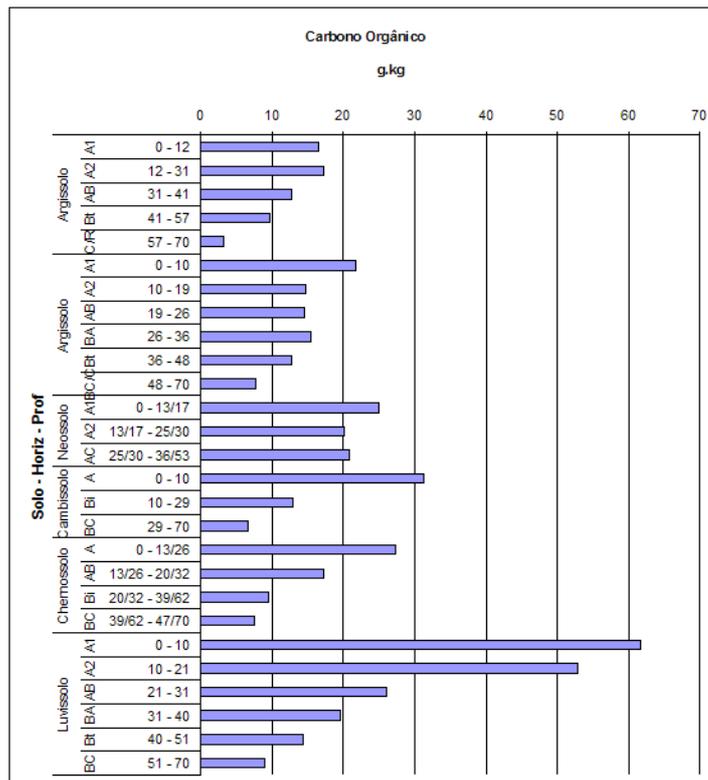


Figura 39 - Teores de Carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo

Em relação ao estoque de Carbono orgânico por hectare (fig. 40), a classe dos Luvissoles apresenta uma maior concentração. Nas outras classes, a concentração de carbono é muito semelhante, mostrando uma concentração maior nos horizontes superficiais.

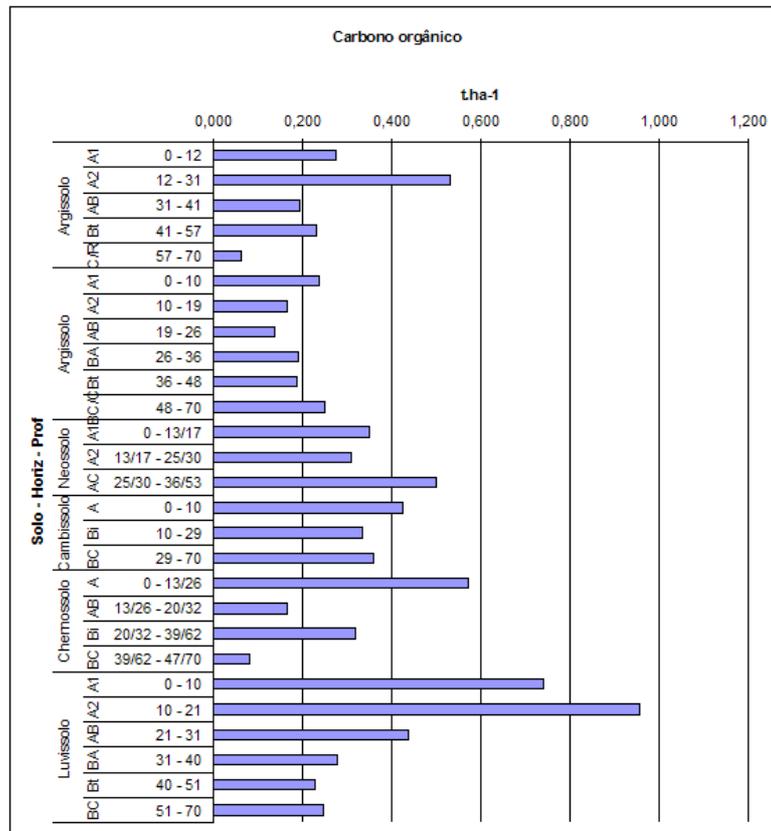


Figura 40 - Estoque de Carbono orgânico nos solos presentes na área de estudo

A tabela 21 mostra os estoques totais de carbono orgânico, estoques extraíveis e totais de fósforo, e os estoques disponíveis e totais de potássio, na área da Microbacia Hidrográfica na Fazenda Álamos, separados em horizontes superficiais e subsuperficiais, conforme as classes de solos, bem como o total geral na microbacia. O Carbono nem sempre apresenta maiores estoques nos horizontes superficiais em função da espessura dos horizontes (Álamos 11 e 9). Já o fósforo extraível sempre apresenta maiores estoques nos horizontes subsuperficiais, também em função da espessura dos horizontes, a exceção da classe do Neossolo, ao passo que o fósforo total apresenta maiores estoques nos horizontes superficiais nos Argissolos, Chernossolo e Luvisolo, enquanto que no Cambissolo e no Neossolo, os maiores estoques se encontram no horizonte subsuperficial. O potássio disponível apresenta maiores estoques nos horizontes superficiais nas classes dos Argissolos, Chernossolo e Neossolo, enquanto que nas classes dos Luvisolos e Cambissolos os maiores estoques estão na subsuperfície. Já em relação ao potássio

total, as classes que apresentam maiores estoques nos horizontes superficiais são o Argissolo, o Chernossolo, o Neossolo e o Luvisolo, enquanto que no Cambissolo, os maiores estoques estão em subsuperfície.

Tabela 21. Estoques de C, P e K nos solos presentes na área de estudo.

Perfil	Horizonte	C		P		K	
		Total t.ha ⁻¹	Extraível ----- (t.ha ⁻¹)-----	Total	Disponível	Total	----- (t.ha ⁻¹)-----
Argissolo Amarelo Alítico típico							
Álamos 6	Superficiais	0,81	0,0049	2,094	0,270	114,855	
	Subsuperficiais	0,29	0,0051	1,523	0,104	45,590	
	Área (ha)	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	
	Superficiais na área	8,97	0,0550	23,292	3,000	1277,491	
	Subsuperficiais na área	3,25	0,0568	16,945	1,152	507,078	
	Total na microbacia	12,22	0,1118	40,237	4,152	1784,570	
Argissolo Amarelo Alítico típico							
Álamos 11	Superficiais	0,54	0,0069	1,030	0,394	91,938	
	Subsuperficiais	0,63	0,0107	0,788	0,373	125,127	
	Área (ha)	21,24	21,24	21,24	21,24	21,24	
	Superficiais na área	11,45	0,1467	21,890	8,371	1952,907	
	Subsuperficiais na área	13,33	0,2274	16,739	7,925	2657,897	
	Total na microbacia	24,78	0,3741	38,629	16,296	4610,804	
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico							
Álamos 8	Superficiais	0,74	0,0070	2,008	0,180	24,340	
	Subsuperficiais	0,40	0,0086	1,703	0,117	22,728	
	Área (ha)	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	
	Superficiais na área	2,45	0,0232	6,693	0,600	81,153	
	Subsuperficiais na área	1,33	0,0285	5,678	0,391	75,776	
	Total na microbacia	3,79	0,0518	12,372	0,991	156,929	
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico							
Álamos 9	Superficiais	0,42	0,0020	1,046	0,048	8,956	
	Subsuperficiais	0,70	0,0131	3,048	0,157	26,745	
	Área (ha)	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	
	Superficiais na área	4,82	0,0232	11,888	0,543	101,765	
	Subsuperficiais na área	7,90	0,1493	34,632	1,785	303,900	
	Total na microbacia	12,72	0,1725	46,519	2,328	405,666	
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico							
Álamos 12	Superficiais	0,66	0,0454	0,809	0,433	88,975	
	Subsuperficiais	0,50	0,0213	1,196	0,291	62,819	
	Área (ha)	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	
	Superficiais na área	5,22	0,3585	6,385	3,416	702,253	
	Subsuperficiais na área	3,94	0,1684	9,441	2,293	495,810	
	Total na microbacia	9,16	0,5269	15,826	5,709	1198,063	

Continuação Tabela 21

Perfil	Horizonte	C		P		K	
		Total t.ha ⁻¹	Extraível ----- (t.ha ⁻¹)-----	Total	Disponível	Total	----- (t.ha ⁻¹)-----
Luvissoilo Háplico Órtico típico							
Álamos 13	Superficiais	2,13	0,0123	2,050	0,314	31,429	
	Subsuperficiais	0,75	0,0245	0,680	0,354	25,527	
	Área (ha)	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	
	Superficiais na área	18,31	0,1057	17,621	2,700	270,174	
	Subsuperficiais na área	6,47	0,2108	5,848	3,040	219,441	
	Total na microbacia	24,79	0,3165	23,468	5,740	489,615	
Total geral na microbacia		87,44	1,55	177,05	35,22	8645,65	

A tabela 22 mostra os estoques disponíveis e totais, de cálcio, de magnésio e de sódio, na área da Microbacia Hidrográfica na Fazenda Álamos, separados em horizontes superficiais e subsuperficiais, conforme as classes de solos, bem como o total geral na microbacia. O cálcio disponível apresenta maiores estoques nos horizontes subsuperficiais em todas classes, com exceção dos Neossolos, já o cálcio total apresenta maiores estoques nos horizontes superficiais nas classes dos Luvissoles, Neossolos, Chernossolos e Argissolos, e maiores estoques nos horizontes subsuperficiais na classe dos Cambissolos. O magnésio disponível apresenta maiores estoques nos horizontes subsuperficiais com exceção da classe dos Neossolos onde o valor é maior na subsuperfície, já o magnésio total sempre foi maior nos horizontes subsuperficiais. O sódio disponível apresentou maiores estoques nos horizontes subsuperficiais em todas classes de solos, já o sódio total apresentou estoques mais elevados nos horizontes superficiais nas classes dos Argissolos, do Chernossolo, do Neossolo e do Luvissoilo, enquanto que na classe dos Cambissolos, os estoques mais elevados estão em subsuperfície.

Lima (1996) citando dados sobre a remoção de nutrientes do solo por espécies florestais, relata que o eucalyptus saligna, aos 8 anos de idade, remove 3,6 kg. ha⁻¹ ano⁻¹ de P, 22,0 kg. ha⁻¹ ano⁻¹ de K, 23,3 kg. ha⁻¹ ano⁻¹ de Ca e 5,2 kg. ha⁻¹ ano⁻¹ de Mg. Já Schumacher et al (2003) em um estudo sobre exportação de nutrientes em florestas de eucalypto na região de Santa Cruz do Sul – RS, verificaram que a menor exportação ocorre quando se retira da área apenas a madeira do tronco sem a casca, retirando 15,6 kg ha⁻¹ de P, 91,8 kg ha⁻¹ de K e 107,4 kg ha⁻¹ de Ca, deixando os demais resíduos distribuídos sobre o solo para a proteção do solo, decomposição e ciclagem de nutrientes.

Os nutrientes disponíveis encontrados nas diferentes unidades de solos da microbacia da Fazenda Álamos, a exceção do P, permite o desenvolvimento de vários ciclos da cultura.

Tabela 22. Estoques de Ca, Mg e Na nos solos presentes na área de estudo.

Perfil	Horizonte	Ca		Mg		Na	
		Disponível	Total	Disponível	Total	Disponível	Total
		----- (t.ha ⁻¹)-----		----- (t.ha ⁻¹)-----		----- (t.ha ⁻¹)-----	
Argissolo Amarelo Alítico típico							
Álamos 6	Superficiais	2,491	3,250	0,475	5,298	0,090	42,579
	Subsuperficiais	2,802	1,389	0,630	5,902	0,225	29,150
	Área (ha)	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12
	Superficiais na área	27,711	36,151	5,287	58,930	1,006	473,585
	Subsuperficiais na área	31,162	15,446	7,006	65,650	2,505	324,219
	Total na microbacia	58,872	51,597	12,293	124,580	3,511	797,804
Argissolo Amarelo Alítico típico							
Álamos 11	Superficiais	1,897	1,200	0,451	2,397	0,045	24,373
	Subsuperficiais	3,788	1,255	1,131	5,172	0,172	55,899
	Área (ha)	21,24	21,24	21,24	21,24	21,24	21,24
	Superficiais na área	40,299	25,496	9,584	50,922	0,958	517,711
	Subsuperficiais na área	80,455	26,661	24,027	109,852	3,648	1187,376
	Total na microbacia	120,754	52,157	33,610	160,774	4,607	1705,087
Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico							
Álamos 8	Superficiais	7,854	12,094	2,704	27,332	0,116	34,871
	Subsuperficiais	11,587	7,888	4,453	34,436	0,280	17,878
	Área (ha)	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
	Superficiais na área	26,187	40,321	9,016	91,128	0,386	116,264
	Subsuperficiais na área	38,633	26,300	14,847	114,812	0,935	59,608
	Total na microbacia	64,820	66,621	23,863	205,940	1,321	175,872
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico							
Álamos 9	Superficiais	3,795	3,916	0,865	6,861	0,044	9,625
	Subsuperficiais	29,144	21,818	9,597	38,341	0,455	47,440
	Área (ha)	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36
	Superficiais na área	43,126	44,494	9,829	77,956	0,495	109,369
	Subsuperficiais na área	331,156	247,911	109,048	435,666	5,175	539,061
	Total na microbacia	374,283	292,405	118,877	513,622	5,670	648,430
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico							
Álamos 12	Superficiais	4,360	2,182	0,650	3,036	0,064	48,730
	Subsuperficiais	3,997	1,768	0,580	3,343	0,066	43,645
	Área (ha)	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89
	Superficiais na área	34,410	17,222	5,128	23,966	0,505	384,613
	Subsuperficiais na área	31,544	13,958	4,574	26,382	0,520	344,479
	Total na microbacia	65,953	31,180	9,703	50,348	1,025	729,092

Continuação Tabela 22

Perfil	Horizonte	Ca		Mg		Na	
		Disponível	Total	Disponível	Total	Disponível	Total
		----- (t.ha ⁻¹)-----		----- (t.ha ⁻¹)-----		----- (t.ha ⁻¹)-----	
Luvissole Háplico Órtico típico							
Álamos 13	Superficiais	14,609	13,7503	3,054	30,0814	0,197	33,9512
	Subsuperficiais	18,928	8,6707	5,382	36,1338	0,266	33,6024
	Área (ha)	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
	Superficiais na área	125,581	118,2021	26,251	258,5886	1,698	291,8544
	Subsuperficiais na área	162,709	74,5356	46,266	310,6173	2,288	288,8566
Total na microbacia		288,290	192,7377	72,516	569,2059	3,985	580,7110
Total geral na microbacia		972,97	686,70	270,86	1624,47	20,12	4637,00

5.4. Conclusões

- A relação disponível/total mostra que, o cálcio já foi intemperizado predominando a fração disponível, para o magnésio 8 a 23% do total está disponível, para o potássio 0,2 a 1,8% do total está disponível, para o sódio 0,1 a 1,9% do total está disponível.

- A classe de solo que apresentou uma maior quantidade de nutrientes disponíveis, na microbacia, foi o Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, seguido do Luvissole Háplico Órtico típico, do Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico, do Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, e dos Argissolos Amarelo Alítico típico.

- A classe de solo que apresentou uma maior quantidade de nutrientes totais, na microbacia, foi o Argissolo Amarelo Alítico típico, seguido do Neossolo Regolítico Eutrófico léptico, do Luvissole Háplico Órtico típico, do Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico e do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico.

- Os solos presentes na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, possuem um total de 1300,72 t de cátions básicos disponíveis e um total de 15770,86 t de cátions básicos totais.

6. CAPITULO 3

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SOLO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

6.1. Introdução

O solo é o armazenador e fornecedor de água e nutrientes às plantas. Por fenômenos de adsorção e capilaridade, ele retém, entre uma chuva e outra, a umidade possível de ser utilizada pelas plantas.

Dependendo do conteúdo de água no solo, as plantas terão maior ou menor facilidade em extrair água e, portanto, de atender às suas necessidades. À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água. Isso porque vai aumentando a força de retenção, enquanto diminui a disponibilidade hídrica no solo. Por isso, nem toda água que o solo consegue armazenar está disponível às plantas.

A água é o principal fator de crescimento, responsável por oscilações na produtividade e produção de regiões agrícolas. A água é, ao mesmo tempo, o fator mais importante e mais limitante à produtividade das culturas. O estado da água no solo pode ser descrito por duas maneiras: (i) em termos de quantidade presente e, (ii) em termos de energia dessa água (potencial). Para as plantas, é importante o estado de energia da água no solo, pois, solos de diferentes classes texturais podem ter semelhantes quantidades de água, porém, com distintos estados de energia. O movimento de água se dá por uma diferença de potencial, seja no interior do solo ou do solo para a planta. Para as plantas absorverem água do solo, as células da epiderme de suas raízes devem estar num potencial mais negativo do que a água que está no solo.

O conhecimento do movimento da água no perfil de um solo é de fundamental importância para a resolução de problemas envolvendo irrigação, drenagem, armazenamento e transporte de água e nutrientes, bem como o escoamento superficial e o controle da infiltração. O solo funciona como o reservatório de onde a planta obtém, através de seu sistema radicular, a água e também os nutrientes para o seu crescimento e desenvolvimento (REICHARDT, 1990).

Os atributos do solo como textura, estrutura e tipo de material são importantes para caracterizar o armazenamento e movimento da água no solo. Portanto, modificações nesses atributos poderão acarretar diferenças na quantidade de água armazenada e disponível às plantas.

Segundo Reichardt (1990), o potencial total da água no solo, representado pela letra grega (Ψ), é constituído pela soma de seus componentes, tais como: potencial gravitacional (Ψ_g), que tem atuação constante, sendo medido em relação a um referencial padrão, arbitrário, tomado igual a zero; potencial de pressão (Ψ_p), que atua nos solos acima do ponto de saturação, o qual refere-se a uma lâmina de água; potencial osmótico (Ψ_{os}), que assume importância em solos salinos e na presença de membranas semipermeáveis e potencial matricial (Ψ_m), que é resultante das forças de capilaridade e de adsorção associadas que atuam na matriz do solo.

Segundo Libardi (2000), existem dois processos que explicam a retenção de água pelo solo. No primeiro, a retenção ocorre nos microporos dos agregados pelo fenômeno de capilaridade, a qual está sempre associada a interfaces curvas água, chamadas de meniscos, cujas curvaturas são tanto maiores quanto menores os poros.

A capilaridade atua na retenção de água dos solos na faixa úmida, quando os poros se apresentam razoavelmente cheios de água. Quando um solo seca, os poros vão se esvaziando e filmes de água recobrem as partículas sólidas. Nesta condição, começa a manifestar-se um segundo processo que ocorre nas superfícies sólidas do solo como filmes de água presos a ela, que é a adsorção, a qual passa a dominar a retenção de água. A energia de retenção da água nestas condições é muito maior ainda e, por isso, grandes quantidades de trabalho são requeridas para retirar esta água do solo.

Libardi (2000) cita três mecanismos principais para explicar a adsorção da água sobre as superfícies sólidas: a) a superfície dos minerais de argila é coberta

com átomos de oxigênio e grupos oxidrilas negativamente carregados devido à substituição isomórfica de cátions da estrutura. Desse modo, cria-se ao redor das partículas desses minerais um campo elétrico cuja intensidade decresce com a distância da superfície da partícula. Devido à natureza dipolar das moléculas de água, elas se orientam neste campo elétrico e experimentam uma força na direção da superfície da partícula, a qual decresce gradualmente com a distância desta superfície até se tornar nula num ponto onde não existe mais influência do campo; b) os pares de elétrons não compartilhados do átomo de oxigênio das moléculas de água podem ser eletricamente atraídos a cátions trocáveis que podem estar adsorvidos sobre a superfície da argila, ou seja, os cátions que são retidos à superfície negativamente carregada de argila ocasionam também a adsorção das moléculas de água; c) finalmente, as moléculas de água podem ainda ser atraídas às superfícies sólidas pelas forças de van der Waals, que são forças de curto alcance e decrescem rapidamente com a distância da superfície, de modo que uma camada muito fina é adsorvida desta maneira ao redor das partículas do solo.

Dentre os fatores que afetam a retenção da água no solo está a textura, pois ela determina a área de contato entre as partículas sólidas e a água e condiciona proporções de poros de diferentes tamanhos. A estrutura também afeta a retenção da água, pois ela determina o arranjo das partículas, que por sua vez determina a distribuição do tamanho dos poros. Também é de grande importância na retenção de água, o tipo de argila. A montmorilonita, a vermiculita e argilominerais de alta CTC, tem alta capacidade de retenção de água. Outras argilas, como a caulinita e os óxidos de Fe e Al apresentam menor capacidade de retenção de água. A matéria orgânica coloidal também apresenta alta capacidade de retenção de água. Por isso, adições repetidas de esterco ou matéria orgânica ao solo, podem aumentar suas propriedades de retenção de água (REICHARDT, 1990).

Outros fatores podem também influenciar na permanência da água retida ou armazenada no solo, como a cobertura vegetal, o preparo do solo e a profundidade do perfil do solo.

A cobertura vegetal atua sobre a conservação da água no solo de duas formas principais: protege a superfície contra a formação de crostas, aumenta a taxa de infiltração e reduz a taxa de evaporação pela reflexão da energia radiante. O maior teor de água na superfície dos solos cobertos pode ser devido à redução da evaporação pela cobertura e/ou devido ao aumento da capacidade de retenção de

água do solo pela ação dos resíduos culturais adicionados à camada superficial, os quais podem melhorar a sua estrutura. Desde que todos os outros fatores sejam iguais, os solos profundos terão maior capacidade de retenção de umidade do que os rasos, o que assume grande importância no caso de plantas com raízes profundas (REICHARDT, 1985).

O conceito de capacidade de campo foi inicialmente proposto por Veihmeeyer & Hendrickson (1949) citado nos trabalhos de Reichardt (1988) e Souza (1989), que a definem como a quantidade de água retida pelo solo depois que o excesso tenha drenado e a taxa de movimento descendente tenha decrescido acentuadamente, o que geralmente ocorre dois ou três dias depois de uma chuva ou irrigação, em solos permeáveis de estrutura e textura uniformes. Esta definição mostra claramente que a capacidade de campo se refere a um comportamento dinâmico do perfil de solo no que concerne à distribuição de água e não a uma característica intrínseca (Reichardt, 1988). Os solos em que este conceito melhor se enquadra, são os solos de textura arenosa, nos quais a condutividade hidráulica decresce rapidamente com a diminuição da umidade do solo e o fluxo acaba tornando-se pequeno rapidamente.

Nos solos argilosos, a umidade na capacidade de campo é elevada, mas a do ponto de murcha permanente também atinge valores consideráveis, principalmente devido aos elevados potenciais de retenção de água ocasionados pelas partículas menores e aos microporos. Normalmente são os solos de textura média que apresentam maiores teores de água disponível, isto porque, estes solos possuem maior porcentagem de material coloidal, maior espaço poroso e superfície adsorbtiva muito maior que os solos de textura mais grossa (BRADY, 1989). Entretanto, solos de mesma classe textural podem ter curvas de tensão de umidade diferentes, não só devido às diferenças de granulometria nas mesmas classes de textura, mas também como resultado de diferenças principalmente no teor de matéria orgânica e tipo de argila, e dos microagregados constituintes da estrutura do solo.

A determinação da curva característica de água no solo, que é a relação entre o teor de água no solo e o potencial com que esta água fica retida, é um dos parâmetros mais importantes para se avaliar a disponibilidade de água as plantas e orientar o melhor manejo da irrigação. É chamada “característica” porque para cada solo ou camada existe uma curva específica e, desde que a geometria das camadas

não varie com o tempo, a curva característica é única, não sendo preciso determiná-la com frequência (REICHARDT, 1990; PAULETTO, 1997). Apresenta como principal vantagem o fato de mostrar o aspecto dinâmico da água no solo. A mesma é uma característica específica de cada solo ou mesmo de cada horizonte ou camada de seu perfil (REICHARDT, 1985).

Como o potencial matricial varia em diferentes solos e ao longo do perfil, esse deve ser determinado para cada situação, a fim de estudar as respostas das plantas ao potencial de água no solo. Enfim, o comportamento da água no solo é um processo dinâmico e não intrínseco à sua matriz, a capacidade de armazenamento de água disponível às plantas é o resultado da interação solo-planta, em função das características físicas, químicas e biológicas do solo.

A confecção da curva para cada tipo de solo e, mais detalhadamente, para cada horizonte, permite estimar o nível até o qual a percentagem de água pode decrescer sem afetar o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, sua produtividade.

Via de regra, a umidade em excesso, a que é retida acima da capacidade de campo, não traz benefícios aos vegetais superiores. A presença de quantidade excessiva desta água livre favorece o aparecimento de condições prejudiciais ao crescimento, tornando-se a situação mais crítica ao aproximar-se o ponto de saturação. Do ponto de vista dos vegetais é considerada como supérflua. Mas dependendo da distribuição espacial do solo no ambiente, sendo em um local de acúmulo de água, esse excesso pode até certo ponto, ser prejudicial, já que com o excesso de água, vai haver um decréscimo de oxigênio, influenciando diretamente a decomposição da matéria orgânica, além de atuar na redução do nitrato, na redução do ferro e do manganês, que dependendo do teor, podem vir a serem tóxicos e na redução do sulfato.

Tradicionalmente, a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) são considerados como os limites máximo e mínimo, respectivamente, de água disponível. A partir desses limites, pode-se determinar a capacidade de armazenamento de água disponível no solo, considerando a profundidade do sistema radicular

A quantidade de água armazenada pelo solo é uma função da sua umidade volumétrica (θ) e da profundidade (z) considerada, sendo esta quantidade variável

com o tempo, devido aos processos de ganho de água (chuva e/ou irrigação) e das perdas (evapotranspiração e/ou drenagem profunda).

A relação entre a disponibilidade hídrica e a produtividade florestal é concernente aos efeitos diretos e indiretos da deficiência de água no crescimento das árvores. Dentre esses efeitos, destacam-se: diminuição da taxa fotossintética, em razão do aumento na resistência estomática (VOSE e SWANK, 1994); diminuição do aporte nutricional às árvores, via fluxo de massa e difusão; diminuição na velocidade de mineralização da matéria orgânica; e em grau mais elevado de deficiência hídrica, o próprio colapso funcional em níveis citoplasmático e tissular (SANDS e MULLIGAN, 1990).

Este trabalho teve por objetivo realizar as curvas características para cada horizonte, de cada classe de solo, descrita na microbacia da Fazenda Álamos, bem como determinar a quantidade de água disponível e água armazenada por classe de solo e na microbacia.

6.2. Material e métodos

Para a determinação das curvas características da água no solo ou curvas de retenção e posterior cálculo da água armazenada e disponível, foram coletadas amostras indeformadas em anéis volumétricos de aproximadamente 54 cm³, nos diferentes horizontes componentes de cada classe de solo selecionada, seguindo a metodologia descrita por Pauletto (1997).

Após a coleta, as amostras foram levadas ao Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel e preparadas para a determinação das curvas. Para esta determinação, utilizou-se as câmaras de pressão de Richards para as altas tensões (0,01, 0,034; 0,1 e 1,5 MPa) e a mesa de tensão para as tensões menores (0,001 e 0,006 MPa), segundo metodologia descrita por Pauletto (1997). Com os dados da relação umidade volumétrica e potencial matricial foram elaboradas as curvas utilizando-se procedimentos computacionais, através do programa CURVARET, que utiliza o modelo de van Genuchten (1980), cuja equação é:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha \Psi m)^n]^m}$$

Onde:

θ_s = umidade volumétrica saturada ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

θ_r = umidade volumétrica residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

Ψm = potencial matricial em cm de coluna de água

α , n , m = parâmetros empíricos referentes às características do solo.

A água armazenada no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente é denominada de água disponível, sendo determinada pela expressão abaixo:

$$AD = \theta_{CC} - \theta_{PMP}$$

Onde:

AD = Água disponível ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)

θ_{CC} = Umidade volumétrica na Capacidade de Campo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_{PMP} = Umidade volumétrica no Ponto de Murcha Permanente ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$).

$$AA = \theta_{CC} \times z$$

Onde:

AA = Água armazenada ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)

θ_{CC} = Umidade volumétrica na Capacidade de Campo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

z = espessura do horizonte.

6.3. Resultados e discussão

A unidade de mapeamento PAa, composta por Argissolos, mostra presença de cascalhos em todos os horizontes e apresenta incremento de argila, correspondendo à formação do horizonte Bt. A macroporosidade diminui com a profundidade enquanto que a microporosidade aumenta com a profundidade do solo. Em relação às características químicas, apresentam o pH fortemente ácido a

moderadamente ácido, teores médios de Ca, teores médios a altos de Mg, baixo a alto teores de K, altos teores de Al, alta atividade de argila e baixa saturação por bases, alta concentração de Al e teores muito baixos de P (CQFS, 2004).

Através das curvas características realizadas para cada horizonte dos perfis Álamos 6 e Álamos 11, que apresentaram os resultados e seus parâmetros de ajuste descritos no apêndice C e levando-se em consideração a profundidade de cada horizonte do solo, e a extensão desta unidade de mapeamento na microbacia hidrográfica (tabelas 23 e 24), verifica-se que esta associação possui uma capacidade de água disponível de 10292,4m³ de água e capacidade de armazenamento de 52084,6m³ de água.

Tabela 23. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade PAa

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp. (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
PAa	Álamos 6	A1	120	8,82	26,20	111200	980,8	2913,4
		A2	190	8,29	39,12	111200	921,8	4350,1
		AB	100	4,19	22,97	111200	465,9	2554,3
		Bt	160	3,04	47,84	111200	338,0	5319,8
		CR	130	2,47	38,87	111200	274,7	4322,3
Total				26,81	175,00		2981,3	19460,0

Tabela 24. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade PAa

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp. (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
PAa	Álamos 11	A1	100	8,89	23,61	212400	1888,2	5014,8
		A2	90	6,30	17,08	212400	1338,1	3627,8
		AB	70	2,81	12,04	212400	596,8	2557,3
		BA	100	2,99	17,48	212400	635,1	3712,8
		Bt	120	4,41	29,25	212400	936,7	6212,7
		BC/C	220	9,04	54,14	212400	1920,1	11499,3
Total				34,44	153,60		7315,1	32624,6

A unidade de mapeamento MTo, composta pelo Chernossolo apresenta no horizonte AB, um predomínio de material mais grosseiro (calhaus e cascalho), sendo que nos demais horizontes, há um predomínio de argila. A densidade do solo vai aumentando com a profundidade, o mesmo comportamento da microporosidade. Em relação às características químicas, apresenta pH de moderadamente ácido a praticamente neutro, alta atividade de argila, alta saturação por bases, altos teores de Ca, Mg e K. Os teores de P variam de muito baixo a muito alto (CQFS, 2004).

Através das curvas características realizadas para cada horizonte do perfil do solo, que apresentou os resultados e seus parâmetros de ajuste descritos no apêndice C, e levando-se em consideração a profundidade de cada horizonte do solo, e a extensão desta unidade de mapeamento na microbacia hidrográfica, verifica-se que esta classe de solo, nestas condições possui uma capacidade de água disponível de 1261,3m³, e de armazenamento de água de 8887,7m³ (tab. 25).

Tabela 25. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade MTo

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
MTo	Álamos 8	A	195	13,12	82,11	33341	437,4	2737,6
		AB	65	3,53	20,77	33341	117,7	692,5
		Bt	245	12,66	91,99	33341	422,1	3067,0
		BC	195	8,52	71,70	33341	284,1	2390,5
Total				37,83	266,57		1261,3	8887,7

A unidade de mapeamento CXve, composta pelo Cambissolo, apresenta em torno de 12,3% de frações mais grosseiras no horizonte A, enquanto que a fração argila predomina na fração fina do solo, nos horizontes A e Bi, e silte em maior quantidade no horizonte BC. A densidade do solo praticamente não varia com a profundidade. A macroporosidade diminui com a profundidade e contrário senso a microporosidade aumenta com a profundidade do solo. Em termos químicos, o solo apresenta acidez moderada, teor muito baixo de fósforo, teores altos de Ca e Mg com predomínio do Ca, teores baixos de K, teor alto de Al no horizonte A e médio nos horizontes Bi e BC, e teores baixos da porcentagem de Al (CQFS, 2004).

Através das curvas características realizadas para cada horizonte do perfil do solo, que apresentou os resultados e seus parâmetros de ajuste descritos no apêndice C, e levando-se em consideração a profundidade de cada horizonte do solo, e a extensão desta unidade de mapeamento na microbacia hidrográfica, verifica-se que nestas condições a mesma possui uma capacidade de água disponível de 2916,1 m³ e de armazenamento de água de 30401,6 m³ (tab. 26).

Tabela 26. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade CXve

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
CXve	Álamos 9	A	100	8,60	33,70	113600	977,0	3828,3
		Bt	190	7,75	73,72	113600	880,4	8374,6
		BC	410	9,32	160,20	113600	1058,8	18198,7
Total				25,67	267,62		2916,1	30401,6

A unidade de mapeamento RRE, composta pelo Neossolo apresenta textura franco argilo arenosa, com cascalho variando de 9,65 a 48,96% nos horizontes do solo. Por apresentar predomínio de fração areia na textura do solo, bem como a presença de cascalho em todos os horizontes do perfil, a macroporosidade diminui pouco com a profundidade, partindo de 25,58% no horizonte A para 19,41% no horizonte AC, e microporosidade de 33,01% no horizonte A para 28,85% no horizonte AC. Em relação a parte química apresenta um pH fortemente ácido, altos teores de Ca, Mg e K, altos teores de Al, argila de atividade alta e alta saturação por bases até o horizonte AC. O teor de P varia de muito baixo a alto (CQFS, 2004).

Através das curvas características realizadas para cada horizonte do perfil do solo, que apresentou os resultados e seus parâmetros de ajustes descritos no apêndice C, e levando-se em consideração a profundidade de cada horizonte do solo, e a extensão desta unidade de mapeamento na microbacia hidrográfica, verifica-se que esta unidade, nestas condições, possui uma capacidade de água disponível de 2924,8 m³ e um armazenamento de água de 8103,9 m³ (tab. 27).

Tabela 27. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade RRe

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
RRe	Álamos 12	A1	150	14,25	34,20	78900	1115,6	2698,4
		A2	125	6,76	26,47	78900	533,4	2088,5
		AC	255	16,17	42,04	78900	1275,8	3317,0
Total				37,18	102,71		2924,8	8103,9

A unidade de mapeamento TXo composta pelo Luvissole apresenta textura franco argilosa. A densidade do solo vai aumentando conforme aumenta a profundidade, partindo de 1,17 no horizonte A até 1,45 no horizonte Bt. A macroporosidade diminui com a profundidade, apresentando os valores extremos nos horizontes A (11,48%) e B (3,92%) enquanto que a microporosidade não varia muito com a profundidade do solo, passando de 52,70% no horizonte A para 57,45% no horizonte BC. Em relação à parte química apresenta um pH moderadamente ácido, com altos teores de Ca e Mg, baixos a altos teores de K, argila de atividade alta e alta saturação por bases. O teor de P varia de muito baixo a baixo (CQFS, 2004). O teor de carbono vai diminuindo conforme aumenta a profundidade, partindo de um horizonte A húmico com teor de carbono orgânico de 6,16% para um teor de 0,90% no horizonte BC.

Através das curvas características realizadas para cada horizonte do perfil do solo, que apresentou os resultados e seus parâmetros de ajustes descritos no apêndice C, e levando-se em consideração a profundidade de cada horizonte do solo, e a extensão desta unidade de mapeamento na microbacia hidrográfica, verifica-se que esta unidade, nestas condições, possui uma capacidade de água disponível de 3380,1m³ de água e um armazenamento de água de 21767,6m³ (tab. 28).

Tabela 28. Capacidade de água disponível e água armazenada na unidade TXo

Classe Solo	Perfil	Horizonte	Esp (mm)	CAD (mm)	AA (mm)	Área (m ²)	CAD (m ³)	AA (m ³)
TXo	Álamos 13	A1	100	11,84	42,24	85963	1017,8	3631,1
		A2	110	8,17	37,33	85963	702,3	3209,0
		AB	100	4,61	32,72	85963	396,3	2812,7
		BA	90	3,47	28,88	85963	298,3	2482,6
		Bt	110	4,24	40,26	85963	364,5	3460,9
		BC	190	6,99	71,79	85963	600,9	6171,3
Total				39,32	253,22		3380,1	21767,6

Os coeficientes de ajustes das curvas de retenção variaram de 0,983 a 0,999, mostrando boas performances do modelo adotado, já o parâmetro n, que está relacionado com a declividade da curva de retenção ajustada mostra geralmente valores mais elevados nos horizontes superiores e menores valores nos horizontes subsuperficiais, principalmente nas classes que apresentam o horizonte B textural.

6.4 Conclusões

- Os solos que apresentaram uma maior capacidade de água disponível até a profundidade de 70cm foram o Luvissole com 393,2m³ por hectare, seguidos do Chernossolo, com 378,3m³ por hectare, do Neossolo com 371,8m³ por hectare do Argissolo com 306,2m³ por hectare em média, e do Cambissolo com 256,7m³ por hectare.

- Os solos que apresentaram um maior armazenamento de água até a profundidade de 70cm foram o Cambissolo com 267,62mm, seguidos do Chernossolo, com 266,57mm, do Luvissole com 253,22mm, do Argissolo com 164,30mm em média e do Neossolo com 102,71mm.

- A microbacia da Fazenda Álamos pode, nos solos até a profundidade de 70cm, armazenar 121.245,4m³ de água e desse total disponibilizar 20.778,6m³.

7. CAPITULO 4

CLASSES DE SOLO E DESENVOLVIMENTO FLORESTAL EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO MACHADO - RS

7.1. Introdução

Para que toda e qualquer espécie vegetal possa ter condições ideais de desenvolvimento é necessário que o meio, solo, onde esta será plantada apresente condições mínimas quanto às características físicas, químicas e hídricas. Quanto às características físicas dos solos, estas podem estar entre os principais fatores limitantes do crescimento e produtividade dos sítios por serem de mais difícil correção. Em solos que apresentam camadas mais adensadas ou compactadas, natural (incremento de argila em profundidade) ou artificialmente (trafegabilidade de máquinas pesadas e/ou pisoteio de animais), é fundamental que se empregue alguma prática de rompimento destas camadas, visando melhorar o ambiente para propiciar uma melhor eficiência de aproveitamento da água e nutrientes por parte do sistema radicular das plantas.

A atividade de plantios florestais homogêneos para fins comerciais é uma atividade em rápida expansão no Brasil, em especial nas regiões Sul e Sudeste. A utilização predominantemente do gênero *Eucalyptus*, que possui elevado número de espécies e sua grande capacidade de adaptação às mais variadas condições ecológicas, leva à necessidade de estudos sobre a qualidade do ambiente nos plantios comerciais.

O conhecimento das relações entre a capacidade produtiva de um povoamento, atributos do relevo, solo vegetação etc., ou seja, da interação planta-

ambiente está cada vez mais em foco. Tal conhecimento proporciona um controle das estimativas de produção e todas as questões que a envolvem, tais como logística de colheita, transporte, processamento etc.

A atividade silvicultural na região sul do Rio Grande do Sul é uma realidade que veio somar-se a outras atividades produtivas que causam impactos sociais, econômicos e ambientais.

É necessária a percepção de que todo o solo é um meio organizado e estruturado, onde a distribuição dos constituintes não é aleatória e guarda uma relação entre si, possuindo uma morfologia própria, desempenhando papéis importantes no comportamento do ambiente (solos e recursos hídricos) local e regional.

O uso da terra de acordo com a sua aptidão constitui-se em um requisito básico para a execução de sistemas racionais e sustentáveis de aproveitamento dos recursos naturais.

O correto conhecimento do ambiente onde estão inseridas as atividades produtivas é uma necessidade real e urgente, não só para a silvicultura, mas para todas as atividades que utilizem o solo como meio de produção, utilizando o mesmo de uma forma adequada e justa, nesta e nas futuras gerações.

Os eucaliptos são, em geral, árvores de grande plasticidade adaptando-se a diferentes condições ecológicas, embora sejam evidentes as influências do meio sobre seu desenvolvimento (CORRÊA NETO, 2004). A qualidade do sítio influi não só sobre o crescimento como também sobre a sanidade e sobrevivência das árvores.

Segundo Caldeira et al. (1996), a qualidade de um sítio é dinâmica e, freqüentemente, ao longo do tempo, alguns desses fatores podem ser influenciados pelo manejo adotado. As plantas de um sítio qualquer devem encontrar condições para o seu desenvolvimento, principalmente nos primeiros anos, que são os mais críticos e decisivos para o bom crescimento das mesmas.

Oliveira Filho et al. (1994) estudando a composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG, observou que a composição de uma floresta pode ter influência marcante na disponibilidade dos recursos do solo, que por sua vez afeta a distribuição e abundância de outras espécies em um ecossistema, especialmente o vegetal.

As comunidades vegetais e os solos desenvolvem-se conjuntamente, mantendo constantemente intercâmbio recíproco, por isso existem entre ambos relações estreitas.

Barros e Novais (1990) afirmam que é necessário um melhor conhecimento das espécies e ou procedências de eucalipto relacionando-as com características edafoambientais. As variações nos parâmetros dendrométricos, como a posição da encosta e o tipo de solo, evidenciam a influência dos atributos edáficos na produtividade dos povoamentos de eucalipto.

Santana (1986) verificou que *Eucalyptus saligna* apresentou, na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais, maior produtividade nos solos distróficos (Latosolos) dos topos das elevações, em relação aos solos mais férteis das encostas e das baixadas da região (Argissolos). Tal fato parece ser explicado pela elevada densidade dos solos das partes mais baixas da paisagem, o que impede o crescimento do sistema radicular em profundidade, fato crítico em uma região de período seco marcado.

Pela plasticidade da cultura do eucalipto e a grande diversidade de sítios onde são feitos os plantios, é importante relacionar as propriedades edáficas aos parâmetros de crescimento e produtividade da cultura (CORRÊA NETO, 2004). Ainda, espécies e/ou procedências dissimilares quanto a condições climáticas, na Austrália e no Brasil, mostram uma boa adaptação (BARROS E NOVAIS, 1990).

Quanto aos diferentes domínios, plantios realizados no ambiente de Cerrado em Minas Gerais apresentaram menor altura quando comparados com ambientes de Mar de Morros e de Tabuleiros Costeiros, em Minas Gerais e no Espírito Santo. Os solos de Cerrado, em sua maioria Latossolos ou Argissolos, apresentam altas taxas de lixiviação de nutrientes, sendo por outro lado menos suscetíveis à erosão hídrica em função do relevo plano à suave ondulado. Os plantios em áreas de Mar de Morros apresentam valores maiores em altura que no Cerrado. No Mar de Morros as perdas de nutrientes nos diversos tipos de solos são intensas com influência da erosão hídrica, por causa do relevo mais acidentado. Os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos do domínio de Tabuleiros Costeiros, em plantios no Espírito Santo, localizam-se em relevo plano a suave ondulado e possuem menor permeabilidade, assim a perda dos nutrientes por erosão e lixiviação é menor que nos outros dois ambientes (FERREIRA E COUTO, 1981).

Zimback *et al.* (1996) observaram maior correlação com a produtividade do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* nos municípios de Mogi-Guaçu, Cochal e Aguai para os seguintes parâmetros físicos do horizonte A: densidade do solo, porosidade total e retenção de água a 0,03 MPa e 1,5 MPa. Ainda segundo os autores, a soma de bases e a saturação por bases foram os fatores que apresentaram maior relação com o crescimento do *Eucalyptus* sp. Neste estudo, os valores S e V não mostraram relação com o desenvolvimento do *Eucalyptus urophylla*, possivelmente pelos baixos valores naturais, em todos os solos.

A capacidade produtiva de um povoamento florestal pode ser avaliada, para determinado local, através da medição de fatores intrínsecos ou extrínsecos à biomassa florestal. Ortega & Montero (1988) destacam, como fatores intrínsecos, a altura dominante ou média, o crescimento médio máximo e o volume total no final da rotação. Como fatores extrínsecos do biótipo: o clima, a litologia, a edafologia e a morfologia; e da biocenose: espécies indicadoras (sociologia) e associações indicadoras (fitossociologia). Esta capacidade produtiva depende, portanto, fundamentalmente, das condições do solo e do meio ambiente. A classe de solo agrega importantes informações, destacando-se a profundidade dos horizontes, a classe de textura, os níveis de nutrientes, o teor de matéria orgânica, a atividade química da fração coloidal e a presença de camadas compactadas que poderiam restringir o crescimento das raízes e a percolação de água. Com relação ao meio ambiente, as informações se referem, principalmente, à classe de relevo, ao material de origem do solo, ao tipo de cobertura vegetal primitiva e à presença de pedregosidade e rochosidade. Dentre estes fatores, a influência que as propriedades físicas e químicas dos solos exercem sobre o crescimento das árvores tem merecido atenção especial. Pesquisas sobre estes aspectos têm sido direcionadas, principalmente, à definição de espécies a serem plantadas e indicações de práticas de manejo dos solos e dos povoamentos florestais.

As propriedades físicas do solo têm se relacionado, com maior frequência, à capacidade produtiva dos sítios florestais do que as químicas, principalmente nos aspectos da capacidade de retenção e armazenamento de umidade do solo (GONÇALVES *et al.*, 1990). A estrutura do solo, a consistência, a capacidade de retenção de água, a drenagem e as reações de troca entre o sistema radicular e o complexo coloidal são diretamente dependentes da textura. Esta pode ser

considerada, individualmente, como a característica que mais influencia na capacidade produtiva dos sítios florestais.

A atuação conjunta de diversos fatores no crescimento da floresta, aliada à dificuldade de medição de algumas variáveis, principalmente as referentes ao clima e ao solo, tem dificultado o trabalho com modelos que contemplem todos estes fatores.

Segundo Patiño Valera (1988), existem características que não sofrem grandes alterações com as variações ambientais. Porém, as características de maior importância econômica são quantitativas, e pequenas variações no ambiente podem ser suficientes para provocar modificações fenotípicas significativas em volume, altura, diâmetro, etc. O crescimento em altura das árvores é um processo dinâmico. As mudanças no solo ou em outras condições ambientais acarretam variações no crescimento em altura dominante durante toda a vida das árvores, e o índice de sítio é uma medição do resultado cumulativo destas condições de crescimento em uma idade índice. Não é surpresa, portanto, que os parâmetros ambientais, medidos em um dado ponto no tempo, não sejam capazes de fazer previsões aceitáveis, sendo necessário incluir medições dinâmicas em modelos futuros.

Tonini et al. (2006) estudando o crescimento em altura dominante de clones de *Eucalyptus saligna* Smith e construindo curvas de índice de sítio e fazendo uma comparação com curvas construídas para povoamentos da mesma espécie originados de mudas por sementes, concluíram que a existência de diferentes padrões de crescimento em altura dominante entre clones e grupos de solo tornou necessária a construção de três sistemas de curvas de índice de sítio, uma vez que o padrão de crescimento em altura dominante para árvores crescendo em Cambissolos foi bastante diferenciado em relação aos demais. E que a comparação entre as curvas de índice de sítio, construídas para povoamentos de *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes e clones, indicou que as curvas de índice de sítio construídas por Finger et al. (1996), para povoamentos originados de mudas de sementes, dependendo do clone e grupo de solo, não poderiam ser utilizadas, pois haveria grande diferença no padrão do crescimento em altura dominante entre esses povoamentos.

Corrêa Neto et al. (2007), relacionando atributos edafoambientais em diferentes sítios e sua influência em parâmetros dendrométricos de plantio de *Eucalyptus urophylla*, no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,

chegaram à conclusão de que os talhões apresentaram diferentes classes de solos de acordo com a posição topográfica, quais sejam Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Amarelo e Planossolo Háplico, e as propriedades inerentes à gênese desses solos influenciaram nos parâmetros dendrométricos avaliados, evidenciando a influência do tipo de solo no potencial de produtividade dos povoamentos de eucalipto.

Uma característica marcante em área reflorestada é a sua aparente homogeneidade, contudo, é freqüente a observação de variações significativas ao longo do plantio. Estas variações podem ser devido a vários fatores, dentre eles: solo, topografia, variações na prática silvicultural de plantio e outros. O conhecimento dessas variações é importante para o inventário e o manejo florestal. A dinâmica de vida das florestas sofre mudanças rapidamente devido a fatores que mudam constantemente no espaço e no tempo. Toda esta dinâmica deve ser acompanhada por meio de técnicas de amostragem que sejam eficientes na representação do estado atual e temporal da floresta, a fim de gerar informações precisas e com menor custo possível, para subsidiar as ações de manejo e planejamento florestal.

A prática de uma silvicultura moderna requer, ainda, um adequado aproveitamento da terra, o que implica na utilização de cada gleba, de acordo com a sua capacidade de sustentação, manejo e produtividade econômica. Terra não significa somente o solo como base de sustentação do ambiente, mas também todos os demais elementos e fatores ambientais que influenciam na manutenção do ecossistema (LEPSCH et al., 1991; RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

Este estudo teve por objetivo estabelecer uma relação entre o desenvolvimento das árvores de eucalipto saligna e as classes de solos presentes na microbacia hidrográfica da Fazenda Alamos, no município de Pinheiro Machado - RS.

7.2. Material e métodos

Levantamento pedológico da área da microbacia.

Instalação de parcelas experimentais, para coleta dos dados de Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura nas árvores, utilizando como materiais trena, fita métrica e hipsômetro.

No inventário florestal realizado na área da microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, no município de Pinheiro Machado, foram instaladas 33 parcelas experimentais, com área de 200m² cada (fig. 41). Foram medidas em média 32 árvores por parcela, num total de 33 parcelas, totalizando 1048 árvores medidas.

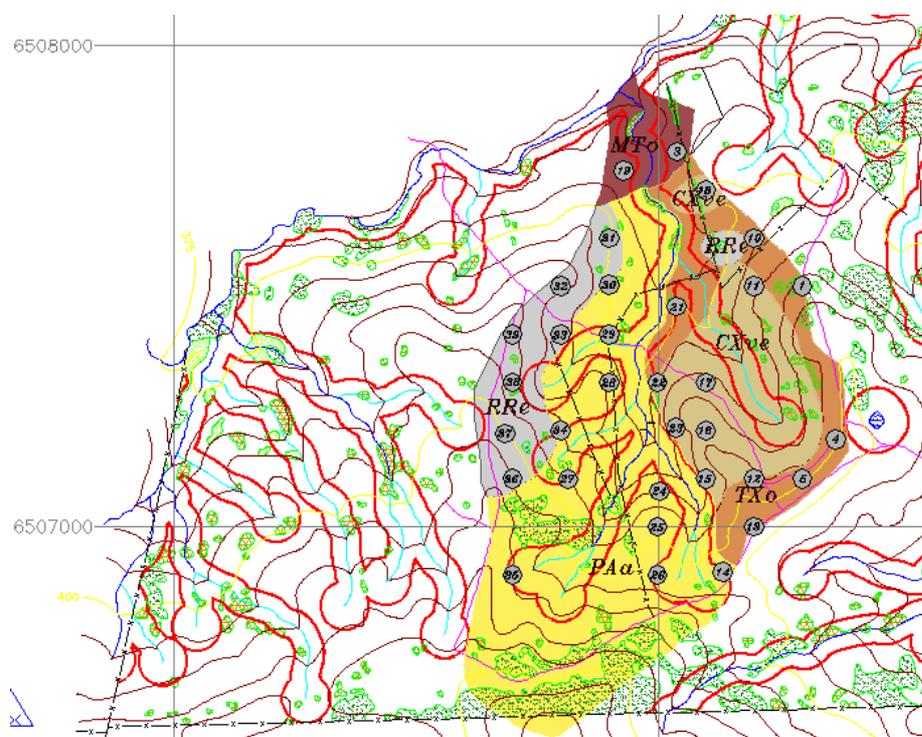


Figura 41. Locais de coletas das medidas dendrométricas.

Em cada parcela foram medidas todas as circunferências à altura do peito (1,30 m do chão), e em média 11 medidas de altura. A estimativa da altura das outras árvores foi realizada com base em uma regressão com todos os dados levantados a campo, circunferência a altura do peito (CAP) e altura medida.

Na época da coleta de dados, o eucalipto saligna tinha dois anos de idade.

O plantio e a condução da cultura de eucalipto da área seguem os procedimentos padrões adotados, pela empresa proprietária da área, em outras regiões, tais como preparo mínimo da área para plantio, com uso de escarificador, e plantio com espaçamento de 3,0 x 2,0m.

7.3. Resultados e discussão

Em um primeiro momento foi realizado uma regressão com todos os dados levantados a campo (fig. 42), para estimar através da equação, a altura daquelas árvores que foram medidas as circunferências a altura do peito (CAP), sem levar em consideração as classes de solos das parcelas amostradas. Esse procedimento é o mais adotado pelas empresas reflorestadoras, visto que, a maioria não possui levantamentos de solos detalhados, que expressem a distribuição de solos no ambiente.

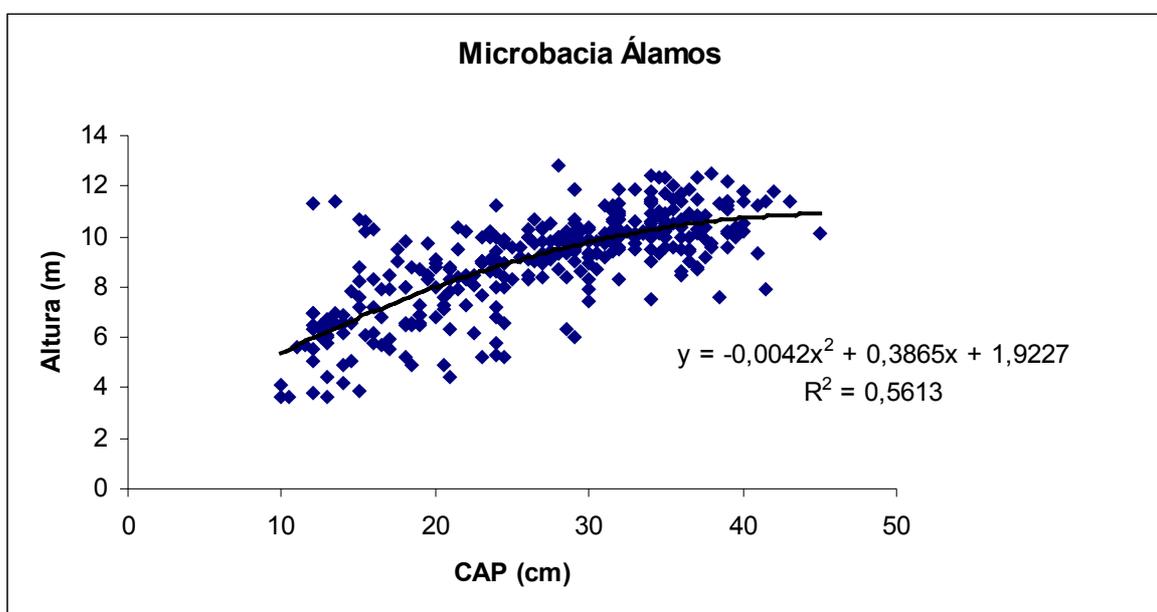


Figura 42. Correlação geral CAP e altura.

Separando as parcelas por classe de solo, e com o mesmo procedimento de cálculo (figuras 43 a 47), os resultados mostram uma melhor representação do que realmente acontece e que se verifica a campo, evitando uma superestimação do desenvolvimento florestal em alguns locais, ou uma subestimação do desenvolvimento florestal em outros locais.

A classe dos Argissolos e dos Neossolos apresentaram correlações inferiores a apresentada pelos dados gerais, mostrando que nestas classes haveria uma subestimação do desenvolvimento da floresta. Nas outras classes de solos, a altura estimada se aproximou das alturas medidas.

O Neossolo presente na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, possui uma boa disponibilidade de nutrientes e pela sua composição física e porosidade, facilita o crescimento e o desenvolvimento das raízes, dando condições de melhor desenvolvimento, observado até os 2 anos de implantação da cultura.

Os Argissolos presentes na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos, mesmo possuindo teores mais elevados de Al, não apresentou restrições ao desenvolvimento da planta, como também não houve influência, até este momento, do incremento de argila em profundidade, e o aumento da densidade do solo, com o desenvolvimento do sistema radicular, que é responsável pela absorção de água e nutrientes para a planta, mostrando um maior desenvolvimento florestal nesta unidade de mapeamento.

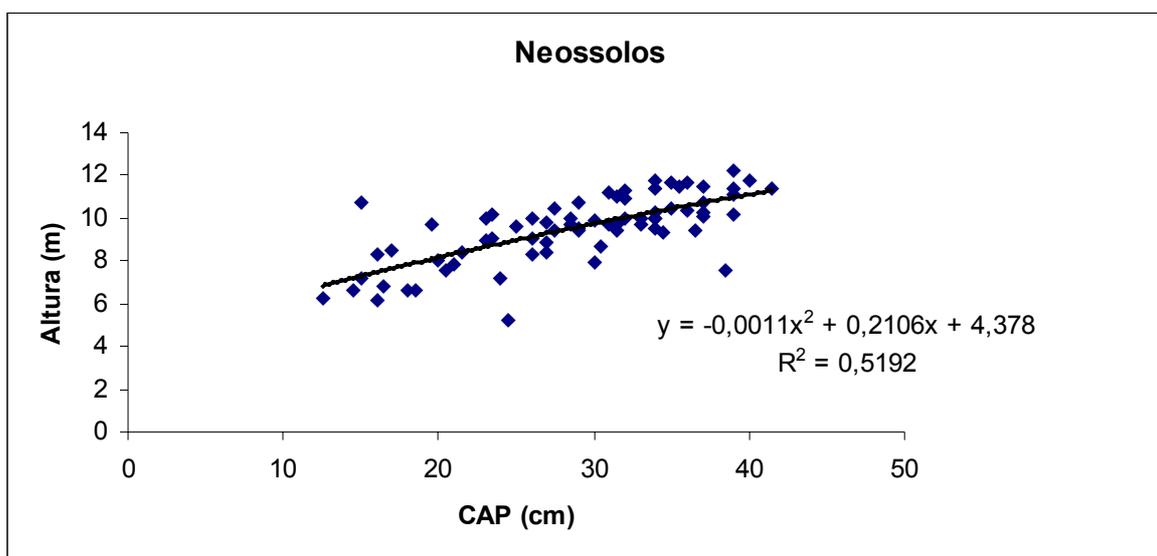


Figura 43. Relação CAP e altura nos Neossolos.

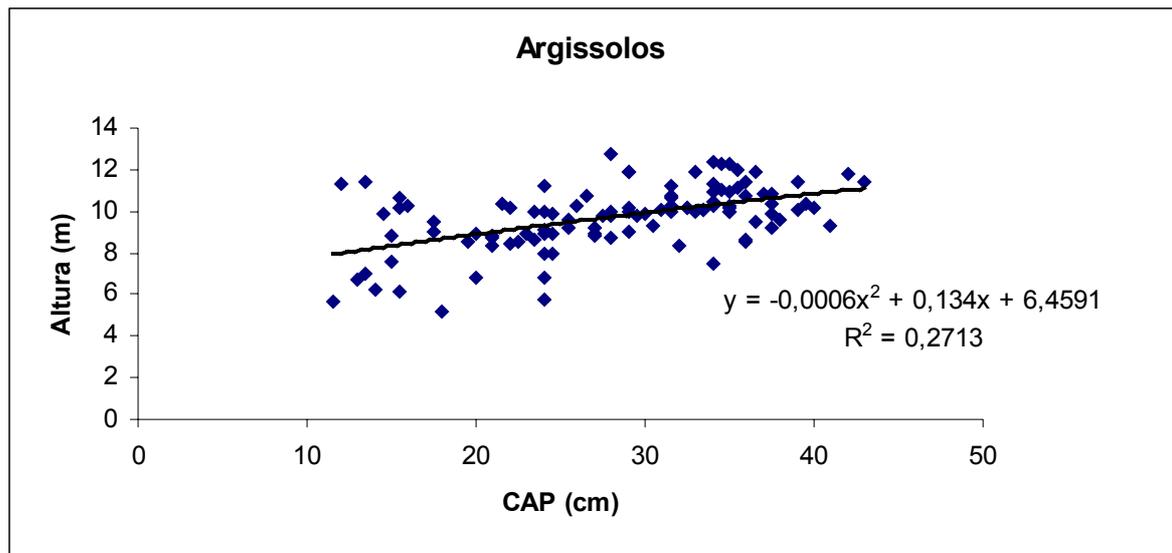


Figura 44. Relação CAP e altura nos Argissolos.

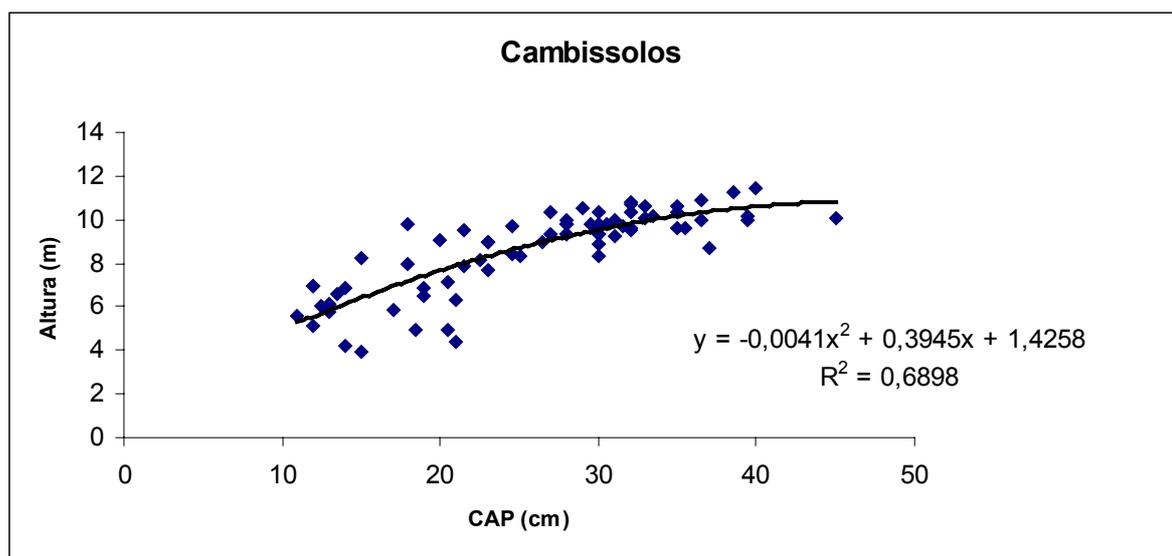


Figura 45. Relação CAP e altura nos Cambissolos.

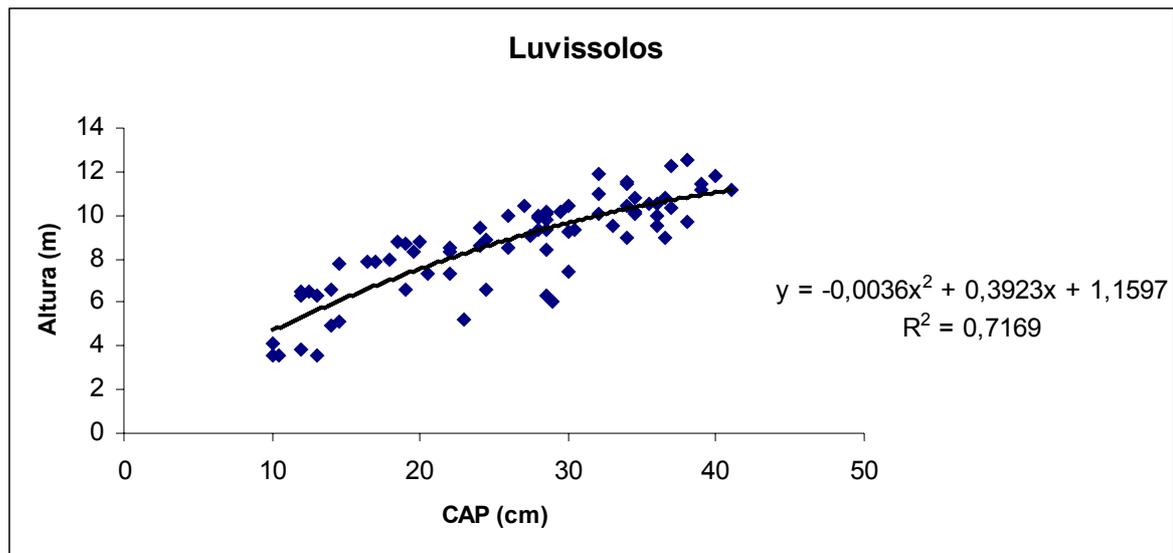


Figura 46. Relação CAP e altura nos Luvissolos.

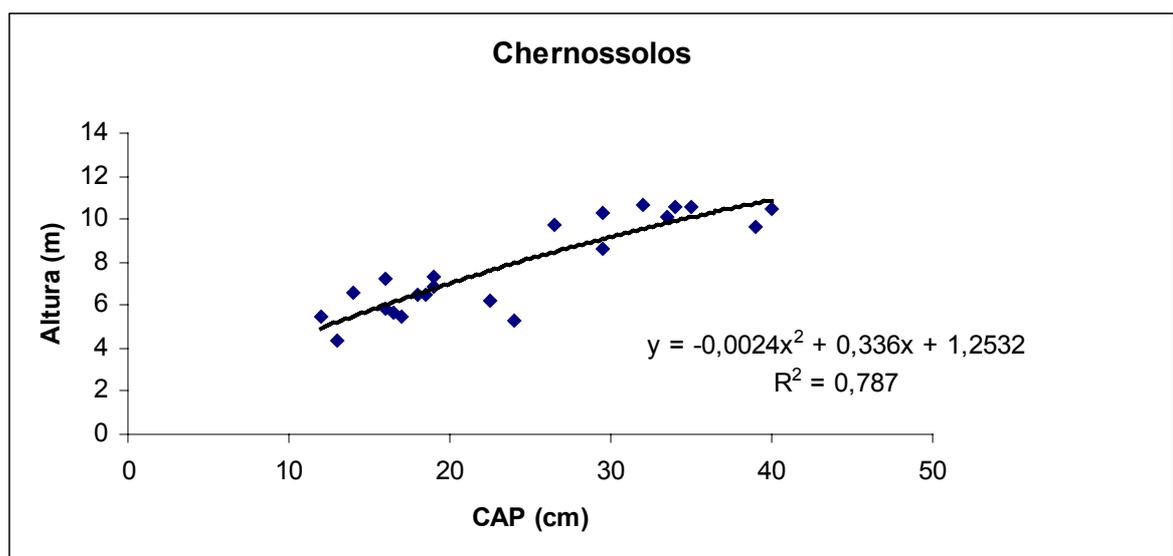


Figura 47. Relação CAP e altura nos Chernossolos.

Após foi estimada a altura das árvores, realizando as correlações por classe de solo e parcela (figuras 48 a 52).

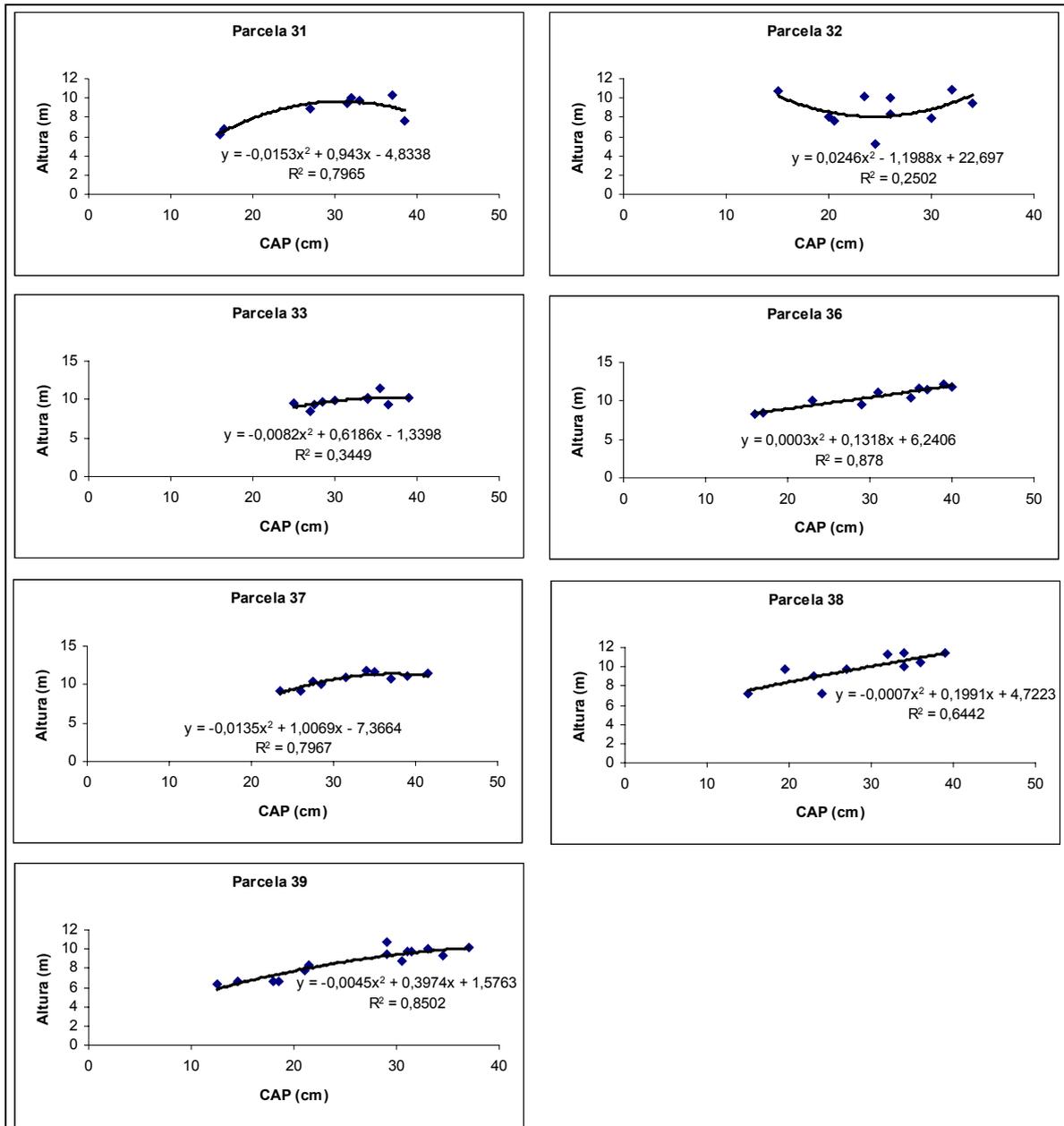


Figura 48. Relação CAP e altura por parcela no Neossolo.

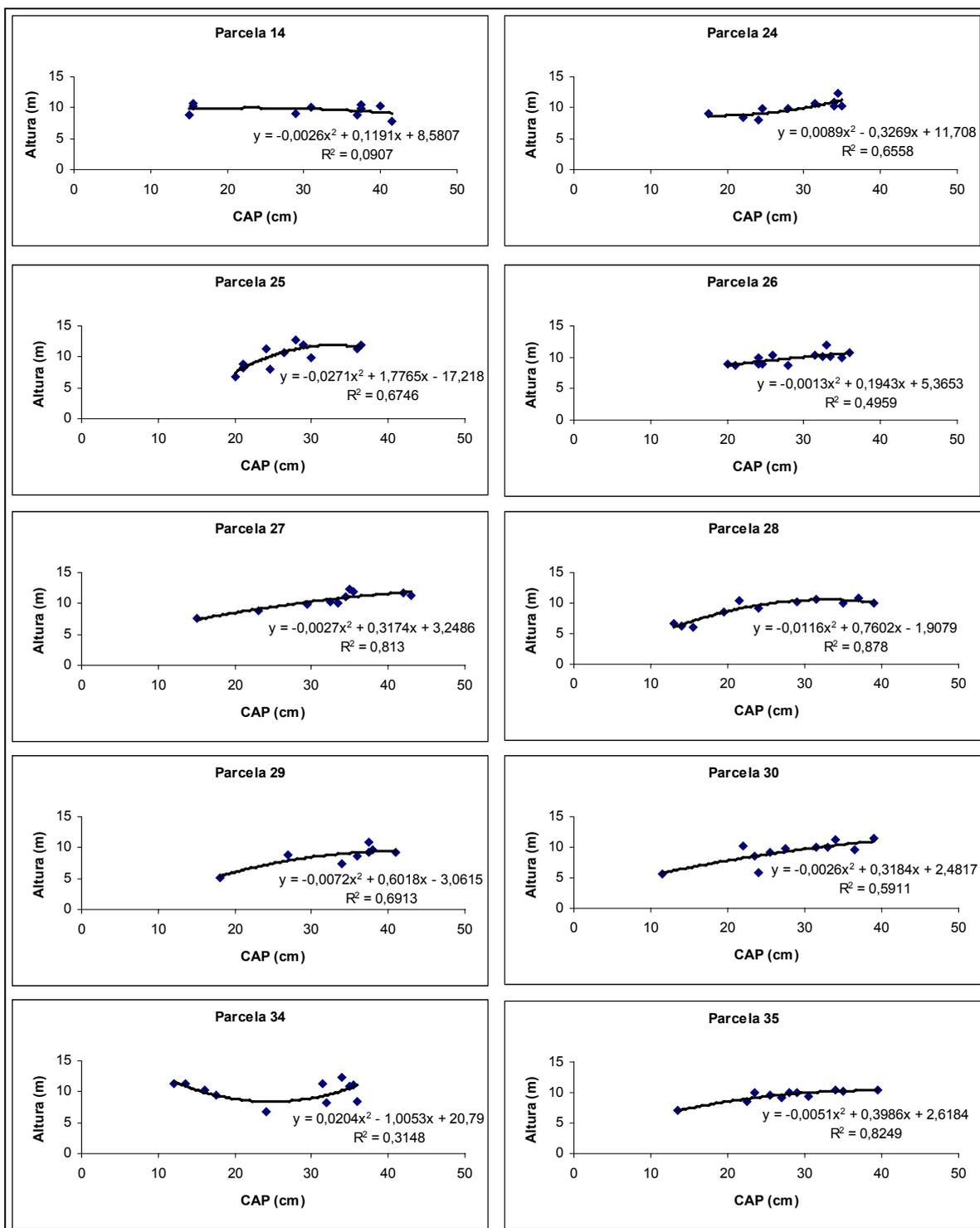


Figura 49. Relação CAP e altura por parcela nos Argissolos.

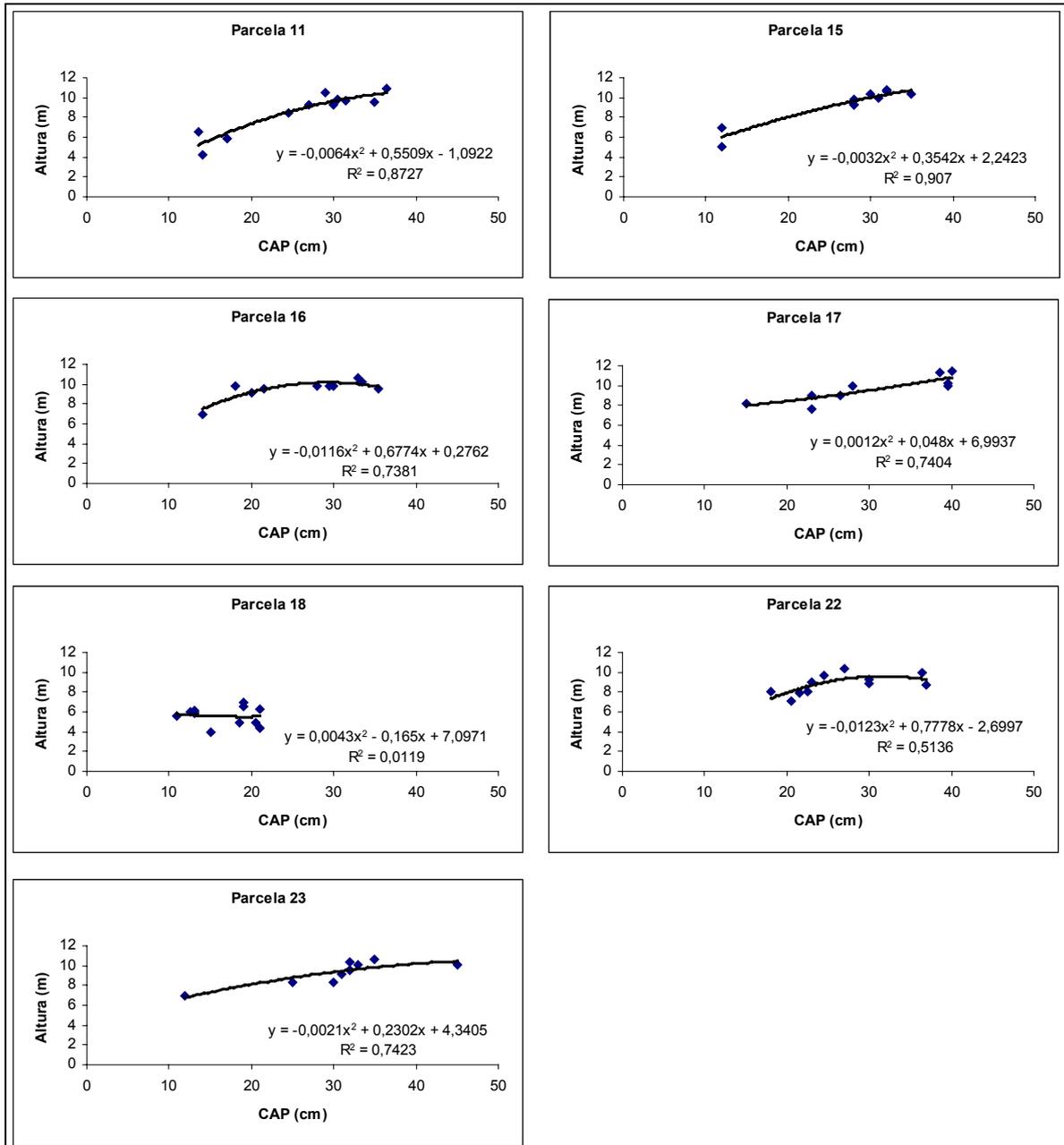


Figura 50. Relação CAP e altura por parcela no Cambissolo.

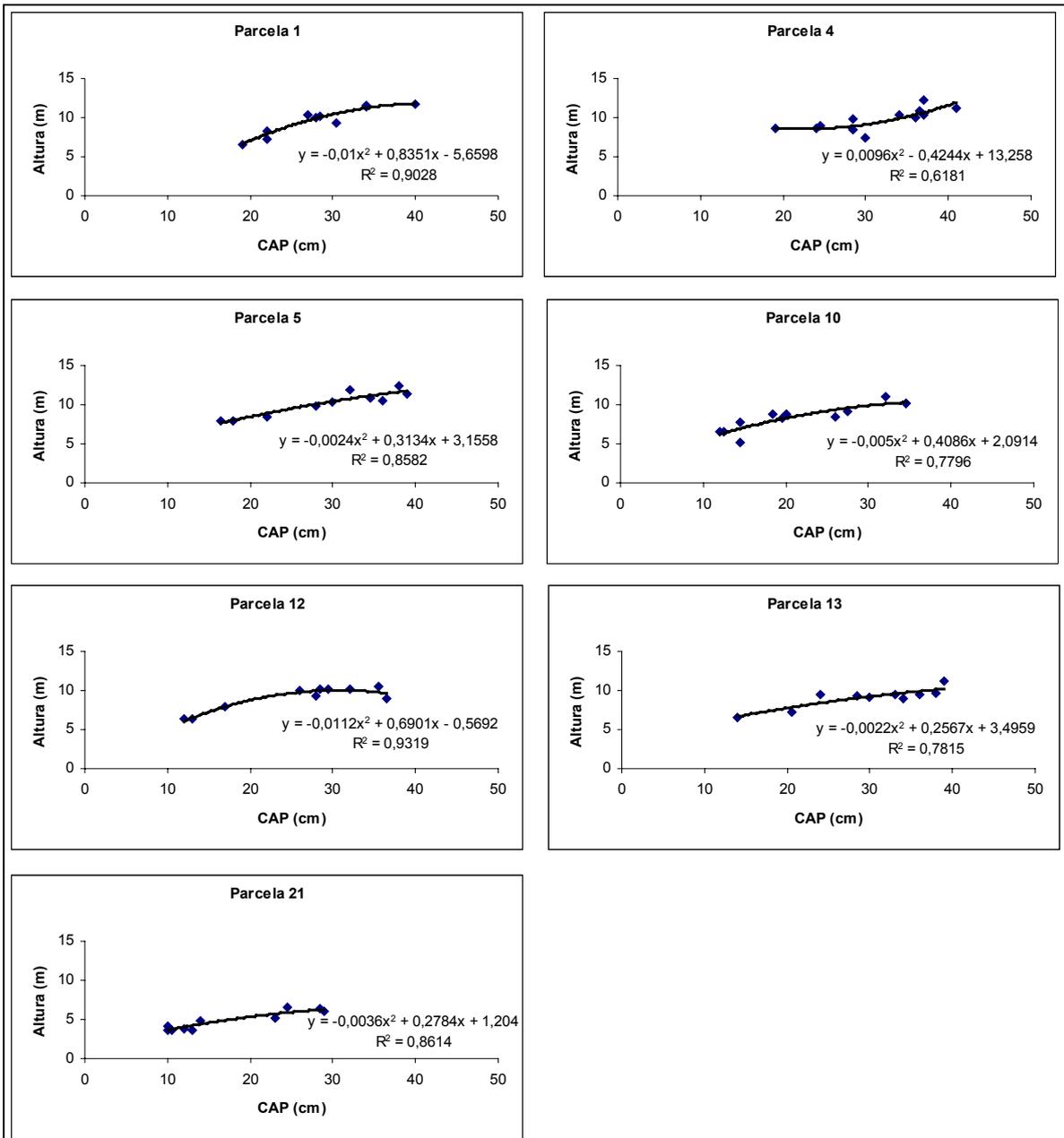


Figura 51. Relação CAP e altura por parcela no Luvissoil.

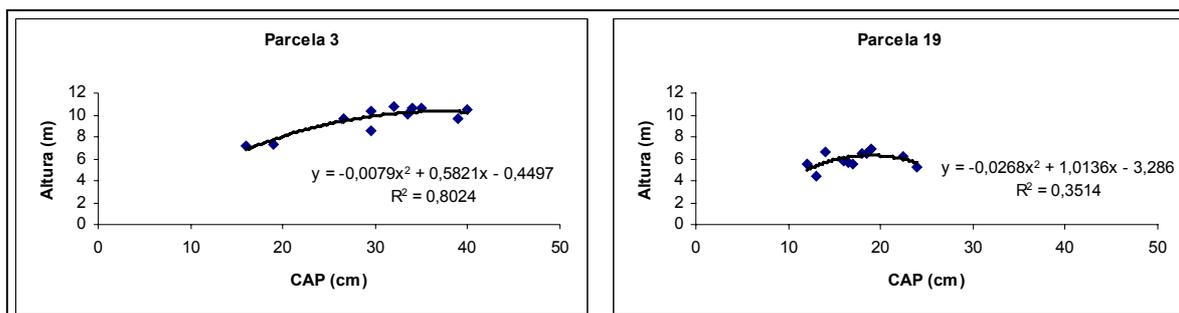


Figura 52. Relação CAP e altura por parcela no Chernossolo.

Quando utilizou-se todos os dados (altura estimada geral) para o cálculo da altura estimada, houve uma subestimação de altura na classe dos Neossolos e Argissolos, e uma superestimação de altura na classe dos Luvisolos, Cambissolos e Chernossolos. Já quando foi separado por classe de solo, o resultado foi mais próximo do real, principalmente na classe dos Neossolos e dos Argissolos, com uma pequena superestimação na altura na classe dos Luvisolos e Cambissolos e uma pequena subestimação na altura na classe dos Chernossolos. Quando foi separado por classe de solo e por parcela, os resultados das alturas estimadas ficaram bastante próximas na altura medida na classe dos Neossolos e dos Cambissolos, com pequena superestimação nos Argissolos e Luvisolos, e uma subestimação no Chernossolo (tab. 29).

Tabela 29. Dados médios de CAP e altura coletados a campo e alturas estimadas, na microbacia da Fazenda Álamos.

Classe de solo	CAP	Altura medida	Altura Estimada (m)		
			Geral	Por classe de solo	Por classe de solo e por parcela
Neossolo	29,08	9,51	9,33	9,51	9,52
Argissolo	28,57	9,70	9,29	9,75	9,77
Luvisolo	27,36	8,71	9,01	8,94	9,01
Cambissolo	26,34	8,58	8,85	8,69	8,61
Chernossolo	22,77	7,73	8,21	7,44	7,47

Tonini et al. (2004) estudando o crescimento de clones de *Eucalyptus saligna* Smith, na Depressão Central e Serra do Sudeste – RS, concluíram que o padrão de crescimento em altura para os clones de *Eucalyptus saligna* analisados variou tanto entre grupos de solos como dentro de um mesmo grupo, o que indica variações de produtividade dentro de uma mesma unidade taxonômica. Neste

estudo, foram detectadas seis tendências de crescimento distintas, indicando que as curvas de índice de sítio devem ser construídas observando-se o clone e o grupo de solo.

Mesmo alguns horizontes dos solos apresentando valores altos de densidade, como por exemplo o horizonte A₂ do Argissolo Amarelo Alítico típico e o horizonte BA do Argissolo Amarelo Alítico típico com densidades de 1,63 e 1,67 g/cm³ respectivamente, até o momento não se verificou nenhuma restrição ao desenvolvimento radicular. Observou-se a campo, que naqueles horizontes que apresentam teores elevados de cascalhos e calhaus, as raízes conseguem se desenvolver sem restrições.

Finger et al. (1996) estudando a influência de camadas de impedimento no solo sobre o crescimento de eucaliptos, concluíram que o crescimento de *Eucalyptus grandis* em solo Podzólico Bruno Acinzentado, pertencente a Unidade de Mapeamento Santa Maria, é afetado pela ocorrência de camada de impedimento, e que a subsolagem propiciou o maior crescimento em diâmetro e altura e ainda, maior sobrevivência das plantas do que em solo não subsolado.

Witschoreck et al. (2003) em um experimento realizado em *Eucalyptus urophylla*, com 10 anos de idade, com o objetivo de estimar o comprimento de raízes finas em diferentes camadas do solo, concluíram que, em média, 76,1% do comprimento das raízes finas encontram-se nos primeiros 30 cm de profundidade de solo.

7.4. Conclusões

- Os resultados mostram que houve um crescimento diferenciado do eucalipto conforme a unidade de mapeamento de solos.

- A correlação entre a Circunferência a Altura do Peito e altura da árvore apresenta melhores resultados quando utilizado com base nas unidades de mapeamento de solos.

- O maior crescimento das árvores, nesta idade e nestas condições ocorreu na classe dos Argissolos.

- A classe dos Neossolos Regolíticos apresentou um desenvolvimento próximo ao observado nos Argissolos.

- Até a idade de 2 anos os piores desenvolvimentos foram observados nos solos com argilas de atividade alta e altas concentrações de nutrientes.

CONCLUSÕES FINAIS

No levantamento de solos na microbacia hidrográfica (63,53ha), foram determinadas cinco unidades de mapeamento, CXve (11,36ha), MTo (3,33ha), PAa (32,36ha), RRe (7,89ha) e TXo (8,59ha).

Em todas as classes de solos, há o cultivo do eucalipto saligna, o melhor desenvolvimento vegetal até os dois anos de idade foi observado na classe dos Argissolos, os quais apresentam os maiores teores totais de elementos e os menores teores disponíveis de elementos, e uma capacidade de água disponível de 10.296 m³ e capacidade de armazenamento de 52.084 m³.

Outra classe de solo que apresentou desenvolvimento do eucalipto, semelhante ao Argissolo, foi o Neossolo, que apresentou os maiores teores de P extraível, e menor armazenamento de água de 8.103 m³ e capacidade de água disponível de 2.924 m³.

As outras classes de solos, todas com argilas de atividade alta e caráter eutrófico apresentaram, até o momento, menor desenvolvimento do eucalipto, mesmo apresentando ótimos teores de nutrientes disponíveis e totais e boas quantidades de água armazenada e capacidade de água disponível.

Os solos presentes na microbacia hidrográfica da Fazenda Álamos apresentam boas condições físicas e químicas para a produção vegetal.

9. REFERENCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2005 / ABRAF. Brasília, 2006. 80p.

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2006 / ABRAF. Brasília, 2007. 80p.

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442p.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. 330p.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, SP: IPEF, 2000. 427p.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.

BELLOTE, A.F.J.; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis* na região do cerrado no Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.26/27, p. 17-28, 1993.

BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. v. 1. 328p.

BRADY, C.N. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro - RJ: Freitas Bastos, 1989, 878 p.

BRADY, N.C, WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 12.ed. New Jersey: P. Hall, 1999. 881p.

CALDEIRA, M.V.W, TONINI, H., HOPPE, J.M., WATZLAWICK, L.F., SELLE, G.L., Definição de sítios em povoamentos de *Pinus elliottii engelm.* na região de Encruzilhada do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.1-13. 1996.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre, 2004. p. 45.

CORRÊA NETO, T. A.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; AMORIM, H. B. & JACCOUD, C. F. de S. Atributos edafoambientais e parâmetros dendrométricos de plantios de eucalipto em uma toposseqüência no campus da UFRRJ, Seropédica (RJ). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 43-51. 2007

CORRÊA NETO, T.C. **Atributos edafoambientais condicionadores da capacidade produtiva de plantios de eucalipto no Campus da UFRRJ.** 2004. 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2004.

COSTA, J. B da. **Caracterização e constituição do solo.** Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 527p.

CUNHA, N.G.da.; SILVEIRA, R.J.C.da.; SEVERO, C.R.S.; SOARES, M.J.; SANTOS, C.N.dos; FONTOURA JÚNIOR, E.R.; SILVA VIEIRA, C.R.da. **Estudo dos Solos do Município de Pinheiro Machado.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, Ed. UFPel, 1998. 79p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 45/98).

DANA, J. D.; HURLBUT, C. S. JR. **Manual de mineralogia.** Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos. 1978. 2v. ilustr. 642p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2.ed. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ESTADOS UNIDOS, Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservatoin Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.** 2.ed. Washington, D.C., 1999. 871 p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

FERREIRA, C.A; COUTO, H.T.Z. Influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/ procedências de *Eucalyptus* spp. nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 3, p. 9-25, 1981.

FINGER, C. A. G.; SCHUMACHER, M. V.; SCHNEIDER, P. R. e HOPPE, J. M. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.137-145, 1996.

FONSECA, S. **Síntese das contribuições do projeto microbacia: integração e extrapolação de resultados e alterações significativas no manejo do eucalipto.** Aracruz: Arcel, 2004. (Workshop sobre Microbacias).

GONÇALVES, J. L. M. Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. In: **SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS**, 1, Curitiba-Brasil, 1995,. Anais. Curitiba-Brasil, CNPFloresta/IPEF/UNESP/SIF/FUPEF, 1995. p.43-60.

GONÇALVES, J.L.M. DEMATTÊ; J.L.I., COUTO, H.T.Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba n.43/44, p.24-39. 1990.

IBGE – MMA. **Mapa de biomas do Brasil**. Primeira Aproximação. Escala 1:5.000.000. 2004

KÄMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N. et al.(Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.1-54.

LEMOS, R.C. de; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4.ed. – Viçosa : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR. R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação, 2ª imp. rev. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. 3. ed. Piracicaba – SP : ESALQ/USP. 2000. 503 p.

LIM, C. H.; JACKSON, M. L. Dissolution for total elemental analysis. In: PAGE, A. L. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Part 2: Chemical and microbiological properties. Madison : American Society of Agronomy, 1986. p. 1-12.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2nd ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. 301p.

Mc BRIDE, M.B. 1994. **Environmental Chemistry of Soils**. New York, Oxford University Press. 406p.

MELO V.F. et al. Reserva mineral e caracterização mineralógica de alguns solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.159-164, 1995. MG: NEPUT, 2002a. 338p.

MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração: experiências brasileiras. In: YAMADA, T. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba. SP: Instituto Internacional da Potassa/Fundação, 1982. p.289-303.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, MG: UFLA, 2002. v.1. 625p.

MUNSELL, **soil color charts**. Rev. ed. New Windsor: Kollmorgen Instruments-Macbeth Division, 1994. 1 v.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus* spp. - Níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**, v.10, n.1,p.105-111, 1986.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J.M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n.2, p.167-182, 1994.

ORTEGA, A.; MONTEIRO, G. Evaluación de la calidad de las estaciones forestales. Revision bibliografica. **Ecologia**, n.2, p.155-184, 1988.

PATIÑO VALERA, F. Interação genótipo x espaçamento em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, v.39, n.2, p.5-16, 1988.

PAULETTO, E.A. **Manual de laboratório: determinação de atributos físicos do solo**. Departamento de Solos, FAEM/UFPel, Pelotas – RS, 1997, 59 p.

PHILIPP, R. P. **A evolução geológica e tectônica do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. 1998. 377p. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, USP, São Paulo.

PINTO, L.F.S.; KÄMPF, N. 1997. Balanço geoquímico de solos derivados de rochas básico-ultrabásicas no ambiente subtropical do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21(4): 651-658.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, SP:Ceres/Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro, MAARA/EMBRAPA-CNPS, 1995. 70p.

RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W. **Folha Pedro Osório. Folha SH.22-Y-C. Estado do Rio Grande do Sul**. Programa levantamentos geológicos do Brasil. Porto Alegre : CPRM. Relatórios e Mapa. Escala 1:250.000, 1999.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo : Ed. Manole Ltda., São Paulo – SP, 1990. 188 p.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 11, p. 11-15, 1988.

REICHARDT, K. **Processos de transferência do sistema solo-planta-atmosfera**. Fundação Cargill, Campinas - SP, 1985. 485 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4.ed. Viçosa, 2002.

RESENDE, M.; LANI, J.L.; REZENDE, S.B.de. Pedossistema da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.3, p.261-269, 2002.

RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, 9:3-25. 1983

SANDS, R.; MULLIGAN, D. R. Water and nutrient dynamics and tree growth. **Forest Ecology and Management**, n.30, p.91-111, 1990.

SANTANA, J.A.S. **Efeitos das propriedades dos solos na produtividade de duas espécies de eucalipto na região do médio Rio Doce, MG**. 1986. 117f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

SANTOS, A.R. **Caracterização mineralógica e avaliação da reserva mineral de alguns nutrientes, em solos sob eucalipto, da região do Vale do Rio Doce**. 1993. 97p. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, R.D.; BORTOLAS, E.P. **Levantamento semidetalhado dos solos de hortos da unidade Guaíba-Aracruz com proposta de criação de unidades de manejo**. Guaíba: Aracruz Celulose, 2004. 154p.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell**. Piracicaba, 1992, 87 p. (Tese de mestrado - ESALQ/USP).

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; WITSCHORECK, R.; SALVADEGO, M.; FARIAS, J. A. **Quantificação do carbono e dos nutrientes em florestas de eucalipto de diferentes idades**. CEPEF/FATEC/UFSM. Santa Maria. Relatório de Pesquisa, 2003. 112p.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. **Seja doutor do seu eucalipto**. Piracicaba, SP. 2001.p.1-32. (Arquivo do Agrônomo,12)

SOUZA, L.D. **Estimativas e utilização da capacidade de campo**. Piracicaba – SP, 1989, 126 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP. 1989.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS/UFRGS, 2002. 107p.

TONINI, H.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento de clones de *Eucalyptus saligna* smith, na depressão central e serra do sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 61-77. 2004

TONINI, H.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Curvas de índice de sítio para povoamentos clonais de *Eucalyptus saligna* Smith para a Depressão Central e Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 27-43. 2006.

VIEIRA, E. C.; KAMOGAWA, M. Y.; LEMOS, S. G.; NOBREGA, J. A.; NOGUEIRA, R. A. Decomposição de amostras de solos assistida por radiação microondas: estratégia para evitar a formação de fluoretos insolúveis. **R. Bras. Ci. Solo** **29:547-553**. 2005.

VOSE, J. M.; SWANK, W.T. Effect of long-term drought on the hydrology and growth of a white pine plantation in the southern Appalachians. **Forest Ecology and Management**, n. 64, p. 25-39, 1994.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* s.t. Blake no município de Santa Maria-RS **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.177-183, 2003.

ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região Norte Fluminense. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 28, p. 843-852, 2004.

ZIMBACK, C.R.L.; MORAES, M.H.; LIMA, S.L de; CARVALHO, A.M. de. Correlações entre propriedades químicas e físicas dos solos com a produtividade de *Eucalyptus* spp em Latossolos Vermelho-Amarelos em São Paulo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 12., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** 1996. CDROM.

APÊNDICE A

DESCRIÇÕES MORFOLÓGICAS E RESULTADOS ANALÍTICOS DOS PERFIS DA FAZENDA ÁLAMOS – PINHEIRO MACHADO - RS

Perfil: Álamos 1

Data: 19/08/2006

Classificação: Chernossolo Argilúvico Órtico típico, Ta A chernozêmico textura média/argilosa, relevo suave ondulado.

Localização: 276191 - 6507169

Altitude: 374 m

Situação, declividade e cobertura vegetal: Corte em barranco de estrada com 6% de declividade, sob cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos - Intrusivas básicas

Material originário: Gabros, dioritos e granitóides

Rochosidade: ligeira

Pedregosidade: ligeira

Relevo regional: suave ondulado a ondulado

Relevo local: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo - capoeira

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A 0 – 18 cm; preto (10YR 2/1, úmido), bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco a franco argilo arenoso; fraca pequena a média blocos subangulares que se desfazem em granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- AB 18 – 28 cm; bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido), bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); franco argiloso a argila; moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável a friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- BA 28 – 42 cm; coloração variegada composta de preto (10YR 2/1, úmido), bruno muito escuro (10YR 2/2, seco), bruno (7,5YR 4/4, úmido), bruno forte (7,5YR 4/6, seco); argila; moderada pequena a médios blocos subangulares; duro, friável a friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 42 – 69 cm; coloração variegada composta de bruno (7,5YR 4/4, úmido e seco), bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido e seco); argila a muito argiloso; moderada médios a grandes blocos angulares e subangulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- BC 69 – 87 cm; bruno forte (7,5YR 4/6, úmido e seco) com mosqueados poucos pequenos e proeminentes bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido e seco); argila a argila siltosa; maciço que se desfaz em blocos médios e grandes; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- C 87 – 100+ cm; coloração variegada composta de bruno (7,5YR 4/4, úmido), bruno amarelado (10YR 5/4, seco) vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido) bruno (7,5YR 4/4, seco), bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido e seco); franco argila siltosa; maciço que se desfaz em blocos médios e grandes; macia, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso.

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A	0 – 18	0,00	0,81	99,19	11,38	8,58	9,48	40,81	29,75	14,00	52,94	1,37
AB	18 – 28	0,00	1,64	98,36	14,23	9,89	9,63	39,00	27,25	16,50	39,45	1,43
BA	28 – 42	0,00	1,20	98,80	6,40	4,54	4,38	27,43	57,25	4,00	93,01	0,48
Bt	42 – 69	0,00	1,19	98,81	6,14	5,09	4,76	30,51	53,50	4,00	92,52	0,57
BC	69 – 87	0,00	0,26	99,74	13,35	10,56	11,10	36,49	28,50	4,00	85,96	1,28
C	87 – 100+	0,00	0,00	100,00	25,71	13,26	12,71	32,32	16,00	6,50	59,38	2,02

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)								
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H + Al	H ⁺	T
A	5,69	4,70	22,59	9,27	0,21	0,26	32,33	0,00	9,48	9,48	41,81
AB	6,58	4,68	21,99	11,11	0,08	0,25	33,42	0,55	5,10	5,10	39,07
BA	6,86	4,55	20,28	10,21	0,04	0,27	30,80	0,47	1,80	1,80	33,07
Bt	7,04	4,57	20,53	10,41	0,03	0,29	31,25	0,45	1,46	1,46	33,16
BC	7,12	4,55	22,80	11,38	0,03	0,32	34,53	0,43	1,07	1,07	36,04
C	7,27	4,42	21,21	10,36	0,02	0,37	31,96	0,30	1,13	1,13	33,38

Horizonte	C org. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A	3,49	140,53	77,33	0,00	1,73	1,11	14,75	49,53
AB	1,39	143,38	85,54	1,62	1,95	1,18	17,65	53,27
BA	0,52	57,77	93,13	1,49	10,71	1,46	8,29	53,31
Bt	0,42	61,98	94,24	1,41	15,05	1,58	5,42	50,62
BC	0,28	126,44	95,83	1,24	12,26	1,68	5,12	45,57
C	0,24	208,65	95,73	0,93	32,44	1,64	4,05	43,40



Perfil Álamos 1.



Paisagem Perfil Álamos 1

Perfil: Álamos 2

Data: 19/08/2006

Classificação: Chernossolo Argilúvico Órtico típico, textura argilosa/muito argilosa relevo suave ondulado.

Localização: 276846 - 6507765

Altitude: 383 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: corte de barranco de estrada, em terço superior com 5% de declive sob cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides sin-tectônicos – Intrusivas básicas.

Material originário: gabros, dioritos e granodioritos.

Rochosidade: ligeira

Pedregosidade: ligeira

Relevo regional: suave ondulado a ondulado

Relevo local: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: gramíneas

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A 0 – 39 cm; preto (10YR 2/1, úmido e seco); franco; fraca a moderada pequena blocos subangulares que se desfazem em granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- Bt₁ 39 – 53 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/2, úmido), bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, seco); argila a muito argiloso; fraca a moderada pequena blocos angulares e subangulares; duro a extremamente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- Bt₂ 53 – 72 cm; bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmido e seco); argila a muito argiloso; moderada pequena blocos angulares e subangulares; duro a extremamente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- BC 72 – 90+ cm; bruno forte (7,5YR 4/6, úmido), bruno-amarelado escuro (10YR 3/4, seco); argila a argila siltosa, maciça que se desfaz em blocos angulares; duro a extremamente duro, firme, plástico e pegajoso.

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp.	Grau de	Silte
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila	em água (%)	floculação	Argila
A	0 – 39	0,00	1,81	98,19	19,50	7,58	6,23	23,20	43,50	5,50	87,36	0,53
Bt ₁	39 – 53	0,00	0,94	99,06	9,85	3,44	2,60	10,61	73,50	3,00	95,92	0,14
Bt ₂	53 – 72	0,00	0,70	99,30	8,83	4,15	3,98	29,30	53,75	0,50	99,07	0,55
BC	72 – 90+	0,00	1,75	98,25	14,93	6,80	5,21	35,56	37,50	0,50	98,67	0,95

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)									
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H+Al	H ⁺	T	
A	6,44	4,96	15,91	4,98	0,96	0,20	22,05	0,00	5,52	5,52	27,57	
Bt ₁	5,97	4,28	14,90	7,68	0,60	0,31	23,49	5,75	8,45	2,70	31,94	
Bt ₂	6,25	4,31	15,39	9,32	0,24	0,47	25,42	4,67	5,89	1,22	31,31	
BC	6,61	4,47	15,97	8,08	0,10	0,54	24,69	2,51	3,46	0,96	28,15	

Horizonte	C. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A	2,60	63,39	79,97	0,00	5,89	1,25	21,50	43,51
Bt ₁	1,45	43,45	73,56	19,66	1,31	1,35	9,52	52,42
Bt ₂	0,84	58,25	81,19	15,52	0,60	1,32	7,28	56,86
BC	0,49	75,07	87,70	9,22	1,10	1,42	5,93	50,05



Perfil Álamos 2



Paisagem Perfil Álamos 2

Perfil: Álamos 3

Data: 19/08/2006

Classificação: Luvissole Háplico Órtico típico A moderado cascalhento textura argilosa relevo ondulado.

Localização: 276433 - 6507430

Altitude: 382 m.

Situação, declividade e cobertura vegetal: Corte em barranco de estrada com 15% de declividade, sob cobertura de gramíneas.

Formação geológica e litologia: Granitóides Sin-Tectônicos - Intrusivas básicas

Material originário: Gabros, dioritos e granitóides

Rochosidade: moderada

Pedregosidade: moderada

Relevo regional: ondulado

Relevo local: ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: laminar ligeira

Vegetação primária: campo - capoeira

Uso atual: eucalipto

Características morfológicas:

- A 0 – 16 cm; preto (10YR 2/1, úmido), bruno muito escuro (10YR 2/2, seco); franco argiloso; moderada pequenos blocos subangulares que se desfazem em granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.
- AB/BA 16 – 28 cm; preto (10YR 2/1, úmido), bruno muito escuro (10YR 2/2, seco); argila; moderada pequenos a médios blocos subangulares e angulares; cerosidade pouca a comum e fraca; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bt 28 – 51 cm; preto (10YR 2/1, úmido), bruno muito escuro (10YR 2/2, seco); muito argiloso; moderada pequenos a médios blocos subangulares e angulares; cerosidade abundante e moderada; duro, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- BC 51 – 65 cm; bruno forte (7,5YR 4/6, úmido e seco), preto (10YR 2/1, úmido), bruno muito escuro (10YR 2/2, seco); argila a muito argiloso; moderada médios blocos subangulares e angulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- C 65 – 73+ cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido), bruno avermelhado (5YR 4/4, seco) com presença de mosqueados médios a grandes proeminentes preto (10YR 2/1, úmido e seco) e bruno muito claro acinzentado (10YR 8/2, úmido e seco); franco argila siltosa; maciço que se desfaz em blocos angulares; duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBS: presença de matacões e alguns afloramentos próximos ao perfil.

Análises Físicas e químicas:

Horizonte		Frações da amostra total			Granulometria (%)					Argila disp. em água (%)	Grau de floculação	Silte Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	A. grossa	A. fina	A. M. fina	Silte	Argila			
A	0 – 16	0,00	0,77	99,23	9,60	4,58	4,30	30,27	51,25	10,50	79,51	0,59
AB/BA	16 – 28	4,08	2,00	93,92	8,49	3,64	3,29	22,08	62,50	15,50	75,20	0,35
Bt	28 – 51	0,00	0,15	99,85	4,83	2,61	2,60	19,96	70,00	0,50	99,29	0,29
BC	51 – 65	0,00	0,32	99,68	10,70	5,74	5,29	30,77	47,50	0,50	98,95	0,65
C	65 – 73+	0,00	2,87	97,13	18,75	6,34	6,60	33,31	35,00	3,00	91,43	0,95

Horizonte	pH		Complexo Sortivo (cmolc/dm ³)								
	Água	KCl	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H+Al	H ⁺	T
A	6,35	4,52	12,29	9,27	0,52	0,273	22,35	1,44	9,14	7,70	31,49
AB/BA	6,52	4,57	14,10	15,58	0,15	0,28	30,11	1,28	8,93	7,65	39,03
Bt	6,65	4,69	20,46	39,16	0,09	0,30	60,01	0,35	6,58	6,22	66,59
BC	7,07	4,95	22,54	39,95	0,05	0,32	62,85	0,12	3,18	3,06	66,04
C	7,17	4,92	22,79	51,60	0,04	0,44	74,88	0,11	2,51	2,40	77,39

Horizonte	C. (%)	T argila	V (%)	m (%)	P (mg/dm ³)	Densidade (kg.dm ⁻³)	Macroporosidade (cm ³ /100cm ³)	Microporosidade (cm ³ /100cm ³)
A	2,28	61,44	70,98	6,04	0,88	1,17	16,95	49,81
AB/BA	1,67	62,46	77,14	4,07	1,33	1,25	9,43	57,87
Bt	1,13	95,12	90,12	0,58	1,33	1,23	7,55	65,94
BC	0,55	139,03	95,18	0,19	1,75	1,34	2,95	63,86
C	0,30	221,12	96,76	0,14	1,02	1,36	0,87	57,06



Perfil Álamos 3

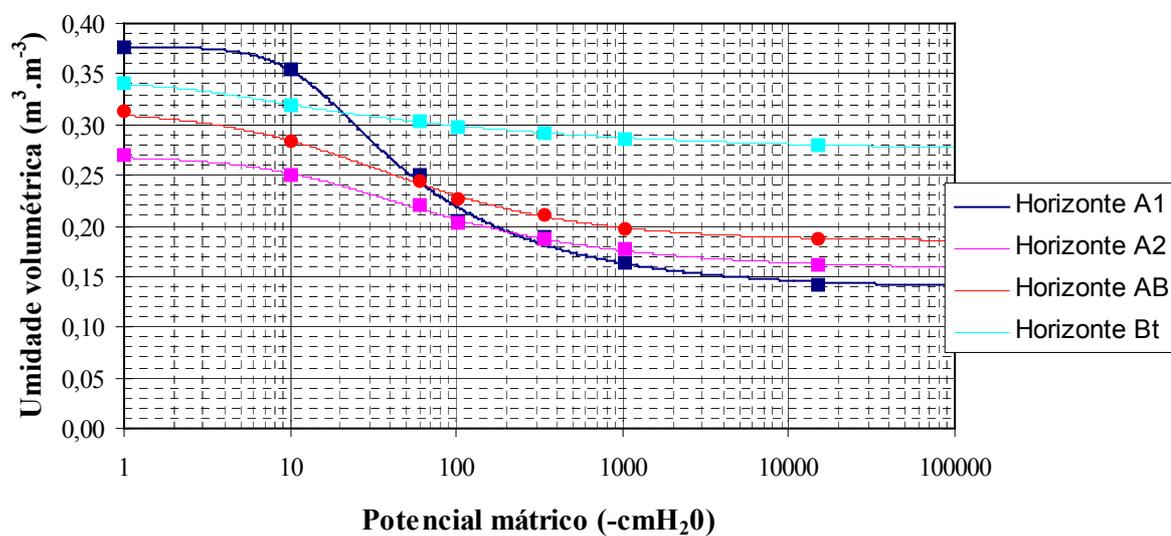


Paisagem Perfil Álamos 3

APÊNDICE C

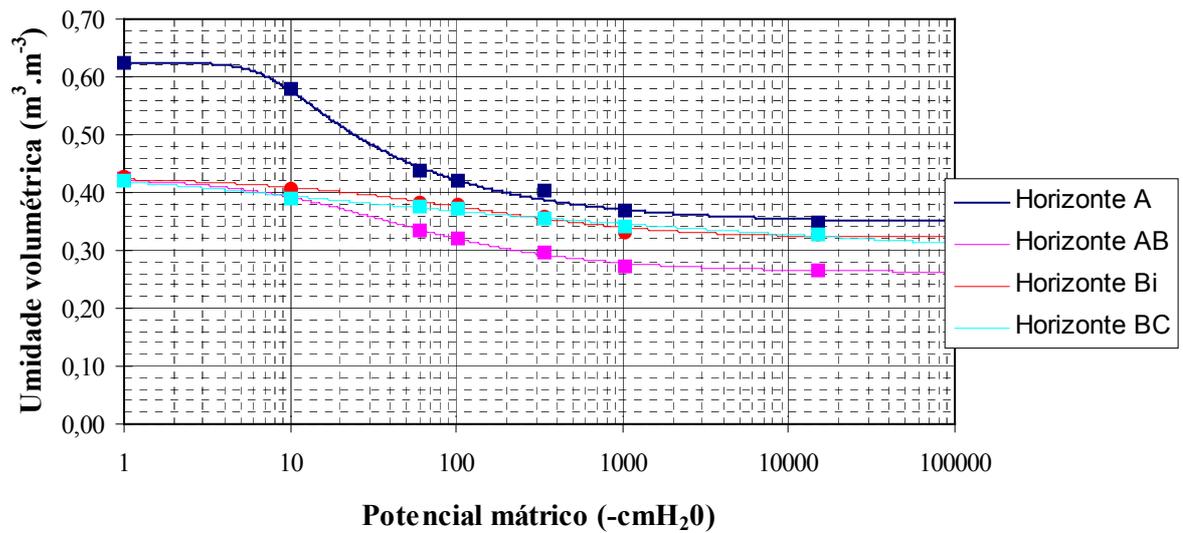
Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 6	A1	0 - 12	θ obs	0,377	0,354	0,250	0,205	0,189	0,164	0,142
			θ calc	0,377	0,354	0,243	0,218	0,181	0,163	0,145
	A2	12 - 31	θ obs	0,269	0,251	0,221	0,202	0,187	0,177	0,162
			θ calc	0,269	0,252	0,217	0,206	0,187	0,175	0,162
	AB	31 - 41	θ obs	0,314	0,283	0,244	0,226	0,211	0,198	0,188
			θ calc	0,314	0,284	0,242	0,230	0,209	0,198	0,188
	Bt	41 - 57	θ obs	0,341	0,319	0,304	0,298	0,292	0,286	0,280
			θ calc	0,341	0,319	0,302	0,299	0,292	0,287	0,280
	CR	57 - 70	θ obs	0,341	0,319	0,304	0,298	0,292	0,286	0,280
			θ calc	0,340	0,320	0,302	0,298	0,292	0,287	0,280

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 6	A1	0 - 12	0,0804	0,2188	2,3831	0,139	0,377	0,994
	A2	12 - 31	0,0553	0,4004	1,1126	0,157	0,269	0,996
	AB	31 - 41	0,0475	0,6430	0,9084	0,185	0,314	0,998
	Bt	41 - 57	0,4046	0,1382	1,8847	0,273	0,341	0,998
	CR	57 - 70	0,4025	0,1383	1,8868	0,185	0,340	0,997



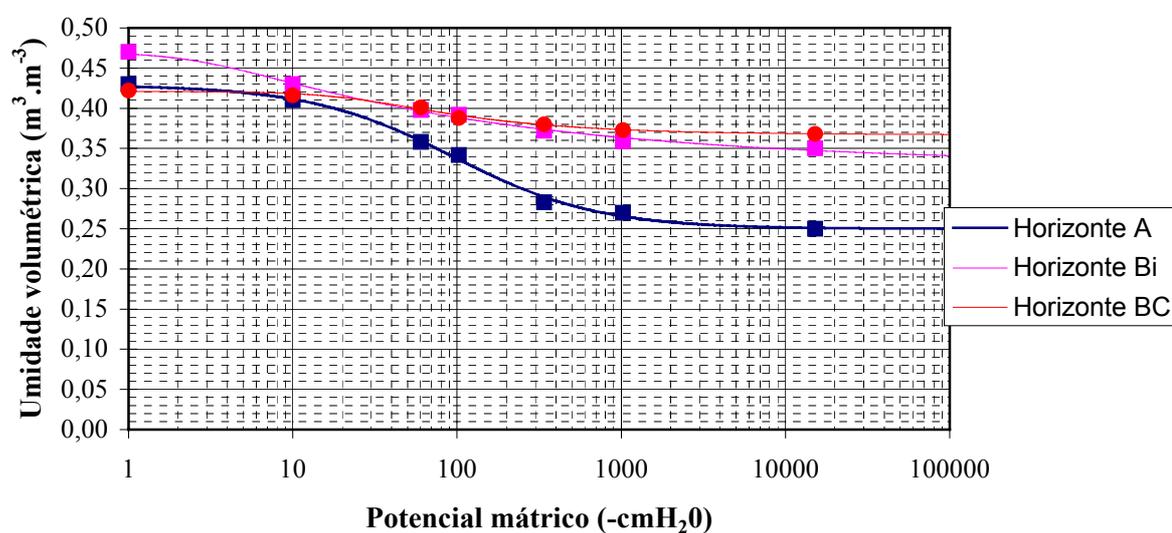
Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 8	A	0 - 13/26	θ obs	0,624	0,579	0,437	0,419	0,402	0,369	0,349
			θ calc	0,625	0,577	0,444	0,421	0,388	0,371	0,354
	AB	13/26 - 20/32	θ obs	0,425	0,393	0,333	0,322	0,297	0,272	0,267
			θ calc	0,425	0,392	0,336	0,320	0,292	0,278	0,265
	Bt	20/32 - 39/62	θ obs	0,429	0,406	0,383	0,379	0,359	0,332	0,327
			θ calc	0,428	0,409	0,385	0,375	0,354	0,339	0,324
	BC	39/62 - 47/70	θ obs	0,421	0,391	0,376	0,371	0,356	0,340	0,326
			θ calc	0,421	0,394	0,373	0,368	0,356	0,346	0,324

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 8	A	0 - 13/26	0,1314	0,1521	3,3717	0,348	0,625	0,996
	AB	13/26 - 20/32	0,0458	0,5958	1,0010	0,262	0,425	0,996
	Bt	20/32 - 39/62	0,0044	1,4225	0,6152	0,322	0,428	0,987
	BC	39/62 - 47/70	0,7265	0,0418	1,8120	0,230	0,421	0,989



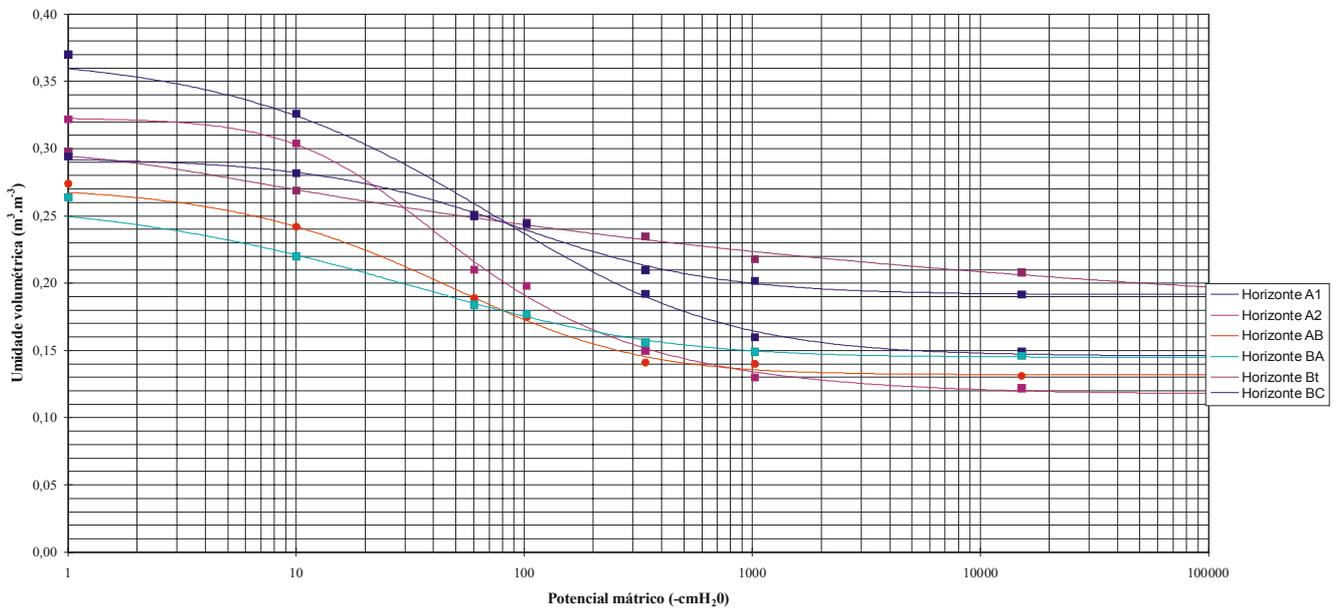
Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 9	A	0 - 10	θ obs	0,430	0,410	0,358	0,342	0,283	0,270	0,250
			θ calc	0,429	0,412	0,360	0,337	0,290	0,266	0,251
	Bt	10 - 29	θ obs	0,470	0,430	0,398	0,392	0,372	0,359	0,350
			θ calc	0,470	0,431	0,396	0,388	0,374	0,363	0,347
	BC	29 - 70	θ obs	0,422	0,416	0,401	0,388	0,380	0,373	0,368
			θ calc	0,421	0,418	0,399	0,391	0,379	0,373	0,368

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 9	A	0 - 10	0,0101	1,0294	0,9774	0,250	0,429	0,997
	Bt	10 - 29	0,3650	0,1299	1,8607	0,330	0,470	0,996
	BC	29 - 70	0,0345	0,3516	1,6964	0,367	0,421	0,991



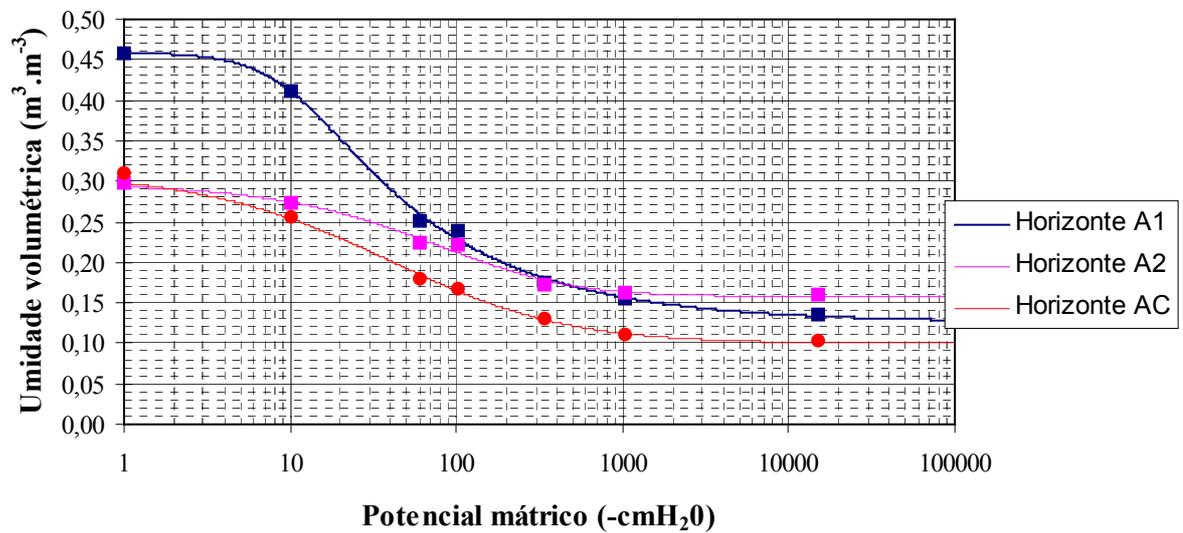
Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 11	A1	0 - 10	θ obs	0,370	0,326	0,251	0,244	0,192	0,160	0,149
			θ calc	0,370	0,324	0,259	0,236	0,190	0,165	0,147
	A2	10 - 19	θ obs	0,322	0,304	0,210	0,198	0,150	0,130	0,122
			θ calc	0,323	0,303	0,216	0,190	0,151	0,134	0,120
	AB	19 - 26	θ obs	0,274	0,242	0,189	0,175	0,141	0,140	0,131
			θ calc	0,273	0,242	0,189	0,172	0,146	0,136	0,132
	BA	26 - 36	θ obs	0,264	0,220	0,184	0,177	0,156	0,149	0,146
			θ calc	0,264	0,221	0,185	0,175	0,157	0,149	0,145
	Bt	36 - 48	θ obs	0,298	0,269	0,250	0,245	0,235	0,218	0,208
			θ calc	0,298	0,270	0,249	0,244	0,233	0,224	0,207
	BC/C	48 - 70	θ obs	0,294	0,283	0,255	0,250	0,220	0,213	0,204
			θ calc	0,293	0,284	0,258	0,246	0,223	0,211	0,205

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 11	A1	0 - 10	0,0070	1,5646	0,6977	0,146	0,370	0,996
	A2	10 - 19	0,0462	0,4015	1,6093	0,117	0,323	0,997
	AB	19 - 26	0,0103	1,7544	0,8285	0,132	0,273	0,997
	BA	26 - 36	0,0067	2,3330	0,5735	0,145	0,264	0,999
	Bt	36 - 48	0,6873	0,0652	1,8366	0,161	0,298	0,992
	BC/C	48 - 70	0,0093	1,1258	0,9434	0,204	0,293	0,995



Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 12	A1	0 - 13/17	θ obs	0,459	0,412	0,252	0,240	0,176	0,155	0,135
			θ calc	0,459	0,411	0,260	0,228	0,180	0,157	0,133
	A2	13/17 - 25/30	θ obs	0,298	0,273	0,224	0,221	0,173	0,163	0,160
			θ calc	0,297	0,274	0,229	0,212	0,178	0,163	0,158
	AC	25/30 - 36/53	θ obs	0,311	0,255	0,181	0,168	0,131	0,110	0,103
			θ calc	0,311	0,254	0,185	0,165	0,129	0,112	0,101

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 12	A1	0 - 13/17	0,0938	0,2457	2,1284	0,126	0,459	0,998
	A2	13/17 - 25/30	0,0047	2,1547	0,7999	0,158	0,297	0,991
	AC	25/30 - 36/53	0,0166	1,3140	0,7277	0,100	0,311	0,999



Perfil	Horizonte	Prof (cm)	θ	Pot matricial						
				0	10	60	102	340	1020	15300
Alamos 13	A1	0 - 10	θ obs	0,537	0,513	0,438	0,435	0,367	0,355	0,303
			θ calc	0,536	0,513	0,445	0,422	0,379	0,349	0,304
	A2	10 - 21	θ obs	0,409	0,395	0,349	0,340	0,321	0,290	0,266
			θ calc	0,409	0,394	0,351	0,339	0,315	0,297	0,265
	AB	21 - 31	θ obs	0,400	0,374	0,336	0,327	0,315	0,295	0,282
			θ calc	0,400	0,374	0,336	0,327	0,310	0,299	0,281
	BA	31 - 40	θ obs	0,375	0,355	0,328	0,325	0,306	0,296	0,283
			θ calc	0,375	0,356	0,328	0,321	0,307	0,298	0,282
	Bt	40 - 51	θ obs	0,403	0,385	0,376	0,369	0,348	0,333	0,330
			θ calc	0,400	0,391	0,374	0,366	0,348	0,336	0,327
	BC	51 - 70	θ obs	0,418	0,404	0,389	0,375	0,364	0,352	0,341
			θ calc	0,417	0,405	0,385	0,378	0,363	0,353	0,341

Perfil	Horizonte	Prof (cm)	α	m	n	θ_r	θ_s	Coef de ajuste
Alamos 13	A1	0 - 10	0,0661	0,1991	1,3874	0,263	0,536	0,991
	A2	10 - 21	0,1150	0,0950	1,9059	0,215	0,409	0,994
	AB	21 - 31	0,1992	0,1324	1,8884	0,263	0,400	0,996
	BA	31 - 40	0,1917	0,1256	1,7637	0,263	0,375	0,996
	Bt	40 - 51	0,0030	1,7559	0,7195	0,327	0,400	0,983
	BC	51 - 70	0,0218	0,6191	0,8043	0,337	0,417	0,995

