

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos



Dissertação

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE UM SOLO CONSTRUÍDO NA ÁREA
DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE CANDIOTA - RS**

Ândrea Machado Pereira Franco

Pelotas, 2006

Ândrea Machado Pereira Franco

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE UM SOLO CONSTRUÍDO NA ÁREA
DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE CANDIOTA - RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Solos).

Orientador: Eloy Antonio Pauletto

Pelotas, 2006

Dados de catalogação na fonte:
Maria Beatriz Vaghetti Vieira – CRB-10/1032
Biblioteca de Ciência & Tecnologia – UFPel

F825c Franco, Ândrea Machado Pereira

Caracterização física de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota, RS / Ândrea Machado Pereira Franco; orientador Eloy Antonio Pauletto. – Pelotas, 2006. – 120f. : il. color.: tab. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2006.

1.Solo construído. 2.Mineração. 3.Caracterização física. 4.Carvão. 5.Agronomia. 6.Candiota-RS. I.Pauletto, Eloy Antonio. II.Título.

CDD: 631.43098165

Banca examinadora:

Eloy Antonio Pauletto

Claudia Liane Rodrigues de Lima

Flavia Fontana Fernandes

Luiz Fernando Spinelli Pinto

DEDICATÓRIA

DEDICO

Aos meus pais:

Enio Roci Fernandes Franco

&

Marlene Machado Pereira Franco

OFEREÇO

À amiga:

Maria Aurélia Dias Dornelles

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me proporcionado o dom do estudo;

Ao professor Eloy Antonio Pauletto pela orientação, amizade, motivação, oportunidade e companheirismo na realização deste trabalho e pelos vários momentos de alegria e convívio;

Aos professores do Departamento de Solos pelo ensinamento, amizade e companheirismo, em especial ao professor Luiz Fernando Spinelli Pinto e à professora Flavia Fontana Fernandes pela amizade, incentivo e colaboração nos meus trabalhos;

À todos bolsistas, estagiários, funcionários e professores que trabalharam na instalação do experimento, coleta de solo e manutenção do experimento;

À todos os colegas de curso, pela grande amizade, carinho e momentos de felicidade que proporcionaram;

Aos bolsistas e estagiários do Laboratório de Física do Solo, que me ajudaram nas análises físicas, em especial à bolsista Franciéle Olivo pela dedicação, amizade e companheirismo;

Aos funcionários do Laboratório de Física do Solo que trabalharam nas análises, em especial à Paulo Antunes, pela amizade e auxílio em muitos momentos e ao amigo Danúbio que auxiliou em vários momentos;

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e à CRM pela disponibilidade do espaço para a instalação do experimento e apoio para a manutenção do experimento e ao CNPq pelo financiamento do projeto;

Ao meu namorado Ricardo Victoria Silva pelo apoio, carinho, dedicação e companheirismo em todos os momentos;

Aos meus pais Marlene Machado Pereira Franco e Enio Roci Fernandes Franco e à amiga Maria Aurélia Dias Dornelles por todo o carinho e incentivo para que eu completasse mais essa etapa dos meus estudos.

RESUMO

FRANCO, Ândrea Machado Pereira. **Caracterização física de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota – RS.** 2006. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A mineração de carvão representa uma grande importância para a economia nacional, visto que a grande escassez de energia elétrica aliada à menor disponibilidade de recursos hídricos, faz com que a geração de energia térmica passe a ser um dos focos principais das possibilidades de expansão do sistema elétrico nacional. Com isso fez-se necessário o aumento em larga escala da extração do carvão, proporcionando um aumento considerável dos impactos causados ao meio ambiente. Dentre os impactos, pode-se citar a degradação do solo e da água, a poluição do ar, a chuva ácida, a redução da biodiversidade, o deslocamento das populações, implicando diretamente na qualidade de vida e na sustentabilidade da população da região. Assim, é necessário que se cumpra a legislação ambiental recompondo o solo degradado pela extração de carvão. Na recomposição da área destaca-se a topográfica do terreno, bem como a construção do solo. Nessa etapa, os atributos físicos do solo são afetados negativamente, originando condições físicas inadequadas para o restabelecimento do equilíbrio ecológico e o retorno à atividade produtiva. Com isso, este trabalho teve como objetivo fazer uma caracterização física inicial de um experimento instalado em um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota cultivado com diferentes sistemas de cobertura e comparar os resultados obtidos com os de um solo natural da frente de mineração. Foram feitas para as seguintes avaliações: estabilidade de agregados em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado, carbono orgânico, densidade do solo, porosidade total, macro/microporosidade, densidade de partículas, distribuição das partículas por tamanho, argila dispersa em água, resistência mecânica do solo à penetração e água disponível. O experimento composto pelo solo construído, instalado na área de mineração de Candiota é composto por 4 blocos casualizados, sendo cada bloco constituído de 7 tratamentos, sendo que cada tratamento tem 3 pontos de coleta

para as camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 – 0,20 m. Já as amostras de solo natural foram coletadas ao longo de uma transeção de 117 metros, sendo coletadas 40 amostras, onde o espaçamento entre as amostras é de 3,0 metros. Os resultados obtidos mostraram que: 1) Não foram observadas diferenças estatísticas nos atributos físicos entre os tratamentos no solo construído da área experimental; 2) Na comparação com o solo natural o solo construído apresentou menor hierarquia de agregação, teor de matéria orgânica e água disponível e maior teor de argila e resistência mecânica à penetração para as camadas superficial e subsuperficial; 3) O solo construído apresentou um maior teor de argila dispersa em água e menor DMP na camada de 0,0 - 0,10 m e para a camada de 0,10 - 0,20 m uma maior densidade do solo e resistência à penetração; 4) O teor de argila, o teor de carbono orgânico e a cor de matiz 2,5 YR do solo construído na área experimental indicam que foi construído com horizonte B do solo natural; 5) Os valores de resistência mecânica à penetração obtidos no solo construído são em ambas camadas, superiores aos considerados limitantes (2,5 MPa) ao desenvolvimento das plantas.

Palavras chave: solo construído, caracterização física, mineração, carvão.

ABSTRACT

FRANCO, Ândrea Machado Pereira. **Physical characterization of a constructed soil in Candiota coal mining area, RS, Brazil.** 2006. 120f. Dissertação (Master in Science) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Coal mining has a key role for the Brazilian economy since the lack of electric energy due to a lower availability of hydric resources is a subject of major concern, therefore it has become necessary a larger scale coal extraction, which promotes a considerable increase in the impacts on the environment. Among these impacts, are the soil and the water degradation, air pollution, acid rain, biodiversity reduction, need of population resettling, which directly affects the quality of life and sustainability of the population of the region. It is thus necessary that the environmental legislation be accomplished by the reclamation of the area where the coal was extracted from, the soil being one the most affected part. In the restoration of the area, it can be pointed out the landscape recovery and the construction of the soil. In this stage the soil physical attributes are negatively affected, attaining undesired physical conditions to the reestablishment of the ecological balance and the return to productive activities. In this context, this study had the objective of characterizing the initial stage of the physical conditions of a constructed soil under a revegetating experiment and compare the results to those obtained in a natural soil located in the mining area front. The following determinations were done: aggregates stability in different size classes, mean weight diameter (MWD), organic carbon, soil bulk density, total porosity, macro/microporosity, particles density, size particle distribution, water disperse clay, mechanical resistance to penetration and available water. The experiment installed in a recent constructed site is comprised of four randomized blocks with seven treatments. In each treatment it was collected three samples in the 0.0 - 0.10 m and 0.10 – 0.20 m layers. The natural soil samples were collected at 40 points, 3 m apart, along a 117 m transect, in the 0.0 - 0.10 m and 0.10 – 0.20 m layers. The results obtained showed that: 1) There were no statistical differences in

the constructed soil physical attributes in the experiment treatments; 2) Compared to the natural soil, the constructed soil presented lower hierarchic aggregation, organic matter content and available water, and higher clay and mechanical resistance to penetration for both surface and subsurface layers; 3) the constructed soil presented a higher water disperse clay and a lower MWD in the 0.0-0.10 m layer and higher bulk density and mechanical resistance to penetration in the 0.10-0.20 m layer; 4) The constructed soil clay and organic carbon content, and 2.5YR hue color indicates that the soil was constructed with the B horizon of the natural soil; 5) The values of mechanical resistance to penetration obtained in the constructed soil are, in both layers, much higher than the ones considered limiting to plant root development.

Key words: constructed soil, physical characterization, mining, coal.

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1 - Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (média de 12 repetições).....	56
TABELA 2 - Distribuição por tamanho das partículas de areia, silte e argila em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS, (média de 12 repetições).....	60
TABELA 3 – Argila, argila dispersa em água e grau de flocculação em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.	61
TABELA 4 - Porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e densidade do solo (Ds) em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (média de 12 repetições).....	63
TABELA 5 - Resistência mecânica à penetração (Mpa) separadas em quatro diferentes camadas para sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (média de 36 repetições).....	65
TABELA 6 - Água Disponível do Solo considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa e inferior de 1,5 MPa, em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (média de 12 repetições).....	67
TABELA 7 - Momentos estatísticos dos atributos físicos de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota, RS.....	68

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1: “Dragline” e o empilhamento de “terra vegetal” e de rejeitos de carvão.....	18
FIGURA 2: Reconstituição topográfica de uma área minerada.....	20
FIGURA 3: Deposição da “Terra Vegetal”.....	21
FIGURA 4: Processo de erosão hídrica na malha II	23
FIGURA 5: a) Localização geral da área de mineração de Candiota; b) Localização ampliada das áreas amostradas.....	47
FIGURA 6: Croqui do experimento de adaptação de espécies vegetais na área de mineração de carvão de Candiota, RS.....	48
FIGURA 7: Patrola executando a escarificação da área experimental de Candiota, RS.....	49
FIGURA 8: Aplicação de calcário na área experimental de Candiota, RS.....	49
FIGURA 9: Área experimental recentemente adubada	49
FIGURA 10: Sistema hidráulico de coleta de amostras indeformadas de solo.....	50
FIGURA 11: Vista de uma camada subsuperficial bastante resistente.....	58

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	5
ABSTRACT	7
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Histórico da mineração de carvão do Brasil e da mina de Candiota	15
2.2 Legislação ambiental e os impactos ambientais.....	16
2.3 O processo de lavra e de reabilitação das áreas de mineração	18
2.3.1 Problemas decorrentes dos processos de lavra e de reabilitação das áreas de mineração	22
2.4 Alterações dos atributos físicos	25
2.4.1 Distribuição das partículas do solo por tamanho	26
2.4.2 Densidade do solo e resistência mecânica à penetração.....	27
2.4.3 Porosidade total.....	31
2.4.4 Estrutura e agregação do solo.....	34
2.4.5 Armazenamento e disponibilidade de água no solo	39
2.4.6 A revegetação dos solos construídos	41
3 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1 Localização e seleção das áreas.....	46
3.2 Coleta e preparo das amostras de solo	50
3.3 Determinação dos atributos físicos do solo	50
3.3.1 Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho e diâmetro médio ponderado	50
3.3.2 Distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água.....	52
3.3.3 Densidade do solo	52
3.3.4 Porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo	52

3.3.5	Resistência mecânica do solo à penetração	52
3.3.6	Curva de retenção de água e água disponível do solo para as culturas	52
3.4	Determinações complementares	54
3.4.1	Umidade gravimétrica.....	54
3.4.2	Densidade de partículas	54
3.4.3	Teor de carbono orgânico.....	54
3.5	Análises estatísticas	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1	Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado e carbono orgânico	55
4.2	Distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água.....	59
4.3	Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade do solo	62
4.4	Resistência mecânica do solo à penetração	65
4.5	Água disponível	66
4.6	Análise estatística descritiva dos atributos físicos do solo.....	68
5	CONCLUSÕES	71
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	APÊNDICES.....	88

1 INTRODUÇÃO

A mineração de carvão é uma atividade de grande importância para a economia do Brasil. Em Candiota, no estado do Rio Grande do Sul, localiza-se a maior reserva de carvão do país, sendo sua exploração realizada a céu aberto.

A extração do carvão a céu aberto pode causar grandes impactos ao meio ambiente, com isso, o maior aproveitamento destas reservas de carvão deve estar aliado ao cumprimento da legislação ambiental, que inclui estudos e elaboração de relatórios de impacto ambiental, sendo imprescindível a realização de um plano de recuperação dessas áreas de mineração.

A escassez de energia elétrica aliada à menor disponibilidade de recursos hídricos, faz com que a geração de energia térmica passe a ser um dos focos principais das possibilidades de expansão do sistema elétrico nacional. A geração de energia a partir do carvão mineral, com a aplicação de tecnologia atualizada nas termelétricas, pode ser ambientalmente aceitável, além de ser uma alternativa técnica e economicamente viável, principalmente na Jazida de Candiota, que possui as condições geológicas mais favoráveis do Brasil.

A expansão da produção de energia no país é de suma importância para atender a necessidade de crescimento econômico. Uma maior extração de carvão vai gerar um aumento em larga escala dos impactos causados ao meio ambiente, tais como a degradação do solo e da água, poluição do ar, chuva ácida, deslocamento de populações e redução da biodiversidade, implicando diretamente na qualidade de vida das pessoas que vivem próximas destas áreas e na sustentabilidade da região.

Durante as práticas de extração do carvão e de recomposição da paisagem ocorrem alterações negativas na estrutura, provocadas pela freqüente mistura de horizontes com rejeitos de carvão, subsolo e pedaços de rochas, somando-se à compactação causada pelo empilhamento das camadas de solo e pelo uso de máquinas e equipamentos pesados e de grande porte que trafegam na área, que virão a constituir os chamados solos construídos. Esses solos sofrem alterações físicas, químicas e biológicas ao longo do tempo, tornando mais difícil o

restabelecimento do equilíbrio ecológico do ecossistema e o retorno para fins agrícolas.

Assim, tanto para que essas áreas afetadas pela mineração retornem às condições anteriores, é necessário que se tenha o mínimo de qualidade ambiental e física, para que se desenvolvam plantas, sendo indispensável à recuperação dessas áreas degradadas, através da revegetação e da reestruturação do solo.

Uma das maiores diferenças dos solos construídos quando comparados ao solo natural da frente de mineração, é a alteração relacionada aos atributos físicos do solo, pois através destes, podem ser feitas avaliações das condições de desenvolvimento radicular das plantas, infiltração e armazenamento de água no solo.

As alterações físicas causadas nesse tipo de solo estão diretamente relacionadas com a estrutura, na qual propriedades como densidade, diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis em água e resistência mecânica à penetração mostram em que condições ele se encontra na natureza. Desta forma, torna-se necessário adotar medidas de recuperação que deixem o solo mais próximo possível do conceito de um solo natural com adequadas condições físicas e químicas, para o desenvolvimento das plantas e da fauna encontrada no local.

Os impactos negativos nas condições físicas do solo ocorrem rapidamente, mas sua recuperação pode ser bastante lenta. Para acelerar a sua recuperação, como também do meio ambiente, é conveniente que sejam implantadas plantas com grande capacidade de adição de biomassa, proporcionando uma melhora na estrutura do solo ao longo do tempo, diminuindo, desta forma, os processos erosivos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização física inicial de um experimento instalado em um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota cultivado com diferentes sistemas de cobertura e comparar os resultados obtidos com os de um solo natural da frente de mineração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da mineração de carvão do Brasil e da mina de Candiota

A mineração é de grande importância para a economia nacional, contribuindo indiretamente com cerca de 60% do PIB brasileiro (Loes, 1998). As reservas brasileiras de carvão atingem 32 bilhões de toneladas, sendo que 87% encontram-se no Rio Grande do Sul (Silva, 1987; Gavizzo et al., 2002), sendo a jazida de Candiota, RS a maior do Brasil.

As minas de carvão passíveis de serem mineradas a céu aberto, em profundidades de até 50 metros em Candiota - RS são da ordem de 1 bilhão de toneladas (CRM, 2005).

A jazida de Candiota produz cerca de 1,7 milhões de toneladas por ano. Com a implantação da usina Candiota III, em 2006, espera-se que a produção anual chegue a 4 milhões de toneladas (Diário Popular, 2005).

Em 1947, foi criado o Departamento Autônomo de Carvão Mineral (DACM), visando a exploração industrial e comercial, assim como o beneficiamento de carvão mineral para abastecer a Viação Férrea do Rio Grande do Sul. Em outubro de 1969, com a necessidade de maior flexibilidade operacional face às perspectivas de expansão da produção, o DACM transformou-se na Companhia Riograndense de Mineração (CRM), sociedade de economia mista vinculada à Secretaria de Energia, Minas e Comunicações do Estado do Rio Grande do Sul (CRM, 2004).

A CRM é uma empresa gaúcha e controlada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, sendo detentora de grande potencial energético do país, sob a forma de reservas de carvão mineral in situ (no local de origem), cerca de 3 bilhões de toneladas, distribuídas entre áreas ainda em fase de pesquisa e áreas com titulação de lavra, já consignada pelo órgão regulador federal (CRM, 2004).

A CRM vem minerando nessa região, desde 1961, objetivando, em especial, a produção de carvão para a geração de energia elétrica, inicialmente para abastecer a Usina Candiota I com capacidade de 20 MW, operada pela CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica), correspondendo a uma demanda de 200.000 toneladas por ano e desativada em 1974. A partir de então, entra em operação a

primeira etapa (Fase A) da Usina de Candiota II, com 126 MW de capacidade de geração de energia, então denominada "Usina Presidente Médici", passando a produzir 800.000 toneladas de carvão por ano (CRM, 2004).

Na década de 1970 ocorreu uma crise energética de grande importância para a economia do país, levando à necessidade de colocar em prática um Plano Energético Federal visando favorecer a retomada e a ampliação das atividades de mineração de carvão. Neste plano, estavam inclusas alternativas que atendessem a demanda energética da região sul do país (Noer, 1989; Schneider et al., 2000; Nunes, 2002).

Em 1986 e 1987, entram em operação, sucessivamente, duas máquinas geradoras de energia, de 160 MW cada que constituem a segunda etapa (Fase B) desta Usina, totalizando então, uma capacidade instalada de 446 MW e uma demanda de 1,7 milhões de toneladas por ano, atualmente operadas pela CGTEE (Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica), empresa pública federal (CRM, 2004).

No início de 2006, depois de 23 anos de espera da realização da construção da Usina de Candiota III (Fase C), estabeleceu-se o entendimento da construção da mesma, tendo suas obras em início de Janeiro deste ano, adicionando ao complexo termoelétrico 350 MW de capacidade quando estiver operando, correspondendo então, a uma demanda de aproximadamente 4 milhões de toneladas/ano de carvão (Diário Popular, 2005).

As reservas de carvão passíveis de serem mineradas a céu aberto no Brasil, são da ordem de 1 bilhão de toneladas, com uma camada de cobertura de estéril que cobre o minério de até 50 metros. A tecnologia empregada está atualizada com o estado da arte do setor e o carvão bruto apresenta um poder calorífico baixo, da ordem de 3200 kcal/kg e 53% de teor de cinzas, em base seca (CRM, 2004).

2.2 Legislação ambiental e os impactos ambientais

Em 1972, em Estocolmo, após a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, as questões ambientais passaram a fazer parte das políticas de desenvolvimento adotadas principalmente em países desenvolvidos. O Brasil, como só participou da Conferência de Estocolmo em 1981, promulgou a Lei 6.938 (Kopezinski, 2000), a

qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (Lopes, 2000).

Para o licenciamento de projetos, incluindo projetos em áreas de mineração faz-se necessário a apresentação de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental), cuja obrigatoriedade consta na resolução 001/86 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Os planos de lavra e reabilitação da área a ser minerada também devem constar no projeto de mineração, pois é obrigatório a reabilitação das áreas degradadas como é regulamentado pelo decreto número 97.632 de 10 de abril de 1989. Campos et al. (2003), porém, consideram que o tratamento legal dispensado pela legislação brasileira para esta finalidade é insuficiente devendo ser aprimorado.

Para a extração de carvão existem basicamente duas maneiras: a subterrânea e a céu aberto. Ambos os processos acarretam problemas ambientais, pois modificam a estrutura do meio natural, pela disposição inadequada dos resíduos da mineração, causando contaminação de águas superficiais e subterrâneas, promovendo alterações na atmosfera ao redor das minas pela geração de gases e poeiras e perdas de solo fértil (Campos et al., 2003).

Apesar do carvão ser um importante recurso energético, é responsável pela produção e pelo acúmulo desordenado de grandes volumes de rejeito. As pilhas de rejeito são recuperadas através do nivelamento das mesmas, sendo feita a recomposição topográfica do local cobrindo a superfície com uma fina camada da chamada “terra vegetal” (Gavizzo et al., 2002).

Os impactos ambientais provocados pela mineração de carvão ocorrem em dois momentos distintos. O primeiro, é decorrente do rompimento das relações do ecossistema, provocado pela remoção das camadas de carvão, causando alteração dos perfis topográficos, perda nos bancos naturais e perdas na microfauna. O segundo, decorre da realização das operações de preenchimento das valas abertas, trazendo como consequência alterações na topografia regional, aumento da densidade do solo e modificação da espessura das camadas e diminuição da proteção vegetal ao impacto das gotas da chuva (Bugin, 1989).

Devido aos impactos causados pela ação antrópica na área de mineração (extração de carvão), faz-se necessário uma posterior restauração, pois o solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, pelo motivo de que muitos organismos obtêm dele nutrientes e energia, que são componentes essenciais, bem

como habitat e a manutenção da qualidade do solo, que dependem do sucesso da recuperação da área transformada.

Por essa razão, práticas de manejo que minimizem os impactos causados pela mineração, podem futuramente prevenir e facilitar a recuperação dessas áreas (Stahl et al., 2002). O estabelecimento e manutenção da comunidade de plantas após a reconstrução da área podem reduzir em parte os impactos causados ao meio ambiente pela extração do carvão (Gavizzo et al., 2002).

2.3 O processo de lavra e de reabilitação das áreas de mineração

Em Candiota é utilizada a extração a céu aberto, na qual é utilizada uma escavadeira chamada de “dragline” (Figura 1), para a descobertura do carvão, em que são realizados cortes sucessivos em sistema “vaivém” na seguinte seqüência: a) retirada do solo superficial (horizonte A): b) retirada da argila vermelha (horizontes B e C); c) perfuração e detonação do arenito: d) descoberta do carvão através de uma máquina pesada chamada de draga; e) perfuração, detonação e extração do carvão do banco superior (BS) e do banco inferior (BI), com separação do argilito intermediário; f) recomposição topográfica, constituída de cobertura, com ou sem o aproveitamento de vazios para deposição de cinzas; g) deposição da “terra vegetal” sobre a área recomposta topograficamente; h) estabelecimento de práticas agronômicas de preparo e correção do solo; i) plantio de espécies vegetais (Schultze, 1998).



FIGURA 1: “Dragline” e o empilhamento de estéreis

A unidade de britagem funciona em duas linhas independentes, com capacidade total de 800 ton/h, sendo que o transporte do carvão entre a unidade de britagem e a usina termelétrica é feito através de uma correia transportadora com 2,3 km de extensão (CRM, 2004).

Em Santa Catarina, Campos et al. (2003) reportam que os diferentes processos de lavra utilizados pelas empresas mineradoras, aliados às dificuldades de fiscalização, conduzem na prática a deficiências no processo de construção, resultando normalmente na contaminação das camadas superficiais dos solos construídos, com os resíduos como, por exemplo, a pirita.

A recuperação das áreas mineradas visa recompor a paisagem alterada durante a extração mineral, proporcionando ao solo a capacidade de retornar a um nível de recomposição equivalente às condições iniciais e à atividade produtiva.

Segundo Bugin (2002), no início dos anos 80, a partir das primeiras análises e resultados concretos de recuperação, esta atividade começou a ser difundida pelo setor mineral organizado, como sendo uma necessidade de operação, o que também propiciou outras inúmeras iniciativas dessa ordem por empresas brasileiras de mineração. Neste período, foram também criados dispositivos legais e os órgãos de licenciamento ambiental começaram a exigir ações para recuperar as áreas degradadas. No Rio Grande do Sul, nesta época, começaram a ser implantadas ações de recuperação de áreas mineradas, justamente na exploração do carvão.

Segundo Bugin (2002), existem vários níveis de medidas que podem ser tomadas para a recuperação das áreas degradadas pela mineração de carvão. Como práticas de recuperação a curto prazo estão inclusas o controle da erosão, revegetação e correção dos níveis de fertilidade. A médio prazo, os processos de erosão já devem ser inexistentes, dando início ao surgimento da vegetação e da reestruturação das propriedades físicas do solo e conseqüentemente o aparecimento da fauna e da microfauna. A longo prazo a área em recuperação deverá atingir o equilíbrio das características naturais do ambiente, podendo serem usadas futuramente.

É evidente que para a recuperação das áreas mineradas a céu aberto tem que ser feita a recomposição do solo, porém, isso por si só não basta, pois para a real recuperação dessas áreas, esses solos têm de ser “adequadamente construídos” e mantidos através de medidas de conservação e recuperação.

As etapas de reabilitação das áreas degradadas pela mineração, assumidas atualmente como áreas legalmente aceitas pelos órgãos de fiscalização, foram observadas em vários projetos de mineração apresentados ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), na qual a legislação exige a apresentação de um plano de recuperação de área degradada, que está sujeito a aprovação, ou não. Este plano sendo aprovado compreende as seguintes etapas: (1) a remoção do sólido no sentido perpendicular ao corte, para estocagem em local pré-determinado; (2) a retirada do regolito argiloso e camadas subjacentes ao carvão no sentido do espaço criado pelo corte para último recobrimento; (3) após a retirada do carvão, preenchimento da cava com o “estéril” piritoso e o arenito; (4) recobrimento do estéril repostado com parte do regolito argiloso proveniente do corte adjacente; (5) reposição do sólido previamente estocado sobre o corte já preenchido e recoberto; (6) conformação e drenagem do terreno, e (7) plantio, e ou, semeadura de espécies vegetais para fixação do solo (Campos et al., 2003).

Na recuperação topográfica, os cones que são formados por uma mistura das rochas existentes nas camadas de cobertura (argilitos, arenitos, folhelhos e carvão), são desmontados por tratores de esteira para a conformação do terreno. Esta etapa pode ser visualizada na Figura 2.



FIGURA 2: Reconstituição topográfica de uma área minerada

A fase de deposição da “terra vegetal” (Figura 3) pode apresentar algumas dificuldades, principalmente em relação à disponibilidade de material (espessura) e à

necessidade de transporte dentro da mina (distância de remanejamento do material) (Leitzke, 2002).



FIGURA 3: Deposição da “terra vegetal”

No processo de reabilitação e recomposição topográfica da paisagem da área de mineração, resulta um perfil de solo constituído por uma camada de solo superficial, que é inadequadamente chamada de “terra vegetal” formada pelos horizontes A, freqüentemente misturados com os horizontes B e C, e subsuperficialmente por material de estéril, que resulta em uma camada formada por uma mistura heterogênea de materiais com litologias e graus de intemperização variados. Esta composição forma o solo construído, que deverá proporcionar condições para o desenvolvimento da vegetação (Pinto, 1999).

Esses solos são formados por materiais e procedimentos antropogênicos, ou seja, determinados pela ação humana, adquirindo uma evolução pedogenética ao longo do tempo (Kämpf et al., 1997).

Os perfis de solos construídos são constituídos por uma sucessão de camadas de espessura variável, diferenciadas entre si pela coloração, normalmente com transições abruptas e onduladas (Kämpf et al., 2000).

As características dos materiais constituintes do solo natural e o método de construção que será adotado refletirão sobre os atributos físicos, químicos e biológicos dos solos construídos. De acordo com Schafer et al. (1980), se forem construídos com materiais de alta qualidade e em uma inclinação estável, esses podem superar o potencial de alguns solos naturais.

A recuperação posterior dos impactos causados nestas áreas pode ser considerada difícil e demorada, o que sugere que deva haver um controle minucioso sobre os atributos do solo construído, que pode ser realizado através de um manejo e um método de construção adequado, com uma seleção criteriosa dos materiais mais adequados para a sua construção e correta disposição destes nas áreas a serem recuperadas (Pinto, 1997).

Os processos de construção de um solo devem ser avaliados e realizados criteriosamente, para que se possa evitar a contaminação das camadas superficiais do solo construído com os resíduos do carvão e para que sejam determinadas as influências destes processos sobre os atributos físicos dos mesmos (Campos et al., 2003).

Segundo Kopezinski (2000), um adequado estabelecimento de cobertura vegetal poderá auxiliar na correção desses fatores, ou seja, deve-se escolher espécies que tenham capacidade para crescer rapidamente, proteger e enriquecer o solo, abrigar e alimentar a fauna, recompor a paisagem e restabelecer o regime hídrico.

O sucesso da reabilitação da área depende do controle efetivo dos processos que causam os impactos ambientais e a degradação do solo garantindo a evolução do solo construído, que deverá suportar o novo ecossistema e retornar as condições originais e à atividade produtiva.

2.3.1 Problemas decorrentes dos processos de lavra e de reabilitação das áreas de mineração

As operações de mineração a céu aberto tendem a misturar materiais de várias partes da coluna geológica, sendo por essa razão que as propriedades dos solos construídos após mineração de carvão variam muito em relação as do solo natural (Schafer et al., 1980). O conhecimento dessas variações é de fundamental importância, como subsídio para a definição de práticas mais apropriadas e para a explicação das respostas diferenciadas obtidas após a implantação da cobertura vegetal e para melhor definição de opções de uso e manejo dessas áreas (Campos et al., 2003).

Na jazida de Candiota, apesar da lavra ser simultânea à construção das áreas, freqüentemente ocorria a geração de pilhas de “terra vegetal”, após o processo de descobertura do material minerado, causando desestruturação e compactação do

solo em suas bases, devido ao impacto direto das gotas da chuva e à excessiva carga a que eram submetidas (Schultze, 1998), situação atualmente não mais gerada na área. Nas malhas I e II, onde na época em que foram mineradas não se fazia a recuperação (décadas de 1950 a 1970), e nos taludes das estradas se observa nas drenagens o acúmulo de material perdido por erosão (Figura 4).



FIGURA 4: Processo de erosão hídrica na malha II

Segundo Stahl et al. (2002), dentre os impactos causados pelo processo de lavra, pode-se citar a perda completa da vegetação da superfície do solo, destruição da estrutura do solo e eliminação do habitat dos organismos do solo, expulsando a fauna existente no local. Com isso, é necessário que sejam enfatizados na avaliação os efeitos dos impactos provocados nessas áreas de mineração.

Stahl et al. (2002), além da remoção e do empilhamento de grandes volumes de solo durante a mineração, vários fatores de natureza física e química do rejeito carbonífero limitam o estabelecimento vegetal, restringindo a reabilitação das áreas de mineração e causando sérios efeitos nos atributos físicos, químicos e biológicos e consequentemente resultando em reduções significativas da qualidade do solo.

Também contribui para modificar a estrutura do solo, o tráfego freqüente de veículos, que causa a compactação do solo e consecutivamente a redução do volume do espaço de poros, o aumento da densidade volumétrica e alterações nas propriedades hidráulicas, afetando consequentemente a movimentação da água e de soluções do solo e também o desenvolvimento das plantas e raízes (Stahl et al., 2002).

A avaliação desses distúrbios ocorridos nas áreas de mineração, que ocorrem desde a lavra do carvão até a reconstrução do solo, é de extrema importância para que sejam estabelecidos métodos de prevenção, que poderão implicar na redução dos impactos ambientais e em custos mais baixos para a recuperação (Nunes, 2002).

Entretanto, esses impactos são localizados, se comparados aos realizados nas águas superficiais e subterrâneas, cuja abrangência indireta pode causar impactos numa extensão geográfica além da área minerada. Os impactos são causados por meio do aumento da turbidez, da alta acidez, do teor de oxigênio dissolvido, altas concentrações de hidróxidos e óxidos de ferro, manganês e outros metais provenientes do processo de decomposição da pirita, que é o resíduo do carvão, e em contato com a água e o ar se oxidam, causam a contaminação das mesmas (Scheibe, 2002; Nunes, 2002).

Estas alterações promovem condições adversas à biota aquática e às atividades econômicas que utilizam deste recurso natural. Segundo Pinto & Kämpf (2002), evitar a contaminação por pirita nas camadas mais superficiais dos solos construídos e confinar os materiais com pirita nas camadas mais profundas deve ser o principal enfoque no controle da contaminação dos solos e das águas nas áreas de mineração.

Segundo esses autores, isto causa grandes preocupações, pois quando o processo de recuperação é feito concomitantemente com a lavra, o transporte do material descoberto da frente de mineração para a área em recuperação, sem uma seleção prévia dos estéreis, pode resultar na inversão da coluna geológica. Nesta situação, materiais ricos em pirita, originalmente situados a grande profundidade, acabam compondo os estratos mais próximos à superfície da área em recuperação, sendo apenas recobertos por fina camada de "terra vegetal".

Com a escassez da cobertura vegetal, das baixas taxas de infiltração de água e da presença de camadas impermeáveis, há o favorecimento do escoamento superficial e da erosão, expondo as camadas ricas em pirita e, por consequência, formando fontes pontuais de poluição.

A reversão desse quadro, segundo Pinto & Kampf (2002), só será possível com a correção da acidez, mediante aplicação de corretivos, por exemplo: o carbonato de cálcio; inibição da oxidação da pirita via aplicação de fosfato de rocha; controle da acidez das águas através de sistemas passivos, que aproveitem processos químicos

e biológicos naturais e não requerem contínua adição de produtos químicos, ao contrário de sistemas ativos; controle da erosão das áreas recuperadas através de manejo adequado com práticas mecânicas e vegetativas e com o rápido estabelecimento da vegetação e a manutenção da cobertura do solo ao longo do tempo.

2.4 Alterações dos atributos físicos

As alterações físicas são aquelas decorrentes da retirada, movimentação, deposição e preparo do solo, como a diminuição da estabilidade dos agregados, o aumento da densidade do solo, alterações na porosidade, permeabilidade e estrutura em relação ao solo natural, e, conseqüentemente a diminuição do desenvolvimento normal das plantas (Souza & Cogo, 1978; Machado et al., 1981; Reinert et al., 1984; Da Ros et al., 1997; Andreola et al.; 2000; Nunes, 2002; Spera et al., 2004), assim, como uma menor disponibilidade de água e uma menor aeração (Potter et al., 1988). Essas alterações nas características físicas são mais afetadas tanto maior for a intensidade de preparo do solo (Da Ros et al., 1997).

À medida que o solo vai sendo submetido ao uso agrícola ou atividade de mineração, as propriedades físicas sofrem alterações desfavoráveis ao desenvolvimento de plantas (Spera et al., 2004). As propriedades densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade têm sido usadas como indicadores da qualidade do solo para o desenvolvimento de plantas (Spera et al., 2004). Uma contínua avaliação, no tempo, destes atributos físicos do solo permite monitorar a eficiência ou não destes sistemas de manejo do solo ou outras atividades diferentes, quando se objetiva a estabilidade estrutural (Secco et al., 2005).

Segundo Secco et al. (2005), a ocorrência dessas alterações é freqüente em solos de textura argilosa. Dentre as alterações que indicam as restrições causadas no solo, destaca-se a compactação do solo, pois reduz o crescimento das plantas, principalmente quando o suprimento de água e nutrientes for menor, fato que é observado quando as raízes são desenvolvidas acima das camadas compactadas. Neste caso, o solo construído da área de mineração de Candiota, se enquadra neste contexto, principalmente por ter uma textura predominantemente argilosa e por ter variações dos atributos físicos muito semelhantes aos citados anteriormente por Thomas (1985); Power et al. (1985); Potter et al. (1988); Andreola et al. (2000);

Nunes (2002); Leitzke (2002) e Spera et al. (2004).

Então, para a recuperação de áreas degradadas pela mineração, o primeiro e principal passo, é minimizar as alterações negativas dos atributos físicos do solo, senão, o desenvolvimento de vegetação poderá não ocorrer ou ocorrer com resultados não satisfatórios, favorecendo imprecindivelmente perdas de solo por erosão.

2.4.1 Distribuição das partículas do solo por tamanho

A distribuição das partículas do solo por tamanho pode também ser chamada de distribuição granulométrica ou somente granulometria. A textura do solo está relacionada com a distribuição das partículas de acordo com o tamanho, a qual permite classificar os componentes sólidos em classes de acordo com seus diâmetros, envolvendo conotações quantitativas e qualitativas. Quantitativamente, está relacionada com as proporções relativas dos vários tamanhos de partículas num dado solo, pois algumas são grandes o suficiente para serem vistas a olho nu, ao passo que outras são tão diminutas que apresentam propriedades coloidais, cujas suas frações texturais básicas ou primárias são a areia, silte e argila (Reichardt & Timm, 2004).

A distribuição das partículas do solo não é prontamente sujeita as alterações, sendo, portanto considerada uma qualidade inerente ao solo (Brady & Weil, 2002; Klar, 1984).

A determinação das proporções dos diferentes tamanhos de partículas (textura do solo) é importante para o entendimento do comportamento e manejo do solo. Para a classificação do solo em diferentes horizontes, a textura é muitas vezes a primeira e mais importante atributo a ser determinado, sendo que a partir desta, muitas conclusões importantes podem ser tomadas (Brady & Weil, 2002).

A granulometria, como também o teor de matéria orgânica são características relevantes em diferentes tipos de solos que apresentam comportamentos distintos quando submetidos à compactação. Sendo assim, a compactação pode ser verificada em que condição poderá ocorrer, se de maneira mais ou menos acentuada, através das diferentes composições granulométricas, bem como sob vários níveis de umidade e de matéria orgânica (Silva et al., 1986).

Em Candiota, pelo motivo de o solo estar bastante compactado pelo tráfego de máquinas e pelo empilhamento de diferentes materiais, a granulometria se torna

uma propriedade bastante importante a ser avaliada. Diversos autores como (Thomas, 1985; Power et al., 1985; Potter et al., 1988; Kampf et al., 1997, Nunes, 2002) referem-se à variabilidade da textura dos solos construídos como sendo causa das misturas de materiais e não pela evolução e desenvolvimento pedogenético ao longo do tempo desses solos. Por outro lado, Thomas (1985) afirma que a mistura de diversos materiais de vários tamanhos pode ocasionar diferentes graus de porosidade e valores de infiltração.

O mesmo autor, observou ainda que os horizontes superficiais apresentam uma textura mais uniforme quando comparados aos horizontes mais profundos, bem como o escurecimento da superfície do solo devido à presença de matéria orgânica, sendo um dos efeitos mais evidentes no desenvolvimento do solo.

A composição granulométrica de um solo é muito importante para explicar vários fenômenos que ocorrem em solos construídos. O conhecimento deste atributo físico serve de base de dados, sendo que a combinação destes dados com outros atributos físicos poderá diagnosticar problemas que ocorrem ou que possam ocorrer nestes solos.

2.4.2 Densidade do solo e resistência mecânica à penetração

A densidade também chamada de densidade aparente representa a relação entre o peso das partículas sólidas do solo e o volume total de solo seco (Kiehl, 1979; Meurer, 2004).

A densidade do solo depende da natureza, das dimensões e da forma como se acham dispostas as partículas no solo. A fase líquida também afeta o volume aparente, fazendo variar a densidade do solo conforme o estado de umidade do solo, ocorrendo principalmente em solos com argilas expansivas. Nos solos minerais, os valores de densidade do solo oscilam de 1,1 a 1,6 g/cm (Kiehl, 1979).

A densidade é considerada um importante atributo físico para as obras de engenharia e arquitetura, pois envolve grandes movimentações de solo durante a execução das obras. Também é necessária para os cálculos de cargas de solo para planejamento e cobertura de áreas ou jardins, como para o cálculo da massa do solo a ser movimentada, pois cada tipo de solo possui uma densidade diferente (Brady & Weil, 2002).

Ainda, a densidade do solo permite avaliar a drenagem, a porosidade, a condutividade hidráulica, a permeabilidade do ar e da água, a capacidade de

saturação, o volume de sedimentação, a erodibilidade eólica. Também o conhecimento da densidade do solo que fornece as informações para a recomendação de que solo usar para determinadas culturas, como por exemplo, as produtoras de raízes e tubérculos, que preferem solos pouco densos (Kiehl, 1979).

A determinação da densidade do solo na área de mineração de carvão de Candiota tem como o principal objetivo a avaliação do grau de compactação da mesma, pois como já dito anteriormente, o solo da área que esta sendo recuperada, ou seja, reconstruído, é um solo bastante compactado, fazendo com que ocorram grandes alterações neste atributo. Modificações na densidade e na porosidade do solo podem variar consideravelmente, dependendo da textura do solo, dos teores de matéria orgânica no solo e da freqüência de cultivo (Araújo et al., 2004).

Vários autores assim como Machado & Brum (1978) e Abrão et al. (1979) citam que, com o uso intensivo dos solos ocorre a deterioração das suas propriedades físicas, verificando-se um aumento da densidade do solo e uma diminuição da porosidade, da infiltração e da condutividade hidráulica, quando os solos são submetidos a diferentes sistemas de manejo, em relação ao seu estado natural. De acordo com Dias Junior & Pierce (1996) e Souza et al. (2004), muitas vezes o preparo é realizado sem levar em conta a umidade do solo, que é um fator controlador da compactação.

Com relação às alterações físicas, Potter et al. (1988), comparando um solo natural com solos construídos, os quais possuíam de 4 a 11 anos de recuperação, observaram valores altos de densidade, tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas. Segundo Power et al. (1985), é comum encontrar valores de densidade de 1,4 a 1,7 Mg m⁻³ em áreas de mineração, principalmente devido à utilização de máquinas pesadas.

O conhecimento da densidade dos solos construídos pode indicar mudanças ocorridas em outros atributos que regulam o crescimento e o desenvolvimento das plantas como a porosidade, a aeração, a condutividade e armazenagem de água, o calor, a disponibilidade de nutrientes e a resistência do solo à penetração. Estes fatores poderão indicar a tendência de um solo à erosão e as más condições para o desenvolvimento da vegetação. (Stone & Silveira, 2001; Secco et al., 2005).

Conforme Nunes (2002), os solos construídos de uma área de mineração possuem, em média, maior densidade e menor porosidade total do que o solo não

minerado, provavelmente devido a uma excessiva movimentação do solo por equipamentos de grande porte durante as fases de lavra e recomposição.

Em Candiota, em decorrência da atividade de mineração, ocorrem alterações na estrutura do solo, pois há uma intensa mobilidade do solo durante a extração do carvão, como também uma grande movimentação dos veículos usados na reconstrução do mesmo, como as máquinas utilizadas na recomposição topográfica do terreno e caminhões para transportar o solo e os rejeitos para o local onde será feita a reconstrução do mesmo. Ainda, o empilhamento do solo, devido ao peso das camadas subjacentes e das máquinas promove a compactação do solo.

Segundo Silva et al. (2003) e Argenton et al. (2003) a densidade do solo é significativamente elevada após o tráfego das máquinas, com redução da macroporosidade e conseqüente diminuição da condutividade hidráulica. Fenner (1999) estudando o efeito do tráfego de máquinas sob os solos da Amazônia verificou que as maiores deformações ocorriam na primeira passada da máquina, sendo que os efeitos das passadas subseqüentes foram reduzidos.

Conforme citado por Nunes (2002) o tráfego de equipamentos realizado tanto na fase de descobertura como na de recomposição das áreas de mineração pode degradar a qualidade física do solo, que em uma condição de fragilidade acaba tornando-se altamente compacto, aumentando a resistência à penetração das raízes. A compactação excessiva dos solos construídos foi constatada por autores como Bell et al. (1994) e Andrews et al. (1998) como sendo um dos fatores mais determinantes para o crescimento das plantas nestas áreas, pois a profundidade das camadas compactadas define o limite da profundidade de enraizamento.

Segundo Brady & Weil (2002), solos com maior proporção de espaço poroso em relação ao volume de sólidos possuem menor densidade que solos mais compactados e com menor espaço poroso. Consequentemente, qualquer fator que influencie no espaço poroso afetará a densidade do solo.

Segundo o mesmo autor, a textura do solo e a profundidade do perfil são fatores que afetam diretamente a densidade do solo. Solos com maior teor de argila, como é o solo de Candiota, oferecem maior dificuldade ao preparo por sua pegajosidade. Isto ocorre porque as partículas dos solos com textura fina tendem a organizar-se em unidades estruturais porosas, principalmente se o solo possui um teor de matéria orgânica adequado. Nestes solos, além do espaço poroso entre os

agregados, existe o espaço ocupado por poros internos aos agregados, garantindo um alto espaço poroso total e baixa densidade do solo.

A profundidade do perfil também é um dos fatores que influencia diretamente na densidade do solo, tendendo a aumentar a densidade do solo com o aumento da profundidade. Isto se deve, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica, menor agregação, pouca quantidade de raízes e compactação causada pelo peso das camadas superiores, reduzindo a porosidade (Kiehl, 1979; Brady & Weil, 2002).

A qualidade física do solo para o crescimento das plantas é determinada não só pela disponibilidade de água, aeração e temperatura, mas também pela resistência que o solo oferece à penetração das raízes. Num solo degradado, além da redução da quantidade de água disponível, a taxa de difusão de oxigênio e a resistência à penetração podem limitar o crescimento das plantas na faixa de potenciais que determinam a disponibilidade de água (Araújo et al., 2004).

O impedimento mecânico do solo provoca redução do comprimento e maior espessura das raízes, refletindo em menor produtividade de matéria seca da parte aérea e de grãos, devido ao inadequado suprimento de água e nutrientes. Além disso, o carbono alocado para a parte aérea é reduzido, por motivo das altas compactações (Beutler & Centurion, 2004). Da mesma forma que os solos compactados são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, em solos muito porosos o crescimento radical pode não ser afetado, mas o menor contato solo/raiz impossibilita o adequado suprimento de água e nutrientes pelas raízes, resultando em menor desenvolvimento e produtividade das plantas (Dexter, 1987; Kopi & Douglas, 1991; Beutler & Centurion, 2004).

Os valores de resistência mecânica à penetração em situação de lavoura podem variar de 1,5 a 4,0 MPa, sendo o valor de 2 MPa indicado como crítico para o crescimento das raízes (Tormena et al., 1998; Beutler & Centurion, 2004).

Para a verificação do estado de compactação de um solo, normalmente utiliza-se um instrumento chamado de penetrômetro. Estes medem a resistência mecânica à penetração das raízes no solo (Teixeira et al., 2003), que é a resistência que o solo oferece quando um objeto, normalmente coniforme (penetrômetro), é introduzido no interior do solo com a velocidade constante (Libardi, 2005). Esse atributo é usado em larga escala para descrever o estado físico do solo (Canarache, 1990).

A resistência mecânica do solo à penetração tem relação direta com a densidade do solo e inversa a água (Baver et al., 1973; Camargo & Alleoni, 1997).

As excessivas operações de manejo em áreas cultivadas, aliadas a um alto teor de umidade, podem aumentar consideravelmente a resistência do solo à penetração das raízes. A presença de camadas compactadas em subsuperfície também pode influenciar na resistência mecânica à penetração do solo em profundidade, devido ao provável efeito de confinamento do perfil por camadas adensadas abaixo da profundidade trabalhada pelos implementos de preparo (Tormena & Roloff, 1998).

Segundo Nunes (2002), os solos construídos geralmente apresentam resistência à penetração muito superior à do solo natural, podendo atingir valores próximos a 7,0 MPa para a profundidade de 0,10 m, implicando em sérias restrições ao desenvolvimento de vegetação. Os solos construídos possuem maior resistência mecânica à penetração na camada de 0,0 – 0,10 m, ao contrário do que ocorre com o solo natural, em função da menor umidade e menor distribuição de agregados estáveis em água.

Também, de acordo com o mesmo autor, a camada de 0,10 – 0,20 m do solo construído apresentou grandes quantidades de rejeitos, os quais promoveram uma maior densidade, menor macroporosidade e elevada resistência mecânica à penetração, além de um baixo pH (de até 2,4), resultando em condições adversas ao desenvolvimento da vegetação.

Segundo Bordin et al. (2005), a subsolagem modifica a estrutura do solo reduzindo a resistência à penetração radicular, contribuindo na melhoria da circulação de água e nutrientes e aumentando do volume de solo explorado por raízes. A descompactação mecânica, com a subsolagem ou escarificação, pode ser realizada na instalação ou no manejo da cultura.

O sucesso da escarificação depende também do tipo de solo, do nível de compactação, da umidade, do implemento utilizado e da permanência do efeito descompactador nas condições estruturais do solo (Camargo, 1983; Bordin et al., 2005).

2.4.3 Porosidade total

A porosidade de um solo pode ser definida como sendo o volume de vazios ou ainda o espaço do solo não ocupado pelo conjunto dos componentes orgânicos e inorgânicos, ou ainda, pelo volume não ocupado pelos componentes sólidos.

Compreende-se que, se um solo estiver saturado com água sua porosidade estará tomada pela água, ou se o solo estiver completamente seco, estará com seus poros ocupados por ar (Kiehl, 1979).

Existe uma estreita relação entre as condições físicas e o desenvolvimento das plantas, pois solos desestruturados e compactados geralmente apresentam valores baixos de porosidade, dificultando a penetração de raízes e a difusão de oxigênio (Palmeira et al., 1999). A compactação provoca modificações na estrutura, caracterizadas pela redução da porosidade total e da macroporosidade e aumento da microporosidade, sendo esta comumente avaliada através da resistência à penetração devido a sua correlação com o crescimento das plantas (Beutler & Centurion, 2004).

O manejo destinado ao solo é determinante tanto na densidade como na quantidade total de poros. Resultados de diversos trabalhos mostram que o cultivo tende a diminuir o espaço poroso do solo. Esta redução é normalmente associada ao teor de matéria orgânica e conseqüentemente à diminuição da agregação (Brady & Weil, 2002).

Os poros possuem ampla variedade de tamanhos e formas, e o tamanho determina sua função no solo. Entre as partículas maiores, como de areia ou entre agregados predominam os poros maiores chamados de macroporos e entre partículas menores, como as de argila, predominam poros menores chamados de microporos (Vieira et al., 1998). Os poros são classificados de acordo com seu diâmetro e, assim, podem ser separados como macroporos, aqueles que medem até 0,08 mm, e como microporos os menores que 0,08 mm como sugerido por Brady & Weil (2002) ou segundo Kiehl (1979), macroporos são aqueles com diâmetro maior que 0,05 mm e microporos aqueles com diâmetro menor que 0,05 mm.

Os macroporos permitem a livre movimentação de ar e condução de água durante o processo de infiltração, pois são grandes o suficiente para permitir o desenvolvimento do sistema radicular e abrigar organismos de menor tamanho que habitam o solo (Brady & Weil, 2002). Segundo Lima & Lima (1996), os macroporos são responsáveis pela aeração, pela movimentação de água no solo e penetração das raízes.

O tráfego de máquinas e implementos agrícolas, principalmente quando realizados em determinadas condições de umidade, provoca alteração no arranjo das partículas, que ocasiona uma redução no volume ocupado por

certa massa de solo e no tamanho dos poros (Reichardt, 1990). Estes poros grandes são mais facilmente afetados pela compactação, através do qual o movimento de ar e da água é normalmente rápido e por onde se dá o crescimento radicular sem restrições (Camargo & Alleoni, 1997; Castro & Dias, 1999). Desta forma, a porosidade do solo esta inversamente relacionada com a densidade, ou seja, quanto maior for a densidade, menor será a sua porosidade (Libardi, 2005).

Os microporos geralmente são caracterizados por serem ocupados por água, pois seu tamanho reduzido não permite uma movimentação adequada de ar no solo. O movimento de água é lento e a maior parte da água retida nestes poros não está disponível às plantas (Brady & Weil, 2002). Assim, os microporos são responsáveis pela retenção da água do solo (Lima & Lima, 1996).

As alterações causadas na porosidade do solo, além de modificar as taxas de trocas gasosas alteram a disponibilidade de água para as plantas (Oliveira et al., 2003; Bertol et al., 2004; Argenton et al., 2005). Neste sentido, Silva et al. (1986) constataram que o solo em relação a uma condição natural modifica a retenção de água, por alterar a distribuição do tamanho dos poros e os teores de matéria orgânica e também observaram acentuada queda da condutividade hidráulica saturada com a compactação, provavelmente pelo motivo da redução da quantidade de poros de diâmetro maiores que 0,05 mm.

Segundo Spera et al. (2004) a porosidade total do solo para alguns sistemas de produção estudados apresentou diferenças entre os mesmos e entre as profundidades analisadas em sistemas de produção a qual estão sendo submetidos a ações antrópicas. O maior valor de porosidade total foi encontrado em áreas em que se ressalta a importância dos resíduos vegetais na estruturação. Estas diferenças que foram notadas podem ser atribuídas ao efeito da presença de gramíneas forrageiras no sistema, à intensidade variável do trânsito de máquinas e ao revolvimento do solo.

Operações de mobilização do solo provocam redução na macroporosidade, com efeitos negativos para a aeração do solo (Spera et al., 2004). A macroporosidade nos sistemas submetidos à ação antrópica, segundo Spera et al. (2004) diminuiu da camada de 0,0 – 0,05 m para a camada de 0,10 – 0,15 m. Assim, a densidade do solo e a microporosidade aumentam da camada superficial para a camada mais profunda e, em conseqüência, para a porosidade total e a macroporosidade ocorre o inverso, pois esses atributos são dependentes entre si.

Potter et al. (1988), observaram que a macroporosidade foi significativamente menor em camadas superficiais de solos recuperados, quando comparados ao horizonte A de solos não perturbados. Mas quando a comparação foi feita entre dois solos recuperados, foi observada uma tendência maior no volume de macroporos nas camadas superficiais do solo recuperado com idade de 11 anos em relação a um de 4 anos.

De acordo também com as análises de Spera et al. (2004), os maiores valores de microporosidade podem ser resultado das alterações estruturais promovidas pelo revolvimento de solo, sendo que não houve diferenças nos valores de microporosidade nos sistemas de culturas anuais e de pastagens perenes. Isso é evidenciado em sistemas de integração lavoura-pecuária, sendo que o pisoteio animal com lotação adequada não promove alterações adicionais neste atributo além das já promovidas pelo trânsito das máquinas. O intenso trânsito de máquinas pode ter contribuído para a redução da macroporosidade. Isso indica que a macroporosidade é susceptível a mudanças impostas pelo manejo de solo, fato também constatado por Trein et al. (1991) e Albuquerque et al. (2001).

Com relação à porosidade de aeração do solo, ela se torna limitante para o desenvolvimento da maioria das plantas quando for menor que 10 – 15% da porosidade total, podendo variar em relação a cada espécie vegetal cultivada. Independente da espécie vegetal, a maximização da produção é alcançada quando há disponibilidade adequada de água, nutrientes e oxigênio, que é direta ou indiretamente influenciada pela estrutura (Secco et al., 2005).

Segundo Nunes (2002), apesar dos materiais e métodos de construção adotados nos solos construídos de Candiota, as plantas de cobertura promoveram uma melhora na relação micro/macroporos do que o observado no solo natural da frente de mineração. Conforme a mesma autora, esse possui um desenvolvimento de vegetação inferior ao solo natural, obtendo-se conseqüentemente uma porosidade total maior que no solo natural.

2.4.4 Estrutura e agregação do solo

De acordo com Guerra (2000), o solo é essencialmente um sistema constituído das fases sólida, líquida e gasosa, sendo que esses três constituintes não são distribuídos ao acaso e sim pelo tamanho e ordenamento das partículas do solo,

caracterizando a estrutura do solo. Segundo Kiehl, (1979), Baver et al. (1973) e Brady (1989) a estrutura do solo ainda pode ser conceituada como sendo o resultado da agregação ou arranjo espacial das frações granulométricas primárias do solo em agrupamentos secundários denominados de agregados.

Esta condição estrutural exerce uma grande influência no espaço poroso, que por sua vez afeta o movimento da água no solo e as trocas gasosas, sendo esses processos de grande importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Guerra, 2000).

As modificações antrópicas, causadas pelas atividades como o desmatamento, aração, cultivo, tráfego de veículos, drenagem, calagem e adição de material orgânico, são exemplos que afetam diretamente a estrutura do solo, principalmente nos horizontes mais superficiais (Brady & Weil, 2002). O solo que sofre essas modificações tende a perder a estrutura original pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, com conseqüente redução de macroporos e aumento de microporos e da densidade (Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Paladini & Mielniczuk, 1991). A magnitude com que as alterações ocorrem depende do tipo de solo e dos sistemas de manejo utilizados (Paladini & Mielniczuk, 1991).

Os fatores que determinam a formação da estrutura do solo são relacionados com a natureza e procedência do material de origem, com os processos físicos e bioquímicos de formação do solo, com o clima, vegetação e microorganismos (Guerra, 2000).

A estrutura do solo é o alvo do manejo físico do solo, embora não seja considerada, em si, um fator de crescimento para as plantas, exerce influência direta na disponibilidade de água e ar às raízes das plantas, no suprimento e no desenvolvimento do sistema radicular (Palmeira et al., 1999). Também influencia na movimentação de água, transferência de calor, aeração, densidade do solo e porosidade (Letey, 1985; Wohlenberg et al., 2004).

A perda de condições desejáveis do solo, relacionadas com o crescimento de plantas, tem sido considerada como degradação do solo, predispondo o solo à erosão hídrica acelerada (Reinert, 1997; Cruz et al., 2003; Albuquerque et al., 1995). Esta definição está relacionada à perda de produtividade dos solos decorrentes da diminuição de nutrientes, matéria orgânica, mudanças em atributos físicos e conseqüências adversas, que afetarão a estrutura do solo.

As mobilizações intensivas do solo sob condições inadequadas de umidade e cobertura vegetal, modificam a estrutura do solo, afetando basicamente as relações entre as fases sólida, líquida e gasosa. O efeito mais nocivo é atribuído aos sistemas de manejo que adotam o revolvimento intensivo do solo e propiciam taxas baixas de adição de resíduos orgânicos (restos culturais, raízes, exsudações, etc.), afetando o teor de matéria orgânica, que é um dos principais agentes de formação e estabilização dos agregados (Paladini & Mielniczuk, 1991).

Segundo Denardin & Kochhann (1997) e Cruz et al. (2003), o impacto das gotas de chuva é um exemplo de mobilização intensiva de um solo descoberto, provocando a formação de crosta superficial. Também, o uso intensivo e inadequado de máquinas e implementos agrícolas proporciona a formação de camada adensada subsuperficialmente, caracterizando a degradação da estrutura do solo (Paladini, 1989; Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Campos et al., 1995; Da Ros et al., 1997). Essas ações ocorrem em grande magnitude no solo construído da área de mineração de Candiota, o qual está na fase inicial de recuperação.

A estrutura do solo pode ser avaliada através do grau de agregação, da estabilidade dos agregados e da distribuição do espaço poroso, sendo que na agregação do solo o que interessa é a distribuição de tamanho, a quantidade e a estabilidade dos agregados em água, os quais são importantes na avaliação do espaço poroso e como indicadores da facilidade ou dificuldade do solo de sofrer erosão hídrica e eólica (Campos et al., 1995). Neste sentido, solos bem estruturados são aqueles que conseguem manter a estabilidade de seus agregados, mesmo sob mudanças abruptas de umidade e chuvas intensas (Camargo & Alleoni, 1997).

Os agregados são componentes da estrutura do solo de suma importância na manutenção da porosidade e aeração, no crescimento das plantas e da população microbiana, na infiltração de água e no controle dos processos erosivos (Bastos et al., 2005).

Para a formação dos agregados é necessário que os colóides do solo se encontrem floculados e que todos os componentes dos agregados sejam posteriormente estabilizados por algum agente cimentante (Hillel et al, 1980; Bastos et al., 2005). A matéria orgânica, os óxidos e os hidróxidos são agentes cimentantes, tanto das partículas primárias quanto das partículas secundárias do solo, podendo, também incluir os ciclos de umedecimento e secagem como importante fator ambiental que interferem na agregação do solo (Bastos et al., 2005).

A matéria orgânica empregada como agente cimentante do solo tem sido foco de vários trabalhos como os de Silva e Mielniczuk (1998), Castro Filho et al. (1998), Bastos et al. (2005). Muitos trabalhos também mostram a correlação do carbono orgânico do solo e da estabilidade dos agregados em água. A capacidade da matéria orgânica de se aderir às partículas minerais está intimamente relacionada com o aumento da estabilidade dos agregados, formando as ligações argilo-metal-húmicas (Edwards & Bremner, 1967).

A influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico. À medida que se adiciona matéria orgânica ao solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos que desempenham função na formação e estabilização (agentes cimentantes) dos agregados, ou seja, mantém a estrutura adequada ao desenvolvimento das plantas (Campos et al., 1995).

Para Silva & Mielniczuk (1997), as raízes, apesar de representarem uma pequena fração dos constituintes orgânicos do solo, exercem grande influência na formação e estabilidade dos agregados. Os sistemas de manejo e culturas adequadamente conduzidos com o menor revolvimento do solo possível, proporcionam o aporte de matéria orgânica por meio de resíduos vegetais, além da ação benéfica das raízes que oferecem proteção à superfície do solo, mantendo a qualidade estrutural de solos cultivados e ajudando na recuperação dos solos que já foram degradados (Paladini & Mielniczuk, 1991; Campos et al., 1995).

Através de processos mecânicos, os agregados podem ser formados por ciclos de umedecimento e secagem, que promovem a aproximação e afastamento das partículas, onde os agregados menores são formados a partir dos maiores (Baver et al., 1973). Conforme Oliveira (1992) e Oliveira (1994) avaliaram a estabilidade de agregados submetidos a estes ciclos, observando a fragmentação dos agregados expostos aos ciclos de secagem e umedecimento.

Segundo Guerra (2000), muitos conceitos de agregação são construídos com base na floculação, sendo conveniente a diferenciação de floculação de agregação. A floculação é um fenômeno eletrocinético, enquanto que a agregação é um fenômeno mecânico. A formação de agregados estáveis requer que as partículas primárias ou secundárias sejam unidas tão firmemente que, quando introduzidas em água, não se dispersem. A estrutura requer cimentação das partículas já floculadas e, assim, a floculação pode ajudar no processo de agregação, mas não é a agregação propriamente dita (Guerra, 2000).

A floculação e a dispersão das partículas afetam a pedogênese, a diferenciação dos horizontes e a formação da estrutura do solo. Como a quantidade de carga elétrica líquida é dependente do pH do solo, este, juntamente com a espessura da dupla camada difusa, afeta consideravelmente o processo de floculação-dispersão das partículas (Meurer, 2004).

A gênese da estrutura do solo esta intimamente relacionada às causas e aos processos de formação das unidades estruturais ou agregados (Guerra, 2000). Os principais fatores que influem na gênese dos agregados são os tipos de minerais de argila e de matéria orgânica, os quais agem como floculantes e cimentantes, sendo que o tipo de concentração de cátions, condições climáticas, ação das raízes ou de resíduos e o manejo do solo são características que se deve observar no processo de agregação do solo (Kiehl, 1979; Camargo & Alleoni, 1997; Silva & Mielniczuk, 1997).

A estabilidade dos agregados do solo pode ser o resultado da ação da união mecânica por células e hifas dos organismos, dos efeitos cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana ou da ação estabilizadora dos produtos de decomposição que agem individualmente ou em combinação (Wohlenberg et al., 2004). A estabilidade estrutural varia com os processos físicos relacionados com o preparo do solo, o tráfego de máquinas agrícolas, o clima e o crescimento de plantas.

Existe uma estreita ligação entre as condições físicas do solo e o desenvolvimento de plantas, pois de modo geral, as plantas pela ação de suas raízes e da parte aérea, podem recuperar solos degradados.

As culturas ou sistemas de culturas apresentam comportamento diferenciado sobre a agregação do solo. Para a recuperação da agregação dos solos degradados, conforme estudos realizados por Mesquita et al. (1992), Bugin (2002) e Wohlenberg et al. (2004) são usadas às gramíneas e leguminosas como plantas de cobertura, que são culturas agregadoras e com sistema radicular agressivo e em constante renovação, podendo minimizar os efeitos negativos da degradação dos solos por meio de melhorias na estrutura do solo (Wohlenberg et al., 2004).

Os sistemas de culturas anuais com mobilização do solo e períodos de pousio, geralmente influenciam negativamente na agregação do solo, pois segundo estudos realizados por Carpenedo & Mielniczuk (1990), a consorciação de gramíneas e

leguminosas perenes por quatro anos foi mais eficiente na agregação do solo do que a sucessão de trigo, soja, tremoço, milho e aveia com preparo reduzido de solo.

Segundo Da Ros et al. (1997), o aumento do diâmetro dos agregados, da taxa de infiltração de água, da atividade microbiana e da produtividade de culturas, com a diminuição da erosão estão relacionados com o uso de técnicas que utilizam o menor revolvimento de solo possível, proporcionando acúmulo das culturas na superfície, em áreas que anteriormente foram degradadas pelo mal uso e conservação do solo ou pela atividade nele exercida.

Contudo, um solo construído em uma área submetida à atividade de mineração tem a sua estrutura bastante modificada, sendo inevitável o rompimento da sua estrutura natural. Apesar disso, algumas características podem ser preservadas através da retirada seqüencial das camadas de solo e da recolocação de todos os horizontes de acordo com sua disposição antes da lavra (Mcsweeney & Jansen, 1991).

2.4.5 Armazenamento e disponibilidade de água no solo

O armazenamento e disponibilidade de água no solo juntamente com a temperatura, a aeração e a resistência mecânica e a penetração das raízes são fatores importantes para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Por isso convém salientar a importância do estudo e conhecimento da quantidade e disponibilidade de água necessária para as plantas e dos princípios que governam essa disponibilidade.

A quantidade de água armazenada pelo solo é dada por sua umidade, podendo ser expressa por uma altura de coluna de água. Esta altura de coluna de água é o volume de água por unidade de área (Reichardt, 1990).

Pode-se, portanto dizer que a quantidade de água armazenada é função da profundidade e da umidade do solo, pois quanto maior a profundidade considerada, maior é a quantidade de água armazenada, sendo esta quantidade variável com o tempo devido aos processos de ganho de água (chuva e/ou irrigação) e perdas (evapotranspiração e/ou drenagem profunda) (Fiorin et al., 1997).

Segundo Saad & Libardi (1992) a armazenagem e disponibilidade de água também está relacionada com o tamanho dos poros, das partículas, isto é, com os macroporos e microporos. Os macroporos têm um diâmetro maior e por isso perdem água mais facilmente pela ação da gravidade. Já os microporos estão dispostos em

forma de capilares contínuos de pequeno comprimento que se dirigem em muitas direções diferentes, e por terem um diâmetro bem menor em relação aos macroporos, tem maior capacidade de resistir à perda de água.

Também segundo os mesmos autores, a faixa de diâmetro de poros que é responsável pela retenção e disponibilização de água para as plantas é de 0,05 a 0,0002 mm, sendo que dos poros menores que 0,0002 mm as plantas não conseguem retirar água. Esses espaços livres conferidos pelos poros do solo permitem que a água (da chuva ou irrigação) seja armazenada a uma certa proporção que varia de acordo com a proporção entre macroporos e microporos.

A capacidade de água disponível pode ser definida por dois limites de umidade, o limite superior que é chamado de capacidade de campo (CC) e o limite inferior que é chamado de ponto de murcha permanente (PMP).

A capacidade de campo de uma maneira bem simplificada pode ser conceituada conforme Reichardt (1990) como sendo a umidade do solo na qual a drenagem interna cessa, sendo característica e constante para cada solo.

Segundo Reichardt & Timm (2004), em 1949, Veihmeyer & Hendrickson definiram a capacidade de campo como “a quantidade de água retida pelo solo após a drenagem de seu excesso, quando a velocidade do movimento descendente praticamente cessa, o que usualmente, ocorre dois ou três dias depois de uma chuva ou irrigação, em solos permeáveis de estrutura e textura uniformes”.

O Ponto de Murcha Permanente pode ser definido como o limite inferior de umidade, no qual a água do solo esgotou, ou seja, quando o fluxo de água no solo não atender mais à demanda atmosférica, a planta entra em murcha, a reserva de água chegou ao fim (Reichardt, 1987).

O ponto de murcha permanente foi definido por Veihmeyer & Hendrickson (1949) como a umidade do solo a qual uma planta murcha não restabelece turgidez, mesmo quando colocada em atmosfera saturada por 12 horas, pois comumente assume-se que essa umidade do solo corresponde a um potencial matricial de (-15 atm ou -1,5 MPa).

A capacidade de água disponível pode variar muito de solo para solo e até mesmo dentro do mesmo tipo de solo (variabilidade espacial), porque existem vários atributos físicos que estão diretamente ligados com a proporção e distribuição de macroporos e microporos. Esses atributos são: a textura do solo, o tipo de argila, a densidade do solo, a estrutura do solo e o teor de matéria orgânica (Saad & Libardi,

1992). Segundo esses autores, solos com textura argilosa apresentam uma maior estruturação, favorecendo a formação de uma maior quantidade de microporos em relação a macroporos. E por isso, sua capacidade de água disponível vai ser maior que a de solos arenosos.

A estrutura do solo também influencia a proporção de macro e microporos. Solos com estrutura em blocos ou colunar, como é o caso dos Argissolos, favorecem a formação de microporos, aumentando-se, assim, a capacidade de retenção de água.

Para estudar a relação entre o teor de água no solo e o potencial com que está retido, determina-se a curva de retenção de água. Através da curva de retenção pode-se determinar a quantidade de água disponível considerando a capacidade de campo (CC) como sendo água retida à uma tensão de 1/3 de bar (0,033 MPa) e o ponto de murcha permanente (PMP) como sendo água retida a 15 bar (1,53 MPa). A diferença entre estas duas unidades determina a quantidade de água disponível do solo para a planta. Segundo Reichardt & Timm (2004) é mais recomendável considerar a CC como sendo a água retida a 0,01 MPa do que 0,033 MPa.

2.4.6 A revegetação dos solos construídos

Segundo Bugin (2002), a revegetação é a etapa do processo de recuperação das áreas degradadas em que são adotadas as medidas para a implantação de uma cobertura vegetal, visando não somente a recuperação paisagística, mas também o controle dos processos erosivos e recuperação das propriedades do solo.

O retorno do solo construído a uma condição próxima à do solo original, dependerá da sua reestruturação, a qual está baseada principalmente no restabelecimento do ciclo da matéria orgânica. Assim, deve-se buscar plantas de cobertura mais adaptadas às condições deste ecossistema, para que esse ciclo se estabeleça e se verifique o efeito destas plantas sobre os atributos do solo, minimizando os efeitos prejudiciais da erosão (Franco et al., 2005).

Solos fisicamente degradados podem ser recuperados com o cultivo de espécies de diferentes sistemas aéreos e radiculares, que adicionam material orgânico de quantidade e composição variada (Wolhenberg et al., 2004). A escolha adequada das espécies vegetais que devem ser utilizadas é importante, pois a obtenção de um nível de equilíbrio e evolução da recuperação do local depende dos

resultados do desenvolvimento dessa vegetação. Cintra & Mielniczuk (1983) observaram que o sistema radicular das plantas tem capacidade de se desenvolver diferenciadamente em solos degradados, ou seja, compactados.

Solos degradados pelo uso intensivo da agricultura possuem uma redução da cobertura do solo, do estoque de matéria orgânica e da estabilidade de agregados, promovendo a compactação, a erosão e, assim, a queda da produtividade, e esses efeitos podem ser causados pela mistura dos horizontes dos solos construídos. Assim, torna-se necessária a avaliação de espécies adequadas para superar as restrições químicas e físicas, quando se busca recuperar a qualidade do solo quando submetido à agressões causadas pela extração do carvão.

A seleção das espécies vegetais usadas na área de mineração de Candiota deve priorizar a quantidade de biomassa produzida e numa adaptação às condições edafoclimáticas do local, pois durante o verão deverão suportar períodos de déficit hídrico e durante o inverno, baixas temperaturas. Além disso, devem suportar sítios de alcalinidade e acidez variáveis devido ao uso de calcário e ao processo de oxidação da pirita, que pode estar misturada ao material de origem (Franco et al., 2005).

Conforme Silva & Mielniczuk (1997), as gramíneas perenes, por apresentarem maior densidade de raízes e melhor distribuição do sistema radicular, contribuem para a formação e estabilidade do solo, o que os torna potenciais plantas recuperadoras da estrutura do solo em áreas degradadas.

No controle da erosão em solos construídos, as gramíneas são as espécies que melhor se adaptam, devido a sua alta capacidade de cobrir rapidamente o solo (Bugin, 2002). O tapete formado pela parte aérea e o sistema radicular fasciculado das gramíneas garante proteção de tal forma que a erosão se torna mínima (Mesquita et al., 1992) e que haja um aumento no conteúdo de água no solo, pelo aumento da capacidade de retenção e redução da evaporação (Bragagnolo & Mielniczuk, 1990; Campos et al. 1994; Argenton et al. 2005).

As leguminosas, também podem ser plantas adequadas para a cobertura do solo, sendo de fácil propagação (Mesquita et al., 1992), e importantes devido à possibilidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) por simbiose com rizóbios. Segundo Siqueira et al. (1994) a FBN destaca-se nas leguminosas herbáceas, que podem ser utilizadas em diversos sistemas de exploração agrícola. Por este motivo são empregadas em práticas como a adubação verde, consorciação, rotação de

culturas, produção forrageira, e também para a manutenção da MOS no solo. Sistemas que preconizam o uso de leguminosas podem ser mais sustentáveis, uma vez que se reduz a dependência de insumos produzidos à custa de combustíveis fósseis e aumenta o potencial de disponibilidade de N às plantas.

Segundo o mesmo autor, certas espécies, pela sua rusticidade, podem ser utilizadas em programas de revegetação e recuperação de áreas degradadas. Sendo assim, o consórcio destas espécies tem maior possibilidade de sucesso na reestruturação do solo, porque alia as leguminosas capazes de incorporar N atmosférico ao sistema, com as gramíneas de alto potencial de produção de biomassa (Wohlenberg et al., 2004).

Em Candiota, entre as plantas de coberturas escolhidas, estão gramíneas perenes por terem alta capacidade de adição de biomassa e uma leguminosa perene pela alta capacidade de fixação de nitrogênio. Estas plantas perenes de cobertura têm estabelecimento tardio, e por esta razão foram inicialmente misturadas com plantas anuais, garantindo uma maior cobertura do solo e adição de biomassa (Franco et al., 2005).

O aumento da atividade biológica no solo, proporcionada pela elevada adição de C orgânico, tem como consequência a intensificação dos processos pedogenéticos e contribuição para a reestruturação do solo.

Durante os primeiros estágios da revegetação, a comunidade de plantas extrai grandes quantidades de nutrientes do solo e dos fertilizantes adicionados. Esse processo continua até o acúmulo de uma reserva orgânica, com a qual a absorção de nutrientes pelas plantas passa a depender dos processos de decomposição da cobertura e mineralização dos nutrientes, principalmente o nitrogênio (N) e o fósforo (P). Assim, considera-se que a produtividade a longo prazo do sistema solo-planta é dependente da acumulação de matéria orgânica, com o respectivo aumento do balanço de N e P, podendo perceber que há uma grande importância da colonização e da atividade dos principais grupos de microorganismos (bactérias, fungos e actinomicetos) para os solos construídos em áreas de mineração (Gavizzo et al., 2002).

Segundo Balensiefer (1998), aproximadamente 56% dos projetos de recuperação de áreas degradadas empregam espécies nativas, 7% usam exóticas e 38% mistura de exóticas e nativas. O processo natural de invasão de espécies nativas é de ocorrência comum em áreas recuperadas (Andrews et al., 1998).

A erosão hídrica se manifesta na forma de energia cinética, que é originária do impacto da gota de chuva sobre a superfície do solo e da enxurrada que escoia superficialmente. Assim, tanto a gota de chuva como também a enxurrada têm potencial para desagregar o solo e transportar as partículas a uma longa distância (Wagner & Massambani, 1988).

Saraiva et al. (1978) avaliaram perdas por erosão sob precipitação natural em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais, observando que em solos descobertos, as perdas de matéria orgânica atingiram a taxa de 6,6% ao ano do total existente no solo. Bertol et al. (1989), em experimento conduzido em solo com crosta superficial, concluíram que a cobertura do solo promoveu uma redução de 90% nas perdas de solo, 62% na velocidade de enxurrada e 65% no tamanho médio dos agregados transportados na enxurrada, em relação à ausência de cobertura.

A cobertura do solo é bastante importante ao afirmarem que quanto maior o aumento da porcentagem de plantas de cobertura no solo, maior a redução do efeito do impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo e da velocidade da enxurrada, o que é desejável no controle da erosão hídrica (Lopes et al., 1987).

Os benefícios das coberturas vegetais não se limitam à diminuição do efeito erosivo das chuvas. Durante a decomposição de restos de culturas pela ação das bactérias aeróbicas e especialmente de material celulósico, são produzidos ácidos poliurônicos que conferem estabilidade aos agregados do solo. O sistema radicular das plantas de cobertura também é um fator importante no controle da erosão e na agregação, pois pode atuar como agente rompedor de camadas compactadas na superfície e em profundidade e como auxiliar na agregação da rizosfera, através da força exercida pelas raízes ao aumentarem seu diâmetro (Tisdall & Oades, 1982).

A manutenção do solo coberto traz outros benefícios como: a proteção contra a radiação solar diretamente incidida no solo, mantendo as temperaturas mais baixas e reduzindo a perda de água por evaporação, mantendo assim, os teores de água elevados por períodos mais longos; mantém o maior controle da plantas daninhas; aumenta a ciclagem de nutrientes além de beneficiar a atividade biológica (Gassen & Gassen, 1996).

Portanto, o sucesso da recuperação ambiental dos solos regenerados provenientes da área de mineração de carvão exige a clareza de que um solo construído ou regenerado apresenta comportamento diferenciado de um solo natural

como meio para o estabelecimento e desenvolvimento de plantas, e, portanto necessita intervenção mais intensa e um tempo maior para sua reabilitação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

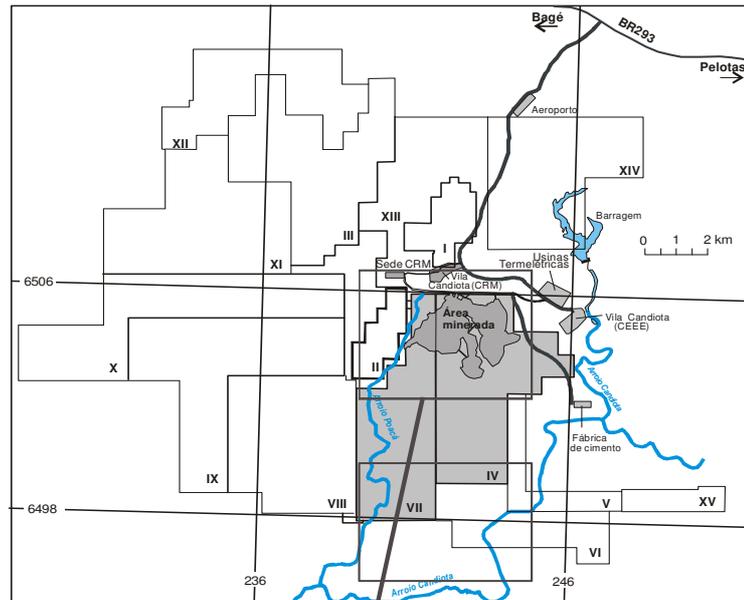
3.1 Localização e seleção das áreas

A área de estudo se localiza na área de mineração de carvão de Candiota da Companhia Riograndense de Mineração (CRM), no município de Candiota, RS (Figura 5). Este localiza-se na região da Campanha do estado do Rio Grande do Sul, situada a 400 km de Porto Alegre e 150 km de Pelotas. Está próximo da fronteira com o Uruguai, cujas coordenadas geográficas são 31,55° de latitude sul e 53,67° de longitude oeste.

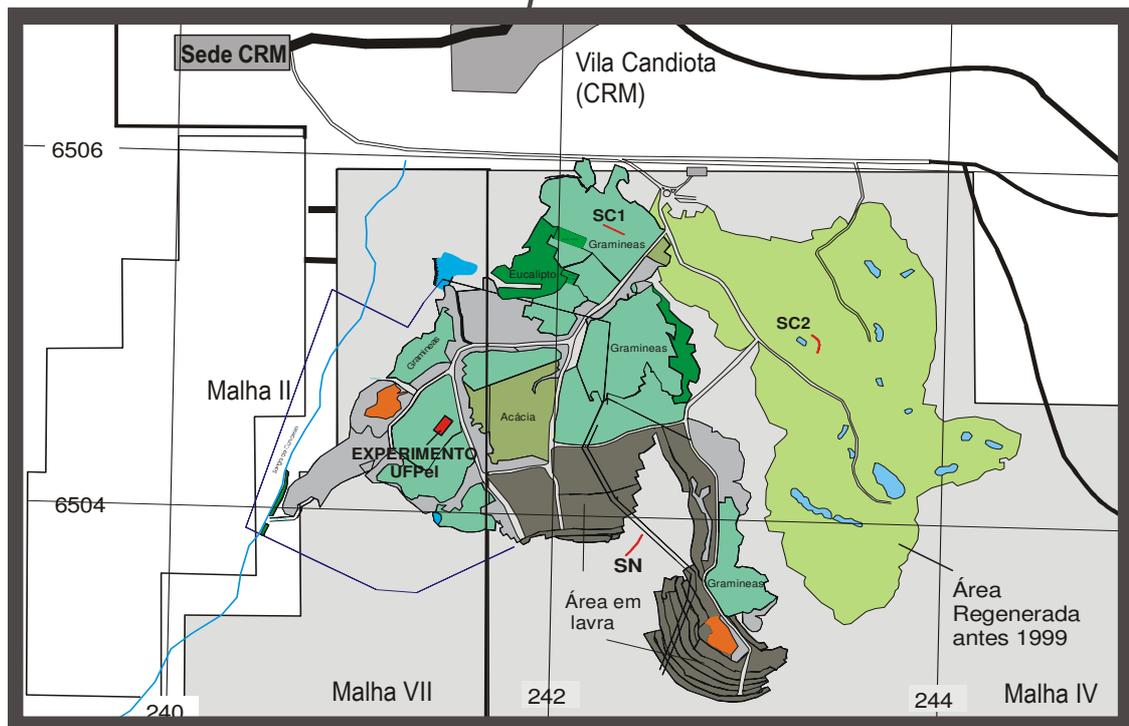
O clima da região é classificado como sendo do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido de acordo com a classificação de Wilhelm Köppen. A precipitação média anual é de 1414 mm, com o predomínio de chuvas nos meses de setembro e outubro. O solo construído da área experimental caracteriza-se pela mistura de horizontes, com o predomínio do horizonte B, sendo que o solo natural é classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico Típico.

Na área regenerada da malha VII (Figura 5) foi instalado um experimento financiado pelo CNPq em novembro/dezembro de 2003. O delineamento experimental é constituído de blocos ao acaso com 4 repetições, em parcelas de 20 m² (4m x 5m) com os seguintes tratamentos: T1 - Hemártria (*Hemarrhia altíssima*), T2 - Tifton (*Cynodon dactylum*), T3 - Pensacola (*Paspalum lourai*), T4 - Hemártria + Amendoim Forrageiro, T5 - Tifton + Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoii*), T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro, T7 – Pensacola + Controle (usado pela CRM no entorno: braquiária humidícola (*brachiaria humidicola*) + braquiária brizanta (*brachiaria brizantha*)), + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo natural da frente de mineração. Este último pode ser considerado como a testemunha ou solo no estado imediatamente anterior à sua remoção, empilhamento e uso para a construção do solo no processo de recuperação da área minerada.

a)



b)



SC1: solo construído 1; SC2: solo construído 2; SN: solo natural da frente de mineração (Nunes, 2002).

FIGURA 5: a) Localização geral da área de mineração de Candiotá. b) Localização ampliada das áreas amostradas.

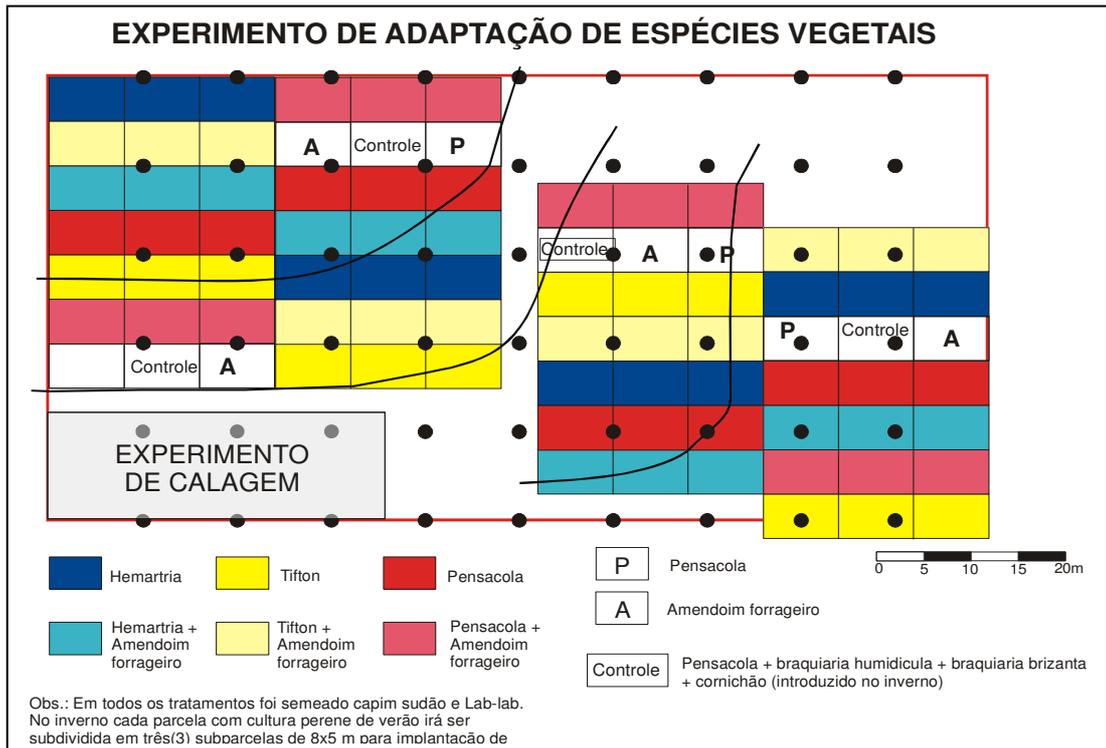


FIGURA 6: Croqui do experimento de adaptação de espécies vegetais na área de mineração de carvão de Candiota, RS

Embora o solo natural (T8), obviamente, não possa fazer parte dos tratamentos que compõem os blocos, o mesmo foi utilizado como parâmetro para ser comparado com o solo construído que compõem os blocos que constituem o experimento. Os dados do solo natural utilizados como referência foram obtidos dos trabalhos realizados por Guadagnin (2002), Leitzke (2002), Nunes (2002), sendo que os mesmos fazem parte de uma transeção de 117 metros, onde foram coletadas amostras de 40 pontos em que a distância entre um ponto e outro foi de 3 m.

Por ocasião da instalação do experimento o solo foi escarificado com patrola a uma profundidade de aproximadamente 0,10 a 0,15 m (Figura 7). Posterior à escarificação foi realizada uma calagem (Figura 8) com aplicação de 10,4 ton/ha ou 50 Kg em 48 m² de calcário (100% de PRNT) e também uma adubação inicial (Figura 9) com 3,6 kg por cada parcela de 20 m² da fórmula 5-20-20, que é correspondente a 180 kg/ha de PO₂O₅, ou seja, 900 kg/ha. Mais tarde, ainda foram adicionados 40 kg de sulfato de amônio em cada parcela de 20 m².



FIGURA 7: Patrola executando a escarificação da área experimental de Candiota, RS



FIGURA 8: Aplicação de calcário na área experimental de Candiota, RS



FIGURA 9: Área experimental recentemente adubada

3.2 Coleta e preparo das amostras de solo

A coleta das amostras do experimento foi realizada em maio de 2004, nas parcelas anteriormente citadas, em duas camadas (0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m) com três repetições.

Para a determinação dos atributos físicos: umidade, densidade de partículas, argila dispersa, distribuição das partículas por tamanho, estabilidade de agregados em água, diâmetro médio ponderado e teor de carbono orgânico, foram coletadas amostras deformadas com auxílio de enxada e pá de corte, e para a determinação dos atributos físicos: densidade do solo, porosidade total, macro/microporosidade, curva de retenção de água e água disponível do solo foram coletadas amostras indeformadas.

As amostras de solos deformadas foram colocadas em sacos plásticos, que foram fechados e devidamente identificados. As amostras indeformadas foram coletadas pelo Método do Macaco Hidráulico (Figura 10) com o uso de cilindros de inox.



FIGURA 10: Sistema hidráulico de coleta de amostras indeformadas de solo

3.3 Determinação dos atributos físicos do solo

3.3.1 Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho e diâmetro médio ponderado

Para as determinações da distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho e do diâmetro médio ponderado (DMP) foram utilizadas as amostras de solo que foram passadas em peneiras de malha de 9,52

mm, com base no peneiramento úmido, seguindo o princípio da metodologia descrita por Kemper & Rosenau (1986), que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936), conforme descrito por Palmeira et al. (1999).

Para o cálculo da proporção de agregados estáveis em água foi utilizada a seguinte expressão, segundo Palmeira et al. (1999):

$$AGRi = \left[\frac{(MAGRi - mi)}{\sum_{i=1}^n MAGRi - mi} \right] x100$$

Onde:

AGRi = agregados estáveis em água na classe i (%);

MAGRi = massa de agregados com material inerte (areia) na classe i;

mi = material inerte (areia + restos de vegetais);

$\sum_{i=1}^n MAGRi - mi$ = soma dos agregados retidos nas diferentes classes menos o

material inerte.

Para o cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP) foi utilizada a seguinte expressão, segundo Palmeira et al. (1999):

$$DMP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n DMi(MAGRi - mi)}{\sum_{i=1}^n MAGRi - mi} \right]$$

Onde:

$\sum_{i=1}^n DMi(MAGRi - mi)$ = Somatório da multiplicação do diâmetro médio da classe (DMi) pela massa de agregados retidos em cada classe i menos a massa do material inerte da classe;

$\sum_{i=1}^n MAGRi - mi$ = Somatório da massa de agregados retido em cada classe menos a massa do material inerte da classe.

3.3.2 Distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água

A distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água foram determinadas pelo método da pipeta descrito por Gee & Bauder (1986), sendo que a quantidade de solo pesado foi colocada em um vidro de 1000 mL, correspondente a um vidro de café de solúvel, adicionando-se 250 mL de água destilada e 10 mL do dispersante hidróxido de sódio de 1 N e foi deixado agitando por 16 horas em um agitador do tipo vai-vém de agitação lenta.

3.3.3 Densidade do solo

Para a determinação da densidade do solo (D_s), foi utilizado o método do anel volumétrico segundo Embrapa (1997).

3.3.4 Porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo

Para a determinação da porosidade total (P_t), macroporosidade (M_a) e microporosidade (M_i) foram utilizadas as mesmas amostras coletadas nos cilindros de inox, utilizadas para a determinação da densidade do solo. Para a determinação destes atributos físicos foi utilizado o método da mesa de tensão, conforme (Embrapa, 1997).

3.3.5 Resistência mecânica do solo à penetração

Para a determinação da resistência à penetração do solo foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf, segundo método descrito por Stolf et al. (1983).

3.3.6 Curva de retenção de água e água disponível do solo para as culturas

Para a determinação da curva de retenção de água e da água disponível foram utilizadas as amostras coletadas em cilindros de inox, conforme o item 3.2.

Para a determinação das curvas foram utilizadas as câmaras de pressão de Richards para altas tensões (0,033; 0,1; 0,3 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).

Os dados da relação umidade volumétrica e potencial mátrico foram ajustados pelo programa computacional Soil Water Retention Curve – SWRC ou CURVARET de Dourado Neto et al. (1995), que utiliza o modelo de Van Genuchten (1980), cuja a equação é:

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

Onde:

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

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

h = potencial mátrico em cm de coluna de água;

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

Estes parâmetros empíricos foram ajustados partindo-se de valores iniciais de 0,015; 2,0 e 0,50, respectivamente, e calculados considerando sua independência (Genuchten & Nielsen, 1985).

Após este procedimento, foram montadas as curvas de retenção através da utilização do programa Excel, a fim de visualizar o comportamento de cada uma. Nas tabelas 22A, 23A, 24A e 25A do apêndice A estão apresentados os parâmetros de ajuste para todos os tratamentos e todos os blocos do solo construído para as duas camadas analisadas.

Para a determinação da água disponível, considerando os limites de umidade, a quantidade de água retida nas tensões de 0,1 MPa (CC) e 1,5 MPa (PMP) após o ajuste das curvas ao modelo de Genutchen (1980), foi utilizada a seguinte expressão:

$$AD = (\theta_{cc} - \theta_{PMP}) \times 100$$

Onde:

AD = Água disponível (%);

θ_{cc} = valor de umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

θ_{PMP} = valor de umidade no Ponto de Murcha Permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

3.4 Determinações complementares

3.4.1 Umidade gravimétrica

Para a determinação da umidade gravimétrica (U_g) foi utilizado o método da estufa conforme descrito por Embrapa (1997).

3.4.2 Densidade de partículas

A densidade de partículas do solo (D_p) foi determinada pelo método do picnômetro segundo Blake & Hartge (1986).

3.4.3 Teor de carbono orgânico

O teor de carbono orgânico (CO) foi determinado pelo método Walkley-Black, baseado na oxidação do carbono orgânico pelo dicromato de potássio, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

3.5 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada em duas etapas. Primeiramente foi aplicado o teste de Duncan a 5% de significância, obtendo a análise da variância e comparações das médias utilizando o Sistema de Análise Estatística, Winstat (Machado, 2001). Posteriormente foi feita análise clássica descritiva utilizando o software Systat (Wilkinson, 1992).

Como o solo natural não faz parte dos blocos, os dados para serem utilizados foram separados em quatro grupos de 10 pontos cada, constituindo-se assim, as 4 repetições utilizadas para os testes estatísticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a coleta das amostras foi realizada pouco tempo depois da instalação do experimento, deveria ser esperado pouco ou nenhum efeito das diferentes plantas de cobertura sobre os atributos físicos do solo construído, pois as plantas estavam em estágio inicial de desenvolvimento, sendo um curto tempo para que se observasse alguma diferença. Dessa forma, os resultados apresentados representam uma caracterização inicial do solo.

A análise da variância e a comparação de médias feitas utilizando o teste de Duncan a 5% de significância, que serão apresentadas em tabelas a seguir, foram utilizadas primordialmente não como instrumento para testar diferenças significativas entre os tratamentos de solo construído, mas sim entre o solo construído e o solo natural.

Deste modo, a discussão que se segue será baseada na comparação do solo construído na área do experimento com o solo existente na frente de mineração da mina de carvão (Figura 5).

4.1 Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado e carbono orgânico

Os resultados médios de distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) para as camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m encontram-se na Tabela 1.

Os valores para cada um dos três pontos de coleta dentro de cada tratamento e a média geral para cada um desses tratamentos são apresentados nas Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A do apêndice.

Observa-se na Tabela 1 que a maior concentração de agregados estáveis em água da camada superficial (0,0 - 0,10 m) do solo construído é encontrada na classe de 1,00 – 0,25 mm. Já para o solo natural, a maior concentração de agregados estáveis é encontrado na classe 9,52 – 4,76 mm. Na camada subsuperficial (0,10 - 0,20 m) a maior concentração de agregados estáveis para o solo construído,

encontra-se na classe de 4,76 - 2,00 mm e o solo natural apresentou a maior concentração de agregados estáveis na classe de 9,52 – 4,76 mm.

TABELA 1: Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (média de 12 repetições).

Tratam.	Classes dos diâmetros dos agregados (mm)						DMP (mm)	C.O (g kg ⁻¹)
	9,52-4,76	4,76-2,00	2,00- 1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105		
camada 0,0 - 0,10 m								
T1	11,43 b	19,26 a	21,07 ab	34,97 a	4,33 b	8,95 a	1,93 b	5,22 b
T5	10,38 b	21,12 a	22,02 ab	34,90 a	4,14 b	7,44 a	1,90 b	5,20 b
T4	14,87 b	20,43 a	21,65 ab	32,86 a	3,87 b	6,33 a	1,79 b	5,39 b
T3	8,14 b	19,16 a	23,99 a	36,02 a	4,05 b	8,66 a	1,87 b	5,50 b
T2	16,49 b	23,40 a	19,97 b	29,06 a	3,45 b	7,64 a	2,06 b	5,21 b
T6	13,79 b	22,01 a	20,67 ab	30,68 a	4,23 b	8,64 a	2,23 b	5,41 b
T7	16,59 b	21,41 a	20,48 ab	30,23 a	3,41 b	7,89 a	2,07 b	5,48 b
T8	38,22 a	18,33 a	12,88 c	13,20 b	9,43 a	7,86 a	3,68 a	22,62 a
Média	16,24	20,64	20,37	30,24	4,61	7,92	2,19	7,50
DP	7,51	3,25	2,20	6,13	1,31	2,53	0,33	0,75
CV	46,23	15,76	10,83	20,26	28,49	31,89	15,08	9,98
camada 0,10 - 0,20 m								
T1	24,61 a	26,40 a	17,69 ab	20,39 a	2,99 b	7,92 a	2,73 a	4,74 b
T5	23,79 a	28,23 a	18,47 ab	20,44 a	2,61 b	6,47 a	2,81 a	5,32 b
T4	22,86 a	25,93 a	18,79 ab	21,27 a	3,20 b	7,94 a	3,22 a	5,15 b
T3	23,48 a	27,34 a	18,71 ab	19,92 a	3,08 b	7,48 a	2,83 a	5,02 b
T2	21,28 a	25,96 a	19,56 a	24,38 a	3,05 b	5,78 a	3,00 a	5,17 b
T6	20,97 a	26,89 a	20,38 a	20,65 a	3,35 b	7,84 a	2,60 a	5,69 b
T7	25,51 a	25,99 a	19,31 a	20,39 a	2,51 b	6,29 a	3,29 a	5,18 b
T8	30,84 a	18,15 b	14,84 b	16,30 a	2,16 a	7,70 a	3,20 a	16,13 a
Média	24,17	25,61	18,47	20,47	4,12	7,18	2,96	6,55
DP	7,73	4,16	2,56	5,66	1,09	2,85	0,63	0,63
CV	31,99	12,23	13,87	27,66	26,38	39,73	21,17	9,68

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão.

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 – Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 – Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 – Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

Nunes (2002) encontrou de forma semelhante nos solos construídos (SC1 e SC2 da Figura 5), a maior agregação na classe de 1,00 a 0,50 mm, em contraste com a do solo natural, que se encontra na classe de maior diâmetro 9,52 - 4,76 mm, que a autora atribui a um processo de quebra dos agregados de maior tamanho durante os processos de retirada do solo, transporte, deposição e preparo.

De modo geral, o solo construído apresentou a maior concentração de agregados nas classes de menor tamanho (< 0,25 mm) a camada de 0,0 - 0,10 m, refletindo em menor DMP. O menor conteúdo de carbono orgânico do solo construído em relação ao solo natural deve conferir ao solo construído uma menor estabilidade dos agregados e conseqüentemente menor DMP. Na camada de 0,10 - 0,20 m a maior concentração de agregados para o solo construído encontra-se nas classes de maior tamanho, conferindo maior estabilidade de agregados, porém com valores de DMP semelhantes ao do solo natural. Embora, o conteúdo de carbono orgânico seja maior no solo natural, este não conferiu maior DMP em relação ao solo construído na camada de 0,10 - 0,20 m.

O DMP do solo natural na camada de 0,0 – 0,10 m foi mais significativo do que o da camada de 0,10 - 0,20 m, sendo respectivamente 3,68 mm e 3,20 mm. Já o solo construído da área experimental possui maiores valores de DMP na camada subsuperficial, pois nessa camada houve compactação, os danos de degradação do solo pelo preparo e exposição às ações erosivas da chuva foram menores. Esta afirmativa condiz com o que se observou no campo, pois durante eventos de chuvas erosivas essa camada se mostrou resistente (Figura 11).

O conteúdo de carbono orgânico para o solo construído praticamente não apresentou diferença entre as camadas, apresentando valores menores que contribuem com a menor estabilidade dos agregados. No solo natural têm-se um maior conteúdo de carbono para as camadas superficial e subsuperficial, porém a subsuperficial sofreu um decréscimo dos teores de carbono quando comparado com a camada superficial.

De acordo com Wohlenberg et al. (2004) a estabilidade de agregados de maior tamanho do solo pode sofrer efeito da união da ação mecânica de células e hifas dos organismos, e dos efeitos cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana.



FIGURA 11: Vista de uma camada subsuperficial bastante resistente

Observa-se na Tabela 1 diferença entre os CV das variáveis estudadas da camada 0,0 - 0,10 m quando comparados com os valores da camada de 0,10 – 0,20 m. Os maiores valores de CV foram apresentados na variável estabilidade de agregados nas classes de 9,52 – 4,76 mm e < 0,105 mm tanto na camada superficial quanto para a camada subsuperficial.

Isto confirma que a maior variação ocorrida na camada superficial é na classe de agregados de maiores diâmetros, ao contrário da camada subsuperficial que apresenta maior variabilidade nos agregados de menor diâmetro. Segundo Wohlenberg et al. (2004), esta variação pode estar relacionada com o processo de preparo do solo, tráfego de máquinas agrícolas, clima e crescimento de plantas.

Além dessas implicações citadas por Wohlenberg et al. (2004), a variabilidade ainda pode estar relacionada com a mistura heterogênea dos materiais constituintes do solo construído, que é composto por uma mistura de horizontes, fragmentos rochosos, rejeitos e resíduos de carvão. Também pode estar relacionada com os processos de lavra e de recomposição do solo e do ambiente, falta de cobertura vegetal, o tempo de construção dos solos, como também ciclos de secagem e umedecimento.

Os agregados maiores foram mais susceptíveis aos processos de preparo do solo com uso de máquinas e implementos agrícolas pesados, empilhamento,

transporte, deposição, entre outros processos que degradam a estrutura do solo, principalmente nos agregados que estão localizados na camada superficial desses solos, pois sofrem maiores desagregações em função desses processos ocorrerem com maior intensidade nessa camada.

Conforme Roth et al. (1991) e Paladini & Mielniczuk (1991), há uma correlação significativa entre o conteúdo de matéria orgânica e os índices de estabilidade de agregados. Isso ocorre devido ao fato de que as moléculas orgânicas atuam na formação e estabilização dos agregados, além de servirem de fonte de energia para os microorganismos, importantes agentes de agregação.

Na área de experimento em Candiota, como o tempo de construção do solo até a época da coleta foi muito pequeno, pode-se afirmar que nenhum efeito de tratamento tenha ocorrido beneficiando a estruturação do solo. Conforme Kämpf et al. (2000), uma estrutura não favorável é uma das principais conseqüências de solos com pouco tempo de construção, implicando na suscetibilidade à erosão, devido à pouca estabilidade dos materiais utilizados na sua construção.

Entretanto, Nunes (2002), que estudou dois solos construídos com diferentes idades de construção, observou que, apesar dos diferentes materiais e métodos de construção dos solos utilizados, o solo construído com 5 anos apresentou a maior agregação do que o solo com um ano de construção. Também Kämpf et al. (2000) verificou que solos construídos com 15 anos apresentaram maior desenvolvimento da estrutura do que aqueles construídos com 2 e 5 anos de idade.

Essas constatações criam a expectativa, conforme a afirmação feita por Schafer et al. (1980), de que ao longo do tempo os solos construídos tendam a desenvolver uma estrutura.

4.2 Distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água

A distribuição das partículas do solo por tamanho e argila dispersa em água para as camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m são apresentados nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

Os dados para cada um dos três pontos de coleta dentro de cada tratamento e a média geral para cada um desses tratamentos para as 4 repetições, são apresentados nas Tabelas 7A, 8A, 9A, 10A e 11A do apêndice.

De modo geral, pode-se observar (Tabela 2) que praticamente não houve diferença para a distribuição das partículas por tamanho entre as camadas do solo construído.

TABELA 2: Distribuição por tamanho das partículas de areia, silte e argila em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS, (média de 12 repetições)

Tratamentos	Areia		Silte		Argila		Argila					
	-----%											
	camada 0,0 - 0,10 m			camada 0,10 - 0,20 m								
T1	32,68	b	21,14	b	46,19	a	32,35	b	21,00	b	46,65	a
T5	33,79	b	21,27	b	44,94	a	32,32	b	20,25	b	47,43	a
T4	32,17	b	22,24	b	45,59	a	31,62	b	20,68	b	47,85	a
T3	33,07	b	22,16	b	44,77	a	30,99	b	19,77	b	48,99	a
T2	34,99	b	19,92	b	45,11	a	32,43	b	20,91	b	46,66	a
T6	33,64	b	21,55	b	44,82	a	31,30	b	20,72	b	47,98	a
T7	33,65	b	21,14	b	45,21	a	31,27	b	19,92	b	48,81	a
T8	47,78	a	27,18	a	25,04	b	44,49	a	25,61	a	29,90	b
Média	35,22		22,01		42,71		33,35		21,11		45,53	
CV	6,57		11,52		4,18		8,94		11,53		9,41	
DP	2,32		2,54		1,78		2,98		2,43		4,28	
DMS	3,89		4,27		3,00		5,01		4,09		7,20	

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão

T1 - Hemária; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemária + Amendoim Forrageiro; T2 – Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 – Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 – Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

Por outro lado, o solo construído da área experimental apresenta a maior porcentagem da fração argila, enquanto que o solo natural apresenta maiores teores de areia, embora os dois solos tenham sido formados pelo mesmo material de origem, pois as amostras do solo natural foram coletadas em uma área próxima ao do solo construído (Figura 5).

Os teores de argila, silte e areia, cor do solo (2,5 YR) e conteúdo de carbono orgânico do solo construído da área do experimento são muito semelhantes aos do horizonte B do perfil modal do solo natural (ver Apêndice 32A), indicando que na área do experimento não foi utilizado material do horizonte A e sim do B, chamado na mina de Candiota de argila vermelha (Nunes, 2002).

No trabalho de Nunes (2002) onde foram estudados dois diferentes solos construídos (SC1 e SC2 – Figura 5) também na área de mineração de carvão de Candiota, foi constatado que esses solos apresentaram maiores conteúdos de silte e

argila do que o solo natural e maiores teores de areia e silte nas duas camadas quando comparados aos valores do solo construído desse trabalho (Tabela 2), com valores médios entre os dois solos construídos de areia e silte respectivamente de 46,03% e 27,49% para a camada superficial e de 45,25% e 28,12% respectivamente para a camada subsuperficial.

Com isso, os solos construídos refletem as características genéticas dos materiais utilizados na construção, sendo necessário que se faça uma seleção criteriosa destes materiais e do método de construção para se obter solos com melhor qualidade e potencial de uso para atividades futuras, principalmente para o desenvolvimento das plantas.

Assim como a argila total, comentada anteriormente, não se observou diferenças estatísticas entre os teores de argila dispersa para os tratamentos do solo construído. Já para o grau de floculação (Tabela 3) foram observadas diferenças na camada de 0,10 - 0,20 m, nas parcelas correspondentes ao T5, T3 e T6.

Tabela 3: Argila, argila dispersa em água e grau de floculação em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Tratamentos	Argila	Argila Disp.	GF	-----%-----		
				camada 0,0 - 0,10 m		camada 0,10 - 0,20 m
T1	46,19 a	35,92 b	22,23 b	46,65 a	18,22 b	61,01ab
T5	44,94 a	35,16 b	21,77 b	47,43 a	27,44 b	41,72 b
T4	45,59 a	34,81 b	23,58 b	47,85 a	20,29 b	57,66 ab
T3	44,77 a	33,24 b	25,62 b	48,99 a	26,33 b	45,85 b
T2	45,11 a	33,74 b	25,12 b	46,66 a	17,80 b	62,36 ab
T6	44,82 a	34,40 b	23,17 b	47,98 a	13,82 b	70,97 a
T7	45,21 a	33,85 b	24,98 b	48,81 a	22,45 b	53,73 ab
T8	25,04 b	9,18 a	63,85 a	29,90 b	13,16 a	55,60 ab
Média	42,71	41,62	28,79	45,53	34,69	56,11
CV	4,18	24,59	16,36	9,41	74,74	25,33
DP	1,78	10,23	4,71	4,28	25,92	14,21

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 – Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 – Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 – Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

Valores menores de grau de floculação da argila são encontrados no solo construído na camada superficial (0,0 - 0,10 m), contrastando com os da camada de 0,10 – 0,20 m e os do solo natural em ambas camadas, que por sua vez apresentam uma ordem de magnitude semelhante.

Essa variação pode estar relacionada à calagem, que elevou o pH a valores acima de 7,0 (Santos, 2006), associada ao preparo do solo (escarificação e gradagem) e aos períodos em que o solo esteve descoberto, sujeito ao impacto da gota da chuva (Figura 11).

4.3 Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade do solo

Os atributos físicos densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) são apresentados na Tabela 4 para as duas camadas analisadas (0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m). Nessa mesma Tabela são apresentados a média geral entre os tratamentos, coeficiente de variação (CV) e desvio padrão (DP).

Nas tabelas 12A, 13A e 14A são apresentados os valores desses atributos para cada um dos três pontos de coleta dentro de cada tratamento (parcela) e a média geral de cada um desses tratamentos e do solo natural para as 4 repetições (blocos) na camada superficial de 0,0 - 0,10 m e na subsuperficial de 0,10 - 0,20 m.

Conforme Tabela 4, o solo construído na camada superficial apresenta valores de densidade semelhantes ao do solo natural, enquanto que na camada subsuperficial o solo construído apresenta maiores valores que o solo natural.

O fato do solo construído apresentar valores semelhantes de densidade do solo na camada superficial e diferentes na camada subsuperficial para o solo natural pode estar relacionado às operações realizadas por ocasião da instalação do experimento no solo construído onde, foi feita uma escarificação para descompactar o solo e uma gradagem para incorporar o calcário, atingindo apenas a camada superficial.

Os maiores valores de densidade demonstram que o solo é mais compactado, podendo ser conseqüência do trânsito de máquinas e equipamentos pesados utilizados durante o processo de lavra e construção do solo, como também de caminhões pesados utilizados para transportar o solo da frente de mineração para o local onde foi usado como material para a reconstrução de um novo solo, como também as pilhas formadas pelos rejeitos de carvão e “terra vegetal”, quando está ocorrendo a extração do carvão. Todas essas conseqüências são ainda mais favorecidas quando o solo está sob condições de umidade inadequadas para se

trabalhar e quando não ocorre uma seleção prévia dos materiais a serem utilizados na construção, assim como, a escolha de métodos de construção adequados.

TABELA 4: Porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e densidade do solo (Ds) em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Trat.	Ds	Pt	Ma	Mi	Ds	Pt	Ma	Mi
	Mg m ⁻³	----- %-----			Mg m ⁻³	----- %-----		
	camada 0,0 - 0,10 m				camada 0,10 - 0,20 m			
T1	1,47 ab	43,61 ab	11,91 bc	31,70 b	1,67 a	41,16 a	6,52 ab	34,63 a
T5	1,49 a	43,20 ab	10,90 bc	32,30 b	1,65 a	42,18 a	6,42 ab	35,76 a
T4	1,49 a	43,66 ab	10,79 c	32,87 b	1,70 a	39,73 a	4,98 b	34,75 a
T3	1,47 ab	43,56 ab	11,19 bc	32,37 b	1,65 a	39,36 a	5,05 b	34,30 a
T2	1,45 ab	44,75 ab	12,91 abc	31,83 b	1,68 a	41,81 a	6,44 ab	35,38 a
T6	1,45 ab	46,90 ab	14,59 ab	32,32 b	1,68 a	42,39 a	7,65 ab	34,74 a
T7	1,40 b	47,61 a	16,05 a	31,57 b	1,67 a	43,22 a	8,17 a	35,06 a
T8	1,42 ab	40,42 b	1,20 d	39,23 a	1,48 b	39,88 a	5,46 ab	34,42 a
Média	1,45	44,21	11,19	33,02	1,65	41,22	6,34	37,88
CV	3,17	6,41	20,53	3,81	2,63	7,16	27,53	5,83
DP	0,05	2,83	2,3	1,26	0,04	2,95	1,74	2,03

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão

T1 - Hemária; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemária + Amendoim Forrageiro; T2 – Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 – Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 – Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

Esses maiores valores de densidade segundo Kampf et al. (2000) e Stahl et al. (2002) podem refletir em aumento na diminuição do tamanho dos poros, em uma menor condutividade hidráulica, menores taxas de infiltração, colaborando ainda com o aumento do escoamento superficial e consecutivamente com o aumento da erosão hídrica.

Conforme ressaltado por Stahl et al. (2002), outro motivo que pode ter contribuído com os maiores valor de densidade no solo construído, pode ter sido pelo mesmo ter valores maiores do teor de argila e menores valores do conteúdo de carbono orgânico, derivados da sua origem (horizonte B)

Em relação à porosidade total, pode-se observar (Tabela 4), que a camada superficial apresentou porosidade total maior que na camada subsuperficial, tanto para o solo construído como para o natural. Também se observou que não houve

diferenças significativas entre o solo construído e solo natural para ambas as camadas estudadas.

Essa constatação não confere com os resultados apresentados por Kämpf (2000) e Nunes (2002), pois esses autores apresentaram dados de porosidade total maior para o solo natural do que para o solo construído. Isso pode ter sido resultado, conforme mencionado anteriormente, do material de origem, horizonte B, como também da gradagem realizada e do recente desenvolvimento das plantas.

A camada superficial apresentou as maiores porcentagens de macroporos em relação à subsuperficial, porém a quantidade de macroporos do solo natural para a camada de 0,0 - 0,10 m diferencia-se bastante do valor da camada 0,10 - 0,20 m e mais ainda da porcentagem de macroporos do solo construído da camada superficial, apresentando uma quantidade baixa de macroporos (1,20 %) de aproximadamente 10 vezes menos macroporos que o solo construído. Já na camada de 0,10 – 0,20 m observam-se diferenças entre o solo natural e o solo construído.

Com isso, poder-se-ia dizer que o solo natural apresenta condições mais desfavoráveis para o desenvolvimento das plantas do que o solo construído. Visivelmente, entretanto, o solo natural mostrava uma cobertura de gramíneas bastante densa (Figura 10). Essa macroporosidade deve estar relacionada com a utilização deste solo em épocas passadas com culturas anuais e pecuária em sistemas convencionais, favorecendo a degradação física, ou mesmo ao tráfego de máquinas na frente de mineração.

O maior volume de microporos apresentado na camada de 0,0 - 0,10 m para o solo natural, pode estar relacionado segundo Nunes (2002) a maior degradação superficial pelo pisoteio do gado, pelo uso anterior com cultivo extensivo e pela provável exposição do solo às intempéries, sem cobertura vegetal, por períodos prolongados.

Pode-se dizer que a camada subsuperficial do solo construído, é mais restritiva ao desenvolvimento das plantas que a camada superficial.

Ao se comparar os resultados obtidos com os de um solo ideal que segundo Kiehl (1979), deve apresentar 45% de partículas minerais, 5% de partículas orgânicas e 50% de poros sendo desses 1/3 de macroporos e 2/3 de microporos e densidade em torno de $1,33 \text{ Mg.m}^{-3}$, pode-se dizer de modo geral, que a camada subsuperficial, tanto do solo natural quanto do construído, apresenta quantidade de macroporos mais próximas que a do solo considerado ideal, já os valores de

microporosidade e densidade do solo apresentam valores bem mais elevados que os considerados ideais.

Pode-se dizer, portanto, que tanto o solo construído, quanto o solo natural apresentam características longe de serem consideradas condições ideais para um bom desenvolvimento das plantas, embora o solo natural apresente condições mais favoráveis para o desenvolvimento de plantas que o solo construído.

4.4 Resistência mecânica do solo à penetração

Os valores médios da resistência mecânica à penetração do solo são apresentados na Tabela 5 para as quatro camadas analisadas (0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m; 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m).

Nas tabelas 15A, 16A e 17A são apresentados os valores desses atributos para cada um dos três pontos de coleta dentro de cada tratamento (parcela) e a média geral para cada um desses tratamentos e para o solo natural para as 4 repetições (blocos) na camada superficial de 0,0 - 0,10 m e na subsuperficial de 0,10 - 0,20 m.

TABELA 5: Resistência mecânica à penetração (MPa) separadas em quatro diferentes camadas para sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Tratamentos	Camadas analisadas (m)			
	0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40
T1	3,16 b	5,97 a	4,13 bcd	5,14 ab
T5	3,62 ab	4,78 cd	5,56 a	6,09 a
T4	3,33 ab	4,35 d	5,06 ab	5,53 ab
T3	3,22 ab	5,74 ab	3,87 cd	4,01 b
T2	3,30 ab	5,73 ab	4,20 bc	3,80 b
T6	4,11 a	5,22 abc	5,85 a	6,24 a
T7	3,46 ab	5,06 bcd	4,37 bc	4,49 ab
T8	1,99 c	2,76 e	3,21 d	3,74 b

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

Observa-se que o solo natural apresenta valores de resistência mecânica à penetração menores que os do solo construído para todas as camadas analisadas, sendo que esses valores aumentam em profundidade. Segundo Nunes (2002), isso ocorre em função das características morfológicas desse solo, o qual apresenta horizontes transicionais A, AB, BA e B, com aumento gradual da argila.

O solo construído apresenta os maiores valores de resistência à penetração nas camadas abaixo de 0,10 m, sendo que abaixo dessa camada encontram-se as maiores variações entre os tratamentos com mais evidência nas camadas abaixo de 0,20 m, onde se observou valores que variam de 3,21 a 6,24 MPa, sem deixar de considerar também que nas camadas 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m, também os valores oscilaram bastante, de 3,16 a 5,97 MPa.

Os maiores valores de resistência à penetração, encontrados no solo construído, devem-se, principalmente à forma de como estes são construídos, com utilização de máquinas pesadas, trafegando várias vezes para o transporte, deposição e nivelamento do material proveniente da área pré-minerada e a própria mistura destes materiais.

Convém ressaltar que, em face dos trabalhos de Canarache (1990) e Camargo e Alleoni (1997), tanto o solo construído como o solo natural apresentam valores de resistência acima do aceitável para o bom desenvolvimento das plantas, que é de 2,5 MPa, com exceção da camada 0,0 - 0,10 m do solo natural que apresentou um valor menor.

4.5 Água disponível

Os valores médios da água disponível para as duas camadas analisadas (0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m) são apresentados na Tabela 6.

Nas Tabelas de 22A a 25 A são mostrados os valores médios desses atributos para cada um dos sete tratamentos (parcela) e para cada um dos blocos para as duas camadas.

Numa avaliação geral dos dados, pode-se observar que a camada superficial (0,0 - 0,10 m) apresentou valores percentuais de água mais elevados que os valores da camada subsuperficial (0,10 - 0,20 m) e observa-se ainda (Tabela 6), que tanto na camada superficial como na subsuperficial o solo natural apresentou valores de água disponível significativamente maiores que os do solo construído.

Os maiores valores de água disponível na camada superficial em relação à camada subsuperficial para o solo construído se devem provavelmente aos valores mais elevados de porosidade total e do tamanho dos microporos constituídos provavelmente de poros com tamanho próximo ao tamanho dos macroporos, o que permite a retenção de água em menores tensões. Leitzke (2002) também encontrou menor disponibilidade de água na camada subsuperficial (0,10 - 0,20 m), embora tenha calculado a água disponível considerando como limite superior a água retida nas tensões de 0,006 MPa e 0,033 MPa. Neste trabalho, foi considerado como limite superior de água disponível a água retida à tensão de 0,01 MPa e como limite inferior a água retida na tensão de 0,033 MPa.

TABELA 6: Água disponível do solo considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa e inferior de 1,5 MPa, em sete diferentes tratamentos de um solo construído comparados com o solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Tratamentos	Água Disponível		Soma
	camada de 0,0 - 0,10 m	camada de 0,10 - 0,20 m	
	----- % -----		
T1	7,33 b	4,33 b	11,66
T5	7,85 b	3,70 b	11,55
T4	7,93 b	4,85 b	12,78
T3	8,20 b	3,58 b	11,78
T2	8,23 b	3,65 b	11,88
T6	7,93 b	3,93 b	11,86
T7	7,58 b	4,76 b	12,31
T8	11,41 a*	10,80 a*	22,21
Média Geral	8,3	4,94	13,25
CV	14,31	25,28	-
DP	1,19	1,25	-

As médias seguidas pela mesma letra no sentido das colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, para o nível de significância de 5%.

CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão

T1 - Hemária; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemária + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

*dados obtidos por Leitzke (2002)

Convém salientar que o somatório da AD para as camadas analisadas do solo equivalem aos valores de água armazenada, porém expressa em mm e não em porcentagem conforme a tabela 6. O somatório dos valores de AD são baixos para garantir um bom desenvolvimento das plantas, se comparados com os valores citados por Doorembos & Kassam (1980) e Bergamaschi et al. (1992), que considera os seguintes valores de água disponível para as diferentes texturas de solo: pesada

200mm/m, média 140 mm/m e grossa 60 mm/m. Convém ressaltar que para o solo construído de Candiota o valor máximo de AD é de 22,21 mm em 20 cm de profundidade.

4.6 Análise estatística descritiva dos atributos físicos do solo

A análise clássica descritiva dos atributos físicos do solo construído na área do experimento está apresentada na Tabela 7, para as camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m, com exceção dos dados de resistência mecânica à penetração que são apresentados para as camadas de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m).

TABELA 7: Momentos estatísticos dos atributos físicos de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Variáveis	N	Média	Mínimos	Máximos	Ampl. total	DV	CV (%)	Assimetria	Curtose
camada 0,0 - 0,10 m									
DMP (mm)	7	1,98	1,79	2,21	0,422	0,144	7,27	0,549	-0,355
C.O (g/Kg)	7	5,34	5,20	5,50	0,300	0,131	2,45	-0,071	-2,338
Pt (%)	7	44,75	43,20	47,61	4,403	1,784	3,99	1,020	-0,869
Ma(%)	7	12,62	10,79	16,05	5,257	2,022	16,02	0,942	-0,457
Mi (%)	7	32,14	31,57	32,87	1,302	0,458	1,42	0,287	-0,702
Ds (Mg.m ⁻³)	7	1,46	1,40	1,49	0,092	0,030	2,09	-1,149	1,713
Areia (%)	7	33,43	32,17	34,99	2,820	0,907	2,71	0,449	0,679
Silte (%)	7	21,35	19,92	22,24	2,320	0,778	3,64	-0,820	1,259
Argila (%)	7	45,23	44,77	46,19	1,420	0,505	1,12	1,316	1,335
Arg. Disp (%)	7	34,45	33,24	35,92	2,680	0,924	2,68	0,385	-0,610
A.D (%)	7	7,86	7,33	8,23	0,900	0,322	4,10	0,617	-0,241
camada 0,10 - 0,20 m									
DMP (mm)	7	2,93	2,60	3,29	0,690	0,256	7,27	0,423	-1,248
C.O (g/Kg)	7	5,18	4,74	5,69	0,950	0,289	2,45	0,426	1,721
Pt (%)	7	41,41	39,35	43,22	3,871	1,421	3,43	-0,481	-1,065
Ma(%)	7	6,46	4,98	8,17	3,187	1,191	18,44	0,084	-0,934
Mi (%)	7	34,95	34,30	35,76	1,460	0,493	1,41	0,613	-0,146
Ds (Mg.m ⁻³)	7	1,67	1,65	1,70	0,046	0,016	0,96	0,178	-0,508
Areia (%)	7	31,75	30,99	32,43	1,440	0,602	1,90	0,048	-2,288
Silte (%)	7	20,46	19,77	21,00	1,230	0,487	2,38	-0,479	-1,656
Argila (%)	7	47,77	46,65	48,99	2,340	0,933	1,95	0,053	-1,400
Arg. Disp (%)	7	20,91	13,82	27,44	13,620	4,864	23,26	0,074	-0,931
A.D (%)	7	4,11	3,58	4,85	1,270	0,528	12,85	0,528	-1,783
camadas Resistência mecânica à penetração (MPa)									
0,0 - 0,10 m	7	3,46	3,16	4,11	0,950	0,326	7,27	1,595	2,612
0,10 - 0,20 m	7	5,26	4,35	5,97	1,620	0,585	2,45	-0,380	-1,018
0,20 - 0,30 m	7	4,72	3,87	5,85	1,980	0,770	16,32	0,547	-1,595
0,30 - 0,40 m	7	5,04	3,80	6,24	2,440	0,974	19,32	-0,053	-1,808

N = número de tratamentos analisados; DV = Desvio Padrão; CV = coeficiente de Variação; DMP = Diâmetro Médio Ponderado; Pt = Porosidade total; Ma = Macroporosidade; Mi = Microporosidade; Ds = Densidade do Solo; A.D = Água Disponível; Erro Padrão de Assimetria = 0,794; Erro Padrão de Curtose = 1,587

Conforme a Tabela 7 pode-se observar que em relação às formas de distribuição a análise descritiva indica que na camada de 0,0 - 0,10 m os atributos físicos diâmetro médio ponderado (DMP), carbono orgânico, microporosidade, areia, argila dispersa e água disponível apresentam distribuição simétrica (normal), enquanto que a porosidade total, macroporosidade e argila total apresentam distribuição assimétrica com desvio à esquerda e a densidade do solo e a fração silte apresentam distribuição assimétrica com desvio à direita, já para a camada de 0,10 - 0,20 m todos os atributos físicos apresentaram distribuição simétrica.

Analisando em relação à curtose, a distribuição mesocúrtica (normal) é observada na camada de 0,0 - 0,10 m para os atributos DMP, porosidade total, macro/microporosidade, frações granulométricas (areia, silte, argila), argila dispersa e água disponível, enquanto que o carbono orgânico e a densidade do solo para esta camada apresentam distribuição leptocúrtica.

Para a camada de 0,10 - 0,20 m a distribuição mesocúrtica é encontrada em um número menor de atributos físicos, tais como: DMP, porosidade total, macro/microporosidade, densidade do solo, argila e argila dispersa, sendo que dos atributos restantes a maioria apresenta distribuição platicúrtica, com exceção do carbono orgânico que apresenta distribuição leptocúrtica. Esse tipo de distribuição pode ser derivada da freqüente presença de material de estéril nessa camada (ver Apêndice 33A).

De acordo com Nunes (2002), tanto o solo natural quanto o solo construído tendem apresentar distribuições não normais, principalmente em relação à curtose, com desvios em uma mesma direção no solo natural, ao passo que nos solos construídos os desvios ocorrem em ambas as direções, concordando com os resultados desse trabalho.

Com relação ao coeficiente de variação (CV) apresentados na Tabela 7 para a camada 0,0 - 0,10 m, pode-se notar que conforme a classificação de Hillel (1998) a maioria das variáveis analisadas apresentam valores de CV baixos ($CV < 15\%$), com exceção da macroporosidade (16,02%) para a camada superficial e da macroporosidade (18,44%) e argila dispersa (23,26%) para a camada subsuperficial que apresentam valores de CV médio (de 15% a 50%) concordando com os valores encontrados para o solo natural estudado por Nunes (2002) e contrastando com os valores de CV encontrado nos solos construídos estudados por este autor, pois apresentaram valores de CV médio e alto ($CV > 50\%$).

Já a classificação conforme Gomes (2000) é um pouco diferenciada da apresentada por Hillel (1998), sendo que, a maioria das variáveis analisadas apresentaram, valores de CV baixos ($CV < 10\%$), com algumas exceções como a macroporosidade para as duas camadas analisadas que apresentaram valores de CV respectivamente 16,02% e 18,44%, sendo considerados valores médios de CV (de 10% a 20%) e a argila dispersa (23,26%) para a camada subsuperficial que apresentou valor alto de CV (de 20 a 30%).

Deve-se salientar, entretanto, que os solos construídos estudados por Nunes (2002), principalmente o SC1 apresentaram material estéril e misturas com maior frequência em ambas as camadas.

Analisando as camadas onde foram realizadas as análises de resistência à penetração pode ser notada uma distribuição não normal na camada de 0,0 - 0,10 m, ou seja, assimétrica com desvio à esquerda e distribuição leptocúrtica, por outro lado, nas camadas subseqüentes observa-se uma distribuição simétrica, sendo que na camada de 0,10 - 0,20 m a distribuição é normal tanto para a assimetria quanto para a curtose. Em relação à curtose as camadas de 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m apresentam distribuição platicúrtica.

O coeficiente de variação para a resistência mecânica à penetração apresentou-se variável entre as duas camadas superficiais e as duas mais profundas, sendo que nas camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m os coeficientes de variação apresentaram-se com valores relativamente baixos e nas camadas mais profundas apresentaram com valores médios de CV conforme a classificação de Hillel (1998). Essa diferença provavelmente é derivada da maior presença da camada de estéril nas profundidades abaixo de 0,20 m (ver Apêndice 33A).

5 CONCLUSÕES

Após as comparações realizadas entre o solo construído e o natural de referência da área da frente de mineração de carvão de Candiota, conclui-se que:

- 1) Não foram observadas diferenças estatísticas nos atributos físicos entre os tratamentos no solo construído da área experimental.
- 2) Na comparação com o solo natural, o solo construído apresentou menor agregação, teor de matéria orgânica e água disponível e maior teor de argila e resistência mecânica à penetração para as camadas superficial e subsuperficial.
- 3) O solo construído apresentou um maior teor de argila dispersa em água e menor DMP na camada de 0,0 - 0,10 m e para a camada de 0,10 - 0,20 m uma maior densidade do solo e resistência à penetração.
- 4) O teor de argila, o teor de carbono orgânico e a cor de matiz 2,5 YR do solo construído na área experimental indicam que foi construído com horizonte B do solo natural;
- 5) Os valores de resistência mecânica à penetração obtidos no solo construído são em ambas camadas, superiores aos considerados limitantes (2,5 MPa) ao desenvolvimento das plantas;

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, P. U. R., GOEPFERT, C. F., GUERRA, M., ELTZ, F. L. F. & CASSOL, E. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.3, p.169-172, 1979.

ALBUQUERQUE, J. A., REINERT, D. J., FIORIN, J. E., RUEDELL, J., PETRERE, C. & FONTIMELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo ao final de sete anos. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.19, p.115-119, 1995.

ALBUQUERQUE, J. A., SANGOI, L. & ENDER, M. Efeito da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.25, p.717-723, 2001.

ANDREOLA, F., COSTA, L. M. & OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.24, p.857-865, 2000.

ANDREWS, J. A , JOHNSON, J.E.,TORBERT, T. L. et al. Minessoil and site properties associated with early height growth of eastern white pine. **J. Envir. Qual.** , v.27, p.192-199, 1998.

ARAÚJO, M. A., TORMENA, C. A., SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado sob mata nativa. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.337-345, 2004.

ARGENTON, J., ALBUQUERQUE, J. A., BAYER, C., WILDENER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.425-435, 2005.

BALENSIEFER, M. Estado da arte em recuperação e manejo de áreas frágeis e/ou degradadas. **In: Recuperação e manejo de áreas degradadas.** Memória do Workshop, EMBRAPA, Campinas-SP, 1998.

BASTOS, R. S., MENDONÇA, E. S., ALMAREZ, V. H., CORRÊA, M. M. & COSTA, L. M. Formação e estabilização de agregados do solo influenciados por ciclos de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidromórficas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.21-31, 2005.

BAVER, L. D., GARDNER, W. H. & GARDNER, W. R. **Física de Suelos.** 4. Ed. México, Union Topográfica Hispano Americana. 1973. 529 p.

BELL, J. C., CONNINGHAM R. L., ANTONY, C. T. Morphological characteristics of reconstructed prime farmland soils in western Pennsylvania. **J. Environ. Qual.**, v.23, p.515-520, 1994.

BERGAMASCHI, H., BERLATO, M. A., MATZENAUER, R., FONTANA, D. C., CUNHA, G. R., SANTOS, M. L. V., FARIAS, J. R. B., BARNI, N. A. **Agrometeorologia aplicada à Irrigação.** Ed. Universidade, UFRGS. 1992. 125p.

BERTOL, I., ALBUQUERQUE, J. A., LEITE, D., AMARAL, A. J. & ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.155-163, 2004.

BERTOL, I., COGO, N. P., LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 13, n.3, p. 373-379, 1989.

BEUTLER, A. N. & CENTURION, J. F. Resistência à penetração em Latossolos: valor limitante à produtividade de arroz de sequeiro. **Ci. Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1793-1800, 2004.

BLAKE, G. R., HARTGE, K. H., Physical and mineralogical methods. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**, 2.ed. Madison, Wisconsin USA: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.363-382.

BORDIN, I., NEVES, C. S. V. J., AIDA, F. T., SOUZA, W. R., DAVOGLIO JUNIOR, A. C., FURLANETO, T. L. R. & TAVARES FILHO, J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um Latossolo Argiloso submetido à escarificação. **Ci. Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.920-825, 2005.

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

BRADY, N. C., WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**, 13.ed. New Jersey: Prentice Hall do Brasil, USA, 2002. 960p.

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUCK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.14, p.91-98, 1990.

BUGIN, A., COSTA, J. F. C. L., LAURENT, Jr. O. Controle ambiental na mineração de carvão: mina Butiá Leste In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO, v. 2, **Anais...**Porto Alegre-RS, p. 708 -726, 1989.

BUGIN, A. Introdução à recuperação de áreas degradadas. In: TEIXEIRA, E. C., PIRES, M. J. R. (coord). **Meio ambiente e carvão** - Impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, 2002. p.93-98.

CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas, Fundação Cargill,. 1983. 44p.

CAMARGO, O. A. & ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba-SP, 1997. 132p.

CAMPOS, B. C., REINERT, D. J., ALBUQUERQUE, J. A. & NICOLODI, R. Avaliação temporal da umidade do solo como consequência do tipo e percentagem de cobertura de vegetal. **Ci. Rural**, v.24, p.459-463, 1994.

CAMPOS, B. C., REINERT, D. J., NICOLODI, R., RUEDELL, J. & PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.19, p.121-126, 1995.

CAMPOS, M. L., ALMEIDA, J. A, SOUZA, L. S. Avaliação de três áreas de solo construído após mineração de carvão a céu aberto em Lauro Muller, Santa Catarina. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.1123-1137, 2003.

CANARACHE, A. PENETR – a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil & Tillage Research**, v.16, p.51-70, 1990.

CARPENEDO, V., MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas - SP, v.14, n.1, p.99-105, 1990.

CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico típico sob diferentes sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.22, p.527-538, 1998.

CASTRO, O. M., DIAS, H. S., Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do Solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa-MG, v.23, n.3, p.703-709, 1999.

CINTRA, F. L. D., MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.7, p.197-201, 1983.

COSTA, F. S., ALBUQUERQUE, J. A., BAYER, C., FONTOURA, S. M. V. & WOBERTO, C. Propriedades Físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Rev. Bras. Ci. Solo**. Campinas-SP, v.27, p.527 - 535, 2003.

CRM - Companhia Riograndense de Mineração, Capturado na Internet em 10 de Julho de 2004, Disponível em: <http://www.crm.rs.gov.br/>

CRM - Companhia Riograndense de Mineração, Capturado na Internet em outubro de 2005, Disponível em: <http://www.crm.rs.gov.br/>

CRUZ, A. C. R., PAULETTO, E. A., FLORES, C. A., SILVA, J. B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.1105-1112, 2003.

DA ROS, C. O., SECCO, D., FIORIN, J. E., PETRERE, C., CADORE, M. A. & PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.24, p.241-247, 1997.

DENARDIN, J. E. & KOICHHANN, R. A. Pesquisa de desenvolvimento em sistema plantio direto no Rio Grande do Sul. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 26, Rio de Janeiro, 1997. Palestra. Rio de Janeiro 1997 (CD-ROOM).

DEXTER, A. R. Mechanics of root growth. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.98, p.303 -312, 1987.

DIÁRIO POPULAR - Zona sul: Garantia de 4,5 mil empregos, Capturado na Internet em 22 de dezembro de 2005, Disponível em: <http://www.diariopopular.com.br>

DIAS JUNIOR, M. S., PIERCE, F. J. Revisão de literatura: O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 20, p.175-182, 1996.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 1995. **Informativo anual da indústria carbonífera**. Ano base 1995, Brasília-DF, DNPM, 1995. 246p.

DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Estúdio FAO: Riego y Drenaje. 1980. 212p.

DOURADO NETO D., NIELSEN, D. R., HOPMANS, J. W., PORLANGE, M. D. **Soil Water Retention Curve – Curvaret, VERSÃO 1.0**, 1995.

EDWARDS, A. P. & BREMER, J. M. Microagregates in soils. **J. Soil Sci.**, v.18, p.64-73, 1967.

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

FENNER, P. T. **Relações entre tráfego, solo e desenvolvimento florestal na colheita da madeira**. Botucatu. 1999. 135f. (Tese de livre Docência) Universidade Estadual de São Paulo, 1999.

FIORIN, J. E., REINERT, D. J., ALBURQUERQUE, J. A. Armazenamento de água no solo e crescimento e produção e produção do milho. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.21, p.249-255, 1997.

FRANCO, A. M. P., PAULETTO, E. A., FERNANDES, F. F. PINTO, L. F. S., CASTILHOS, D. D., SEVERO, C. R. S., LUCKOW, F. C., OLIVO, F., HENSE, V., RODRIGUES, D. S., BIANCHINI, S., SILVA, J. B. Atributos físicos de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota-Rs cultivado com diferentes plantas de cobertura. **In: XIV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – VII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**, 2005, Pelotas, RS.

GASSEN, D. N., GASSEN, F. R. **Plantio direto, o caminho futuro**. Passo Fundo-RS: Aldeia Sul Editora, 1996. 207p.

GAVIZZO, L. H. B., VIDOR, C., TEDESCO, M. J., BISSANI, C. A. Potencial poluidor de rejeitos carboníferos. II – Efeitos da recuperação com camadas de solo sobre as plantas e a poluição microbiana. **Ci. Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.955-961, 2002.

GEE, G. W., BAUDER, J. W., Particle size analysis. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of Soil Analysis**, 2.ed. Madison, Wisconsin USA: American Society of Agronomy, Soil Science.

GENUTCHEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of saturated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 44, p. 892 -898, 1980.

GENUTCHEN, M. T., NIELSEN, D. R. On describing and predicting the hydraulic properties of unsaturated soil. **Annales Geophysicae**, v.3, n.5, p.615-628, 1985.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14^a Ed. Piracicaba. 2000. 476p.

GUADAGNIN, C.A. **Infiltração de água ao longo de uma transeção em solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS**. Pelotas-RS, 2002, 62f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

GUERRA, H. O. C. **Física do solo**. Campina Grande - SP, Centro de Ciências e Tecnologia – CCT, UFPb, 2000. 173 p.

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York, Academic Press, 1980, 413p.

HILLEL, D. **Environmental soil Physics**. Ed. Academic Press, 1998, 771p.

KÄMPF, N., SCHNEIDER, P., BOHNEN, H. et al. Solos construídos em áreas de mineração da bacia carbonífera do Baixo Jacuí. **In: Carvão e Meio Ambiente**. Centro de Ecologia da UFRGS. ed.: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000, p.596-640.

KÄMPF, N., SCHNEIDER, P., GIASSON, E. Propriedades, pedogênese e classificação de solos construídos em áreas de mineração na bacia carbonífera do Baixo Jacuí-RS. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.21, p.79-88, 1997.

KEMPER, W.D., ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of Soil Analysis**, 2.ed. Madison, Wisconsin USA: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.425-441.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia**. São Paulo-SP, ed. Agronômica Ceres Ltda, 1979. 262p.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo – planta – atmosfera**. São Paulo – SP, Ed. Nobel, 1974. 408 p.

KOPEZINSKI, I. **Mineração e Meio Ambiente: Considerações Legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**, Porto Alegre-RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, 103p.

KOPI, A. J. & DOUGLAS, J. T. A rapid inexpensive and quantitative procedure for accessing soil structure with respect to cropping. **Soil Use Management**, v.7, p.52-56, 1991.

LEITZKE, V. W. **Armazenagem e disponibilidade de água de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS**. Pelotas-RS, 2002. 129f. (Dissertação (Mestrado em Solos). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, 2002.

LETEY, J. Relationship between Soil physical properties and crop productions. **Adv. Soil. Sci.**, v.1, p.277-294, 1995.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Editora Edusp. Piracicaba - SP. ESALQ/USP. 2005.

LIMA, V. C. & LIMA, J. M. J. C. **Introdução á pedologia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 1996. Capturado na internet Fev/2006. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br>

LOES, R. H. Z. Ação do Ibama na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E., MELLO, J. W. V. (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, SOBRADE, Viçosa-MG, p. 247-251, 1998.

LOPES, M. A. R. - **Código Civil**, 5.ed. rev. atual. e ampl., São Paulo-SP, ed. Revista dos Tribunais 2000. 872p.

LOPES, P. R. C., COGO, N. P., CASSOL, E. A. Influência da cobertura vegetal morta na redução de velocidade da enxurrada e na distribuição de tamanho dos sedimentos transportados. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 11, p.193-197, 1987.

MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para Windows (WINSTAT)**, Pelotas-RS, Universidade Federal de Pelotas, CD, 2001.

MACHADO, J. A. & BRUM, A. C. R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.2, p.81-84, 1978.

MACHADO, T. A., SOUZA, D. M. P. & BRUM, A. C. R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.5, p.187-189, 1981.

McSWEENEY, K., JANSEN, I. J. Soil structure and associated rooting behavior in minesoils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.48, p.607-612, 1991.

MESQUITA, B. A., PORTO, M. P., ALVES, F. A. R. Cobertura vegetal x erosão. **Informe Agropecuário**. EPAMIG, v.16.n.176, p.57-61, 1992.

MEURER, E. J., **Fundamentos da Química do Solo**. 2ª. Ed. Porto Alegre-RS, ed. Genesis, 2004. 290p.

NOER, R. Reabilitação de áreas mineradas em minas de carvão a céu aberto: Histórico, métodos e perspectivas. **In: II Congresso Brasileiro de carvão, Centro de Estudos de Carvão**, Anais. CECAR/UFRGS, Porto Alegre-RS, v.1, p.727-734, 1989.

NUNES, M. C. D. **Condições físicas de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS**. Pelotas-RS, 2002. 130f. Dissertação (Mestrado em Solos). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, 2002.

OLIVEIRA, T. S. **Efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem sobre propriedades físicas e químicas de quatro Latossolos brasileiros**. Viçosa, 1992. 102f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

OLIVEIRA, L. C. A. **Comportamento de colóides e microagregados em colunas de materiais de dois Latossolos submetidos a sucessivos ciclos de umedecimento e secagem**. Viçosa, 1994. 63f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

OLIVEIRA, G. C., DIAS JÚNIOR, M. S., CURI, N. & RESK, D. V. S. Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com a tensão de água no solo, uso e manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.473-781, 2003.

PALADINI, F. L. S. **Distribuição de tamanho de agregados em solo Podzólico vermelho-escuro afetada por sistemas de culturas**. Porto Alegre, 1989. 80f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.

PALADINI, F. L. S. & MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-escuro afetado por sistema de culturas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.15, p.135-140, 1991.

PALMEIRA, P. R. T. **Avaliação do estado de agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Pelotas-RS, 1997. 41f. Dissertação

(Mestrado em Solos). Programa de Pós – Graduação em Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, 1997.

PALMEIRA, P. R. T., PAULETTO, E. A., TEIXEIRA, C. F. A., GOMES, A. da S., SILVA, J. B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 23, p. 189-195, 1999.

PAULETTO, E. A. **Manual de Laboratório – Determinação dos Atributos Físicos do Solo**. Pelotas – RS, 1997. 59 p.

PINTO, L. F. S. **Potencial de acidificação e de neutralização do carvão, cinzas e materiais geológicos da área de mineração de Candiota-RS**. Relatório da FAPERGS, Ufpel, Pelotas-RS, 1999. 31p.

PINTO, L. F. S. **Potencial de acidificação e de neutralização dos materiais geológicos para a composição do solo construído em área de mineração de carvão**. Porto Alegre-RS, 1997, 186f. Tese (Doutorado em Solos). Faculdade de Agronomia - UFRGS, 1997.

PINTO, L. F. S., KÄMPF, N. Contaminação dos solos construídos. In: TEIXEIRA, E. C., PIRES, M. J. R. (coord). **Meio ambiente e carvão**. Impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, 2002. p.69-92.

POTTER, K. N., CARTER, F. S., DOLL, E. C. Physical properties of constructed and undisturbed soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.52, p.1435-1438, 1988.

POWER, J. F., RIES, R. E., SANDOVAL, L. M. Reclamation of coal-mined land the Northern Great Plains. **Journal of Soil Water Conservation**, v.143, n.2, p. 55-67, 1985.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**, 2. ed. Manole Ltda, São Paulo-SP, 1990. 188p.

REICHARDT, K. **Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 445 p.

REICHARDT, K., TiMM, L.C. **In: Solo, Planta e Atmosfera - Conceitos, Processos e Aplicações**, 1. Ed. Manole, Barueri –SP, 2004. 87-145p.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris, curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo no sistema plantio direto. **Plantio Direto**, v.4, p.25-44, 1997.

REINERT, D. J., MUTTI, L. S. M., ZAGO, A., AZOLIN, M. A. D. & HOFFMANN, C. L. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho Amarelo. **Ci. Rural**, Santa Maria, v.14, p.19-25, 1984.

ROTH, C. H., CASTRO FILHO, C., MEDEIROS, G. B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com agregação de um Latossolo Roxo distrófico. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.15, p.241-248, 1991.

SAAD, A. M., LIBARDI, P. L. Uso do tensiômetro de faixas em pivô central. 1992. Capturado em Jul/2005. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.html>.

SANTOS, D. C. **Alterações químicas e biológicas em solo de área de mineração de carvão submetido a diferentes cultivos**. Pelotas-RS, 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Solos). Programa de Pós – Graduação em Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, 2006.

SARAIVA, O. F., COGO, N. P., MIELNICZUK, J. Perdas por erosão sob precipitação natural em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais.I. Solo da Unidade de Mapeamento São Jerônimo – Segunda etapa experimental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, Passo Fundo-RS, **Anais...**Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978. p.247.

SCHAFER, W. M., NIELSEN, G. A., NETTLETON, W. D. Minesoil genesis and morphology in a spoil chronosequence in Montana. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.44, p.802-807, 1980.

SCHEIBE, L. F. O carvão de Santa Catarina: mineração e consequências ambientais. In: TEIXEIRA, E. C., PIRES, M. J. R. (coord). **Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização.** Porto Alegre, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, 2002. p. 45-64.

SCHNEIDER, P., KÄMPF, N., GIASSON, E. Solos. **In: Carvão e Meio Ambiente.** Centro de Ecologia da UFRGS. ed.: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000. p.45-76.

SCHULTZE, J. P. S. **Recuperação de áreas mineradas.** Estudo da mina de carvão de Candiota-RS. Seminário do Curso de Mestrado em Geologia, UNISINOS, São Leopoldo-RS, 1998, 23p.

SECCO, D., DAROS, C. O., SECCO, J. K. & FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.407-414, 2005.

SILVA, A. P., LIBARDI, P. L. & CAMARGO, O. A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.10, p.91-95, 1986.

SILVA, L. F. & MIELNICZUK, J. Ação do Sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.21, p.113-117, 1997.

SILVA, Z. C. C. Jazidas de carvão no Rio grande do Sul, Brasil, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba, 1987. v.2, p.677-886.

SILVA, L. F. & MIELNICZUCK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.22, p.311-317, 1998.

SILVA, E. M. B., SILVA, T. J. A., OLIVEIRA, L. B., MÉLO, R. F. & JACOMINE, P. K. T. Utilização da cera de abelhas na determinação da densidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 27, n.5, p.955-959, 2003.

SILVA, R. B., DIAS JÚNIOR, M. S., SILVA, F. A. M., FOLE, S. M. O tráfego de máquinas agrícolas e as propriedades físicas, hídricas e mecânicas de um latossolo dos cerrados. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.973-983, 2003.

SIQUEIRA, J. O., MOREIRA, F. M. S., GRISI, B. M., ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Brasília: Embrapa. 1994. 142p.

SMITH, D., WALL W., CHEN, Z., BARNERS, R., SIMONS, B. **Surface Mapping System**: Surfer (Win 32). Versão 6.01, 1995.

SOUZA, L. S. & COGO, N. P. Caracterização física de um solo da umidade de mapeamento São Jerônimo (PALEUDULT), sobre três sistemas de cultivo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.2, p.170-175, 1978.

SOUZA, Z. M., MARQUES JÚNIOR, J., PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.937-944, 2004.

SPERA, S. T., SANTOS, H. P., FORTANELI, R. S., TOM, G. E. Efeitos de sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos do solo e na produtividade. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.533-542, 2004.

STAHL, P. D., PERRYMAN, B. L., SHARMASARKAR, S., MUNN, L. C. Topsoil stockpiling versus exposure to traffic: A case study on In situ Uranium wellfields. **Restoration Ecology**, v.10, n.1, p.129-137, 2002.

STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI, V. L. Penetrômetro de impacto. IAA/Planalsucar – Stolf; recomendação para uso. **Revista STAB**, v.1, n.3, p.18-23, 1983.

STOLF, R., Teorias e testes experimentais de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas-SP, v. 15, n.3, p.229-235, 1991.

STONE, L. F. & SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.25, p.395-401, 2001.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, G., BISSANI, C. A. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 1995, 174p.

TEIXEIRA, C. F. A., PAULETTO, E. A., SILVA, J. B. Resistência mecânica à penetração de um Argissolo Amarelo distrófico típico sob diferentes sistemas de produção em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1165-1167, 2003.

THOMAS, E. G. Topsoil management on mined lands. **Journal of Soil Water Conservation**, v.143, n.44, p. 262-277, 1985.

TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **J. Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

TORMENA, C.A. et al. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo roxo sob plantio direto, **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.22, p.573-581, 1998.

TORMENA, C. A., ROLOFF, G. S. J. C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciados por calagem, preparo inicial e tráfego. **R. Bras. Ci. Solo**. Campinas-SP, v.22, p.301-309, 1998.

TREIN, C. R., COGO, N. P. & LEVEIN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/ milho após pastejo intensivo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.15, p.105-111, 1991.

THURMAN, N. C. & SENCINDNER, J. C. Properties, classification and interpretations of minesoils at two sites in west Virginia. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 50, p. 181 – 185, 1986.

VEIHMEYER, F. J. & HENDRICKSON, A. H. Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soil, **Soil Science**, v. 68, p. 75-94, 1949.

VIEIRA, L. S., SANTOS, P. C. T. C., VIEIRA, N. F. **Solos: propriedades, classificação e manejo**. Brasília: MEC/ ABEAS, 1998. Capturado na internet Fev/2006. Disponível: <http://www.agr.feis.unesp.br>

WAGNER, C. S. & MASSAMBANI, O. Análise da relação intensidade de chuva-energia cinética de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 12, p.197-203, 1998.

WILKINSON, L. **Systat for windows Evanston**: Systat, 1992.

WOHLENBERG, E. V., REICHERT, J. M., REINERT, D. J., BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.28, p.891-900, 2004.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **J. Am. Soc. Agron.** v.28, p.337-351, 1936.

APÊNDICE

TABELA 1A: Média dos três pontos de coleta para cada tratamento pertencente a cada parcela para os blocos I e II da variável Distribuição dos Agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) para a camada de 0,0 - 0,10 m.

Trat.	Rep.	Bloco I - A1								Rep.	Bloco II - A1							
		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O
T1	1	9,41	18,93	26,48	31,64	5,39	8,12	1,92	4,38	13	1,85	11,28	19,33	46,74	7,76	13,05	1,12	4,83
	2	2,42	14,60	17,69	39,37	7,17	18,75	1,20	4,43	14	11,65	20,20	20,69	34,87	4,35	8,24	2,05	5,40
	3	37,02	27,77	15,25	15,80	2,14	2,02	3,92	5,07	15	5,30	15,20	24,39	43,80	4,62	6,68	1,55	7,05
	média	16,29	20,43	19,81	28,94	4,90	9,63	2,35	4,63	média	6,27	15,56	21,47	41,80	5,58	9,32	1,57	5,76
T5	4	9,43	10,49	15,44	41,86	6,72	16,07	1,54	4,89	16	4,66	29,23	27,87	29,88	2,92	5,44	1,94	4,73
	5	22,47	22,02	17,88	29,96	2,93	4,75	2,81	5,03	17	12,68	22,44	25,94	31,08	2,65	5,20	2,25	4,69
	6	8,75	23,73	22,01	34,14	4,29	7,08	1,98	4,42	18	1,86	12,51	24,14	46,69	5,37	9,44	1,22	5,49
	média	13,55	18,74	18,45	35,32	4,64	9,30	2,11	4,78	média	6,40	21,39	25,98	35,88	3,65	6,69	1,80	4,97
T4	7	13,24	22,50	20,05	31,89	4,52	7,78	2,22	4,56	10	13,25	21,11	25,24	34,45	3,69	2,27	2,26	5,44
	8	4,56	20,60	19,83	41,40	5,51	8,09	1,59	4,57	11	4,32	19,27	21,92	38,59	7,02	8,88	1,55	5,49
	9	6,06	14,62	22,12	45,32	4,25	7,63	1,55	3,77	12	5,99	17,13	25,96	35,63	4,71	10,58	1,63	6,15
	média	7,96	19,24	20,67	39,54	4,76	7,83	1,79	4,30	média	7,85	19,17	24,37	36,22	5,14	7,24	1,81	5,70
T3	10	3,19	17,78	26,54	43,00	3,69	5,80	1,51	5,26	7	8,50	18,97	26,50	33,65	3,74	8,64	1,87	5,16
	11	16,52	23,93	19,62	31,11	3,47	5,35	2,49	4,14	8	8,70	17,46	24,23	34,91	5,11	9,59	1,81	5,67
	12	12,65	27,71	22,71	29,93	3,35	3,65	2,37	5,17	9	3,23	12,65	25,18	45,09	4,88	8,98	1,33	6,82
	média	10,79	23,14	22,96	34,68	3,50	4,93	2,12	4,86	média	6,81	16,36	25,30	37,88	4,58	9,07	1,67	5,88
T2	13	5,62	17,27	21,77	43,72	3,54	8,07	1,59	5,86	19	12,37	24,27	25,37	28,32	3,76	5,91	2,27	7,15
	14	12,55	27,64	27,31	26,14	2,49	3,86	2,41	5,03	20	11,90	23,15	25,82	31,77	2,70	4,66	2,22	5,40
	15	13,69	23,67	20,12	22,37	3,57	16,58	2,23	5,21	21	2,34	9,74	18,51	41,82	9,19	18,40	1,06	5,50
	média	10,62	22,86	23,07	30,75	3,20	9,51	2,08	5,37	média	8,87	19,05	23,23	33,97	5,22	9,66	1,85	6,01
T6	16	29,51	38,41	17,82	9,88	1,54	2,85	3,74	4,75	1	0,76	10,33	22,45	41,81	11,04	13,61	1,03	4,73
	17	10,04	23,59	24,37	22,69	2,04	17,27	2,04	4,37	2	6,00	12,44	17,23	42,27	7,33	14,73	1,39	6,77
	18	27,44	26,32	20,33	20,56	2,28	3,06	3,29	4,57	3	1,60	14,21	22,04	45,61	7,05	9,48	1,23	6,04
	média	22,33	29,44	20,84	17,71	1,96	7,73	3,02	4,57	média	2,79	12,33	20,58	43,23	8,47	12,61	1,22	5,85
T7	19	4,09	13,75	24,95	43,52	3,18	10,51	1,41	4,29	6	13,09	16,00	22,19	35,50	4,15	9,07	2,05	5,35
	20	6,76	19,94	26,09	33,82	2,50	10,89	1,77	5,06	5	6,50	16,62	21,06	37,38	6,65	11,79	1,59	6,80
	21	21,32	22,99	18,52	26,91	4,79	5,47	2,76	6,79	4	5,91	20,89	22,33	36,70	2,67	11,50	1,71	5,59
	média	10,72	18,89	23,19	34,75	3,49	8,96	1,98	5,38	média	8,50	17,84	21,86	36,53	4,49	10,79	1,78	5,91
T8	média	41,93	17,30	11,43	13,23	9,72	6,40	3,88	20,63	média	42,24	19,45	13,83	11,98	7,98	4,52	4,00	25,53

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 2A: Média dos três pontos de coleta para cada tratamento pertencente a cada parcela para os blocos II e III da variável Distribuição dos Agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) para a camada de 0,0 - 0,10 m.

trat.	Rep.	Bloco III - A1								Rep.	Bloco IV - A1							
		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O
T1	13	17,05	21,96	22,77	22,25	3,02	12,95	1,82	4,18	4	0,97	14,66	22,33	46,89	5,17	9,98	1,21	5,65
	14	10,81	20,78	21,87	36,78	2,91	6,85	1,77	6,27	5	17,15	24,67	21,49	28,36	2,47	5,85	2,57	4,85
	15	14,35	24,28	19,46	31,73	3,14	7,03	2,24	5,24	6	9,08	16,77	21,12	41,36	3,79	7,88	1,80	5,23
	Média	14,07	22,34	21,37	30,25	3,02	8,95	1,94	5,23	Média	9,07	18,70	21,64	38,87	3,81	7,90	1,86	5,24
T5	10	20,17	23,65	19,25	28,69	3,28	4,96	1,79	4,96	1	18,44	26,33	18,12	28,34	3,24	5,54	2,66	5,23
	11	7,64	21,25	24,63	34,32	3,70	8,45	1,84	7,65	2	2,69	17,58	23,55	40,95	5,90	9,34	1,41	5,93
	12	9,08	24,01	26,91	33,41	3,20	3,39	1,63	4,86	3	6,63	20,27	18,50	39,51	5,47	9,61	1,70	4,57
	Média	12,30	22,97	23,60	32,14	3,39	5,60	1,76	5,82	Média	9,25	21,39	20,06	36,27	4,87	8,16	1,92	5,24
T4	19	28,18	23,89	20,98	20,77	2,10	4,07	1,50	6,16	13	9,87	22,23	26,63	32,76	2,80	5,71	2,07	5,16
	20	29,14	25,78	19,95	20,53	2,14	2,46	1,56	4,68	14	9,25	16,44	16,74	44,43	4,04	9,09	1,76	5,89
	21	43,53	20,14	18,08	13,82	2,34	2,10	1,75	5,59	15	10,96	21,46	22,26	34,77	3,25	7,29	2,07	7,16
	Média	33,62	23,27	19,67	18,37	2,20	2,88	1,60	5,47	Média	10,03	20,05	21,88	37,32	3,36	7,36	1,97	6,07
T3	16	3,84	9,50	19,77	38,66	6,74	21,49	2,13	6,09	10	4,56	12,33	24,59	44,96	3,96	9,59	1,40	6,69
	17	10,88	27,02	27,32	25,37	2,38	7,03	1,62	4,46	11	12,02	19,54	20,77	36,91	3,23	7,52	2,07	5,65
	18	6,33	23,87	24,60	34,22	4,10	6,89	2,09	5,38	12	7,17	19,14	25,98	34,43	3,91	9,37	1,78	5,46
	Média	7,02	20,13	23,90	32,75	4,41	11,80	1,95	5,31	Média	7,92	17,00	23,78	38,77	3,70	8,83	1,75	5,93
T2	7	51,01	31,09	8,89	6,15	0,84	2,02	2,74	4,96	19	3,35	13,99	23,07	47,43	4,37	7,79	1,36	4,62
	8	41,77	36,85	11,56	6,44	1,01	2,37	2,01	4,82	20	19,46	21,47	19,89	29,60	2,78	6,79	2,61	4,33
	9	18,91	23,52	21,00	27,41	3,22	5,94	2,33	4,84	21	4,91	28,07	16,33	37,56	3,92	9,20	1,79	4,80
	Média	37,23	30,49	13,82	13,33	1,69	3,44	2,36	4,87	Média	9,24	21,18	19,76	38,20	3,69	7,93	1,92	4,58
T6	1	5,82	23,62	25,12	32,82	3,34	9,28	1,75	6,28	16	9,17	24,08	25,74	32,63	2,35	6,03	2,07	5,23
	2	0,62	11,49	22,00	47,82	5,65	12,43	2,24	5,57	17	29,31	22,61	16,36	24,34	2,83	4,54	3,26	4,66
	3	26,84	34,37	16,82	16,13	1,88	3,96	1,98	6,06	18	18,31	22,62	17,76	31,57	3,40	6,34	2,54	5,84
	Média	11,09	23,16	21,31	32,26	3,62	8,56	1,99	5,97	Média	18,93	23,10	19,95	29,52	2,86	5,64	2,63	5,24
T7	6	8,53	28,63	21,85	26,56	2,62	11,82	2,42	4,03	7	13,57	27,89	20,82	29,31	2,79	5,62	2,41	6,32
	4	29,41	20,40	18,77	25,53	1,93	3,96	2,11	5,62	8	25,40	23,66	19,12	22,81	3,23	5,78	3,05	4,84
	5	53,71	23,04	9,48	10,60	1,97	1,21	1,49	5,43	9	10,85	23,04	20,55	34,13	4,39	7,04	2,09	5,61
	Média	30,55	24,02	16,70	20,89	2,17	5,66	2,00	5,03	Média	16,60	24,87	20,16	28,75	3,47	6,15	2,52	5,59
T8	Média	34,55	17,60	12,06	14,38	10,46	10,95	3,39	22,14	Média	34,14	18,95	14,16	13,19	9,54	9,55	3,44	22,19

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 3A: Média dos três pontos de coleta para cada tratamento pertencente a cada parcela para os blocos I e II da variável Distribuição dos Agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) para a camada de 0,10 - 0,20 m.

Trat.	Rep.	Bloco I - A2								Rep.	Bloco II - A2							
		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O
T1	1	47,56	30,89	11,40	7,17	1,14	1,83	4,66	3,23	13	11,75	26,26	19,72	30,97	5,13	6,17	2,23	4,39
	2	18,38	39,62	20,68	16,27	1,79	3,25	3,07	3,77	14	3,96	21,87	23,87	38,04	3,89	8,38	1,63	6,80
	3	15,42	29,56	17,99	30,08	2,78	4,17	2,57	4,02	15	23,34	36,48	20,65	14,67	1,80	3,06	3,31	4,20
	média	27,12	33,36	16,69	17,84	1,90	3,09	3,43	3,67	média	13,02	28,20	21,41	27,89	3,61	5,87	2,39	5,13
T5	4	23,40	34,13	19,38	19,49	1,68	1,92	3,24	3,33	16	32,55	36,24	16,49	11,96	1,18	1,58	3,87	5,12
	5	30,12	34,24	17,31	13,12	1,63	3,58	3,65	5,68	17	38,07	31,15	14,58	11,30	1,94	2,96	4,06	5,26
	6	11,68	32,02	19,76	27,16	3,99	5,38	2,39	4,21	18	8,69	20,50	28,12	33,81	2,27	6,62	1,96	7,18
	média	21,74	33,47	18,82	19,92	2,43	3,63	3,10	4,41	média	26,44	29,30	19,73	19,02	1,80	3,72	3,30	5,85
T4	7	27,14	34,39	19,26	14,33	1,73	3,15	3,48	5,38	10	54,78	23,65	10,41	6,40	0,85	3,92	4,91	4,77
	8	15,19	35,53	21,63	21,75	3,00	2,89	2,76	4,31	11	12,61	26,07	21,18	28,44	4,94	6,75	2,29	5,10
	9	15,52	34,83	18,61	19,97	3,48	7,60	2,70	3,04	12	3,73	18,78	26,86	36,59	5,50	8,54	1,55	6,26
	média	19,28	34,92	19,83	18,68	2,73	4,55	2,98	4,24	média	23,71	22,83	19,48	23,81	3,76	6,40	2,92	5,37
T3	10	17,32	29,50	19,84	27,33	3,78	2,23	2,71	2,35	7	9,98	23,04	25,31	33,49	4,89	3,28	2,09	5,81
	11	10,12	39,32	27,85	17,79	1,98	2,94	2,59	3,92	8	29,79	31,48	13,40	20,13	2,62	2,57	3,52	5,71
	12	28,06	36,95	16,31	14,31	1,94	2,43	3,59	4,02	9	29,21	30,11	14,75	19,91	2,79	3,23	3,46	6,09
	média	18,50	35,26	21,34	19,81	2,57	2,53	2,96	3,43	média	25,55	31,35	20,30	16,96	2,57	3,27	3,02	5,87
T2	13	3,46	13,31	18,04	47,52	5,58	12,10	1,28	7,16	19	31,22	36,84	16,83	11,49	1,53	2,09	3,80	6,33
	14	12,51	17,84	19,49	39,21	4,06	6,89	2,04	3,36	20	21,21	29,77	24,14	18,55	1,93	4,40	3,00	5,38
	15	8,42	27,69	23,95	31,71	3,06	5,17	2,11	3,89	21	4,83	25,28	31,45	30,22	4,30	3,92	1,87	7,43
	média	8,13	19,61	20,49	39,48	4,23	8,05	1,81	4,81	média	19,09	30,63	24,14	20,09	2,59	3,47	2,89	6,38
T6	16	4,44	25,16	26,09	34,86	3,78	5,68	1,79	3,72	1	5,15	22,83	25,82	35,92	4,45	5,83	1,76	4,13
	17	15,94	44,80	21,43	12,99	1,14	3,70	3,06	4,31	2	19,93	36,38	19,58	13,60	5,81	4,71	3,05	5,81
	18	7,18	28,37	31,53	25,02	2,91	4,99	2,11	4,51	3	5,82	19,58	25,64	33,40	5,05	10,52	1,68	10,81
	média	9,19	32,78	26,35	24,29	2,61	4,79	2,32	4,18	média	10,30	26,26	23,68	27,64	5,10	7,02	2,16	6,92
T7	19	3,28	24,16	28,44	36,32	2,21	5,59	1,71	4,43	6	25,02	27,94	18,71	22,35	2,74	3,24	3,16	5,38
	20	4,62	19,63	35,21	33,62	2,17	4,75	1,74	4,04	5	27,71	27,41	17,68	20,19	2,46	4,55	3,30	5,29
	21	37,48	32,15	14,36	12,55	1,74	1,72	4,06	4,70	4	14,02	28,33	23,02	26,03	2,98	5,62	2,48	5,57
	média	15,13	25,31	26,00	27,50	2,04	4,02	2,50	4,39	média	22,25	27,89	19,80	22,86	2,73	4,47	2,98	5,41
T8	média	33,43	17,66	13,09	15,88	11,36	8,58	3,34	15,13	média	32,74	20,05	16,13	15,86	10,46	4,75	3,41	6,07

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 4A: Média dos três pontos de coleta para cada tratamento pertencente a cada parcela para os blocos III e IV da variável Distribuição dos Agregados estáveis em água nas diferentes classes de tamanho, diâmetro médio ponderado (DMP) e carbono orgânico (C.O) para a camada de 0,10 - 0,20 m.

Trat.	Rep.	Bloco III - A2								Rep.	Bloco IV - A2							
		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O		9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,25	0,25-0,105	< 0,105	DMP	C.O
T1	13	14,39	26,10	20,41	18,14	3,78	17,18	2,45	4,34	4	46,26	20,79	13,56	14,08	2,06	3,26	4,30	6,13
	14	50,82	20,06	9,04	6,04	1,38	12,66	2,23	5,02	5	13,76	16,78	16,89	33,66	7,37	11,54	2,03	4,93
	15	38,72	25,90	11,90	5,48	1,70	16,32	2,19	4,96	6	10,99	22,52	26,22	30,07	2,98	7,21	2,14	5,04
	Média	34,64	24,02	13,78	9,88	2,29	15,39	2,29	4,78	Média	23,67	20,03	18,89	25,94	4,14	7,34	2,82	5,37
T5	10	29,12	32,90	16,11	14,86	2,19	4,84	2,72	5,85	1	11,26	21,25	20,46	36,87	3,43	6,73	2,07	5,56
	11	29,22	23,30	16,28	15,43	3,10	12,69	1,83	6,66	2	12,59	24,41	23,57	26,77	3,48	9,17	2,25	4,47
	12	26,98	22,26	13,94	13,45	4,19	19,19	2,08	5,29	3	31,82	26,33	15,60	21,10	2,19	2,95	3,53	5,23
	Média	28,44	26,15	15,44	14,58	3,16	12,24	2,21	5,93	Média	18,55	24,00	19,88	28,25	3,03	6,29	2,62	5,09
T4	19	14,55	19,49	18,69	18,31	3,41	25,54	3,74	5,67	13	51,57	18,81	11,48	13,36	2,09	2,70	4,58	5,28
	20	24,41	22,50	13,59	19,79	4,22	15,50	3,38	5,76	14	21,65	21,84	17,12	28,31	3,41	7,68	2,73	5,98
	21	19,64	30,85	21,68	19,81	2,72	5,31	4,15	4,49	15	13,53	24,42	25,02	28,23	3,11	5,70	2,35	5,75
	Média	19,53	24,28	17,99	19,30	3,45	15,45	3,76	5,30	Média	28,92	21,69	17,87	23,30	2,87	5,36	3,22	5,67
T3	16	16,78	21,97	17,17	18,37	5,28	20,43	1,16	7,08	10	9,59	22,17	21,96	35,56	3,42	7,30	2,00	5,47
	17	29,64	20,13	12,61	15,64	4,08	17,91	2,59	5,52	11	57,39	19,53	8,47	9,85	1,84	2,91	4,95	5,23
	18	19,92	17,20	17,10	22,17	4,37	19,26	1,92	4,67	12	16,34	27,27	22,31	27,08	2,51	4,50	2,60	4,38
	Média	22,11	19,76	15,63	18,73	4,57	19,20	1,89	5,76	Média	27,77	22,99	17,58	24,16	2,59	4,91	3,18	5,03
T2	7	27,43	29,94	16,04	16,49	2,19	7,92	4,65	3,49	19	25,07	17,85	17,80	29,12	4,29	5,86	2,86	5,09
	8	21,37	34,18	16,28	18,25	2,96	6,98	4,40	4,67	20	48,84	27,00	11,03	10,14	1,28	1,72	4,63	4,71
	9	25,62	30,85	18,33	16,38	1,73	7,10	2,42	6,28	21	25,34	20,98	21,35	23,35	3,73	5,24	3,00	4,23
	Média	24,81	31,65	16,88	17,04	2,29	7,33	3,82	4,82	Média	33,09	21,94	16,73	20,87	3,10	4,27	3,49	4,67
T6	1	35,20	25,45	12,22	12,13	2,43	12,58	1,80	6,70	16	20,16	23,69	24,54	24,51	2,84	4,25	2,77	4,80
	2	33,75	24,02	13,73	10,34	2,58	15,58	1,09	5,29	17	47,73	20,95	11,92	13,17	2,59	3,63	4,38	7,14
	3	10,03	25,68	17,84	20,48	5,16	20,77	3,29	5,48	18	46,29	24,84	14,17	11,42	1,49	1,79	4,44	5,56
	Média	26,33	25,05	14,60	14,31	3,39	16,31	2,06	5,82	Média	38,06	23,16	16,88	16,37	2,31	3,23	3,86	5,83
T7	6	21,54	32,84	16,57	17,77	2,77	8,52	2,25	4,34	7	60,38	21,70	8,14	7,01	1,14	1,63	5,22	4,66
	4	16,11	23,92	16,68	19,73	4,90	18,67	3,24	5,43	8	50,37	23,07	12,07	11,27	1,14	2,07	4,63	4,37
	5	26,70	22,70	15,85	16,92	3,87	13,98	4,90	5,29	9	18,86	28,09	25,03	20,93	1,98	5,12	2,81	5,61
	média	21,45	26,49	16,36	18,14	3,84	13,73	3,46	5,02	média	43,20	24,28	15,08	13,07	1,42	2,94	4,22	4,88
T8	média	31,68	16,74	15,13	15,53	12,45	8,47	3,21	15,62	média	25,52	18,14	15,02	17,92	14,37	9,01	2,84	17,7

T1 - Hemátria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemátria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 5A: Médias finais da estabilidade de agregados em água para as diferentes classes de tamanho, DMP e carbono orgânico (C.O) para cada tratamento e para cada bloco na camada de 0,0 - 0,10 m na área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Classes (mm)	Bloco	Tratamentos							
		T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7	T8
9,52 - 4,76	1	16,29	13,55	7,96	10,79	10,62	22,33	10,72	41,93
	2	6,27	6,40	7,85	6,81	8,87	2,79	8,50	42,24
	3	14,07	12,30	33,62	7,02	37,23	11,09	30,55	34,55
	4	9,07	9,25	10,03	7,92	9,24	18,93	16,60	34,14
	média	11,43	10,38	14,87	8,14	16,49	13,79	16,59	38,22
4,76 - 2,00	1	20,43	18,74	19,24	23,14	22,86	29,44	18,89	17,30
	2	15,56	21,39	19,17	16,36	19,05	12,33	17,84	19,45
	3	22,34	22,97	23,27	20,13	30,49	23,16	24,02	17,60
	4	18,70	21,39	20,05	17,00	21,18	23,10	24,87	18,95
	média	19,26	21,12	20,43	19,16	23,40	22,01	21,41	18,33
2,00 - 1,00	1	19,81	18,45	20,67	22,96	23,07	20,84	23,19	11,43
	2	21,47	25,98	24,37	25,30	23,23	20,58	21,86	13,83
	3	21,37	23,60	19,67	23,90	13,82	21,31	16,70	12,06
	4	21,64	20,06	21,88	23,78	19,76	19,95	20,16	14,18
	média	21,07	22,02	21,65	23,99	19,97	20,67	20,48	12,88
1,00 - 0,25	1	28,94	35,32	39,54	34,68	30,75	17,71	34,75	13,23
	2	41,80	35,88	36,22	37,88	33,97	43,23	36,53	11,98
	3	30,25	32,14	18,37	32,75	13,33	32,26	20,89	14,38
	4	38,87	36,27	37,32	38,77	38,20	29,52	28,75	13,19
	média	34,97	34,90	32,86	36,02	29,06	30,68	30,23	13,20
0,25 - 0,105	1	4,90	4,64	4,76	3,50	3,20	1,96	3,49	9,72
	2	5,58	3,65	5,14	4,58	5,22	8,47	4,49	7,98
	3	3,02	3,39	2,20	4,41	1,69	3,62	2,17	10,46
	4	3,81	4,87	3,36	3,70	3,69	2,86	3,47	9,54
	média	4,33	4,14	3,87	4,05	3,45	4,23	3,41	9,43
< 0,105	1	9,63	9,30	7,83	4,93	9,51	7,73	8,96	6,40
	2	9,32	6,69	7,24	9,07	9,66	12,61	10,79	4,52
	3	8,95	5,60	2,88	11,80	3,44	8,56	5,66	10,95
	4	7,90	8,16	7,36	8,83	7,93	5,64	6,15	9,55
	média	8,95	7,44	6,33	8,66	7,64	8,64	7,89	7,86
DMP (mm)	1	2,35	2,11	1,79	2,12	2,08	3,02	1,98	3,88
	2	1,57	1,80	1,81	1,67	1,85	1,22	1,78	4,00
	3	1,94	1,76	1,60	1,95	2,36	1,99	2,00	3,39
	4	1,86	1,92	1,97	1,75	1,92	2,63	2,52	3,44
	média	1,93	1,90	1,79	1,87	2,06	2,23	2,07	3,68
C.O (g/Kg)	1	4,63	4,78	4,30	4,86	5,37	4,57	5,38	20,63
	2	5,76	4,97	5,70	5,88	6,01	5,85	5,91	25,53
	3	5,23	5,82	5,47	5,31	4,87	5,97	5,03	22,14
	4	5,24	5,24	6,07	5,93	4,58	5,24	5,59	22,19
	média	5,22	5,20	5,39	5,50	5,21	5,41	5,48	22,62

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 6A: Médias finais da estabilidade de agregados em água para as diferentes classes de tamanho, DMP e carbono orgânico (C.O) para cada tratamento e para cada bloco na camada de 0,10 - 0,20 m na área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Classes (mm)	Bloco	Tratamentos							
		T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7	T8
9,52 - 4,76	1	27,12	21,74	19,28	18,50	8,13	9,19	15,13	33,43
	2	13,02	26,44	23,71	25,55	19,09	10,30	22,25	32,74
	3	34,64	28,44	19,53	22,11	24,81	26,33	21,45	31,68
	4	23,67	18,55	28,92	27,77	33,09	38,06	43,20	25,52
	média	24,61	23,79	22,86	23,48	21,28	20,97	25,51	30,84
4,76 - 2,00	1	33,36	33,47	34,92	35,26	19,61	32,78	25,31	17,66
	2	28,20	29,30	22,83	31,35	30,63	26,26	27,89	20,05
	3	24,02	26,15	24,28	19,76	31,65	25,05	26,49	16,74
	4	20,03	24,00	21,69	22,99	21,94	23,46	24,28	18,14
	média	26,40	28,23	25,93	27,34	25,96	26,89	25,99	18,15
2,00 - 1,00	1	16,69	18,82	19,83	21,34	20,49	26,35	26,00	13,09
	2	21,41	19,73	19,48	20,30	24,14	23,68	19,80	16,13
	3	13,78	15,44	17,99	15,63	16,88	14,60	16,36	15,13
	4	18,89	19,88	17,87	17,58	16,73	16,88	15,08	15,02
	média	17,69	18,47	18,79	18,71	19,56	20,38	19,31	14,84
1,00 - 0,25	1	17,84	19,92	18,68	19,81	39,48	24,29	27,50	15,88
	2	27,89	19,02	23,81	16,96	20,09	27,64	22,86	15,86
	3	9,88	14,58	19,30	18,73	17,04	14,31	18,14	15,53
	4	25,94	28,25	23,30	24,16	20,87	16,37	13,07	17,92
	média	20,39	20,44	21,27	19,92	24,38	20,65	20,39	16,30
0,25 - 0,105	1	1,90	2,43	2,73	2,57	4,23	2,61	2,04	11,36
	2	3,61	1,80	3,76	2,57	2,59	5,10	2,73	10,46
	3	2,29	3,16	3,45	4,57	2,29	3,39	3,84	12,45
	4	4,14	3,03	2,87	2,59	3,10	2,31	1,42	14,37
	média	2,99	2,61	3,20	3,08	3,05	3,35	2,51	12,16
< 0,105	1	3,09	3,63	4,55	2,53	8,05	4,79	4,02	8,58
	2	5,87	3,72	6,40	3,27	3,47	7,02	4,47	4,75
	3	15,39	12,24	15,45	19,20	7,33	16,31	13,73	8,47
	4	7,34	6,29	5,36	4,91	4,27	3,23	2,94	9,01
	média	7,92	6,47	7,94	7,48	5,78	7,84	6,29	7,70
DMP (mm)	1	3,43	3,10	2,98	2,96	1,81	2,32	2,50	3,34
	2	2,39	3,30	2,92	3,27	2,89	2,16	2,98	3,41
	3	2,29	2,21	3,76	1,89	3,82	2,06	3,46	3,21
	4	2,82	2,62	3,22	3,18	3,49	3,86	4,22	2,84
	média	2,73	2,81	3,22	2,83	3,00	2,60	3,29	3,20
C.O (g/Kg)	1	3,67	4,41	4,24	3,43	4,81	4,18	5,39	15,13
	2	5,13	5,85	5,37	5,87	6,38	6,92	5,41	16,07
	3	4,78	5,93	5,30	5,76	4,82	5,82	5,02	15,62
	4	5,37	5,09	5,67	5,03	4,67	5,83	4,88	17,70
	média	4,74	5,32	5,15	5,02	5,17	5,69	5,18	16,13

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 7A: Médias gerais dos teores de areia para cada tratamento nos blocos I, II, III e IV nas camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

Tratam.	Areia (%) - camada de 0,0 - 0,10 m						Areia (%) - camada de 0,10 - 0,20 m					
	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral
T1	1	31,6890	30,0830	31,4280	32,6527	31,4632	1	34,5177	34,3623	25,7163	34,5243	32,2802
	2	32,0323	33,3680	35,9013	31,2810	33,1457	2	32,0450	34,1347	32,3555	28,9067	31,8605
	3	33,8640	34,4210	32,9650	32,4187	33,4172	3	33,3023	35,3467	31,3113	31,6577	32,9045
	Média	32,5284	32,6240	33,4314	32,1174	32,6753	Média	33,2883	34,6146	29,7944	31,6962	32,3484
T5	1	33,9447	33,0707	37,5617	32,6550	34,3080	1	27,8403	35,0810	31,5507	33,5047	31,9942
	2	33,1627	32,7853	34,1570	32,2280	33,0833	2	27,6087	35,4010	37,4310	31,8087	33,0623
	3	36,0313	30,6470	34,1050	35,1687	33,9880	3	29,4103	33,0463	32,1603	33,0047	31,9054
	Média	34,3796	32,1677	35,2746	33,3506	33,7931	Média	28,2864	34,5094	33,7140	32,7727	32,3206
T4	1	33,4615	32,4397	32,2430	29,1770	31,8303	1	38,1185	33,8883	29,3587	28,5867	32,4880
	2	31,6383	35,8730	29,2007	33,3790	32,5228	2	32,0550	31,0820	30,9217	30,5387	31,1493
	3	30,2383	32,3407	30,7327	35,3013	32,1533	3	29,0143	34,4020	27,4857	33,9813	31,2208
	Média	31,7794	33,5511	30,7254	32,6191	32,1688	Média	33,0626	33,1241	29,2553	31,0356	31,6194
T3	1	34,0707	32,3637	36,2043	32,9163	33,8888	1	30,1617	32,5437	28,8390	34,7363	31,5702
	2	32,0710	33,2513	29,7870	33,2040	32,0783	2	27,5897	33,6540	32,7993	27,5120	30,3888
	3	34,4597	31,1610	31,2653	36,1063	33,2481	3	30,4113	32,8523	29,6867	36,2657	32,3040
	Média	33,5338	32,2587	32,4189	34,0756	33,0717	Média	29,3876	33,0167	30,4417	31,1242	30,9925
T2	1	36,5910	34,3330	37,6760	34,0563	35,6641	1	34,1370	42,6917	26,3927	28,6247	32,9615
	2	31,1133	30,4153	39,2727	36,6870	34,3721	2	29,1587	35,0587	28,0100	27,4367	29,9160
	3	32,5183	33,6287	36,2813	37,2453	34,9184	3	30,7640	40,1807	30,4253	36,2657	34,4089
	Média	33,4076	32,7923	37,7433	35,9962	34,9849	Média	31,3532	39,3103	28,2760	30,7757	32,4288
T6	1	34,5203	35,5930	32,3850	29,2660	32,9411	1	29,2643	38,5970	30,7577	28,5013	31,7801
	2	32,8853	34,1067	32,3353	37,2324	34,1399	2	28,5500	37,7760	28,4710	30,6207	31,3544
	3	33,9557	32,7347	32,2907	35,8407	33,7054	3	30,4233	31,0925	30,8273	30,6737	30,7542
	Média	33,9557	34,1448	32,3370	34,1130	33,6376	Média	29,4126	35,8218	30,0187	29,9319	31,2962
T7	a (P)	33,7493	33,8760	31,2230	32,5860	32,8586	a (P)	33,0677	32,3523	29,1240	28,9670	30,8778
	b (C)	33,2823	33,7047	30,8000	34,4223	33,0523	b (C)	30,1800	33,3225	28,8230	30,2637	30,6473
	c (A)	32,3237	35,7533	31,0687	40,9817	35,0318	c (A)	33,2950	33,0650	28,5330	34,2357	32,2822
	Média	33,1184	34,4447	31,0306	35,9967	33,6476	Média	32,1809	32,9133	28,8267	31,1554	31,2691
Média Geral	33,2155	33,4303	32,7803	34,4735	33,4749	Média Geral	31,2593	34,3485	29,7756	31,2003	31,6459	
T8	Média	54,8672	47,1977	45,6773	43,3740	47,7790	Média	52,2392	39,6580	42,7865	43,2797	44,4908

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 8A: Médias gerais dos teores de silte para cada tratamento nos blocos I, II, III e IV nas camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

Tratam.	Silte (%) - camada de 0,0 - 0,10 m						Silte (%) - camada de 0,10 - 0,20 m					
	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral
T1	1	22,0080	20,7120	20,4400	21,7000	21,2150	1	19,2226	23,0540	19,6260	23,1060	21,2521
	2	20,4860	19,2380	19,2880	22,3000	20,3280	2	20,7700	25,2420	20,1900	21,8620	22,0160
	3	22,2200	23,1620	21,6720	20,4267	21,8702	3	19,5420	22,4833	17,4860	19,4800	19,7478
	Média	21,5713	21,0373	20,4667	21,4756	21,1377	Média	19,8449	23,5931	19,1007	21,4827	21,0053
T5	1	22,0080	19,7640	18,5360	22,6920	20,7500	1	19,3228	21,2991	22,2780	19,0620	20,4905
	2	21,8680	20,9940	24,8560	22,7600	22,6195	2	17,6730	22,0500	20,3020	19,7880	19,9533
	3	20,9000	22,3760	18,9520	19,5740	20,4505	3	18,7044	22,2033	19,8660	20,4360	20,3024
	Média	21,5920	21,0447	20,7813	21,6753	21,2733	Média	18,5667	21,8508	20,8153	19,7620	20,2487
T4	1	21,7800	19,5040	21,9700	22,6120	21,4665	1	18,3180	20,8300	21,1040	21,0820	20,3335
	2	23,1940	23,1640	25,8287	23,0500	23,8092	2	18,8000	20,8900	21,5380	20,1220	20,3375
	3	21,5259	20,7360	21,0080	22,5380	21,4520	3	18,6340	22,2060	20,9200	21,9320	20,9230
	Média	22,1666	21,1347	22,9356	22,7333	22,2425	Média	18,5840	21,3087	21,1873	21,0453	20,5313
T3	1	21,6880	28,6960	22,7500	21,5280	23,6655	1	18,2440	22,0480	23,1731	18,6440	20,5273
	2	18,5058	23,2360	23,0660	22,0680	21,7190	2	17,0040	20,3000	21,8300	17,0440	19,0445
	3	20,0691	23,3220	20,9560	20,0020	21,0873	3	18,9780	23,9520	21,1653	20,6580	21,1883
	Média	20,0876	25,0847	22,2573	21,1993	22,1572	Média	18,0753	22,1000	22,0561	17,8440	20,0189
T2	1	21,8258	21,8120	16,4726	18,0920	19,5506	1	20,8920	21,5600	19,3400	22,6200	21,1030
	2	19,7835	24,2060	17,9960	20,0800	20,5164	2	19,7260	23,6520	18,2240	20,5740	20,5440
	3	19,7465	20,2060	18,1920	20,5780	19,6806	3	18,0020	20,8740	24,8493	20,6580	21,0958
	Média	20,4519	22,0747	17,5535	19,5833	19,9159	Média	19,5400	22,0287	20,8044	21,2840	20,9143
T6	1	21,1925	20,5960	23,6280	22,3548	21,9428	1	18,2904	22,3600	23,6300	22,1240	21,6011
	2	20,4515	23,7940	23,9100	19,1660	21,8304	2	18,3840	18,7000	21,2020	22,2960	20,1455
	3	19,9971	22,7640	21,8140	20,5420	21,2793	3	18,9580	22,1020	19,2480	21,3500	20,4145
	Média	19,9971	22,3847	23,1173	20,6876	21,5467	Média	18,5441	21,0540	21,3600	21,9233	20,7204
T7	a (P)	20,4035	21,7000	20,1280	24,6853	21,7292	a (P)	18,7560	18,9640	17,6400	20,3540	18,9285
	b (C)	19,5585	21,3960	23,3160	21,4380	21,4271	b (C)	19,9600	19,8480	24,7660	16,3560	20,2325
	c (A)	19,7811	21,3440	23,0800	16,8600	20,2663	c (A)	19,4040	21,1540	22,4080	19,4220	20,5970
	Média	19,9144	21,4800	22,1747	20,9944	21,1409	Média	19,3733	19,9887	21,6047	18,7107	19,9193
Média Geral	20,6233	21,9112	21,5151	21,1486	21,2996	Média Geral	19,0306	21,3224	21,1264	19,9415	20,3552	
T8	Média	21,248	23,459	33,539	30,475	27,180	Média	21,7554	19,1634	32,4541	29,0638	25,6092

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidicola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 9A: Médias gerais dos teores de argila total para cada tratamento nos blocos I, II, III e IV nas camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

Tratam.	Argila (%) - camada de 0,0 - 0,10 m						Argila (%) - camada de 0,10 - 0,20 m					
	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral
T1	1	46,3032	49,2072	48,1272	45,6472	47,3212	1	46,2598	42,5832	54,6552	42,3672	46,4663
	2	47,4792	47,3952	44,8072	46,4232	46,5262	2	47,1832	40,6232	47,4552	49,2312	46,1232
	3	43,9192	42,4152	45,3592	47,1512	44,7112	3	47,1512	42,1699	51,2072	48,8632	47,3479
	Média	45,9005	46,3392	46,0979	46,4072	46,1862	Média	46,8647	41,7921	51,1059	46,8205	46,6458
T5	1	44,0472	47,1672	43,9032	44,6552	44,9432	1	52,8368	43,6168	46,1672	47,4312	47,5130
	2	44,9672	46,2232	40,9832	45,0152	44,2972	2	54,7136	42,5472	42,2632	48,4072	46,9828
	3	43,0712	46,9772	46,9432	45,2552	45,5617	3	51,8888	44,7492	47,9752	46,5592	47,7931
	Média	44,0285	46,7892	43,9432	44,9752	44,9340	Média	53,1464	43,6377	45,4685	47,4659	47,4296
T4	1	44,7552	48,0552	45,7832	48,2152	46,7022	1	43,5672	45,2792	49,5352	50,3352	47,1792
	2	45,1672	40,9632	44,9752	43,5672	43,6682	2	49,1432	48,0232	47,5432	49,3352	48,5112
	3	48,2312	46,9272	48,2632	42,1592	46,3952	3	52,3512	43,3912	51,5912	44,0872	47,8552
	Média	46,0512	45,3152	46,3405	44,6472	45,5885	Média	48,3539	45,5645	49,5565	47,9192	47,8485
T3	1	44,2392	38,9432	41,0472	45,5512	42,4452	1	51,5912	45,4072	47,9911	46,6232	47,9032
	2	49,4232	43,5112	47,1512	44,7272	46,2032	2	55,4072	46,0445	45,3752	55,4392	50,5665
	3	45,4712	45,5192	47,7832	43,8952	45,6672	3	50,6152	43,1912	49,1508	43,0792	46,5091
	Média	46,3779	42,6579	45,3272	44,7245	44,7719	Média	52,5379	44,8810	47,5057	51,0312	48,9889
T2	1	41,5832	43,8552	45,8472	47,8472	44,7832	1	44,9752	35,7512	54,2632	48,7592	45,9372
	2	49,1032	45,3832	42,7352	43,2312	45,1132	2	51,1112	41,2872	53,7672	51,9912	49,5392
	3	47,7352	46,1672	45,5272	42,1752	45,4012	3	51,2312	38,9432	44,7272	43,0792	44,4952
	Média	46,1405	45,1352	44,7032	44,4179	45,0992	Média	49,1059	38,6605	50,9192	47,9432	46,6572
T6	1	44,2872	43,8072	43,9912	48,3752	45,1152	1	52,4408	39,0472	45,6152	49,3752	46,6196
	2	46,6632	42,0952	43,7512	43,5992	44,0272	2	53,0632	43,5192	50,3272	47,0872	48,4992
	3	46,0472	44,5032	45,8952	43,6205	45,0165	3	50,6152	46,8072	49,9272	47,9752	48,8312
	Média	46,0472	43,4685	44,5459	45,1983	44,8150	Média	52,0397	43,1245	48,6232	48,1459	47,9833
T7	a (P)	45,8472	44,4232	48,6472	42,7272	45,4112	a (P)	48,1752	48,6792	53,2392	50,6792	50,1932
	b (C)	47,1592	44,9032	45,8792	44,1432	45,5212	b (C)	49,8552	46,8312	46,4099	53,3832	49,1199
	c (A)	47,8952	42,9032	45,8552	42,1592	44,7032	c (A)	47,2992	45,7832	49,0632	46,3432	47,1222
	Média	46,9672	44,0765	46,7939	43,0099	45,2119	Média	48,4432	47,0979	49,5708	50,1352	48,8118
Média Geral		46,1608	44,6594	45,7044	44,3778	45,2256	Média Geral	49,7087	44,3282	49,0990	48,8591	47,9987
T8	Média	23,885	29,343	20,783	26,150	25,040	Média	26,0054	41,1786	24,7594	27,6565	29,9000

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 10A: Médias gerais dos teores de argila dispersa em água para cada tratamento nos blocos I, II, III e IV nas camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

Tratam.	Argila Dispersa (%) - camada de 0,0 - 0,10 m						Argila Dispersa (%) - camada de 0,10 - 0,20 m					
	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral	Repetição	B I	B II	B III	B IV	Méd. Geral
T1	1	35,5680	36,6240	39,7080	32,7600	36,1650	1	31,7160	6,3360	8,9280	27,3000	18,5700
	2	37,0080	36,9120	34,5120	37,9200	36,5880	2	25,5320	17,7360	9,4560	3,0120	13,9340
	3	36,4560	35,4360	34,3200	33,8040	35,0040	3	0,4080	19,7640	37,6560	30,7200	22,1370
	Média	36,3440	36,3240	36,1800	34,8280	35,9190	Média	19,2187	14,6120	18,6800	20,3440	18,2137
T5	1	32,1840	36,5040	33,3720	35,1360	34,2990	1	30,5225	21,1236	32,4720	34,4160	29,6335
	2	34,0440	36,9840	31,3200	36,0840	34,6080	2	28,0560	34,1640	31,4520	39,8880	33,3900
	3	37,2240	35,5320	35,5200	37,9920	36,5670	3	3,1560	0,4920	37,7640	35,7120	19,2810
	Média	34,4840	36,3400	33,4040	36,4040	35,1580	Média	20,5782	18,5932	33,8960	36,6720	27,4348
T4	1	29,9640	40,9440	30,8280	38,0520	34,9470	1	28,9200	30,5880	36,6120	21,4440	29,3910
	2	30,9360	30,9960	38,6880	37,2120	34,4580	2	29,8800	7,6920	30,5880	0,5040	17,1660
	3	29,5440	34,8240	37,7760	36,7560	34,7250	3	0,7560	21,1680	11,5560	23,8080	14,3220
	Média	30,1480	35,5880	35,7640	37,3400	34,7100	Média	19,8520	19,8160	26,2520	15,2520	20,2930
T3	1	26,3040	34,1880	32,5080	36,0720	32,2680	1	21,1960	33,8520	6,5040	33,5400	23,7730
	2	33,2880	32,1360	38,8680	34,6800	34,7430	2	28,2960	32,1000	38,6160	30,3240	32,3340
	3	28,6200	34,7280	34,1400	33,3360	32,7060	3	17,9760	34,1880	6,4070	32,9760	22,8868
	Média	29,4040	33,6840	35,1720	34,6960	33,2390	Média	22,4893	33,3800	17,1757	32,2800	26,3313
T2	1	26,6400	20,4960	35,2680	40,3440	30,6870	1	31,3440	30,5160	7,4760	17,3760	21,6780
	2	32,7720	38,2800	33,3600	36,2640	35,1690	2	9,5160	1,3200	17,9160	14,9760	10,9320
	3	34,5600	32,6640	37,0800	37,0800	35,3460	3	18,3960	0,4680	32,4240	31,8720	20,7900
	Média	31,3240	30,4800	35,2360	37,8960	33,7340	Média	19,7520	10,7680	19,2720	21,4080	17,8000
T6	1	28,3920	34,0200	33,5040	38,8440	33,6900	1	14,4840	31,9080	30,6960	15,4080	23,1240
	2	32,8680	34,4880	36,9240	37,3440	35,4060	2	1,0200	17,3760	11,1240	0,4680	7,4970
	3	31,3560	33,6720	35,4480	35,9880	34,1160	3	28,8240	0,3960	12,7200	1,3560	10,8240
	Média	30,8720	34,0600	35,2920	37,3920	34,4040	Média	14,7760	16,5600	18,1800	5,7440	13,8150
T7	a (P)	31,6280	34,7280	37,5120	32,8800	34,1870	a (P)	11,0160	35,8120	13,5360	22,0440	20,6020
	b (C)	27,3480	35,4120	35,6640	34,5480	33,2430	b (C)	0,3360	34,9560	34,4520	0,8280	17,6430
	c (A)	33,2400	34,0200	34,0320	35,1360	34,1070	c (A)	22,7760	37,8480	23,3100	32,4380	29,0930
	Média	30,7387	34,7200	35,7360	34,1880	33,8457	Média	11,3760	36,2053	23,7660	18,4367	22,4460
Média Geral	31,6436	34,5151	35,3618	35,6800	34,3001	Média Geral	16,7549	24,7050	22,7504	20,7789	21,2473	
T8	Média	66,2480	131,0160	73,4800	96,5240	91,8170	Média	84,3160	237,4680	99,2160	103,6440	131,1610

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 11A: Areia, silte, argila e argila dispersa em água (ADA) para cada bloco e tratamento.

Atributos		Tratamentos							
(%)	Bloco	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7	T8
Camada 0,0 - 0,10 m									
Areia	1	32,53	34,38	31,78	33,53	33,41	33,96	33,12	54,87
	2	32,62	32,17	33,55	32,26	32,79	34,14	34,44	47,20
	3	33,43	35,27	30,73	32,42	37,74	32,34	31,03	45,68
	4	32,12	33,35	32,62	34,08	36,00	34,11	36,00	43,37
	média	32,68	33,79	32,17	33,07	34,99	33,64	33,65	47,78
Silte	1	21,57	21,59	22,17	20,09	20,45	20,00	19,91	21,25
	2	21,04	21,04	21,13	25,08	22,07	22,38	21,48	23,46
	3	20,47	20,78	22,94	22,26	17,55	23,12	22,17	33,54
	4	21,48	21,68	22,73	21,20	19,58	20,69	20,99	30,48
	média	21,14	21,27	22,24	22,16	19,41	21,55	21,14	27,18
Argila	1	45,90	44,03	46,05	46,38	46,14	46,05	46,97	23,89
	2	46,34	46,79	45,32	42,66	45,16	43,47	44,08	29,34
	3	46,10	43,94	46,34	45,33	44,70	44,55	46,79	20,78
	4	46,41	44,98	44,65	44,72	44,42	45,20	43,01	26,15
	média	46,19	44,94	45,59	44,77	45,11	44,82	45,21	25,04
Argila Dispersa	1	36,34	34,48	30,15	29,40	31,32	30,87	30,74	6,62
	2	36,32	36,34	35,59	33,68	30,48	34,06	34,72	13,10
	3	36,18	33,40	35,76	35,17	35,24	35,29	35,74	7,35
	4	34,83	36,40	37,74	34,70	37,90	37,39	34,19	9,65
	média	35,92	35,16	34,81	33,24	33,74	34,40	33,85	9,18
Camada 0,10 - 0,20 m									
Areia	1	33,29	28,29	33,06	29,39	31,35	29,41	32,19	52,24
	2	34,61	34,51	33,12	33,02	39,31	35,82	32,91	39,66
	3	29,79	33,71	29,26	30,44	28,28	30,02	28,83	42,79
	4	31,70	32,77	31,04	31,12	30,78	29,93	31,16	43,28
	média	32,35	32,32	31,62	30,99	32,43	31,30	31,27	44,49
Silte	1	19,84	18,57	18,58	18,08	19,54	18,54	19,37	21,76
	2	23,59	21,85	21,31	21,10	22,03	21,05	19,99	19,16
	3	19,10	20,81	21,79	22,06	20,80	21,36	21,60	32,45
	4	21,48	19,76	21,05	17,84	21,28	21,92	18,71	29,06
	média	21,00	20,25	20,68	19,77	20,91	20,72	19,92	25,61
Argila	1	46,86	53,15	48,35	52,54	49,11	52,04	48,44	26,01
	2	41,79	43,64	45,56	44,88	38,66	43,12	47,10	41,18
	3	51,11	45,47	49,56	47,51	50,92	48,62	49,57	24,76
	4	46,82	47,47	47,92	51,03	47,94	48,15	50,14	27,66
	média	46,65	47,43	47,85	48,99	46,66	47,98	48,81	29,90
ADA	1	19,22	20,58	19,85	22,49	19,75	14,78	11,38	8,43
	2	14,61	18,59	19,82	33,38	10,77	16,56	36,21	23,75
	3	18,68	33,90	26,25	17,18	19,27	18,18	23,77	9,92
	4	20,34	36,67	15,25	32,28	21,41	5,74	18,44	10,36
	média	18,21	27,44	20,29	26,33	17,80	13,82	22,45	13,12

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 12A: Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Ma) e Microporosidade (Mi) para os sete tratamentos dos blocos I, II, III e IV para a camada de 0,0 - 0,10 m.

Tratamentos	Rep.	Bloco I				Bloco II				Bloco III				Bloco IV			
		DS	Pt	Ma	Mi												
T1	1	1,42	47,98	18,23	29,75	1,54	38,47	6,63	31,84	1,39	44,97	13,97	31,00	1,50	41,91	9,71	32,20
	2	1,47	45,10	12,88	32,22	1,53	39,14	7,50	31,64	1,51	41,60	8,73	32,87	1,45	45,62	14,40	31,22
	3	1,45	47,83	14,51	33,32	1,48	41,66	10,87	30,78	1,47	44,72	13,99	30,73	1,39	44,30	11,47	32,83
	média	1,45	46,97	15,21	31,76	1,52	39,75	8,33	31,42	1,46	43,76	12,23	31,53	1,45	43,95	11,86	32,08
T5	1	1,46	46,95	14,06	32,89	1,46	40,10	10,64	29,46	1,58	40,53	5,83	34,70	1,39	44,63	13,92	30,71
	2	1,54	43,69	12,27	31,42	1,49	39,70	8,66	31,04	1,45	43,59	11,40	32,20	1,48	44,86	11,90	32,96
	3	1,41	47,64	16,40	31,24	1,64	41,49	6,52	34,97	1,53	40,88	7,37	33,50	1,48	44,37	11,87	32,51
	média	1,47	46,09	14,24	31,85	1,53	40,43	8,61	31,82	1,52	41,67	8,20	33,47	1,45	44,62	12,56	32,06
T4	1	1,42	47,80	18,14	29,66	1,53	39,68	7,88	31,80	1,38	45,64	11,65	33,99	1,40	44,50	10,65	33,85
	2	1,56	44,61	8,90	35,71	1,49	42,07	12,14	29,93	1,41	45,26	13,21	32,05	1,51	39,66	5,60	34,06
	3	1,53	42,31	7,54	34,77	1,58	39,63	6,65	32,98	1,46	45,64	12,72	32,92	1,52	47,06	14,39	32,67
	média	1,50	44,91	11,52	33,38	1,54	40,46	8,89	31,57	1,42	45,52	12,53	32,99	1,48	43,74	10,21	33,53
T3	1	1,39	51,26	22,90	28,36	1,46	40,64	11,58	29,06	1,40	42,24	10,35	31,89	1,39	43,14	9,73	33,41
	2	1,49	42,18	8,41	33,77	1,48	41,31	9,89	31,42	1,49	43,56	8,91	34,64	1,38	46,02	13,88	32,14
	3	1,47	45,99	11,52	34,46	1,58	38,63	7,28	31,35	1,57	42,62	7,56	35,06	1,51	45,12	12,28	32,83
	média	1,45	46,48	14,28	32,20	1,51	40,19	9,59	30,61	1,49	42,80	8,94	33,86	1,43	44,76	11,96	32,80
T2	1	1,52	48,77	13,30	35,47	1,46	40,13	10,36	29,77	1,56	39,79	7,95	31,84	1,33	47,11	10,76	36,35
	2	1,46	47,85	15,08	32,78	1,43	43,99	14,37	29,62	1,46	43,38	10,87	32,51	1,41	43,79	11,76	32,03
	3	1,36	53,18	23,32	29,86	1,42	41,38	11,49	29,90	1,61	40,41	7,27	33,14	1,34	47,13	18,41	28,72
	média	1,45	49,94	17,23	32,70	1,44	41,84	12,07	29,76	1,54	41,19	8,70	32,49	1,36	46,01	13,64	32,37
T6	1	1,48	48,58	14,69	33,88	1,43	48,34	15,26	33,09	1,66	42,00	7,92	34,08	1,32	46,04	12,81	33,23
	2	1,49	47,56	14,68	32,89	1,34	55,17	21,29	33,88	1,46	43,09	12,94	30,15	1,51	43,11	10,93	32,18
	3	1,37	47,96	16,81	31,15	1,46	52,13	16,85	35,28	1,39	46,58	18,95	27,63	1,49	42,29	11,90	30,39
	média	1,44	48,03	15,40	32,64	1,41	51,88	17,80	34,08	1,50	43,89	13,27	30,62	1,44	43,81	11,88	31,93
T7	a	1,39	49,54	18,43	31,11	1,35	52,67	19,61	33,07	1,44	43,61	10,98	32,63	1,39	42,47	9,80	32,67
	b	1,35	54,36	22,81	31,55	1,41	51,06	18,59	32,47	1,49	46,06	15,62	30,44	1,42	44,36	12,99	31,36
	c	1,36	50,41	20,13	30,28	1,43	48,49	16,69	31,80	1,44	43,29	10,45	32,83	1,40	44,95	16,42	28,54
	média	1,36	51,43	20,46	30,98	1,39	50,74	18,30	32,45	1,45	44,32	12,35	31,97	1,40	43,93	13,07	30,86
T8	média	1,42	39,47	0,77	38,70	1,35	43,12	1,23	41,89	1,44	39,63	1,31	38,32	1,48	39,47	1,48	37,99

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 13A: Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Ma) e Microporosidade (Mi) para os sete tratamentos dos blocos I, II, III e IV para a camada de 0,10 - 0,20 m.

Tratamentos	Rep.	Bloco I				Bloco II				Bloco III				Bloco IV			
		DS	Pt	Ma	Mi	DS	Pt	Ma	Mi	DS	Pt	Ma	Mi	DS	Pt	Ma	Mi
T1	1	1,82	40,64	6,05	34,59	1,69	38,96	5,62	33,34	1,63	41,95	6,29	35,66	1,64	37,85	6,45	31,40
	2	1,64	43,63	7,30	36,33	1,61	41,66	5,91	35,75	1,66	42,33	8,01	34,32	1,67	39,95	5,83	34,12
	3	1,71	39,16	5,76	33,39	1,67	40,46	3,41	37,05	1,65	49,08	13,39	35,69	1,62	38,21	4,24	33,97
	média	1,72	41,14	6,37	34,77	1,66	40,36	4,98	35,38	1,65	44,45	9,23	35,22	1,64	38,67	5,51	33,16
T5	1	1,68	45,03	8,12	36,91	1,73	37,63	3,77	33,86	1,66	41,11	6,34	34,77	1,75	38,67	6,27	32,40
	2	1,52	44,66	12,05	32,61	1,68	39,45	7,36	32,09	1,69	39,35	5,92	33,43	1,63	39,75	2,95	36,80
	3	1,70	40,19	5,60	34,59	1,60	39,64	5,60	34,05	1,54	59,87	8,68	51,19	1,61	40,84	4,37	36,47
	média	1,63	43,29	8,59	34,70	1,67	38,91	5,57	33,33	1,63	46,78	6,98	39,80	1,66	39,75	4,53	35,22
T4	1	1,80	33,63	3,90	29,74	1,75	38,68	3,13	35,55	1,63	42,33	6,69	35,64	1,73	40,59	4,37	36,22
	2	1,63	41,80	5,51	36,29	1,72	36,15	2,92	33,23	1,65	39,23	4,69	34,54	1,75	42,15	6,09	36,06
	3	1,67	39,79	4,46	35,33	1,71	39,35	4,17	35,19	1,71	39,90	4,48	35,42	1,61	43,16	9,40	33,76
	média	1,70	38,41	4,62	33,79	1,72	38,06	3,41	34,66	1,67	40,48	5,28	35,20	1,70	41,96	6,62	35,34
T3	1	1,62	40,86	6,69	34,17	1,80	35,30	3,79	31,51	1,45	40,59	7,41	33,18	1,64	39,63	4,84	34,79
	2	1,65	42,65	5,00	37,65	1,75	38,97	5,91	33,07	1,66	37,78	2,63	35,15	1,73	41,26	5,06	36,20
	3	1,69	39,63	4,89	34,73	1,67	37,69	3,82	33,86	1,59	36,58	4,22	32,36	1,61	41,29	6,32	34,97
	média	1,65	41,05	5,53	35,52	1,74	37,32	4,51	32,81	1,56	38,32	4,75	33,56	1,66	40,73	5,41	35,32
T2	1	1,55	49,86	11,29	38,58	1,70	35,46	4,13	31,33	1,57	40,04	6,38	33,67	1,69	40,62	5,69	34,93
	2	1,66	46,13	9,75	36,38	1,62	39,14	5,58	33,56	1,73	38,85	3,50	35,35	1,83	40,04	4,98	35,06
	3	1,73	45,53	7,74	37,80	1,65	37,91	5,29	32,61	1,67	48,80	5,27	43,52	1,77	39,37	7,68	31,69
	média	1,65	47,18	9,59	37,59	1,65	37,50	5,00	32,50	1,66	42,56	5,05	37,51	1,76	40,01	6,12	33,90
T6	1	1,64	45,35	8,79	36,56	1,70	45,93	11,45	34,48	1,59	41,49	8,64	32,85	1,56	43,90	5,85	38,05
	2	1,76	41,80	9,24	32,56	1,76	41,29	5,76	35,53	1,71	38,96	5,35	33,61	1,67	39,35	5,11	34,25
	3	1,71	44,48	8,46	36,02	1,66	45,19	8,26	36,93	1,70	42,04	7,50	34,54	1,71	38,83	7,34	31,49
	média	1,71	43,88	8,83	35,05	1,70	44,14	8,49	35,65	1,66	40,83	7,16	33,67	1,65	40,70	6,10	34,60
T7	a	1,60	46,40	10,02	36,38	1,70	44,28	9,02	35,26	1,63	42,20	8,81	33,39	1,71	37,83	4,80	33,03
	b	1,55	49,66	9,04	40,62	1,72	45,61	10,38	35,22	1,62	40,79	7,77	33,01	1,70	39,01	4,46	34,55
	c	1,62	46,51	9,64	36,87	1,79	46,84	11,20	35,80	1,71	40,42	7,70	32,72	1,67	39,08	5,20	33,88
	média	1,59	47,53	9,57	37,96	1,74	45,58	10,20	35,43	1,65	41,14	8,09	33,04	1,70	38,64	4,82	33,82
T8	média	1,51	36,25	3,86	32,40	1,44	42,68	4,38	38,30	1,47	40,15	5,54	34,60	1,50	40,45	8,06	32,39

T1 - Hemária; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemária + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 14A: Média entre os Blocos da Densidade do solo (Ds), Porosidade Total (Pt), Macroporosidade (Ma) e Microporosidade (Mi) para cada tratamento.

Atributos		Tratamentos							
Físicos	Bloco	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7	T8
Camada 0,0 - 0,10 m									
Ds (Mg/m ³)	1	1,45	1,47	1,50	1,45	1,45	1,44	1,36	1,42
	2	1,52	1,53	1,54	1,51	1,44	1,41	1,39	1,35
	3	1,46	1,52	1,42	1,49	1,54	1,50	1,45	1,44
	4	1,45	1,45	1,48	1,43	1,36	1,44	1,40	1,48
	média	1,47	1,49	1,48	1,47	1,45	1,45	1,40	1,42
Pt (%)	1	46,97	46,09	44,91	46,48	49,94	48,03	51,43	39,47
	2	39,75	40,43	40,46	40,19	41,84	51,88	50,74	43,12
	3	43,76	41,67	45,52	42,80	41,19	43,89	44,32	39,63
	4	43,95	44,62	43,74	44,76	46,01	43,81	43,93	39,47
	média	43,61	43,20	43,66	43,56	44,74	46,90	47,61	40,42
Ma (%)	1	15,21	14,24	11,52	14,28	17,23	15,40	20,46	0,77
	2	8,33	8,61	8,89	9,59	12,07	17,80	18,30	1,23
	3	12,23	8,20	12,53	8,94	8,70	13,27	12,35	1,31
	4	11,86	12,56	10,21	11,96	13,64	11,88	13,07	1,48
	média	11,91	10,90	10,79	11,19	12,91	14,59	16,05	1,20
Mi (%)	1	31,76	31,85	33,38	32,20	32,70	32,64	30,98	38,70
	2	31,42	31,82	31,57	30,61	29,76	34,08	32,45	41,89
	3	31,53	33,47	32,99	33,86	32,49	30,62	31,97	38,32
	4	32,08	32,06	33,53	32,80	32,37	31,93	30,86	37,99
	média	31,70	32,30	32,87	32,37	31,83	32,32	31,57	39,23
Camada 0,10 - 0,20 m									
Ds (Mg/m ³)	1	1,72	1,63	1,70	1,65	1,65	1,71	1,59	1,51
	2	1,66	1,67	1,72	1,74	1,65	1,70	1,74	1,44
	3	1,65	1,63	1,67	1,56	1,66	1,66	1,65	1,47
	4	1,64	1,66	1,70	1,66	1,76	1,65	1,70	1,50
	média	1,67	1,65	1,70	1,65	1,68	1,68	1,67	1,48
Pt (%)	1	41,14	43,29	38,41	41,05	47,18	43,88	47,53	36,25
	2	40,36	38,91	38,06	37,32	37,50	44,14	45,58	42,68
	3	44,45	46,78	40,48	38,32	42,56	40,83	41,14	40,15
	4	38,67	39,75	41,96	40,73	40,01	40,70	38,64	40,45
	média	41,16	42,18	39,73	39,35	41,81	42,39	43,22	39,88
Ma (%)	1	6,37	8,59	4,62	5,53	9,59	8,83	9,57	3,86
	2	4,98	5,57	3,41	4,51	5,00	8,49	10,20	4,38
	3	9,23	6,98	5,28	4,75	5,05	7,16	8,09	5,54
	4	5,51	4,53	6,62	5,41	6,12	6,10	4,82	8,06
	média	6,52	6,42	4,98	5,05	6,44	7,65	8,17	5,46
Mi (%)	1	34,77	34,70	33,79	35,52	37,59	35,05	37,96	32,40
	2	35,38	33,33	34,66	32,81	32,50	35,65	35,43	38,30
	3	35,22	39,80	35,20	33,56	37,51	33,67	33,04	34,60
	4	33,16	35,22	35,34	35,32	33,90	34,60	33,82	32,39
	média	34,63	35,76	34,75	34,30	35,37	34,74	35,06	34,42

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 15A: Resistência mecânica do solo à penetração em MPa, para os sete tratamentos do solo construído dos Blocos I e II. Média de 3 pontos para cada um dos tratamentos.

Profundidade	Resistência mecânica à penetração do Bloco I						
	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7
----- m -----	----- MPa -----						
0,00 – 0,02	1,29	0,55	0,92	1,01	0,55	0,55	0,55
0,02 – 0,04	2,73	2,55	2,00	2,38	2,72	2,36	2,59
0,04 – 0,06	3,40	3,65	3,20	3,18	3,89	3,19	3,04
0,06 – 0,08	5,70	5,52	4,96	4,28	4,71	4,84	3,04
0,08 – 0,10	7,10	6,35	4,77	5,29	5,05	6,81	4,04
0,10 – 0,12	6,91	6,69	6,06	6,40	5,02	5,68	4,58
0,12 – 0,14	6,99	7,55	7,55	5,20	5,02	4,86	4,56
0,14 – 0,16	6,19	6,16	6,30	6,21	6,05	4,98	5,24
0,16 – 0,18	5,45	5,63	5,31	4,94	4,10	5,11	4,58
0,18 – 0,20	4,95	5,56	4,57	4,81	4,10	5,13	4,58
0,20 – 0,22	4,21	4,85	4,38	4,15	4,73	4,43	4,67
0,22 – 0,24	5,06	4,48	4,14	3,60	4,15	4,44	3,65
0,24 – 0,26	3,90	4,90	4,56	3,39	4,08	4,31	3,53
0,26 – 0,28	3,44	3,54	3,93	3,74	3,60	4,41	3,50
0,28 – 0,30	3,38	3,48	3,35	4,23	4,05	3,60	3,52
0,30 – 0,32	7,18	3,48	3,35	4,25	3,93	4,16	4,59
0,32 – 0,34	11,03	3,46	3,03	4,57	4,38	5,56	4,51
0,34 – 0,36	5,97	3,55	3,66	3,59	3,44	4,83	3,98
0,36 – 0,38	8,95	3,16	3,50	3,53	3,09	4,70	3,41
0,38 – 0,40	8,76	3,11	3,22	3,28	3,46	4,70	3,16
0,40 – 0,42	7,88	3,17	3,10	3,28	3,46	4,70	3,16
0,42 – 0,44	7,88	3,17	3,10	3,28	3,46	4,70	3,16

Profundidade	Resistência mecânica à penetração do Bloco II						
	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7
----- m -----	----- MPa -----						
0,00 – 0,02	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
0,02 – 0,04	3,34	2,12	3,86	3,11	3,03	3,34	4,30
0,04 – 0,06	3,65	2,80	3,86	3,44	3,37	3,56	4,92
0,06 – 0,08	3,73	6,59	3,94	4,75	5,09	4,59	6,65
0,08 – 0,10	5,68	5,15	5,89	5,57	5,54	5,67	7,11
0,10 – 0,12	6,70	6,05	5,70	6,15	5,97	5,94	7,86
0,12 – 0,14	7,41	5,90	5,74	6,35	6,00	6,03	5,80
0,14 – 0,16	6,63	5,27	5,97	5,95	5,73	5,88	5,43
0,16 – 0,18	5,69	5,48	4,85	5,34	5,23	5,14	4,65
0,18 – 0,20	5,45	5,31	4,42	5,06	4,93	4,80	4,34
0,20 – 0,22	5,32	4,67	4,39	4,79	4,62	4,60	5,40
0,22 – 0,24	4,77	4,50	4,33	4,54	4,46	4,44	5,48
0,24 – 0,26	4,40	4,15	4,29	4,28	4,24	4,27	5,40
0,26 – 0,28	4,11	3,45	4,11	3,89	3,81	3,94	4,93
0,28 – 0,30	4,00	3,40	4,28	3,89	3,86	4,01	4,73
0,30 – 0,32	4,52	4,12	3,73	4,12	3,99	3,95	4,18
0,32 – 0,34	4,88	4,33	3,19	4,13	3,88	3,73	5,86
0,34 – 0,36	5,16	4,59	3,19	4,31	4,03	3,85	6,29
0,36 – 0,38	5,50	4,34	3,32	4,39	4,02	3,91	4,85
0,38 – 0,40	5,65	4,34	3,32	4,44	4,03	3,93	4,67
0,40 – 0,42	5,65	4,34	3,32	4,44	4,03	3,93	5,18
0,42 – 0,44	5,65	4,34	3,32	4,44	4,03	3,93	5,18

T1 - Hemátria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemátria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 16A: Resistência mecânica do solo à penetração em MPa, para os sete tratamentos do solo construído dos Blocos III e IV. Média de 3 pontos para cada um dos tratamentos.

Resistência mecânica à penetração do Bloco III							
Profundidade	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7
----- m -----	----- MPa -----						
0,00 – 0,02	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	1,67	0,55
0,02 – 0,04	2,01	3,40	1,60	1,57	3,20	3,22	3,10
0,04 – 0,06	3,07	3,77	3,85	3,32	4,12	4,31	4,22
0,06 – 0,08	3,31	5,10	4,30	4,47	5,55	5,83	6,16
0,08 – 0,10	5,02	6,37	5,72	6,09	6,58	7,28	4,75
0,10 – 0,12	5,82	6,63	6,21	5,99	6,28	8,56	5,59
0,12 – 0,14	5,65	5,88	6,21	6,36	5,98	7,93	4,78
0,14 – 0,16	5,73	6,44	6,75	6,88	5,40	7,93	4,82
0,16 – 0,18	5,31	5,69	6,56	5,44	4,73	5,99	4,97
0,18 – 0,20	4,84	4,96	6,12	4,87	4,28	6,15	4,97
0,20 – 0,22	4,41	4,50	5,31	4,41	4,53	5,91	4,93
0,22 – 0,24	4,11	3,82	5,25	3,90	4,17	5,93	4,72
0,24 – 0,26	3,80	4,09	5,76	3,59	3,78	5,86	4,83
0,26 – 0,28	3,16	3,59	4,96	3,04	3,61	4,53	4,83
0,28 – 0,30	3,04	3,27	4,59	3,79	3,53	4,36	4,93
0,30 – 0,32	2,96	3,05	4,21	3,90	3,17	4,20	4,49
0,32 – 0,34	2,96	3,36	3,76	3,78	3,41	4,09	5,43
0,34 – 0,36	3,52	3,52	3,61	3,09	3,90	5,14	5,30
0,36 – 0,38	3,92	3,48	2,58	3,32	3,90	3,16	5,91
0,38 – 0,40	3,86	3,48	2,66	3,32	3,65	3,04	5,03
0,40 – 0,42	3,86	3,48	2,66	3,32	3,99	3,10	5,03
0,42 – 0,44	3,77	3,48	2,66	3,32	3,99	3,10	5,03

Resistência mecânica à penetração do Bloco IV							
Profundidade	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7
----- m -----	----- MPa -----						
0,00 – 0,02	0,92	0,92	0,55	0,92	0,55	0,55	0,55
0,02 – 0,04	1,94	2,05	2,55	2,59	2,85	3,47	2,23
0,04 – 0,06	2,85	3,10	4,02	3,59	3,38	4,22	3,05
0,06 – 0,08	2,85	5,16	4,58	3,92	3,83	4,82	3,48
0,08 – 0,10	3,50	6,10	4,98	4,42	5,76	5,52	4,36
0,10 – 0,12	5,69	6,48	4,87	4,92	7,85	6,13	5,54
0,12 – 0,14	6,08	6,43	4,77	6,76	8,07	6,64	5,71
0,14 – 0,16	6,18	6,03	5,28	6,39	7,36	6,70	4,81
0,16 – 0,18	6,13	5,66	4,94	5,36	5,91	4,68	4,16
0,18 – 0,20	5,45	5,47	4,39	4,84	6,32	4,38	4,21
0,20 – 0,22	4,64	4,86	3,78	4,34	5,88	4,35	3,58
0,22 – 0,24	5,00	3,99	3,90	4,00	5,01	3,95	3,58
0,24 – 0,26	4,35	3,61	3,98	3,81	5,28	4,00	4,02
0,26 – 0,28	3,74	3,61	2,86	3,47	4,04	3,34	3,71
0,28 – 0,30	3,70	4,42	3,13	3,65	3,52	3,04	3,43
0,30 – 0,32	3,89	4,06	3,51	3,69	3,02	4,14	3,43
0,32 – 0,34	3,32	4,08	3,38	3,20	3,20	5,12	3,94
0,34 – 0,36	3,57	3,92	3,22	3,91	3,82	5,30	3,48
0,36 – 0,38	3,48	3,34	4,23	3,50	3,37	4,00	3,49
0,38 – 0,40	3,74	3,41	4,34	3,13	3,53	3,49	3,77
0,40 – 0,42	3,74	3,41	4,34	3,13	3,53	3,49	3,77
0,42 – 0,44	3,74	3,41	4,34	3,13	3,53	3,49	3,77

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 17A: Resistência mecânica do solo à penetração (MPa), para todos tratamentos.

Profund. ----- m -----	Média Geral entre cada bloco para cada tratamento em MPa							
	T1	T5	T4	T3	T2	T6	T7	T8
0,00 – 0,02	0,83	0,64	0,64	0,82	0,55	1,15	0,55	1,63
0,02 – 0,04	2,50	2,53	2,50	2,35	2,33	3,22	3,06	1,59
0,04 – 0,06	3,24	3,33	3,73	3,39	3,67	4,13	3,81	1,75
0,06 – 0,08	3,90	5,59	4,45	4,11	4,50	5,49	4,83	2,15
0,08 – 0,10	5,32	5,99	5,34	5,43	5,46	6,56	5,07	2,80
0,10 – 0,12	6,28	6,46	5,71	5,90	6,45	6,69	5,89	2,83
0,12 – 0,14	6,53	6,44	6,07	6,24	6,65	6,33	5,21	2,79
0,14 – 0,16	6,18	5,98	6,07	6,45	6,62	6,14	5,07	2,71
0,16 – 0,18	5,64	5,61	5,42	5,20	5,35	4,98	4,59	2,70
0,18 – 0,20	5,17	5,33	4,88	4,93	5,29	4,78	4,53	2,76
0,20 – 0,22	4,64	4,72	4,47	4,44	5,14	4,54	4,64	2,78
0,22 – 0,24	4,74	4,20	4,40	3,93	4,63	4,38	4,36	3,01
0,24 – 0,26	4,11	4,19	4,65	3,70	4,45	4,31	4,45	3,26
0,26 – 0,28	3,61	3,54	3,97	3,48	3,89	3,80	4,24	3,37
0,28 – 0,30	3,53	3,64	3,84	3,78	3,99	3,41	4,15	3,62
0,30 – 0,32	4,64	3,68	3,70	3,80	3,66	3,75	4,17	3,52
0,32 – 0,34	5,55	3,81	3,34	3,95	3,83	4,31	4,94	3,60
0,34 – 0,36	4,55	3,89	3,42	4,30	3,79	4,44	4,76	3,90
0,36 – 0,38	5,46	3,58	3,41	4,11	3,53	3,64	4,42	3,84
0,38 – 0,40	5,50	3,58	3,38	3,91	3,42	3,50	4,16	3,83
0,40 – 0,42	5,28	3,60	3,35	3,91	3,47	3,51	4,28	4,06
0,42 – 0,44	5,26	3,60	3,35	3,91	3,47	3,51	4,28	4,09
Média Geral	4,66	4,27	4,10	4,18	4,28	4,39	4,34	3,03

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 18A: Valores de cada ponto de coleta e a média das tensões observadas para o Bloco I para as duas camadas analisadas do solo construído da área de mineração de Candiota, RS.

Tratamentos	Pontos	Tensões (cm de coluna de água)						
		0	10	60	102	340	1020	15300
Camada de 0,0 - 0,10 m								
T1	1	0,4798	0,3722	0,2975	0,2794	0,2533	0,2412	0,1979
	2	0,4510	0,3865	0,3221	0,3049	0,2790	0,2602	0,2091
	3	0,4783	0,4195	0,3332	0,3113	0,2720	0,2470	0,1928
	Média	0,4697	0,3927	0,3176	0,2985	0,2681	0,2495	0,1999
T5	4	0,4695	0,4040	0,3289	0,3086	0,2730	0,2531	0,1872
	5	0,4381	0,3845	0,3142	0,2982	0,2776	0,2613	0,2111
	6	0,4763	0,3988	0,3124	0,2906	0,2584	0,2372	0,1960
	Média	0,4613	0,3958	0,3185	0,2991	0,2697	0,2505	0,1981
T4	7	0,4780	0,3751	0,2966	0,2740	0,2435	0,2323	0,1955
	8	0,4461	0,4028	0,3571	0,3433	0,3160	0,3024	0,2582
	9	0,4231	0,3972	0,3477	0,3347	0,3109	0,2933	0,2471
	Média	0,4491	0,3917	0,3338	0,3173	0,2901	0,2760	0,2336
T3	10	0,5126	0,3865	0,2836	0,2557	0,2325	0,2210	0,1864
	11	0,4218	0,3930	0,3377	0,3176	0,2848	0,2660	0,2192
	12	0,4599	0,4171	0,3446	0,3015	0,2832	0,2591	0,2136
	Média	0,4648	0,3989	0,3220	0,2916	0,2668	0,2487	0,2064
T2	13	0,4877	0,4331	0,3547	0,3374	0,2882	0,2596	0,2402
	14	0,5090	0,4109	0,3278	0,3085	0,2676	0,2471	0,2261
	15	0,5318	0,3957	0,2986	0,2783	0,2424	0,2250	0,2037
	Média	0,5095	0,4132	0,3270	0,3081	0,2661	0,2439	0,2233
T6	16	0,4858	0,4091	0,3298	0,3082	0,2678	0,2504	0,2292
	17	0,4756	0,4006	0,3289	0,3169	0,2879	0,2631	0,2457
	18	0,5158	0,4300	0,3114	0,2921	0,2350	0,2154	0,1980
	Média	0,4924	0,4132	0,3234	0,3057	0,2636	0,2430	0,2243
T7	19	0,4954	0,4450	0,3111	0,2848	0,2317	0,2125	0,1844
	20	0,5436	0,4057	0,3155	0,2923	0,2542	0,2357	0,2136
	21	0,5041	0,4216	0,3028	0,2736	0,2365	0,2123	0,1931
	Média	0,5144	0,4241	0,3098	0,2836	0,2408	0,2202	0,1970
Camada de 0,10 - 0,20 m								
T1	1	0,4062	0,3597	0,3457	0,3361	0,3357	0,3301	0,2946
	2	0,4363	0,3778	0,3633	0,3562	0,3435	0,3348	0,2743
	3	0,3915	0,3450	0,3339	0,3270	0,3176	0,3093	0,2692
	Média	0,4113	0,3608	0,3476	0,3398	0,3323	0,3247	0,2794
T5	4	0,4503	0,3937	0,3691	0,3629	0,3508	0,3433	0,3013
	5	0,4466	0,3618	0,3261	0,3167	0,3046	0,2981	0,2971
	6	0,4019	0,3598	0,3459	0,3405	0,3323	0,3281	0,2944
	Média	0,4329	0,3718	0,3470	0,3400	0,3292	0,3232	0,2976
T4	7	0,3356	0,3031	0,2974	0,2956	0,2900	0,2858	0,2647
	8	0,4180	0,3847	0,3629	0,3569	0,3470	0,3401	0,3060
	9	0,3979	0,3586	0,3533	0,3510	0,3473	0,3459	0,3212
	Média	0,3838	0,3488	0,3379	0,3345	0,3281	0,3239	0,2973
T3	10	0,4086	0,3595	0,3417	0,3363	0,3283	0,3240	0,2959
	11	0,4265	0,3905	0,3765	0,3742	0,3691	0,3444	0,3386
	12	0,3999	0,3649	0,3510	0,3448	0,3368	0,3312	0,3046
	Média	0,4117	0,3716	0,3564	0,3518	0,3447	0,3332	0,3130
T2	13	0,4886	0,4354	0,3857	0,3660	0,3263	0,3055	0,2812
	14	0,4613	0,3906	0,3638	0,3549	0,3392	0,3290	0,3131
	15	0,4553	0,3957	0,3780	0,3720	0,3616	0,3508	0,3347
	Média	0,4684	0,4072	0,3758	0,3643	0,3424	0,3284	0,3097
T6	16	0,4535	0,3950	0,3656	0,3571	0,3397	0,3292	0,3073
	17	0,4180	0,3481	0,3256	0,3209	0,3053	0,2913	0,2714
	18	0,4450	0,3794	0,3602	0,3546	0,3441	0,3368	0,3167
	Média	0,4388	0,3742	0,3505	0,3442	0,3297	0,3191	0,2985
T7	19	0,4640	0,4013	0,3638	0,3519	0,3274	0,3138	0,2952
	20	0,4966	0,4599	0,4062	0,3876	0,3544	0,3252	0,3107
	21	0,4653	0,4118	0,3689	0,3539	0,3301	0,3144	0,2953
	Média	0,4753	0,4243	0,3796	0,3645	0,3373	0,3178	0,3004

T1 - Hemátria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemátria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 19A: Valores de cada ponto de coleta e a média das tensões observadas para o Bloco II para as duas camadas analisadas do solo construído da área de mineração de Candiota, RS.

Tratamentos	Pontos	Tensões (cm de coluna de água)						
		0	10	60	102	340	1020	15300
Camada de 0,0 - 0,10 m								
T1	13	0,3847	0,3524	0,3183	0,2904	0,2821	0,2714	0,2267
	14	0,3914	0,3466	0,3116	0,2765	0,2613	0,2475	0,2098
	15	0,4166	0,3582	0,3078	0,2939	0,2749	0,2694	0,2582
	Média	0,3976	0,3524	0,3126	0,2869	0,2728	0,2628	0,2316
T5	16	0,4010	0,3423	0,2946	0,2455	0,2325	0,2216	0,1942
	17	0,3970	0,3506	0,3104	0,2707	0,2600	0,2466	0,2162
	18	0,4149	0,3656	0,3491	0,3379	0,3189	0,3107	0,2863
	Média	0,4043	0,3528	0,3180	0,2847	0,2705	0,2596	0,2322
T4	10	0,3968	0,3718	0,3180	0,2725	0,2603	0,2475	0,2096
	11	0,4570	0,4129	0,3356	0,2830	0,2654	0,2509	0,2127
	12	0,3963	0,3765	0,3287	0,2863	0,2712	0,2616	0,2187
	Média	0,4167	0,3871	0,3274	0,2806	0,2656	0,2533	0,2137
T3	7	0,4064	0,3502	0,2906	0,2437	0,2301	0,2198	0,1810
	8	0,4131	0,3765	0,3142	0,2584	0,2410	0,2319	0,1973
	9	0,3863	0,3517	0,3135	0,2729	0,2633	0,2537	0,2410
	Média	0,4019	0,3595	0,3061	0,2583	0,2448	0,2351	0,2064
T2	19	0,4013	0,3468	0,2971	0,2518	0,2381	0,2261	0,1930
	20	0,4410	0,3624	0,2962	0,2567	0,2444	0,2297	0,1940
	21	0,4138	0,3711	0,2990	0,2450	0,2287	0,2162	0,1826
	Média	0,4187	0,3601	0,2974	0,2512	0,2371	0,2240	0,1899
T6	1	0,4834	0,4207	0,3308	0,2933	0,2431	0,2209	0,2027
	2	0,5517	0,4715	0,3388	0,2868	0,2489	0,2133	0,1966
	3	0,5204	0,4680	0,3528	0,3209	0,2765	0,2558	0,2381
	Média	0,5185	0,4534	0,3408	0,3003	0,2562	0,2300	0,2125
T7	4	0,4684	0,3828	0,3594	0,3488	0,3379	0,3292	0,3191
	5	0,5106	0,4479	0,3247	0,2966	0,2542	0,2350	0,2214
	6	0,5267	0,4561	0,3307	0,2962	0,2482	0,2259	0,2133
	Média	0,5019	0,4289	0,3383	0,3139	0,2801	0,2634	0,2513
Camada de 0,10 - 0,20 m								
T1	13	0,3896	0,3433	0,3334	0,3241	0,3156	0,2971	0,2615
	14	0,4166	0,3721	0,3575	0,3504	0,3444	0,3196	0,2933
	15	0,4046	0,3761	0,3705	0,3627	0,3557	0,3363	0,3189
	Média	0,4036	0,3638	0,3538	0,3457	0,3386	0,3177	0,2912
T5	16	0,3763	0,3417	0,3386	0,3325	0,3221	0,3178	0,2977
	17	0,3944	0,3339	0,3209	0,3102	0,3037	0,3006	0,2763
	18	0,3964	0,3566	0,3403	0,3131	0,3033	0,2930	0,2817
	Média	0,3890	0,3441	0,3333	0,3186	0,3097	0,3038	0,2852
T4	10	0,3868	0,3528	0,3446	0,3357	0,3278	0,3107	0,2799
	11	0,3615	0,3390	0,3323	0,3202	0,3091	0,3048	0,2143
	12	0,3935	0,3598	0,3519	0,3392	0,3318	0,3115	0,2758
	Média	0,3806	0,3505	0,3429	0,3317	0,3229	0,3090	0,2567
T3	7	0,3530	0,3221	0,3150	0,3133	0,3069	0,3028	0,2743
	8	0,3897	0,3355	0,3307	0,3225	0,3135	0,3033	0,2774
	9	0,3769	0,3426	0,3386	0,3307	0,3221	0,3185	0,2895
	Média	0,3732	0,3334	0,3281	0,3222	0,3142	0,3082	0,2804
T2	19	0,3546	0,3227	0,3133	0,3042	0,2982	0,2926	0,2694
	20	0,3914	0,3448	0,3356	0,3252	0,3209	0,3116	0,2890
	21	0,3790	0,3423	0,3261	0,2999	0,2886	0,2826	0,2723
	Média	0,3750	0,3366	0,3250	0,3098	0,3026	0,2956	0,2769
T6	1	0,4593	0,3970	0,3448	0,3365	0,3229	0,3142	0,3048
	2	0,4129	0,3825	0,3553	0,3466	0,3363	0,3283	0,3158
	3	0,4519	0,4098	0,3693	0,3586	0,3399	0,3265	0,3124
	Média	0,4414	0,3964	0,3565	0,3472	0,3330	0,3230	0,3110
T7	4	0,4849	0,3714	0,3180	0,3292	0,2464	0,2290	0,2154
	5	0,4561	0,3941	0,3522	0,3428	0,3303	0,3178	0,3113
	6	0,4428	0,3870	0,3526	0,3455	0,3296	0,3180	0,3082
	Média	0,4613	0,3842	0,3409	0,3392	0,3021	0,2883	0,2783

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 20A: Valores de cada ponto de coleta e a média das tensões observadas para o Bloco III para as duas camadas analisadas do solo construído da área de mineração de Candiota, RS.

Tratamentos	Pontos	Tensões (cm de coluna de água)						
		0	10	60	102	340	1020	15300
Camada de 0,0 - 0,10 m								
T1	13	0,4497	0,3763	0,3100	0,2894	0,2691	0,2576	0,2399
	14	0,4160	0,3350	0,3287	0,3056	0,2845	0,2790	0,2531
	15	0,4472	0,4144	0,3073	0,2848	0,2638	0,2582	0,2363
	Média	0,4376	0,3752	0,3153	0,2933	0,2725	0,2649	0,2431
T5	10	0,4053	0,3787	0,347	0,3406	0,3118	0,3019	0,2692
	11	0,4359	0,3772	0,3220	0,3057	0,2779	0,2555	0,2348
	12	0,4088	0,3727	0,3350	0,3104	0,2788	0,2667	0,2500
	Média	0,4167	0,3762	0,3347	0,3189	0,2895	0,2747	0,2513
T4	19	0,4564	0,3932	0,3399	0,3279	0,3015	0,2791	0,2230
	20	0,4526	0,3915	0,3205	0,3049	0,2740	0,2508	0,2225
	21	0,4564	0,4044	0,3292	0,3124	0,2790	0,2638	0,2404
	Média	0,4551	0,3964	0,3299	0,3151	0,2848	0,2646	0,2286
T3	16	0,4223	0,3819	0,3189	0,3028	0,2665	0,2408	0,2049
	17	0,4356	0,3870	0,3464	0,3305	0,2986	0,2738	0,2489
	18	0,4262	0,3828	0,3506	0,3424	0,3193	0,3071	0,2696
	Média	0,4280	0,3839	0,3386	0,3252	0,2948	0,2739	0,2411
T2	7	0,3979	0,3618	0,3183	0,3082	0,2812	0,2488	0,2355
	8	0,4338	0,3810	0,3250	0,3060	0,2736	0,2537	0,2165
	9	0,4040	0,3629	0,3314	0,3173	0,2854	0,2711	0,2616
	Média	0,4119	0,3686	0,3249	0,3105	0,2801	0,2579	0,2379
T6	1	0,4200	0,3883	0,3408	0,3258	0,3053	0,2877	0,2578
	2	0,4309	0,3935	0,3196	0,2970	0,2627	0,2497	0,2306
	3	0,4658	0,3532	0,2944	0,2759	0,2555	0,2310	0,2118
	Média	0,4389	0,3783	0,3183	0,2996	0,2745	0,2561	0,2334
T7	4	0,4606	0,4039	0,3225	0,3055	0,2788	0,2647	0,2314
	5	0,4329	0,4071	0,3283	0,3064	0,2749	0,2589	0,2227
	6	0,4361	0,3767	0,3263	0,3171	0,2895	0,2781	0,2433
	Média	0,4432	0,3959	0,3257	0,3097	0,2811	0,2672	0,2325
Camada de 0,10 - 0,20 m								
T1	13	0,4195	0,3674	0,3566	0,3537	0,3466	0,3430	0,3279
	14	0,4233	0,4240	0,3432	0,3337	0,3202	0,2973	0,2897
	15	0,4908	0,3747	0,3569	0,3463	0,3279	0,3196	0,3008
	Média	0,4445	0,3887	0,3522	0,3446	0,3316	0,3200	0,3061
T5	10	0,4111	0,3633	0,3477	0,3443	0,3361	0,3203	0,3077
	11	0,3935	0,3524	0,3343	0,3301	0,3229	0,3145	0,3011
	12	0,4175	0,3432	0,3307	0,3260	0,3182	0,3091	0,2975
	Média	0,4074	0,3530	0,3376	0,3335	0,3257	0,3146	0,3021
T4	19	0,4249	0,3767	0,3582	0,3524	0,3399	0,3269	0,2970
	20	0,3923	0,3696	0,3453	0,3374	0,3209	0,3058	0,2807
	21	0,3990	0,3682	0,3542	0,3493	0,3370	0,3303	0,3106
	Média	0,4054	0,3715	0,3526	0,3464	0,3326	0,3210	0,2961
T3	16	0,4059	0,3522	0,3318	0,3565	0,3187	0,3113	0,2994
	17	0,3778	0,3656	0,3515	0,3462	0,3415	0,3343	0,3212
	18	0,3658	0,3390	0,3236	0,3236	0,3140	0,2991	0,2763
	Média	0,3832	0,3523	0,3356	0,3421	0,3247	0,3149	0,2990
T2	7	0,4004	0,3644	0,3360	0,3314	0,3250	0,3191	0,2908
	8	0,3885	0,3680	0,3535	0,3462	0,3395	0,3386	0,3191
	9	0,3973	0,3609	0,3446	0,3414	0,3330	0,3263	0,3165
	Média	0,3954	0,3644	0,3447	0,3397	0,3325	0,3280	0,3088
T6	1	0,4149	0,3600	0,3287	0,3194	0,3042	0,2895	0,2680
	2	0,3877	0,3694	0,3542	0,3473	0,3414	0,3308	0,3203
	3	0,4204	0,3754	0,3635	0,3618	0,3564	0,3457	0,3334
	Média	0,4077	0,3683	0,3488	0,3428	0,3340	0,3220	0,3072
T7	4	0,4079	0,3638	0,3301	0,3236	0,3189	0,3102	0,2865
	5	0,4042	0,3468	0,3272	0,3241	0,3187	0,3111	0,2832
	6	0,4220	0,3653	0,3339	0,3254	0,3203	0,3098	0,2850
	Média	0,4114	0,3586	0,3304	0,3244	0,3193	0,3104	0,2849

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 21A: Valores de cada ponto de coleta e a média das tensões observadas para o Bloco IV para as duas camadas analisadas do solo construído da área de mineração de Candiota, RS.

Tratamentos	Pontos	Tensões (cm de coluna de água)						
		0	10	60	102	340	1020	15300
Camada de 0,0 - 0,10 m								
T1	4	0,4191	0,3765	0,3220	0,3058	0,2819	0,2598	0,2317
	5	0,4562	0,3787	0,3122	0,2955	0,2725	0,2576	0,2292
	6	0,4430	0,3939	0,3283	0,3064	0,2701	0,2430	0,2163
	Média	0,4394	0,3830	0,3208	0,3026	0,2748	0,2535	0,2257
T5	1	0,4463	0,3796	0,3071	0,2921	0,2596	0,2372	0,2069
	2	0,4486	0,4071	0,3477	0,3341	0,2984	0,2761	0,2464
	3	0,4437	0,3861	0,3251	0,3049	0,2774	0,2555	0,2299
	Média	0,4462	0,3909	0,3266	0,3104	0,2785	0,2563	0,2277
T4	13	0,4450	0,4062	0,3385	0,3100	0,2750	0,2537	0,2333
	14	0,3966	0,2720	0,3406	0,3318	0,3118	0,2756	0,2919
	15	0,5249	0,4010	0,3256	0,3120	0,2747	0,2491	0,2287
	Média	0,4555	0,3597	0,3349	0,3179	0,2872	0,2595	0,2513
T3	10	0,4314	0,4198	0,3341	0,3127	0,2636	0,2379	0,2207
	11	0,4602	0,3926	0,3214	0,3035	0,2589	0,2283	0,2134
	12	0,4212	0,4050	0,3283	0,3145	0,2759	0,2459	0,2306
	Média	0,4376	0,4058	0,3279	0,3102	0,2661	0,2374	0,2216
T2	19	0,4711	0,4180	0,3635	0,3354	0,2794	0,2488	0,2276
	20	0,4379	0,4024	0,3203	0,2993	0,2624	0,2412	0,2200
	21	0,4713	0,3881	0,3872	0,2703	0,2384	0,2191	0,2002
	Média	0,4601	0,4028	0,3570	0,3017	0,2601	0,2364	0,2159
T6	16	0,4604	0,4022	0,3323	0,3107	0,2678	0,2450	0,2261
	17	0,4310	0,3800	0,3218	0,3087	0,2828	0,2616	0,2406
	18	0,4229	0,3660	0,3038	0,2881	0,2517	0,2267	0,2076
	Média	0,4381	0,3827	0,3193	0,3025	0,2674	0,2444	0,2248
T7	7	0,4247	0,3926	0,3267	0,3019	0,2647	0,2390	0,2165
	8	0,4435	0,3819	0,3136	0,2933	0,2672	0,2403	0,2176
	9	0,4495	0,3655	0,2854	0,2680	0,2502	0,2271	0,2105
	Média	0,4392	0,3800	0,3086	0,2877	0,2607	0,2355	0,2149
Camada de 0,10 - 0,20 m								
T1	4	0,3785	0,3363	0,3140	0,3089	0,3062	0,3011	0,2884
	5	0,3995	0,3542	0,3412	0,3361	0,3348	0,3276	0,3142
	6	0,4002	0,3537	0,3397	0,3345	0,3269	0,3167	0,2990
	Média	0,3927	0,3481	0,3316	0,3265	0,3226	0,3151	0,3005
T5	1	0,3167	0,3424	0,3240	0,3189	0,3122	0,3013	0,2803
	2	0,3975	0,3801	0,3680	0,3635	0,3578	0,3515	0,3301
	3	0,4084	0,3854	0,3647	0,3546	0,3424	0,3258	0,3060
	Média	0,3742	0,3693	0,3522	0,3457	0,3375	0,3262	0,3055
T4	13	0,4059	0,3823	0,3322	0,3588	0,3486	0,3352	0,3169
	14	0,4214	0,3707	0,3606	0,3597	0,3544	0,3452	0,3229
	15	0,4316	0,3633	0,3376	0,3321	0,3187	0,3058	0,2924
	Média	0,4196	0,3721	0,3435	0,3502	0,3406	0,3287	0,3107
T3	10	0,3963	0,3684	0,3479	0,3433	0,3328	0,3209	0,3100
	11	0,4125	0,3790	0,3620	0,3597	0,3544	0,3463	0,3330
	12	0,4129	0,3729	0,3497	0,3453	0,3347	0,3229	0,3102
	Média	0,4072	0,3734	0,3532	0,3494	0,3406	0,3300	0,3177
T2	19	0,4062	0,3591	0,3493	0,3477	0,3419	0,3339	0,3265
	20	0,4004	0,3589	0,3506	0,3501	0,3466	0,3408	0,3330
	21	0,3937	0,3350	0,3169	0,3102	0,2962	0,2854	0,2705
	Média	0,4001	0,3510	0,3389	0,3360	0,3282	0,3200	0,3100
T6	16	0,4390	0,4026	0,3805	0,3740	0,3526	0,3330	0,3149
	17	0,3935	0,3519	0,3424	0,3405	0,3352	0,3245	0,3127
	18	0,3883	0,3352	0,3149	0,3105	0,2970	0,2852	0,2725
	Média	0,4069	0,3632	0,3459	0,3417	0,3283	0,3142	0,3000
T7	7	0,3783	0,3437	0,3303	0,3256	0,3218	0,3164	0,3026
	8	0,3901	0,3598	0,3455	0,3399	0,3379	0,3298	0,3144
	9	0,3908	0,3589	0,3388	0,3301	0,3229	0,3127	0,2961
	Média	0,3864	0,3541	0,3382	0,3319	0,3275	0,3196	0,3044

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 22A: Dados da curva de retenção de água e dos parâmetros de ajuste segundo Genutchen (1980) e água disponível (A.D) considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa para as duas camadas do bloco I da área experimental de Candiota, RS.

Tratam.	Tensões (cm de coluna de água)							α (l/m)	m	n	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s (cm ³ /cm ³)	c.a	A.D (cm ³ /cm ³)	
	0	10	60	102	340	1020	15300								
-----camada de 0,0 - 0,10 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,470	0,393	0,318	0,299	0,268	0,249	0,200							
	$\theta_{calc.}$	0,470	0,391	0,319	0,302	0,268	0,244	0,202	0,3989	0,0933	2,0753	0,141	0,470	0,999	0,100
T5	$\theta_{obs.}$	0,461	0,396	0,319	0,299	0,270	0,251	0,198							
	$\theta_{calc.}$	0,461	0,394	0,321	0,303	0,269	0,244	0,201	0,332	0,084	2,268	0,136	0,461	0,998	0,102
T4	$\theta_{obs.}$	0,449	0,392	0,334	0,317	0,290	0,276	0,234							
	$\theta_{calc.}$	0,449	0,391	0,334	0,319	0,292	0,271	0,235	0,370	0,094	1,891	0,176	0,449	0,999	0,084
T3	$\theta_{obs.}$	0,465	0,399	0,322	0,292	0,267	0,249	0,206							
	$\theta_{calc.}$	0,465	0,398	0,318	0,300	0,266	0,243	0,209	0,251	0,136	1,905	0,174	0,465	0,998	0,091
T2	$\theta_{obs.}$	0,510	0,413	0,327	0,308	0,266	0,244	0,223							
	$\theta_{calc.}$	0,510	0,413	0,329	0,306	0,267	0,244	0,223	0,048	0,855	0,700	0,217	0,510	1,000	0,083
T6	$\theta_{obs.}$	0,492	0,413	0,323	0,306	0,264	0,243	0,224							
	$\theta_{calc.}$	0,492	0,413	0,326	0,303	0,264	0,244	0,224	0,063	0,666	0,853	0,218	0,492	1,000	0,079
T7	$\theta_{obs.}$	0,514	0,424	0,310	0,284	0,241	0,220	0,197							
	$\theta_{calc.}$	0,514	0,424	0,310	0,283	0,242	0,219	0,197	0,106	0,447	1,139	0,190	0,514	1,000	0,086
-----camada de 0,10 - 0,20 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,411	0,361	0,348	0,340	0,332	0,325	0,279							
	$\theta_{calc.}$	0,408	0,369	0,348	0,342	0,328	0,315	0,286	2,3048	0,0093	1,7852	-0,358	0,408	0,976	0,0560
T5	$\theta_{obs.}$	0,433	0,372	0,347	0,340	0,329	0,323	0,298							
	$\theta_{calc.}$	0,433	0,372	0,348	0,342	0,329	0,319	0,300	2,5198	0,0683	1,8457	0,252	0,433	0,998	0,0420
T4	$\theta_{obs.}$	0,384	0,349	0,338	0,335	0,328	0,324	0,297							
	$\theta_{calc.}$	0,382	0,354	0,339	0,335	0,326	0,318	0,301	2,2327	0,0245	1,7943	0,161	0,382	0,982	0,0340
T3	$\theta_{obs.}$	0,412	0,372	0,356	0,352	0,345	0,333	0,313							
	$\theta_{calc.}$	0,411	0,314	0,357	0,352	0,342	0,333	0,314	2,2381	0,0392	1,7887	0,225	0,411	0,997	0,0380
T2	$\theta_{obs.}$	0,468	0,407	0,376	0,364	0,342	0,328	0,310							
	$\theta_{calc.}$	0,468	0,409	0,372	0,363	0,345	0,332	0,308	0,7490	0,0943	1,8362	0,268	0,468	0,998	0,0550
T6	$\theta_{obs.}$	0,439	0,374	0,351	0,344	0,330	0,319	0,299							
	$\theta_{calc.}$	0,439	0,375	0,350	0,343	0,330	0,319	0,299	2,6120	0,0680	1,7852	0,245	0,439	1,000	0,0440
T7	$\theta_{obs.}$	0,475	0,424	0,380	0,3650	0,337	0,318	0,300							
	$\theta_{calc.}$	0,475	0,424	0,379	0,365	0,337	0,318	0,300	0,0114	1,2999	0,5652	0,296	0,475	1,000	0,0650

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 23A: Dados da curva de retenção de água e dos parâmetros de ajuste segundo Genutchen (1980) e água disponível (A.D) considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa para as duas camadas do bloco II da área experimental de Candiota, RS.

Tratam.		Tensões (cm de coluna de água)						α (l/m)	m	n	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s (cm ³ /cm ³)	c.a	A.D (cm ³ /cm ³)	
		0	10	60	102	340	1020								15300
-----camada de 0,0 - 0,10 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,398	0,352	0,313	0,287	0,273	0,263	0,232							
	$\theta_{calc.}$	0,398	0,353	0,306	0,295	0,274	0,259	0,233	0,3231	0,1105	1,8771	0,199	0,398	0,993	0,062
T5	$\theta_{obs.}$	0,404	0,354	0,318	0,285	0,270	0,260	0,232							
	$\theta_{calc.}$	0,404	0,356	0,306	0,295	0,273	0,258	0,232	0,3412	0,1179	1,8383	0,200	0,404	0,988	0,063
T4	$\theta_{obs.}$	0,417	0,387	0,327	0,281	0,266	0,253	0,214							
	$\theta_{calc.}$	0,417	0,388	0,315	0,297	0,266	0,245	0,217	0,1181	0,1620	1,9114	0,195	0,417	0,985	0,080
T3	$\theta_{obs.}$	0,402	0,359	0,306	0,258	0,245	0,235	0,206							
	$\theta_{calc.}$	0,401	0,362	0,292	0,275	0,245	0,229	0,209	0,1033	0,3064	1,3461	0,199	0,401	0,983	0,066
T2	$\theta_{obs.}$	0,419	0,360	0,297	0,251	0,237	0,224	0,190							
	$\theta_{calc.}$	0,419	0,361	0,284	0,267	0,237	0,218	0,192	0,2050	0,1695	1,8430	0,172	0,419	0,988	0,075
T6	$\theta_{obs.}$	0,519	0,453	0,341	0,300	0,256	0,230	0,212							
	$\theta_{calc.}$	0,518	0,454	0,337	0,305	0,254	0,230	0,213	0,0424	0,6818	1,0419	0,210	0,518	1,000	0,092
T7	$\theta_{obs.}$	0,502	0,429	0,338	0,314	0,280	0,213	0,251							
	$\theta_{calc.}$	0,502	0,429	0,338	0,315	0,280	0,263	0,251	0,0505	0,7938	0,9138	0,249	0,502	1,000	0,064
-----camada de 0,10 - 0,20 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,404	0,364	0,354	0,346	0,339	0,318	0,291							
	$\theta_{calc.}$	0,402	0,371	0,351	0,345	0,332	0,321	0,293	1,4806	0,0100	1,8007	-0,257	0,402	0,985	0,052
T5	$\theta_{obs.}$	0,389	0,344	0,333	0,319	0,310	0,304	0,285							
	$\theta_{calc.}$	0,388	0,347	0,327	0,322	0,311	0,302	0,286	1,4947	0,0672	1,8154	0,243	0,388	0,990	0,036
T4	$\theta_{obs.}$	0,381	0,351	0,343	0,332	0,323	0,309	0,257							
	$\theta_{calc.}$	0,380	0,353	0,340	0,335	0,322	0,307	0,258	0,0000	0,1706	0,2514	-0,801	0,380	0,996	0,077
T3	$\theta_{obs.}$	0,373	0,333	0,328	0,322	0,314	0,308	0,280							
	$\theta_{calc.}$	0,371	0,341	0,326	0,322	0,312	0,304	0,284	2,5253	0,0149	1,7598	0,012	0,371	0,977	0,038
T2	$\theta_{obs.}$	0,375	0,337	0,325	0,310	0,303	0,296	0,277							
	$\theta_{calc.}$	0,375	0,339	0,319	0,314	0,303	0,295	0,277	1,3161	0,0583	1,8130	0,225	0,375	0,991	0,037
T6	$\theta_{obs.}$	0,441	0,396	0,356	0,347	0,333	0,323	0,311							
	$\theta_{calc.}$	0,441	0,397	0,356	0,348	0,333	0,324	0,311	0,3168	0,1682	1,9028	0,302	0,441	1,000	0,037
T7	$\theta_{obs.}$	0,461	0,384	0,341	0,339	0,302	0,288	0,278							
	$\theta_{calc.}$	0,461	0,387	0,339	0,329	0,309	0,295	0,274	0,5945	0,1302	1,8575	0,251	0,461	0,990	0,055

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 24A: Dados da curva de retenção de água e dos parâmetros de ajuste segundo Genutchen (1980) e água disponível (A.D) considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa para as duas camadas do bloco III da área experimental de Candiota, RS.

Tratam.		Tensões (cm de coluna de água)						α (l/m)	m	n	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s (cm ³ /cm ³)	c.a	A.D (cm ³ /cm ³)	
		0	10	60	102	340	1020								15300
-----camada de 0,0 - 0,10 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,438	0,375	0,315	0,293	0,272	0,265	0,243							
	$\theta_{calc.}$	0,438	0,376	0,311	0,297	0,275	0,261	0,244	0,2544	0,1862	0,191	0,233	0,438	0,998	0,053
T5	$\theta_{obs.}$	0,417	0,376	0,335	0,319	0,290	0,275	0,251							
	$\theta_{calc.}$	0,417	0,377	0,333	0,319	0,292	0,273	0,252	0,0282	0,7401	0,6794	0,243	0,417	1,000	0,067
T4	$\theta_{obs.}$	0,455	0,396	0,330	0,315	0,285	0,265	0,229							
	$\theta_{calc.}$	0,455	0,396	0,330	0,315	0,285	0,264	0,229	0,2941	0,1133	0,1846	0,184	0,455	1,000	0,086
T3	$\theta_{obs.}$	0,428	0,384	0,339	0,325	0,295	0,274	0,241							
	$\theta_{calc.}$	0,428	0,384	0,339	0,325	0,295	0,274	0,241	0,0602	0,4359	0,7035	0,215	0,428	1,000	0,084
T2	$\theta_{obs.}$	0,412	0,369	0,325	0,311	0,280	0,258	0,238							
	$\theta_{calc.}$	0,412	0,369	0,325	0,310	0,279	0,259	0,238	0,0079	1,3338	0,5770	0,233	0,412	1,000	0,072
T6	$\theta_{obs.}$	0,439	0,378	0,318	0,300	0,275	0,256	0,233							
	$\theta_{calc.}$	0,439	0,378	0,317	0,301	0,274	0,256	0,233	0,1442	0,3621	0,9851	0,219	0,439	1,000	0,068
T7	$\theta_{obs.}$	0,443	0,396	0,326	0,310	0,281	0,267	0,232							
	$\theta_{calc.}$	0,443	0,395	0,327	0,311	0,282	0,263	0,234	0,2166	0,1264	2,0917	0,206	0,443	0,999	0,077
-----camada de 0,10 - 0,20 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,445	0,389	0,352	0,345	0,332	0,320	0,306							
	$\theta_{calc.}$	0,445	0,389	0,353	0,345	0,330	0,321	0,306	0,5595	0,1374	1,9050	0,292	0,445	1,000	0,039
T5	$\theta_{obs.}$	0,407	0,353	0,338	0,333	0,326	0,315	0,302							
	$\theta_{calc.}$	0,407	0,356	0,337	0,332	0,323	0,316	0,303	2,7987	0,0831	1,7906	0,276	0,407	0,997	0,029
T4	$\theta_{obs.}$	0,405	0,372	0,353	0,346	0,333	0,321	0,296							
	$\theta_{calc.}$	0,405	0,373	0,352	0,346	0,330	0,322	0,296	1,2402	0,0237	1,8179	0,089	0,405	1,000	0,050
T3	$\theta_{obs.}$	0,383	0,352	0,336	0,342	0,325	0,315	0,299							
	$\theta_{calc.}$	0,382	0,355	0,339	0,335	0,325	0,317	0,299	1,2715	0,0365	1,8061	0,208	0,382	0,982	0,036
T2	$\theta_{obs.}$	0,395	0,364	0,345	0,340	0,333	0,328	0,309							
	$\theta_{calc.}$	0,395	0,364	0,346	0,341	0,332	0,325	0,310	1,1157	0,0654	1,8918	0,274	0,395	0,996	0,031
T6	$\theta_{obs.}$	0,408	0,368	0,349	0,343	0,334	0,322	0,307							
	$\theta_{calc.}$	0,409	0,369	0,348	0,343	0,332	0,324	0,307	1,3167	0,0659	1,8417	0,264	0,408	0,999	0,036
T7	$\theta_{obs.}$	0,411	0,359	0,330	0,324	0,319	0,310	0,285							
	$\theta_{calc.}$	0,411	0,358	0,334	0,328	0,315	0,306	0,288	1,6075	0,0758	1,8824	0,250	0,411	0,993	0,040

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

TABELA 25A: Dados da curva de retenção de água e dos parâmetros de ajuste segundo Genutchen (1980) e água disponível (A.D) considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa para as duas camadas do bloco IV da área experimentalde Candiota, RS.

Tratam.	Tensões (cm de coluna de água)							α (l/m)	m	n	θ_r (cm ³ /cm ³)	θ_s	c.a	A.D (cm ³ /cm ³)	
	0	10	60	102	340	1020	15300								
-----camada de 0,0 - 0,10 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,439	0,383	0,321	0,303	0,275	0,253	0,226							
	$\theta_{calc.}$	0,439	0,383	0,320	0,304	0,274	0,254	0,226	0,157	0,283	1,069	0,203	0,439	1,000	0,078
T5	$\theta_{obs.}$	0,446	0,391	0,327	0,310	0,278	0,256	0,228							
	$\theta_{calc.}$	0,446	0,391	0,327	0,310	0,278	0,257	0,228	0,1248	0,3240	0,9857	0,206	0,446	1,000	0,082
T4	$\theta_{obs.}$	0,456	0,360	0,335	0,318	0,287	0,259	0,251							
	$\theta_{calc.}$	0,455	0,367	0,323	0,312	0,290	0,274	0,245	1,1991	0,0928	1,7710	0,193	0,455	0,983	0,067
T3	$\theta_{obs.}$	0,438	0,406	0,328	0,310	0,266	0,237	0,222							
	$\theta_{calc.}$	0,438	0,405	0,331	0,307	0,264	0,241	0,220	0,0325	0,5922	1,0398	0,216	0,438	0,999	0,087
T2	$\theta_{obs.}$	0,460	0,403	0,357	0,302	0,260	0,236	0,216							
	$\theta_{calc.}$	0,580	0,410	0,339	0,314	0,263	0,234	0,215	0,0069	1,5462	0,7065	0,214	0,458	0,989	0,099
T6	$\theta_{obs.}$	0,438	0,383	0,319	0,303	0,267	0,244	0,225							
	$\theta_{calc.}$	0,438	0,382	0,320	0,302	0,266	0,246	0,224	0,0302	0,8288	0,7168	0,219	0,438	1,000	0,078
T7	$\theta_{obs.}$	0,439	0,380	0,309	0,288	0,261	0,235	0,215							
	$\theta_{calc.}$	0,439	0,380	0,308	0,290	0,258	0,238	0,214	0,1167	0,3673	1,0647	0,202	0,439	0,999	0,076
-----camada de 0,10 - 0,20 m-----															
T1	$\theta_{obs.}$	0,393	0,348	0,332	0,327	0,323	0,315	0,301							
	$\theta_{calc.}$	0,392	0,349	0,332	0,328	0,320	0,314	0,302	2,1615	0,0859	1,8584	0,281	0,392	0,997	0,026
T5	$\theta_{obs.}$	0,374	0,369	0,352	0,346	0,337	0,326	0,305							
	$\theta_{calc.}$	0,374	0,369	0,352	0,347	0,336	0,326	0,306	0,1318	0,0321	1,9313	0,191	0,374	0,999	0,041
T4	$\theta_{obs.}$	0,420	0,372	0,343	0,350	0,341	0,329	0,311							
	$\theta_{calc.}$	0,419	0,372	0,351	0,346	0,336	0,328	0,313	1,6245	0,0805	1,8666	0,283	0,419	0,985	0,033
T3	$\theta_{obs.}$	0,407	0,373	0,353	0,349	0,341	0,330	0,318							
	$\theta_{calc.}$	0,407	0,374	0,354	0,349	0,339	0,331	0,318	0,9020	0,0813	1,8713	0,290	0,407	0,999	0,031
T2	$\theta_{obs.}$	0,400	0,351	0,339	0,336	0,328	0,320	0,310							
	$\theta_{calc.}$	0,400	0,354	0,338	0,334	0,327	0,321	0,311	2,7237	0,0942	1,7981	0,293	0,400	0,997	0,023
T6	$\theta_{obs.}$	0,407	0,363	0,346	0,342	0,328	0,314	0,300							
	$\theta_{calc.}$	0,407	0,366	0,345	0,339	0,327	0,318	0,299	1,5351	0,0574	1,7895	0,240	0,407	0,996	0,040
T7	$\theta_{obs.}$	0,386	0,354	0,338	0,332	0,328	0,320	0,304							
	$\theta_{calc.}$	0,386	0,354	0,338	0,334	0,325	0,319	0,305	1,4463	0,0643	1,8621	0,270	0,386	0,998	0,029

T1 - Hemártria; T5 - Tifton; T4 - Pensacola; T3 - Hemártria + Amendoim Forrageiro; T2 - Tifton+ Amendoim Forrageiro; T6 - Pensacola + Amendoim Forrageiro; T7 - Pensacola + controle (braquiária humidícola + braquiária brizanta) + Amendoim Forrageiro; T8 - Solo Natural.

APÊNDICE 26A: Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, carbono orgânico (C.O) e diâmetro médio ponderado (DMP) de uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS para a camada de 0,0 - 0,10 m

Pontos	Classes de distribuição de agregados (mm)						C.O	DMP
	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
	-----g kg ⁻¹ -----							--mm--
1	306,33	149,07	118,47	189,72	125,64	110,77	19,90	3,05
2	336,45	194,80	139,21	132,93	84,35	112,26	19,42	3,40
3	443,35	177,25	108,24	125,79	93,96	51,42	19,71	4,05
4	422,87	189,74	132,90	116,90	66,08	71,51	21,55	3,97
5	441,50	151,92	92,07	134,40	130,29	49,81	19,13	3,95
6	537,83	151,04	87,15	101,59	80,05	42,33	20,34	4,58
7	401,96	170,39	114,68	127,29	91,83	93,85	21,70	3,75
8	424,90	182,59	114,22	144,18	103,36	30,74	20,15	3,96
9	480,60	179,85	111,27	117,50	92,58	18,20	20,34	4,32
10	397,16	183,04	124,29	132,29	104,29	58,93	24,04	3,77
Média	419,29	172,97	114,25	132,26	97,24	63,98	20,63	3,88
11	510,65	168,47	108,57	100,79	77,60	33,93	26,18	4,48
12	523,36	169,84	111,22	89,03	76,37	30,18	25,30	4,57
13	382,22	182,37	135,55	137,75	91,81	70,30	23,36	3,68
14	468,55	193,64	139,02	100,16	48,60	50,02	24,38	4,30
15	426,05	219,38	145,79	117,92	50,33	40,54	28,61	4,11
16	435,27	193,84	137,25	101,45	63,36	68,83	29,20	4,07
17	511,26	216,61	122,87	84,94	55,62	8,69	26,18	4,65
18	408,73	194,62	137,61	137,56	93,20	28,29	25,11	3,92
19	302,90	216,63	172,49	134,24	108,26	65,48	24,04	3,29
20	255,45	189,56	172,57	194,25	132,62	55,55	22,97	2,91
Média	422,44	194,50	138,29	119,81	79,78	45,18	25,53	4,00
21	347,95	192,42	138,93	150,68	86,73	83,29	24,62	3,49
22	364,10	176,29	102,46	114,69	91,57	150,89	22,00	3,47
23	324,22	198,22	116,12	151,97	113,47	96,00	23,26	3,31
24	223,56	197,29	162,79	175,86	150,52	89,99	21,41	2,69
25	94,49	151,98	123,28	248,23	180,53	201,50	21,07	1,62
26	299,58	188,34	117,13	149,73	91,68	153,54	20,63	3,10
27	442,85	164,20	114,79	103,76	112,02	62,38	21,80	4,00
28	490,86	134,95	89,25	103,63	65,58	115,73	22,68	4,20
29	444,93	156,37	102,76	134,84	84,08	77,03	22,97	3,99
30	422,27	200,21	138,45	104,35	69,67	65,05	20,92	4,00
Média	345,48	176,03	120,59	143,77	104,59	109,54	22,14	3,39
31	252,84	185,34	125,93	153,93	105,12	131,52	21,51	2,91
32	181,69	201,30	137,56	210,62	136,28	132,56	20,73	2,39
33	463,23	190,58	136,36	106,89	69,66	33,29	22,29	4,26
34	359,80	189,21	150,92	124,29	77,56	98,21	20,15	3,56
35	297,61	214,33	169,92	137,22	107,83	73,09	23,84	3,24
36	385,92	174,59	129,42	116,83	107,63	85,61	22,00	3,66
37	427,67	186,89	128,81	105,14	59,91	91,58	22,68	3,98
38	268,78	159,15	159,53	139,54	137,63	135,37	22,63	2,85
39	417,40	206,10	149,87	100,67	64,53	61,42	22,92	4,00
40	359,35	187,30	129,55	124,23	87,55	112,00	23,16	3,52
Média	341,43	189,48	141,79	131,94	95,37	95,47	22,19	3,44

Fonte: Nunes (2002)

C1: 9,56 - 4,76 mm; C2: 4,76 - 2,00 mm; C3: 2,00 - 1,00 mm; C4: 1,00 - 0,25 mm; C5: 0,25 - 0,105 mm; C6: < 0,105 mm.

APÊNDICE 27A: Distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de tamanho, carbono orgânico (C.O) e diâmetro médio ponderado (DMP) de uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS para a camada de 0,10 - 0,20 m.

Pontos	Classes de distribuição de agregados (mm)						C.O	DMP
	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
	-----g kg ⁻¹ -----							--mm--
1	308,29	192,91	149,26	149,38	100,68	99,48	17,23	3,22
2	304,43	219,27	159,87	162,97	72,57	80,88	18,61	3,30
3	344,33	177,51	106,48	153,18	119,17	99,34	17,67	3,37
4	330,30	171,08	137,45	142,83	104,91	113,42	13,20	3,29
5	328,26	158,68	124,98	168,29	149,83	69,95	14,85	3,24
6	415,53	180,43	107,65	136,19	107,94	52,26	16,50	3,88
7	314,63	159,04	128,06	144,19	128,90	125,19	14,03	3,13
8	352,96	187,94	128,27	170,66	111,09	49,07	14,21	3,51
9	287,44	154,33	145,57	199,97	119,81	92,88	13,63	2,98
10	356,56	164,93	121,60	160,31	120,93	75,66	11,39	3,45
Média	334,27	176,61	130,92	158,80	113,58	85,81	15,13	3,34
11	454,67	185,25	124,99	120,29	63,43	51,38	13,72	4,17
12	477,43	172,49	83,40	120,99	68,58	77,11	14,89	4,23
13	358,35	157,17	138,24	159,68	122,85	63,71	22,19	3,46
14	207,92	207,60	188,84	209,77	142,24	43,63	13,92	2,67
15	354,42	206,32	160,41	143,91	85,68	49,26	19,37	3,60
16	235,88	212,94	162,43	182,55	156,82	49,39	13,92	2,83
17	267,34	238,46	206,57	170,26	108,66	8,71	14,50	3,19
18	530,40	151,47	141,96	98,48	57,05	20,63	18,78	4,60
19	113,16	218,22	242,87	202,14	159,35	64,27	14,31	2,11
20	274,73	254,55	164,06	178,02	81,31	47,33	15,09	3,23
Média	327,43	200,45	161,38	158,61	104,60	47,54	16,07	3,41
21	270,11	179,58	140,81	170,47	120,67	118,36	14,11	2,92
22	430,99	144,27	121,03	122,04	127,30	54,37	15,67	3,88
23	404,02	136,38	155,01	128,55	99,12	76,91	17,62	3,71
24	164,96	187,79	188,62	199,63	148,87	110,13	14,11	2,30
25	430,36	144,46	120,05	113,23	95,57	96,32	11,78	3,86
26	294,97	171,48	168,47	142,88	129,49	92,71	16,64	3,09
27	277,59	142,98	160,51	175,41	154,67	88,84	13,63	2,89
28	456,15	148,52	96,34	135,52	104,00	59,47	18,30	4,04
29	246,34	218,93	180,25	156,81	127,12	70,55	18,05	2,93
30	192,40	199,82	182,15	208,20	137,85	79,58	16,25	2,52
Média	316,79	167,42	151,33	155,28	124,47	84,72	15,62	3,21
31	186,44	209,83	191,65	182,29	148,31	81,49	17,13	2,51
32	228,03	235,66	161,02	166,42	129,70	79,17	19,46	2,83
33	305,37	175,39	130,29	179,84	145,82	63,28	16,25	3,15
34	177,66	146,18	137,88	224,17	176,47	137,63	15,47	2,20
35	369,04	194,40	131,43	146,15	111,97	47,01	19,27	3,63
36	192,65	178,63	150,59	198,83	151,55	127,76	16,35	2,41
37	267,05	189,67	182,16	159,88	95,18	106,06	17,03	2,98
38	291,97	169,48	148,34	180,48	144,27	65,46	19,22	3,06
39	347,81	174,17	103,98	147,61	147,60	78,83	18,98	3,39
40	186,18	140,59	164,30	205,79	188,84	114,31	17,81	2,27
Média	255,22	181,40	150,16	179,15	143,97	90,10	17,70	2,84

Fonte: Nunes (2002)

C1: 9,56 - 4,76 mm; C2: 4,76 - 2,00 mm; C3: 2,00 - 1,00 mm; C4: 1,00 - 0,25 mm; C5: 0,25 - 0,105 mm; C6: < 0,105 mm.

APÊNDICE 28A: Dados de densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macro (Ma) e microporosidade (Mi) de uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS para as camadas de 0,10 m e 0,10 - 0,20 m

Pontos	Ds	Pt	Ma	Mi	Ds	Pt	Ma	Mi
	camada de 0,0 - 0,10 m				camada de 0,10 - 0,20 m			
	Mg m ⁻³		m m ⁻³		Mg m ⁻³		m m ⁻³	
1	1,38	0,3837	0,0110	0,3727	1,55	0,3602	0,0127	0,3475
2	1,44	0,3858	0,0010	0,3849	1,47	0,3694	0,0084	0,3611
3	1,42	0,3945	0,0008	0,3937	1,46	0,3992	0,0304	0,3688
4	1,30	0,4509	0,0142	0,4367	1,48	0,3700	0,0260	0,3439
5	1,49	0,3680	0,0082	0,3598	1,55	0,3458	0,2050	0,1408
6	1,37	0,4140	0,0106	0,4034	1,43	0,3879	0,0246	0,3634
7	1,44	0,3838	0,0075	0,3764	1,50	0,3677	0,0229	0,3449
8	1,43	0,4060	0,0152	0,3908	1,57	0,3405	0,0091	0,3314
9	1,46	0,3723	0,0063	0,3660	1,37	0,3222	0,0049	0,3173
10	1,42	0,3884	0,0026	0,3858	1,69	0,3623	0,0417	0,3206
Média	1,42	0,39	0,01	0,39	1,51	0,3625	0,0386	0,3240
11	1,34	0,4123	0,0022	0,4101	1,55	0,3580	0,0178	0,3402
12	1,37	0,4162	0,0017	0,4146	1,49	0,3981	0,0098	0,3883
13	1,49	0,3665	0,0046	0,3619	1,32	0,4686	0,0702	0,3983
14	1,39	0,4245	0,0083	0,4163	1,53	0,4213	0,0533	0,3680
15	1,23	0,4767	0,0026	0,4740	1,46	0,4250	0,0422	0,3827
16	1,25	0,4806	0,0469	0,4337	1,45	0,4402	0,0397	0,4004
17	1,36	0,4655	0,0132	0,4522	1,38	0,4560	0,0391	0,4169
18	1,37	0,4367	0,0275	0,4092	1,36	0,4437	0,0511	0,3926
19	1,38	0,4218	0,0019	0,4200	1,48	0,4252	0,0531	0,3721
20	1,36	0,4116	0,0145	0,3972	1,39	0,4316	0,0616	0,3701
Média	1,35	0,43	0,01	0,42	1,44	0,4268	0,0438	0,3830
21	1,41	0,3967	0,0018	0,3949	1,48	0,4183	0,0611	0,3572
22	1,44	0,4094	0,0120	0,3974	1,45	0,4251	0,0544	0,3707
23	1,42	0,4021	0,0186	0,3835	1,40	0,4379	0,0596	0,3782
24	1,43	0,3975	0,0138	0,3837	1,47	0,4118	0,0677	0,3441
25	1,42	0,4086	0,0188	0,3898	1,53	0,3764	0,0615	0,3150
26	1,52	0,3843	0,0043	0,3800	1,48	0,3917	0,0606	0,3311
27	1,36	0,4070	0,0171	0,3899	1,51	0,3711	0,0437	0,3273
28	1,45	0,4131	0,0374	0,3757	1,51	0,3934	0,0411	0,3523
29	1,43	0,3841	0,0037	0,3803	1,44	0,4006	0,0518	0,3489
30	1,52	0,3600	0,0037	0,3564	1,46	0,3883	0,0527	0,3355
Média	1,44	0,40	0,01	0,38	1,47	0,4015	0,0554	0,3460
31	1,45	0,3815	0,0054	0,3761	1,34	0,4348	0,1083	0,3265
32	1,39	0,4107	0,0264	0,3844	1,35	0,4426	0,1125	0,3301
33	1,44	0,4045	0,0038	0,4007	1,47	0,4088	0,0853	0,3235
34	1,46	0,4077	0,0060	0,4017	1,51	0,3901	0,0763	0,3137
35	1,44	0,3936	0,0129	0,3807	1,48	0,4039	0,0607	0,3431
36	1,53	0,4068	0,0361	0,3707	1,47	0,3952	0,0585	0,3367
37	1,48	0,4122	0,0258	0,3864	1,48	0,4137	0,0711	0,3426
38	1,50	0,4085	0,0182	0,3903	1,53	0,4067	0,0703	0,3365
39	1,56	0,3418	0,0109	0,3309	1,67	0,3892	0,0905	0,2988
40	1,52	0,3799	0,0028	0,3772	1,73	0,3596	0,0722	0,2874
Média	1,48	0,39	0,01	0,38	1,50	0,4045	0,0806	0,3239
Média	1,53	0,43	0,01	0,42	1,59	0,43	0,06	0,37
DP	0,07	0,03	0,01	0,03	0,08	0,03	0,03	0,04
CV (%)	4,50	6,43	81,34	6,04	5,26	7,62	58,52	11,34

Fonte: Nunes (2002)

APÊNDICE 29A: Valores percentuais de areia, silte, argila e argila dispersa de uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS para as camadas de 0,0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

Pontos	areia	silte	argila	arg.disp.	areia	silte	argila	arg. Disp.
	Camada 0,0 - 0,10 m				Camada 0,10 - 0,20 m			
1	58,31	24,63	17,06	4,58	53,29	28,20	18,51	3,85
2	56,24	23,22	20,54	5,30	55,82	20,58	23,60	5,00
3	55,66	19,17	25,16	4,26	54,39	19,69	25,92	5,32
4	52,21	23,43	24,37	4,10	51,17	22,47	26,36	5,42
5	53,66	26,99	19,35	6,74	52,50	26,41	21,09	8,78
6	54,38	22,94	22,69	7,42	51,28	24,96	23,77	9,96
7	52,44	25,33	22,23	6,45	47,97	23,86	28,18	10,44
8	59,06	13,05	27,89	8,44	52,54	17,67	29,78	11,62
9	53,93	17,01	29,06	10,14	51,48	18,18	30,34	11,06
10	52,79	16,71	30,50	8,81	51,96	15,54	32,50	12,86
Média	54,87	21,25	23,89	6,625	52,24	21,76	26,01	8,43
11	53,64	9,60	36,76	9,94	46,91	11,88	41,22	17,30
12	52,91	11,78	35,31	9,32	46,34	11,26	42,40	11,84
13	46,45	29,63	23,92	9,68	47,90	24,92	27,18	11,80
14	47,52	24,70	27,78	13,32	40,73	19,16	40,11	20,32
15	45,25	24,12	30,62	15,84	37,41	20,38	42,21	26,51
16	42,18	27,18	30,64	14,28	29,63	17,23	53,14	41,39
17	43,45	27,10	29,46	18,31	27,11	18,21	54,68	39,83
18	45,02	27,14	27,85	14,82	39,95	21,18	38,88	26,78
19	48,67	25,62	25,70	13,43	40,52	23,38	36,10	25,12
20	46,89	27,74	25,38	12,06	40,10	24,04	35,86	16,58
Média	47,20	23,46	29,34	13,102	39,66	19,16	41,18	23,75
21	47,67	29,18	23,15	7,06	43,30	23,74	32,97	11,14
22	48,19	28,02	23,79	7,44	44,69	24,58	30,73	11,50
23	48,26	29,69	22,05	7,08	45,25	28,39	26,35	9,60
24	48,94	31,06	20,00	5,78	45,76	29,88	24,36	10,67
25	44,08	37,33	18,58	3,32	43,92	34,75	21,34	6,08
26	42,94	36,35	20,70	8,46	41,74	35,81	22,45	10,63
27	41,38	39,26	19,36	8,70	35,57	39,44	24,99	12,26
28	44,13	35,52	20,35	9,22	40,10	37,58	22,33	9,85
29	44,79	35,60	19,62	9,15	41,17	37,28	21,55	10,85
30	46,39	33,38	20,22	7,26	46,37	33,10	20,53	6,65
Média	45,68	33,54	20,78	7,35	42,79	32,45	24,76	9,92
31	44,22	33,59	22,19	7,21	45,20	33,48	21,32	8,05
32	43,21	34,27	22,52	9,16	44,24	32,82	22,94	10,02
33	43,43	32,86	23,71	10,04	45,16	30,93	23,91	10,20
34	45,16	27,52	27,33	10,27	42,20	29,52	28,28	9,90
35	41,60	33,16	25,24	10,68	43,08	30,26	26,66	9,95
36	43,60	28,00	28,40	11,03	40,93	28,51	30,56	11,47
37	39,80	30,58	29,62	11,35	40,19	28,03	31,78	11,89
38	43,57	28,98	27,46	9,21	42,19	25,08	32,73	10,27
39	43,04	29,57	27,38	9,64	44,86	27,62	27,52	9,65
40	46,12	26,23	27,66	7,93	44,76	24,38	30,86	12,24
Média	43,37	30,48	26,15	9,65	43,28	29,06	27,66	10,36
Méd. Geral	47,78	27,18	25,04	9,182	44,49	25,61	29,90	131,16
DP	5,02	6,75	4,49	32,19	6,07	6,82	8,35	81,40
CV	25,20	45,62	20,13	35,06	36,85	46,52	69,76	62,06

Fonte: Nunes (2002)

APÊNDICE 30A: Valores de resistência mecânica à penetração de uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS (Média de 3 repetições).

camada	RMP	camada	RMP	camada	RMP	camada	RMP
0,0 – 0,10 m	MPa	0,10 - 0,20 m	MPa	0,20 - 0,30 m	MPa	0,30 – 0,40 m	MPa
0 - 2	1,63	10 - 12	2,83	20 - 22	2,78	30 - 32	3,52
2 - 4	1,59	12 - 14	2,79	22 - 24	3,01	32 - 34	3,60
4 - 6	1,75	14 - 16	2,71	24 - 26	3,26	34 - 36	3,90
6 - 8	2,15	16 - 18	2,70	26 - 28	3,37	36 - 38	3,84
8 - 10	2,80	18 - 20	2,76	28 - 30	3,62	38 - 40	3,83
Média	1,99	Média	2,76	Média	3,21	Média	3,74

Fonte: Nunes (2002)

RMP: Resistência mecânica à penetração

APÊNDICE 31A: Valores percentuais de água disponível, considerando como limite superior a água retida à tensão de 0,01 MPa para uma transeção de 40 pontos do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS para as camadas de 0,0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m

pontos	Água Disponível em %		pontos	Água Disponível em %	
	camadas			camadas	
	0,0 - 0,10 m	0,10 - 0,20 m		0,0 - 0,10 m	0,10 - 0,20 m
1	12,08	12,03	21	13,07	16,36
2	10,19	10,05	22	17,69	12,16
3	8,70	9,23	23	10,84	12,39
4	12,52	10,44	24	8,12	7,61
5	10,68	11,37	25	15,02	10,78
6	13,55	12,59	26	11,37	9,64
7	16,10	10,70	27	8,93	9,11
8	8,62	10,42	28	19,07	11,81
9	10,52	9,73	29	10,27	11,77
10	8,62	10,49	30	9,65	20,18
Média	11,16	10,70	Média	12,40	12,18
11	16,03	7,32	31	7,39	11,01
12	14,09	11,53	32	13,23	13,31
13	11,76	8,91	33	13,48	11,23
14	13,04	7,74	34	7,39	13,68
15	16,67	7,81	35	9,02	13,24
16	2,48	9,15	36	15,18	11,67
17	8,61	8,42	37	9,62	6,74
18	10,09	10,60	38	9,48	12,95
19	14,38	6,86	39	8,83	11,87
20	10,41	8,43	40	9,36	10,51
Média	11,76	8,68	Média	10,30	11,62

Fonte: Leitzke (2002)

ANEXO 32A: Perfil modal do solo natural da área de mineração de carvão de Candiota, RS.**Perfil do solo natural**

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL: barranco em beira de estrada, sob de vegetação nativa

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Rio Bonito (transicional para Formação Palermo)

PEDREGOSIDADE: não pedregoso

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado a ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: campo subtropical úmido

Descrição morfológica:

- A 0-22 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR3/3, úmido) e bruno-avermelhado (5YR4/4, seco); franca; fraca pequena a grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- AB 22-35 cm; vermelho-escuro (2,5YR3/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR4/6, seco); franco argilosa; fraca a moderada média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- BA 35-45 cm; vermelho-escuro a vermelho (2,5YR3,5/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR4,5/6, seco); franco argilosa a argila; moderada média blocos subangulares; dura, firme, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição plana e clara.
- Bt₁ 45-53 cm; vermelho (2,5YR4/6, úmido) e vermelho (2,5YR4/8, seco); argila; moderada a forte média blocos subangulares; cerosidade comum e fraca; dura, firme, plástica e pegajosa a ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt₂ 53-125/140 cm; vermelho (2,5YR4/6 úmido) e vermelho (2,5YR4/8, seco); argila; moderada a forte média blocos subangulares; cerosidade comum e fraca; dura, firme, plástica e pegajosa a ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.
- BC 125/140-180+ cm; vermelho (2,5YR4/6 úmido) e vermelho (2,5YR4/8, seco); argila; moderada média blocos subangulares; dura a muito dura, firme a muito firme, plástica a ligeiramente e pegajosa.

Análises Físicas e Químicas:

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina			SILTE Argila	PH	
Sím-bolo	Profundidade	Areia	Silte	Argila		H ₂ O	KCl N
m		g kg ⁻¹					
A	0,0 – 0,22	433	336	231	1,45	5,7	4,4
AB	0,22 – 0,35	378	282	340	0,83	5,0	3,9
BA	0,35 -0,45	345	253	402	0,63	5,1	3,9
Bt ₁	0,45 – 0,53	267	183	550	0,33	5,2	4,0
Bt ₂	0,53 -1,25/1,40	299	231	470	0,49	5,4	4,1
BC	1,25/1,40-1,80+	283	272	445	0,61	5,5	4,1

Continuação:

Símbolo	Complexo sortivo								V	Al	P	C org.
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H	T				
----- cmol _c kg ⁻¹ -----								----% ---	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
A	2,60	1,80	0,26	0,02	4,68	3,17	0,43	8,28	57	40	1,1	11
AB	1,90	1,50	0,08	0,01	3,49	1,74	2,76	7,99	44	33	0,3	8
BA	2,20	1,80	0,08	0,01	4,09	1,94	2,81	8,84	46	32	0,2	6
Bt ₁	3,10	3,50	0,06	0,05	6,71	1,33	2,62	10,66	63	17	0,3	5
Bt ₂	2,40	3,40	0,05	0,06	5,91	0,99	2,01	8,91	66	14	0,6	3
BC	2,20	4,20	0,04	0,08	6,52	1,80	1,40	9,72	67	22	0,6	3

ANEXO 33A: Profundidade do estéril na área de mineração de carvão de Candiota, RS.

Estéril	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Estéril
1	35	40	33	50	15	70	70	75	50	25	30	10-20
2	40		40		20	40	25		60		35	21-30
3	40	40		45		45		40		30	60	31-40
4	40		25		25		30		40		40	41-50
5	45	35		40		25		25		15	30	51-60
6	40	85	60	60	50	50	35	40	30	35	35	61-85