

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DE
ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES-RJ**

ROMANO ROBERTO VALICHESKI

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO-2004**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁREAS DE
EXTRAÇÃO DE ARGILA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

ROMANO ROBERTO VALICHESKI

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

ORIENTADOR: PROF. CLÁUDIO ROBERTO MARCIANO

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JULHO - 2004**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 004/2005

Valicheski, Romano Roberto

Avaliação técnica e econômica da reutilização de áreas de extração de argila em Campos dos Goytacazes - RJ / Romano Roberto Valicheski. – 2004.

132 f.

Orientador: Cláudio Roberto Marciano

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2004.

Bibliografia; f. 98 - 102.

1. Extração de argila 2. Área degradada 3. Impacto ambiental 4. Salinidade 5. Viabilidade econômica I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 631.6

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DE
ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES-RJ

ROMANO ROBERTO VALICHESKI

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 16 de julho 2004

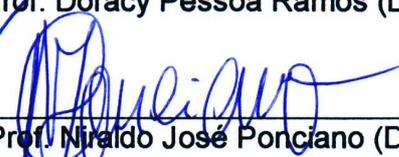
Comissão Examinadora:



Prof. Mauri dos Santos Manhães (Ph.D. Agronomia) - UFRRJ



Prof. Doracy Pessoa Ramos (D.Sc.) - UENF



Prof. Niraldo José Ponciano (D.Sc.) - UENF



Prof. Cláudio Roberto Marciano (D.Sc.) - UENF
Orientador

A Deus.

À meus amados pais, Constante e Miguelina.

À minha querida e amada namorada Suzi.

Ao meu irmão Roberto e às minhas irmãs Claudina, Elsa, Lúcia,
Tere, Clarice e Mari Neia.

À meus adoráveis sobrinhos, Jullyan, Joelson, Gabriela, Mariana e
João Marcelo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À UENF, pela bolsa e oportunidade de realização do curso.

Ao professor orientador Cláudio Roberto Marciano, pela oportunidade, amizade, incentivo e ensinamentos prestados.

À professora Deborah, pelo apoio para ingressar no curso e pelas sugestões na defesa do Projeto de Tese.

Aos professores Niraldo José Ponciano e Doracy Pessoa Ramos pelas valiosas sugestões e esclarecimento durante a realização da parte final do trabalho.

Aos professores das disciplinas cursadas.

Aos técnicos do Laboratório de Solos pela instruções na realização das análises químicas.

Aos colegas de laboratório, pela amizade, apoio e incentivo.

Aos ceramistas e proprietários rurais, pelas informações prestadas e por permitirem a realização deste estudo.

Aos amigos Anderson, Andreia e Baiano pela ajuda na realização de determinados trabalhos de campo.

Aos colegas de republica Leandro, Eleodoro (argentino) e Francisco (chico), pela inestimável amizade, apoio, paciência e incentivo nos momentos difíceis.

Aos amigos Edson, Ernado, Adelmo, Laélio, Dimmy, Flávia, Silda e Mônica pela ótima convivência e amizade.

Aos donos e funcionários das casas agropecuárias Sem Limite, Ricardo Agropecuária, LC Agropecuária, Casa do Fazendeiro e Ronaldo Agropecuária, que contribuíram com as informações dos preços dos insumos utilizados na formação dos cenários.

Às funcionárias da Biblioteca do CCTA, pela paciência e atenção.

À funcionária da biblioteca do Campus Dr. Leonel Miranda (UFRRJ), pelo apoio e dedicação no acervo bibliográfico.

Aos demais colegas, professores e funcionários que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1 Mineração no Brasil.....	04
2.1.1 Aspectos socioeconômicos.....	04
2.1.2 Aspectos ambientais.....	05
2.1.3 Aspectos legais.....	07
2.2. O Pólo Cerâmico Norte Fluminense.....	08
2.2.1 A matéria-prima argilosa de Campos dos Goytacazes.....	10
2.3 Uso das terras após o processo de extração de argila.....	11
2.4 Solo e desenvolvimento vegetal.....	14
2.4.1 Qualidade química do solo.....	14
2.4.2 Qualidade física do solo.....	18
2.5 Solos da Baixada dos Goytacazes.....	19
2.6 Externalidade ambiental negativa do processo de extração de argila....	22
2.7 Avaliação da viabilidade econômica do uso da terra.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Localização geográfica.....	24

3.2	Escolhas das áreas para caracterização dos perfis e coleta das amostras de solo.....	24
3.3	Características do solo original, obtidas a partir de perfis remanescentes em áreas adjacentes às cavas.....	25
3.4	Preparo das amostras.....	26
3.5	Análises laboratoriais para a caracterização do solo.....	26
3.5.1	Análises químicas.....	26
3.5.2	Análises físicas.....	27
3.6	Classificação dos solos utilizados	30
3.7	Características da lavra.....	30
3.8	Atributos químicos e físicos do substrato remanescente.....	33
3.9	Avaliação econômica dos cenários.....	34
3.9.1	Fluxo de caixa.....	34
3.9.2	Indicadores econômicos.....	36
3.9.3	Análise de sensibilidade.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Classificação e caracterização morfológica dos solos.....	39
4.2	Atributos químicos do solo original.....	46
4.3	Atributos físicos dos solos estudados.....	60
4.4	Caracterização do substrato remanescente das cavas	75
4.5	Resultado da análise financeira dos cenários.....	83
4.5.1	Fluxo de caixa.....	83
4.5.2	Valor presente líquido (VPL).....	83
4.5.3	Taxa interna de retorno (TIR).....	86
4.5.4	Análise de sensibilidade.....	87
5	RESUMO E CONCLUSÕES.....	90
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	92
	APÊNDICES.....	103
	APÊNDICE A.....	104
	APÊNDICE B.....	126

RESUMO

VALICHESKI, Romano Roberto, M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; julho de 2004; Avaliação técnica e econômica da reutilização de áreas de extração de argila em Campos dos Goytacazes-RJ; Orientador: Cláudio Roberto Marciano, Co-orientador: Niraldo José Ponciano

Este trabalho teve como objetivo avaliar técnica e economicamente cenários de reutilização de áreas de extração de argila em Campos dos Goytacazes (RJ), quais sejam: implantação de eucalipto, cana-de-açúcar e pastagem. A avaliação técnica foi feita a partir do conhecimento dos atributos morfológicos, químicos e físicos do solo, antes e após a extração. A avaliação econômica foi feita a partir da produtividade e da valoração dos componentes de produção (terra, serviços, insumos, produtos, etc.). A partir dessas avaliações buscou-se delinear critérios que permitam subsidiar a emissão da autorização da lavra por parte das agências ambientais. Foram escolhidas 10 cavas inseridas na região de extração, sendo que, em cada uma, realizou-se o levantamento do procedimento de lavra, caracterização morfológica do perfil e a coleta de amostras de solo para as análises químicas e físicas. A partir das descrições morfológicas e dados analíticos do perfil, buscou-se não apenas classificar os solos e identificar o potencial destas áreas para a extração de argila, mas também verificar, com relação aos atributos químicos e físicos do substrato remanescente, as

implicações para o processo de revegetação da cava após a mineração. Para formação do fluxo de caixa foi realizado o levantamento das operações e insumos necessários junto aos ceramistas e proprietários rurais. Os preços dos insumos foram obtidos nas casas agropecuárias do município. Os indicadores econômicos utilizados para avaliar a viabilidade econômica dos cenários foram: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e análise de sensibilidade. Os solos estudados foram classificados como Cambissolos, sendo que a profundidade de extração de argila apresentou grande variabilidade (1-4 m). Todos os perfis apresentaram elevada saturação por sódio trocável e elevada salinidade em profundidade, verificando-se assim a existência de uma barreira química para o desenvolvimento vegetal, que dificulta a reutilização destas cavas para fins agrícolas. A reposição do horizonte superficial torna-se uma prática fundamental para o processo de revegetação das cavas, pois este apresenta características químicas e físicas favoráveis ao crescimento das plantas, tornando assim menos oneroso e demorado a reabilitação da área minerada. Áreas com caráter tiomórfico em profundidade jamais deveriam ser utilizadas para a extração de argila, pois os severos impedimentos químicos ao desenvolvimento vegetal (pH extremamente ácido, elevada salinidade e sodicidade) praticamente impossibilitam sua reutilização para fins agrícolas após a retirada da argila. Dos cenários simulados, a implantação de eucalipto apresentou maior valor presente líquido e maior taxa interna de retorno, sendo economicamente mais atrativo sua implantação nas cavas. A cana-de-açúcar, apesar de sua implantação ser economicamente viável, torna-se uma atividade de elevado risco econômico, visto que apresenta alta sensibilidade à variação dos preços dos insumos ou de sua produtividade. Com relação à implantação de pastagem nas cavas, embora tenha se mostrado economicamente inviável, sua adoção se justificaria quando outras opções forem tecnicamente inviáveis, uma vez que a revegetação da área degradada é um compromisso legal do minerador. Pelo fato do lençol freático se encontrar próximo à superfície e apresentar elevada salinidade e sodicidade, o risco do substrato remanescente tornar-se salino e/ou sódico em superfície aumenta; e deve ser alvo de estudos específicos.

ABSTRACT

VALICHESKI, Romano Roberto, M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; July, 2004; Technical and economical evaluation of re-utilization of clay extraction areas in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil; Adviser: Cláudio Roberto Marciano, Co-Adviser: Niraldo José Ponciano

The present work had the objective to evaluate technical and economically scenarios of re-utilization of clay extraction areas in Campos dos Goytacazes (RJ, Brazil), which are: eucalyptus, sugarcane and pasture implantation. The technical evaluation was done using the morphological, chemical and physical attributes of soil, before and after clay extraction. The economical evaluation was done using crop productivity and the values of production components (land use, services, inputs, products, etc.). From these evaluations, it were established some criteria that would allow to subsidize the emission of authorization for clay extraction by environmental agencies. It were chosen 10 sites distributed in the whole area of clay extraction. In each site it was done: (i) the survey of procedure of clay extraction; (ii) the morphological profile characterization; and (iii) the taken of soil samples for chemical and physical analyses. From morphological descriptions and analytical profile data, the soil of sites were classified e its potential for clay extraction was identified. From the chemical and physical attributes of the remaining substratum, the implications for re-vegetation of this sites after mining was evaluated. In order to form the cash flow, it took place a rising of operations

and necessary inputs along with ceramists and rural proprietors. The prices of inputs were obtained at agricultural stores in Campos dos Goytacazes. The economical indicators used in order to evaluate economical viability of the scenarios were: present liquid value (VPL), internal return rate (TIR) and sensibility analysis. The soils of the 10 sites studied were classified as Cambisols, however the depth of clay extraction presented high variation (1-4 m). All soil profiles presented high saturation with exchangeable sodium and high salinity in depth, what indicates the existence of a chemical barrier for plant root development. Therefore, the re-utilization of these sites for agricultural use is not indicated. The superficial soil horizon replacement is a fundamental practice for sites re-vegetation, because it presents chemical and physical characteristics to plant growth, being the rehabilitation process of mined area less slow and onerous. Sites with thiomorphic character in depth should never be used for clay extraction, once the severe chemical impediments to vegetable development (extremely acid pH, high salinity and sodicity) practically disable its re-utilization for agriculture after clay extraction. Among the simulated scenarios, eucalyptus implantation presented higher VPL and TIR, being economically more attractive its implantation in the sites. In spite of sugarcane implantation is economically viable, it becomes a high economical risk activity, because it presents high sensibility to inputs price variation and crop productivity. Although shown economically unviable, the pasture implantation in clay extraction sites, only would be justified when other uses are not technically viable. Once the water table is close to the surface and presents high salinity and sodicity, the risk of the remaining substratum to become saline and/or sodic in surface increases and it should be the aim for specific studies.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, devido à diversidade de seus recursos naturais possui um grande potencial para a extração mineral. Essa atividade traz riquezas para a União, podendo ser de grande importância para alavancar o desenvolvimento econômico e social de muitas regiões. Os minérios extraídos da natureza estão presentes em quase todos os produtos acabados utilizados (Silva, 1998). Constitui-se a mineração em uma atividade de produção primária que atende a mais de 90% das exigências da vida moderna (Bertoldo et al., 2002).

A despeito de sua importância, não há dúvidas que a mineração gera desequilíbrios e agressões ao meio natural que lhe são intrínsecas, sendo esses impactos muitas vezes irreversíveis (Brandt, 1998). A remoção do solo e a exposição do substrato litólico (em alguns casos), alteram sobremaneira a superfície terrestre, afetando o local de mineração e seus arredores, provocando impactos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo. O equilíbrio ambiental é profundamente alterado e os ecossistemas podem demandar várias dezenas de anos para adquirir um incipiente nível de equilíbrio homeostático. As áreas degradadas surgidas da extração mineral dificilmente se integram ao desenvolvimento regional e, em geral, não podem ser ocupadas racionalmente por outra atividade econômica. Quando as extrações não seguem as técnicas e leis ambientais, os impactos são potencializados e podem gerar graves problemas que serão sentidos por toda a população (Griffith, 1980).

Por outro lado, é obrigação legal dos empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais a recuperação e estabilização ambiental de suas áreas degradadas. De acordo com o Art. 1º do Decreto nº 97.632/89, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), as empresas mineradoras devem submeter à aprovação do órgão ambiental competente o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). O Art. 2º deste Decreto considera como degradação todos os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais. Em seu Art. 3º, o referido Decreto, estabelece ainda, que a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção da estabilidade do meio ambiente.

No caso das cavas resultantes da extração de argila para cerâmica, para cumprir tal objetivo alguns usos podem ser cogitados. Entre eles pode-se citar sua utilização para a piscicultura, para a produção vegetal com fins agrícolas, pecuários ou silvícolas (Rodrigues, 2001; Pralon 1999; Schiavo, 2001), ou simplesmente o restabelecimento do equilíbrio biológico do sítio (Lourenzo, 1991). Em quaisquer desses casos, será necessário verificar a existência de condições mínimas para a implementação do uso pretendido, exceto para a piscicultura, a exigência é que o substrato remanescente da mineração não esteja desprovido de atributos físicos, químicos e biológicos que permitam minimamente o desenvolvimento vegetal.

Para a implantação de sistemas de produção vegetal que propiciem retorno econômico devem ser consideradas ações como a reposição de uma camada de solo mais fértil, a adubação mineral e orgânica, a inoculação das plantas com microorganismos fixadores/absorvedores de nutrientes, entre outras. Para o restabelecimento do equilíbrio biológico, as exigências em qualidade do solo podem ser menores, desde que se utilizem espécies vegetais adaptadas ou inoculadas, nativas ou exóticas, que possam desencadear um processo natural de sucessão da flora e a reintrodução da fauna.

Da diversidade das ações descritas anteriormente, pode-se inferir que a implementação de um PRAD pode exigir elevado investimento, o qual será tanto maior quanto pior a qualidade do substrato remanescente da mineração. Como a

recuperação é uma exigência legal e, portanto, parte integrante da atividade mineradora, ela deveria ser considerada na análise da viabilidade técnica e econômica da própria mineração.

O termo de concessão de lavra deveria ter sua emissão condicionada à comprovação dessa viabilidade, o que depende diretamente da qualidade do substrato remanescente e dos custos das ações necessárias para a implementação do PRAD. A sua não comprovação deveria levar o órgão ambiental competente a indeferir a proposta, a solicitar alterações na forma de mineração ou, ainda, a solicitar a apresentação de um novo PRAD que, além de permitir o cumprimento do objetivo proposto no Art. 3º do Decreto no 97.632/89, seja técnica e economicamente passível de execução.

Nessa perspectiva, é de suma importância a realização de estudos com o objetivo de estabelecer e validar critérios para que a qualidade do substrato não só permita que a recuperação da área seja tecnicamente viável, como também leve à maximização do retorno econômico da atividade mineradora como um todo.

O estabelecimento de tais critérios permitirá tanto que a empresa mineradora apresente PRADs viáveis, quanto que o órgão ambiental competente tenha subsídios para avaliá-los técnica e economicamente. Se levado em consideração, estes critérios poderiam levar à minimização dos impactos ambientais e possibilitar que as áreas degradadas pela atividade mineradora, de fato, sejam posteriormente recuperadas e, até mesmo, reutilizadas economicamente.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar técnica e economicamente alguns cenários de reutilização das áreas degradadas pelas empresas ceramistas resultante da extração de argila no Município de Campos dos Goytacazes. Especificamente na pesquisa, realizou-se a caracterização das lavras (profundidade de extração, reposição ou não do horizonte superficial, uso posterior) e a identificação da morfologia dos solos e de seus atributos químicos e físicos. Adicionalmente, determinou-se a viabilidade técnica e econômica da implantação de diferentes cenários de uso dessas áreas degradadas: eucalipto, cana-de-açúcar e pastagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A mineração no Brasil

2.1.1 Aspectos socioeconômicos

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (Farias, 2002).

O subsolo brasileiro possui importantes depósitos minerais. Algumas dessas reservas são consideradas expressivas quando relacionadas mundialmente. Segundo Barreto (2001), o país produz cerca de 70 substâncias, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e quatro dos energéticos. Em termos de participação no mercado mundial em 2000, ressalta-se a posição do nióbio (92%), minério de ferro (20%, segundo maior produtor mundial), tantalita (22%), manganês (19%), alumínio e amianto (11%), grafita (19%), magnesita (9%), caulim (8%) e, ainda, rochas ornamentais, talco e vermiculita, com cerca de 5%.

O perfil do setor mineral brasileiro é composto por 95% de pequenas e médias minerações. Segundo Farias (2002), os dados de concessão de lavra demonstram que as minas no Brasil estão distribuídas regionalmente com 4% no

Norte, 8% no Centro-Oeste, 13% no Nordeste, 21% no Sul e 54% no Sudeste. O produto originário da indústria extrativa mineral alcançou, em 2000, o valor de US\$ 3 bilhões (Barreto, 2001). Esse produto, depois de processado pela siderurgia, metalurgia, indústrias de cimento, indústria de cerâmica, de fertilizantes e outras, alcança o valor de US\$ 50,5 bilhões, equivalente a 8,5% do PIB (produto interno bruto), gerando aproximadamente 500.000 empregos diretos.

A extração de argila para a indústria de cerâmica tem um papel importante para economia do País, com participação no PIB estimado em 1%, correspondendo a cerca de 6 bilhões de dólares. A abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada (ABECERAM, 2004).

2.1.2 Aspectos ambientais

É inegável que a mineração seja de suma importância para o desenvolvimento do mundo moderno, pois se observa que o minério extraído da natureza está na maioria dos produtos utilizados. Entretanto, essa dependência traz como ônus para a sociedade o surgimento de imensas áreas degradadas, as quais, ao final da exploração, não podem ser ocupadas racionalmente por atividade econômicas (Silva, 1998). Muitas vezes, a extração mineral é responsável por impactos irreversíveis sobre o meio ambiente (Brandt, 1998). Estes se tornam mais visíveis com o aumento do processo de industrialização, o avanço das tecnologias e o crescimento das cidades brasileiras, que aceleram os conflitos existentes entre a necessidade de buscar matérias-primas e a conservação do meio ambiente (Popp, 1992).

Os diversos modelos de política econômica adotados no Brasil, desde a década de 70, proporcionaram o aumento dos núcleos urbanos, motivado pelo crescimento do parque industrial. Dentro desse contexto, a pressão por exploração de bens minerais experimentou um avanço exponencial, tanto de recursos para emprego na indústria, como de materiais para construção civil. Nesse cenário político e socioeconômico, a sociedade, em muitos casos, vem explorando os recursos naturais (renováveis e não renováveis) sem considerar as

suas fragilidades, o que acarreta o comprometimento do meio ambiente, por vezes impactado de forma irreversível.

Empreendimentos que envolvem a remoção do solo envolvem profundas modificações no equilíbrio ambiental dos ecossistemas, podendo demandar várias dezenas de anos para adquirir nível de equilíbrio homeostático incipiente. Os substratos remanescentes, além de estarem desprovidos de atributos físicos e químicos que permitam a colonização vegetal espontânea, apresentam-se susceptíveis a ação dos processos erosivos.

Dentre as atividades de exploração de recursos naturais, a mineração é uma das atividades humanas que mais contribui para alteração da superfície terrestre, afetando o local de mineração e ao seu redor, provocando impactos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo, os quais são sentidos por toda população (Griffith, 1980). As áreas degradadas surgidas dificilmente integram-se ao desenvolvimento regional. A longo prazo, o que se espera é que a natureza se encarregue de devolver as condições ecológicas locais (Silva, 1998). A curto prazo, a alternativa é a intervenção técnica para acelerar o processo de recomposição vegetal.

No Brasil, o surgimento de áreas degradadas é crescente, provindas da construção de estradas, barragens, áreas agrícolas mal manejadas e, principalmente, da mineração. Quando esta é realizada a céu aberto, é uma das atividades que causam os mais expressivos impactos ambientais, devido às alterações que provoca na superfície do solo e, conseqüentemente, no meio biótico das áreas sob sua influência. O ponto em comum dessas áreas é a remoção do horizonte superficial do solo, justamente com a matéria orgânica, causando sérios problemas físicos, químicos e biológicos no solo (Duda et al., 1999).

No caso específico da atuação das cerâmicas, o distúrbio provocado é proveniente da retirada da vegetação, da camada superficial do solo e do subsolo, atingindo profundidades que variam entre 1 à 4 m. Como conseqüência mais relevante desta exploração, tem-se a eliminação da camada estruturada do perfil, onde há maior disponibilidade de matéria orgânica, nutrientes e atividade microbiana. Outro aspecto importante é a perda de nutrientes importantes às plantas, principalmente aqueles que têm sua dinâmica no sistema solo-planta

altamente relacionada a fontes orgânicas, como é o caso do P, do S e, em especial, do N.

2.1.3 Aspectos legais

No processo de recuperação de áreas degradadas pela mineração, a revegetação é considerada parte essencial, não só pelo plantio de espécies vegetais, mas também pela seleção adequada destas, visando reconstituir e acelerar o processo de sucessão natural (Lourenzo, 1991). Embora a legislação brasileira exija que o responsável pela mineração recupere o ambiente alterado pela sua atividade, o nível de degradação que se atinge é de tal magnitude que a recuperação natural é na prática inviabilizada, e a recuperação assistida, quando possível, torna-se excessivamente dispendiosa.

Atualmente, a legislação estabelece a necessidade de elaboração de estudo prévio de impacto ambiental que deve identificar os principais impactos associados à implantação da atividade mineradora e propor um plano adequado de minimização e prevenção desses impactos.

Quando o plano de recuperação prevê o restabelecimento do equilíbrio biológico do sítio, deverão ser consideradas variáveis como o incremento da fertilidade do meio, seleção de espécies nativas ou exóticas que possam desencadear um processo natural de sucessão da flora e reintrodução da fauna. O processo de revegetação destas áreas geralmente exige um alto investimento, muitas vezes às custas de adubação ou transferência da camada fértil de outras áreas.

A autorização da lavra é uma exigência legal e deveria ser emitida pelo órgão competente com base em critérios técnicos, possivelmente subsidiados por indicadores de qualidade do solo, de forma a minimizar os impactos ambientais e possibilitar que as áreas degradadas pela atividade mineradora sejam posteriormente recuperadas ou, até mesmo, reutilizadas economicamente. Como no Brasil até o momento pouco se conhece sobre tais indicadores, a autorização de lavra é emitida utilizando como critério apenas a necessidade de manter intocadas as áreas tidas como de preservação permanente.

2.2 O Polo Cerâmico Norte Fluminense

O município de Campos dos Goytacazes, com cerca de 410.000 habitantes e área de 4.469 km², está localizado no Norte do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2002). Geograficamente, mais da metade da área do município apresenta-se como uma planície com cerca de 75 km de comprimento, 40 km de largura, não ultrapassando 17 metros de altitude (Pinto, 1987). A planície campista é de origem deltaica aluvionar (Lamego, 1945, citado por Vieira, 2001), constituída por segmentos quaternários com abundância de material argiloso. A cerca de 40 anos esta característica da região, associada com o declínio da atividade canavieira, motivou o desenvolvimento de um pólo de cerâmica vermelha.

Atualmente cerca de 120 cerâmicas e olarias produzem aproximadamente 5.000.000 de peças por dia, gerando cerca de 4.500 empregos diretos e 15.000 indiretos (estimativa do Sindicato dos Ceramistas), constituindo-se numa das mais importantes atividades industriais do município. O pólo cerâmico de Campos dos Goytacazes é responsável por cerca de 40% da produção estadual (Vieira, 2001), movimentando, aproximadamente, 168 milhões de reais por ano (Ramos et al., 2003). As empresas e as jazidas se localizam, principalmente, à margem direita do Rio Paraíba do Sul, próximas à rodovia que liga Campos dos Goytacazes ao Farol de São Tomé (Figura 1).

Estima-se que 95% da produção é voltada para outras localidades. O principal mercado para os blocos de vedação é a região do Grande Rio, consumindo cerca de 60% da produção. Há ainda comercialização para o Espírito Santo, Minas Gerais e até mesmo São Paulo (Ramos et al., 2003).

O setor cerâmico no Município de Campos dos Goytacazes é composto apenas de micro e pequenas empresas (Silvestre, 2001) e está baseado na reserva de matéria-prima abundante na Baixada Campista. Ainda assim, este setor tem um desempenho discreto em relação ao seu potencial, produzindo os produtos de mais baixo valor agregado da indústria cerâmica, mais especificamente, tijolos e telhas. A falta de uma metodologia de trabalho leva a fabricação de produtos de má qualidade, com pouca uniformidade das peças, geometria irregular, baixa resistência, etc. (Ramos, 2000). Estima-se que essa atividade tem promovido uma retirada diária de aproximadamente 7.000 m³ de solo, ocasionando a degradação de uma área em torno de 3.500 m² por dia (Costa Júnior, 1997).

Além da degradação do solo e da alteração paisagem, esta atividade ocasiona outras conseqüências negativas. Dentre estas, os pequenos proprietários rurais, ao arrendarem suas terras para as empresas ceramistas realizarem a extração de argila, estão automaticamente eliminando do solo o papel de manter o homem no campo. Isso ocorre, porque por longo período nas áreas exploradas, diminui a viabilidade de implantação de culturas para produzir alimentos, resultando assim, de forma indireta, no desemprego destes agricultores.

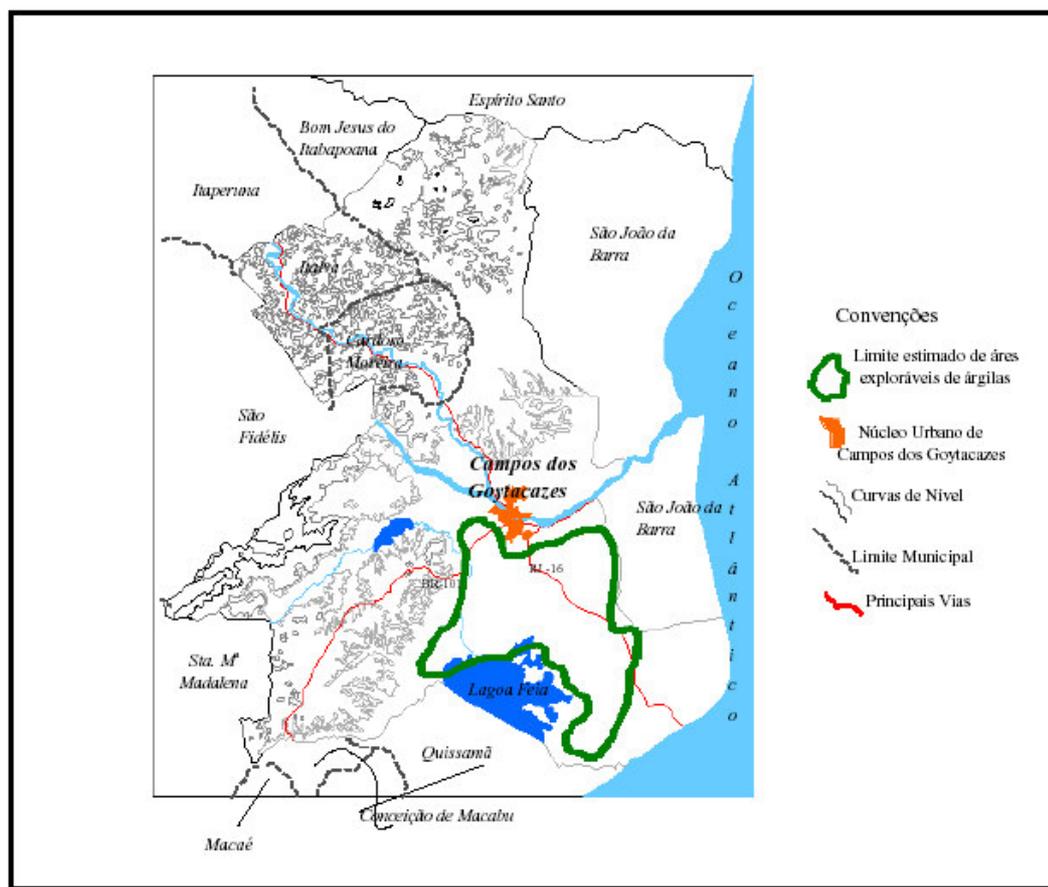


Figura 1. Localização do município de Campos dos Goytacazes e da área de extração de argila às margens da Rodovia RJ 216 (antiga Rodovia do Açúcar). Fonte: Vieira (2001).

Os processos de queima utilizados para a produção são baseados em lenha e óleos combustíveis fósseis, o que leva a certas restrições, tais como: oscilações no poder calorífico e poluição ambiental. Apesar da disponibilidade de gás natural para cerca de 20 cerâmicas, apenas duas o utilizam como combustível (DRM, 2003). A principal justificativa é o seu preço atual, que

inviabiliza sua utilização para a fabricação de blocos de vedação, o principal produto do polo cerâmico do Norte Fluminense (Vieira, 2001). O óleo diesel é um combustível utilizado por poucas empresas (aproximadamente dez), devido ao seu elevado custo e ao baixo nível tecnológico da grande maioria das olarias. A lenha constitui o principal combustível, sendo gasto em média 500 m³ por mês.

2.2.1 A matéria-prima argilosa de Campos dos Goytacazes

Segundo o PROJIR (1984), os sedimentos quaternários ocorrentes na área englobando a Baixada Campista podem ser agrupados em dois tipos: sedimentos marinhos e flúvio-lacustres. Os sedimentos marinhos são constituídos quase que exclusivamente de areia quartzosas litorâneas de coloração amarelada e acinzentada. Já os sedimentos flúvio-lacustres são constituídos por argilas e siltes, micáceos, de coloração acinzentada, e areias quartzosas de coloração branco-amarelada. O sedimento característico é uma argila plástica de coloração cinza-negra, com alto conteúdo de matéria orgânica. Pode-se ainda associar a depósitos de diatomita, e de pântanos e brejos, onde o sedimento característico é a turfa. Também fazem parte deste conjunto os sedimentos depositados em ambientes de água salobra, bastante plásticos, material de cor negra, formado predominantemente de matéria orgânica coloidal. Com isso, em virtude de suas características geológicas, as matérias-primas argilosas da região de Campos dos Goytacazes podem apresentar características bem diferentes umas das outras. São argilas normalmente indicadas para cerâmica vermelha, pois é comum sua ocorrência com granulometria muito fina e de elevada plasticidade (Vieira, 2001).

Alexandre (2000), trabalhando na caracterização de diversas amostras de argilas provenientes da área de extração de cinco cerâmicas locais, chegou a conclusão de que a grande maioria das argilas analisadas são classificadas como inorgânicas e de elevada plasticidade, com teor de matéria orgânica inferior a 1%, e o argilomineral predominantemente é a caulinita, sendo também notada a presença de quartzo, mica, anfibólitos, zircão, gibsita, goetita e cordierita. Além disso, a maioria das argilas estudadas apresentam comportamento tecnológico dentro dos padrões obtidos por outras argilas nacionais utilizadas em cerâmica vermelha.

É característica local os depósitos argilosos apresentarem dois tipos de argilas de forma estratificadas. Encontra-se na camada inferior do solo uma argila

pouco siltosa, conhecida pelos ceramistas como “barro forte”, e na camada superior uma camada de argila siltosa e/ou silte argiloso com areia, conhecida como “barro fraco”, porém de boa plasticidade (Vieira, 2001).

Estima-se que na região há uma área de aproximadamente 620 km² de sedimentos argilosos com cerca de 664x10⁶ m³ de argilas plásticas e 927x10⁶ m³ de argilas siltosas (Ramos, 2000). Segundo este autor, essa quantidade de material garantiria suprimento de matéria-prima para o pólo ceramista de Campos dos Goytacazes por aproximadamente 180 anos.

2.3 Uso das terras após o processo de extração da argila

Devido à atual importância econômica e social da atividade ceramista para a Região Norte Fluminense, a extração de argila é uma prática necessária, porém ela deveria ser feita de modo a minimizar os impactos ambientais, possibilitando um uso adequado da área minerada.

Na região, a maioria das áreas que já foram exploradas encontram-se abandonadas. Várias são as causas que resultam nesta realidade. A primeira delas, é que grande parte das jazidas (arrendadas) não possui licença ambiental, não sendo assumido o compromisso de recuperação pelo minerador ou pelo proprietário. Este fato, aliado à uma fiscalização precária, resulta na situação atual. A segunda, é o fato do proprietário vender o “barro” da área por um preço relativamente elevado, fazendo com que este perca seu interesse em produzir, pelo menos em curto prazo. A terceira, como o processo de extração é realizado de modo empírico, sem visar a reutilização da área após a exploração, resulta na baixa qualidade do substrato remanescente, que dificulta ou mesmo impossibilita a sua reutilização para fins agrícolas, por não apresentar condições mínimas necessárias para o crescimento das espécies vegetais a serem implantadas.

Uma possibilidade de ocupação dessas áreas seria a revegetação das mesmas utilizando espécies mais rústicas e menos exigentes em nutrientes para seu desenvolvimento. Segundo Gonçalves (1995), o eucalipto é uma espécie que tolera certo nível de acidez no solo, apresentando desenvolvimento satisfatório em solos moderadamente ácidos, com pH situando-se entre 5,5 a 6,0. Além disso, espécie como o *Eucalyptus camaldulensis*, é moderadamente tolerante a salinidade (Morris e Collopy, 1999; Benyon et al., 1999; Cramer et al., 1999), resistente a seca e possui baixa exigência de fertilização (Gonçalves e Mello,

2000). Graças a estas características, e também ao programa de melhoramento genético conduzido no Brasil, em que se procura adaptar as espécies às condições edafoclimáticas, as florestas de eucalipto têm se mostrado produtivas, mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas (Gonçalves, 1995). As espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam elevada eficiência nutricional em razão de sua maior capacidade de retranslocação de nutrientes em relação a outras espécies florestais, especialmente coníferas (Attiwill, 1980; Crane e Raison, 1981; Reis e Barros, 1990; todos citados por Oliveira Neto et al., 2003). Além desta característica, a capacidade de adaptação às situações de déficit hídrico, apresentada por algumas espécies desse gênero, tem possibilitado que os plantios sejam implantados em regiões onde os solos apresentam baixa fertilidade e o clima provoca pronunciado déficit hídrico. Porém, a produtividade dessas florestas pode ser consideravelmente aumentada com a adubação (Novais et al., 1990) e com a adoção de espaçamentos que permitam o uso adequado dos nutrientes, da água e das radiações luminosas.

Alguns ceramistas da Baixada Campista têm realizado a revegetação das áreas exploradas com eucalipto, o qual, em se tratando de uma área minerada, tem apresentado desenvolvimento satisfatório. A implantação dessa espécie nas áreas já exploradas seria uma solução economicamente desejável, pois as cerâmicas requerem grande demanda de lenha para seu funcionamento, sendo esta quantidade suprida por outras regiões distantes do pólo cerâmico, acarretando em um elevado custo de aquisição, devido às grandes distâncias percorridas. Além disso, estaria satisfazendo as exigências do Art. 3º do Decreto Federal nº 97.632/89, que prevê que a recuperação da área após o término da exploração deve levá-la a uma nova forma de utilização.

Outra possibilidade de uso para o substrato remanescente das áreas exploradas é o cultivo da cana-de-açúcar. O município de Campos dos Goytacazes, por sua localização, possui um clima favorável para o desenvolvimento dessa cultura (luminosidade e temperatura). O Brasil colhe aproximadamente 340 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em quase cinco milhões de hectares, produzindo mais de 12 bilhões de litros de álcool e 13 milhões de toneladas de açúcar (Agriannual, 2002). O Estado do Rio de Janeiro possui cerca de 102.000 ha cultivados com cana-de-açúcar. Desse total, a Região

Norte Fluminense, que tem como base a agroindústria canavieira, é responsável por aproximadamente 93% da produção de açúcar do estado (Asflucan, 2003).

Segundo Oliveira (1996), a produtividade anual desta cultura na região pode variar de 30 a 160 Mg ha⁻¹, sendo que o rendimento considerado bom em condições de sequeiro fica entre 60 e 90 Mg ha⁻¹. Em relação a quantidade de nutrientes removida por tonelada produzida, Coleti et al. (2002) determinaram para cana planta a remoção de 1,32 kg de N, 0,30 kg de P₂O₅, 1,88 kg de K₂O, 0,18 kg de CaO, 0,25 Kg de MgO e 0,34 kg de SO₄. Quanto à salinidade, esta cultura é considerada como moderadamente sensível (Ayers, 1985; Vasconcelos et al., 2002). Alguns proprietários de áreas já exploradas pelas empresas ceramistas, após o nivelamento do terreno e eventual adequação química do substrato da cava, têm colhido entre 50 e 80 Mg ha⁻¹ de cana-de-açúcar no primeiro corte (cana planta). Seu cultivo nessas áreas degradadas pela mineração pode ser uma forma de aumentar a renda dos produtores rurais e cumprir a legislação. A implantação desta cultura no sistema convencional de cultivo, no entanto, dificilmente proporcionará melhoria nos atributos do substrato da cava, uma vez que se utiliza intensivo preparo de solo e elevada quantidade de insumos químicos, além da queima da palhada por ocasião da colheita.

Além da cana-de-açúcar e do eucalipto, outra possibilidade de uso para as cavas de extração de argila seria o cultivo de pastagem. Muitas áreas onde a extração já se encerrou encontram-se tomadas por espécies nativas, as quais são utilizadas para este fim. Estas pastagens, formadas sem nenhum procedimento técnico, geralmente são pouco propícias para o pastoreio de animais devido à baixa produção de biomassa e à baixa qualidade da mesma, que apresenta elevada quantidade de sílica e baixa digestibilidade.

A introdução de novas espécies forrageiras mais adaptadas às condições de elevada umidade, baixa aeração, elevada compactação e que apresentam certa tolerância a salinidade, associada ao desenvolvimento de novas técnicas de formação de pastagens, possibilitam a substituição dessa vegetação nativa por outras espécies mais produtivas, como é o caso do gênero *Brachiaria*. Estas forrageiras adaptam-se as mais variadas condições de clima e solo, apresentando resistência à seca, frio, fogo, pisoteio, umidade excessiva, solos fracos e arenosos e também é moderadamente tolerante à salinidade (Pupo, 1979), o que as tornam amplamente utilizadas para cria, recria e engorda de animais (Soares

Filho, 1994; Leite e Euclides, 1994). Hoje estas espécies são o grande componente do ciclo de pastagens na pecuária brasileira e poderiam ser cultivadas nos locais degradados pela extração de argila. Além dessas, outras espécies como o capim-colonião (*Panicum maximum*) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*), poderiam ser usados para a formação de pastagem, pois apesar de serem mais exigentes em nutrientes, apresentam bom desenvolvimento na região (Scolforo, 2003).

2.4 Solo e desenvolvimento vegetal

Na maioria dos casos, a extração de argila é realizada sem critérios preestabelecidos objetivando à reabilitação da área, ou mesmo seu uso após a atividade mineradora. Este é um fator que dificulta o processo de revegetação e recuperação ambiental dessas áreas, uma vez que o substrato remanescente das cavas apresenta características químicas pouco propícias para o desenvolvimento da vegetação e da fauna.

A qualidade do solo não pode ser avaliada apenas em dado momento. Para caracterização de um processo de degradação deve-se avaliar a dinâmica da qualidade do solo. Larson e Pierce (1994), citados por Dias e Griffith (1998), recomendam as seguintes determinações como um levantamento mínimo necessário: nutrientes disponíveis, C orgânico total, C orgânico lábil, textura, capacidade de retenção de água, estrutura, densidade do solo ou resistência ao penetrômetro, profundidade máxima de sistemas radiculares, pH e condutividade elétrica. Além desses indicadores físicos e químicos, Doran e Parkin (1996) sugerem a determinação de indicadores biológicos, como C e N contidos na biomassa microbiana, N potencialmente mineralizável (incubação anaeróbica) e taxa de respiração do solo.

2.4.1 Qualidade química do solo

Nas áreas de extração de argila, muitos ceramistas não levam em consideração o nível do lençol freático, extraíndo a camada de solo com finalidade comercial até muito próximo do mesmo, chegando este, em alguns casos, a aflorar superficialmente. A proximidade do lençol freático com a superfície do solo torna-se um sério problema para a reabilitação das áreas usadas para mineração, pois após a atividade de extração, o excesso de umidade dificulta o

desenvolvimento do sistema radicular da maioria das espécies arbóreas, devido à deficiente oxigenação do solo nessas condições (Andrade, 1997).

Além do excesso de umidade, ou mesmo encharcamento do substrato em determinadas épocas do ano ser prejudicial à maioria das culturas, um lençol freático muito superficial pode gerar a formação de solos salinos, pois intensifica a ascensão capilar e evaporação do mesmo, levando a um acúmulo gradual de sais em superfície. Como o lençol freático presente na Baixada Campista possui elevada quantidade de sais solúveis (IAA/MIC, 1984), essa aproximação da superfície do substrato das áreas já extraídas com o lençol freático pode acelerar o processo de salinização.

Dois mecanismos centrais são responsáveis pela diminuição do crescimento e produção dos vegetais em solos afetados por sais: (1) o potencial osmótico da solução do solo diminui com a concentração de sais, tornando dado volume de água do solo menos disponível para as plantas; e (2) a salinidade do solo afeta a absorção de macro e micronutrientes, fato comprovado nos estudos de Lunin e Gallatin (1965) e Hassan et al. (1970), citados por Fernandes et al., (2002).

A quantificação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é mais utilizada na literatura que as medidas de condutividade elétrica obtidas por outras metodologias. A tolerância de diferentes culturas ao efeito da salinidade do solo é expressa em diversas publicações por intermédio de valores de CEes. Pode-se destacar os valores de salinidade limiar publicados em trabalhos científicos como os de Maas e Hoffman (1977), Ayers (1977), Maas (1984), Tanji (1990) e Ayers e Westcot (1991), todos citados por Silva et al. (2000). De acordo com Richards (1954), citado por Dias (1998), a alteração da condutividade elétrica é um reflexo da mudança no teor de água e/ou diluição da solução do solo. Assim, os resultados de condutividade elétrica verificada na solução do solo podem ser estimados na saturação, sendo corrigidos em função das diferentes umidades.

Quanto maior for a concentração de cátions e ânions na solução do solo, maior será a sua força iônica, o que interfere diretamente na absorção de água e de nutrientes pelas raízes, podendo em alguns casos levar a planta à morte, impossibilitando muitas vezes a revegetação do local (Dias, 1998).

O conhecimento da composição química da solução do solo, bem como da condutividade elétrica, é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes, determinar o potencial osmótico e até a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de uma cultura (Silva et al., 2000).

Apesar de, geralmente, o efeito salino ser negativo, existem plantas classificadas como halófitas ou natrófilas, para as quais a presença de sais solúveis ou do elemento sódio é benéfico (Marschner, 1986), com estímulo ao crescimento. Segundo Lima (1997), tais plantas têm a capacidade de estabelecer equilíbrio osmótico com o baixo potencial de água no solo. Essas plantas poderiam ser indicadas como objeto de estudo para as áreas que já se encontram com elevados teores de sais.

Além das altas concentrações de sais solúveis, em áreas degradadas pela atividade de mineração, o processo de revegetação é freqüentemente dificultado em virtude das outras características químicas do substrato à ser revegetado, como: níveis tóxicos de metais, valores extremos de pH, deficiências nutricionais, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos, etc. (Barth, 1986; Brasil, 1990; Iglesias del Pozo, 1987).

Dentre as características químicas, o valor de pH do substrato remanescente é afetado de modo significativo, sendo este amplamente utilizado como um importante indicador de acidez de um substrato para fins de revegetação. Sua determinação permite que sejam feitas inferências, igualmente importantes, para avaliar a disponibilidade de nutrientes para as espécies vegetais a serem introduzidas.

A quantidade de nutrientes disponíveis, as propriedades físicas, a microflora, bem como a microfauna são influenciados de modo significativo pelo pH do solo, sendo bastante variáveis conforme seu valor (Vieira, 1988). As raízes das plantas requerem para um satisfatório crescimento adequado suprimento de nutrientes, um pH favorável, ausência de concentração excessiva de elementos tóxicos e baixa salinidade (Bell, 1998).

No Brasil, extensas áreas apresentam solos de reação ácida e com baixa disponibilidade de nutrientes. O baixo pH, isoladamente, pode ser responsável por prejuízos diretos ao desenvolvimento das plantas em decorrência do excesso de H^+ na solução do solo (Johnson e Wilkinson, 1993; Sansonowicz e Smith, 1995). Todavia, há evidências de que, em solos ácidos, outros fatores, além do pH

podem estar restringindo o adequado desenvolvimento das plantas. O pH, influencia indiretamente o desenvolvimento, por interferir na disponibilidade de nutrientes no solo. Assim, a deficiência de cálcio (Ritchey et al., 1982; Smyth e Cravo, 1992; Vale et al., 1996), de magnésio (Tan et al., 1992; Tan e Keltjens, 1995), ou de fósforo (Naidu et al., 1990; Mclaughlin e James, 1991; Malavolta, 1980) podem também ser responsáveis pelo menor desenvolvimento das plantas em solos ácidos.

Dentre os vários tipos de solos existentes na Baixada Campista, os que apresentam problemas mais severos em relação a acidez são os classificados como tiomórficos. Esses solos apresentam valores de pH inferior a 3,5. Alves (1997), trabalhando com a cultura da cana-de-açúcar, *Brachiaria decumbens* e *Panicum rapens* L. e com a aplicação de diferentes dosagens de calcário em duas áreas com solos tiomórficos, constatou a morte das plantas de cana-de-açúcar antes de completarem o seu ciclo nos tratamentos onde não foi efetuada a correção do solo, sendo possível produzir esta cultura somente se elevadas quantidades de calcário forem aplicadas no solo.

Outro aspecto relacionado a baixos valores de pH é a toxidez de certos elementos presentes em concentrações excessivas na solução do solo e/ou a deficiência de alguns nutrientes. Alves (1997) encontrou em solos tiomórficos valores de alumínio entre 11,7 e 12,7 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Esses valores elevados estão relacionados ao baixo pH do solo, que contribui de modo acentuado para a solubilização desse elemento. O alumínio em altas concentrações resulta em toxidez, inibindo o crescimento das plantas e refletindo, principalmente, num menor desenvolvimento do sistema radicular (Taylor, 1991; Delhaize e Ryan, 1995; Furtini Neto et al., 1999). Mudanças no pH e/ou no alumínio trocável podem ter grande efeito na atividade do alumínio (Marschner, 1986).

A revegetação de áreas degradadas requer freqüentemente adequação química e física do solo ou substrato e a seleção de espécies adequadas para a situação em questão. A adequação química refere-se não somente ao fornecimento adequado de nutrientes para o estabelecimento da nova vegetação, mas também a correção do substrato. O nível adequado de fertilização depende da espécie utilizada e das características específicas de cada sítio. Em situações emergenciais, este nível deve possibilitar o rápido estabelecimento da vegetação, reduzindo ou controlando a erosão, com conseqüente estabilização da superfície

e a melhoria das condições do substrato (Fox, 1984, citado por Oliveira Neto et al., 1997).

Além da determinação desses parâmetros, torna-se fundamental o conhecimento da quantidade de carbono orgânico, pois um dos aspectos que pode caracterizar um solo degradado é a falta de matéria orgânica (Dias, 1998). A presença de matéria orgânica no sistema é de grande importância para que o solo apresente boas características físicas, químicas e biológicas. Essa importância tem se mostrado muito evidente, uma vez que o uso de recobrimento de resíduos de mineração com horizontes superficiais de solo tem sido uma prática de revegetação empregada em todo o mundo com significativo sucesso, a despeito dos elevados custos que a envolve (em determinados casos).

2.4.2 Qualidade física do solo

A remoção dos horizontes superficiais acarreta a exposição de materiais pouco estruturados e altamente susceptíveis à fragmentação devido ao baixo teor de matéria orgânica, que atua como agente cimentante das partículas individuais para a formação dos agregados (Duda et al., 1999).

A textura e estrutura do solo são características físicas que exercem influência marcante sobre o crescimento das raízes. A estruturação de um solo tem relação direta com o tamanho de suas partículas individualizadas, trazendo reflexos em sua porosidade, capacidade de armazenamento de água e resistência à penetração de raízes (Andrade, 1997). A estrutura do solo é um dos atributos mais importantes para a adaptação das espécies e pode ser avaliada através da macroporosidade, microporosidade, estabilidade de agregados, resistência à penetração e permeabilidade, entre outros. Estes atributos podem ser utilizados como indicadores de adensamento, compactação, encrostamento e suscetibilidade do solo à erosão, subsidiando o controle da perda da produtividade e da degradação ambiental. A densidade do solo é um dos principais parâmetros físicos utilizados para se avaliar a compactação, pois quanto mais elevado for seu valor, mais compacto é o mesmo (Kiehl, 1979).

Entre as conseqüências diretas da compactação do solo estão as reduções da porosidade (Dickerson, 1976) e da infiltração de água, e aumento da resistência à penetração das raízes, afetando a distribuição e morfologia das mesmas (Kirkegaard et al., 1993).

A porosidade do substrato remanescente (macroporosidade, microporosidade e porosidade total) é outra característica física de grande importância para o desenvolvimento dos vegetais, pois regula as relações entre as fases líquida, sólida e gasosa dos solos. Para Da Ros et al. (1997), valores de macroporosidade dentro das condições ideais estão na faixa de 0,09 a 0,12 m³ m⁻³, podendo a sua redução causar um decréscimo da permeabilidade do solo.

Considerando que as raízes podem se desenvolver com porosidade de aeração acima de 10% e que o conteúdo de água armazenada deve ser em maiores quantidades que a de ar, um solo ideal apresenta sua porosidade com um terço de macroporos e dois terços de microporos, garantindo desse modo boa aeração, permeabilidade e retenção de água (Kiehl, 1979).

As características físicas e químicas do solo estão entre os principais fatores que condicionam o desenvolvimento da vegetação, daí a ocorrência natural de diferentes formações florestais, mesmo em regiões homogêneas quanto aos demais fatores de ambiente. O conhecimento do substrato permite a correta adoção de procedimentos de correção, fertilização e escolha de espécies adequadas para o programa de revegetação, minimizando dessa maneira, os impactos ambientais e as chances de insucesso na recuperação de áreas degradadas (Dias, 1998).

Juntamente com as características físicas e químicas do substrato das cavas, deve estar associada uma caracterização detalhada do perfil do solo onde é realizada a atividade de extração de argila. Conforme as características químicas e físicas e a composição e espessura dos horizontes que o compõem, a extração de argila pode ser economicamente inviável, pois pode acarretar elevados distúrbios ao meio ambiente que inviabilizam ou demandam períodos relativamente prolongados para a reabilitação dos locais utilizados para a mineração.

2.5 Solos da Baixada dos Goytacazes

A Baixada dos Goytacazes, ou Baixada Campista, é definida geograficamente entre as coordenadas 21° 25' e 22° 15' de latitude sul e 40° 55' e 41° 40' de longitude W. Gr. e compõe uma das três macropaisagens da Região Norte Fluminense. As cotas mais elevadas com referência ao nível do mar são de 17 metros.

Nesta região, muitos estudos de levantamento pedológico foram realizados por diversos órgãos, tanto a nível local, como nacional. Dentre eles, pode-se destacar o realizado na confecção da Carta de Solos do Brasil (Brasil, 1981), cujo mapa confeccionado é na escala de 1:400.000. Uma escala muito pequena que não permite a localização exata de todos os solos que foram identificados.

Outro estudo dos solos dessa região foi realizado pela Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR, 1970), sendo apresentado na escala 1:200.000. Neste trabalho foram identificados seis grades grupos de solo: Glei Húmico, Glei Pouco-húmico, Orgânico, Suborgânico, Aluvial e Aluvial Hidromórfico. Além das classes apresentadas, são usadas associações citando-se Areias e Solos Hidromórficos.

O levantamento mais completo dos solos existentes na Região Norte Fluminense foi realizado pelo Instituto do Açúcar e do Alcool do Ministério da Indústria e Comércio (IAA/MIC, 1984), conhecido também como Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-Açúcar na Região Norte Fluminense (PROJIR). Foram abertas aproximadamente 4.000 trincheiras até 1,50 m e aprofundadas até 3,00 a 5,00 m com trado. Além disso, foram realizadas mais de 6.000 sondagens. Este trabalho inclui um levantamento semidetalhado, abrangendo uma área de aproximadamente 245.000 ha. Neste levantamento são descritas 62 classes de solos desenvolvidas na Baixada dos Goytacazes. Entre os diversos estudos resultantes deste trabalho constam mapas de solos nas escalas 1:25.000 e 1:10.000 (IAA/MIC, 1984). Segundo Ravelli Neto (1989), as principais classes de solos encontradas na região estudada são:

- Aluvial (Neossolo Flúvico) com argila de atividade média, alta e baixa, caráter eutrófico, distrófico e álico, caráter salino, sódico e solódico, em diversas classes de textura.
- Areia quartzosa (Neossolo Quartzarênico) distrófica.
- Cambissolo com argila de atividade média e baixa, caráter distrófico e eutrófico, caráter sódico e solódico, em diversas classes de textura.
- Podzol hidromórfico (Espodossolo).
- Glei húmico (Gleissolo) com argila de atividade média, alta e baixa, caráter distrófico, álico e eutrófico, caráter salino e solódico, em diversas classes de textura.

- Glei pouco húmico (Gleissolo) com argila de atividade média, baixa e alta, caráter eutrófico, distrófico e álico, caráter solódico e ligeiramente salino, em diversas classes de textura.
- Glei (Gleissolo) salino com e sem caráter solódico e diferentes classes texturais.
- Solos orgânicos (Organossolo) com caráter distrófico, salino, ligeiramente salino e tiomórfico.

Tendo em vista esta diversidade de solos, inúmeros aspectos restritivos ao desenvolvimento vegetal podem ocorrer nos substratos remanescentes da extração de argila, limitando a possibilidade de recuperação e uso posterior do mesmo. Preventivamente, Ramos (2000) estabeleceu algumas restrições e obrigações ao minerador, face a questão ambiental:

- espessura mínima de material explorável, para justificar a abertura de uma cava deve ser de 2,0 m, de forma preliminar;
- na determinação dessa espessura mínima deve ser levada em consideração a flutuação do lençol freático de aproximadamente 0,5 m;
- a camada de solo mais rica em matéria orgânica (horizonte superficial) em média com 0,3 m de espessura, deve ser retirada para posterior aplicação na reutilização da cava;

Segundo Ramos e Manzatto (2003), as explorações de jazidas em cavas com profundidade superior a um metro na região, conduzem a um risco muito elevado quanto à recuperação das mesmas para o uso agropecuário, pois a presença do lençol freático e das camadas solódicas, sódicas, salinas e tiomórficas na superfície ou próximo da mesma, dificultam de forma acentuada o processo de recuperação das cavas para uso agropecuário.

Devido aos atributos químicos dos solos das áreas de extração, bem como do lençol freático, confrontando o exposto por estes autores, observa-se que é praticamente impossível realizar a extração de argila de forma econômica sem comprometer, ou mesmo inviabilizar o processo de revegetação da área após a mineração, tornando assim grande parte das áreas utilizadas para mineração, impróprias ou pouco propícias para esta atividade para esta atividade.

2.6 Externalidade ambiental negativa do processo de extração de argila

As externalidades podem ser conceituadas como efeitos ocasionados pela atividade de produção e consumo de determinado bem ou serviço que não são evidenciadas pelo mercado (Eustáchio e Távora Junior, 2004). A investigação das externalidades da relação entre o setor produtivo e o meio ambiente requer a busca da valoração e monetarização dos recursos naturais apropriados ou degradados nesta. Tal valoração ou monetarização dos custos/benefícios (externalidades) ambientais no processo produtivo é uma forma de evidenciar sua magnitude e de revelar a importância de se internalizar, taxar, tributar ou subsidiar esta relação. Ao se internalizar estes custos, possibilita-se que os produtos oriundos deste processo assumam um valor de troca condizente com a quantidade de recursos naturais apropriados. Estes mecanismos ainda são pouco desenvolvidos devido a várias dificuldades de ordem metodológica e prática. A de primeira ordem refere-se em como mensurar a natureza, e a de segunda ordem na dificuldade de obtenção de dados. Entretanto, a dificuldade maior não reside nestas duas ordens, mas na crença que a possibilidade de internalização dos custos ambientais no processo produtivo, provavelmente, encareceriam os seus produtos, encontrando resistência tanto entre os que promovem a produção de bens e serviços como entre os consumidores (Gurgel, 2004).

No processo de extração de argila, podem ser considerados como efeitos externos que afetam a sociedade de forma negativa a possibilidade de contaminação do lençol freático, a degradação e alteração da paisagem local devido o surgimento das cavas, a deterioração da malha rodoviária municipal, a necessidade de revegetação da área degradada pelo processo de extração e a redução do caráter social do solo como produtor de alimento (valor de uso do solo), devido a inviabilidade de reincorporar as áreas extraídas ao processo produtivo agrícola por longo período.

2.7 Avaliação da viabilidade econômica do uso da terra

As possibilidades de uso cogitadas para o substrato remanescente, além de ser um meio para estar cumprindo as obrigações perante a lei, torna-se uma possível alternativa para incrementar a renda dos proprietários.

Há muito, a produção rural deixou de ser uma simples atividade de subsistência e se tornou uma atividade empresarial, exigindo um maior profissionalismo, tanto na forma de produzir, como nas compras e vendas de produtos. Dessa forma, as anotações de despesas e receitas passaram a ser de extrema importância para que, através de dados técnicos confiáveis, a situação econômica da empresa rural seja avaliada com maior eficácia e precisão. Assim, a avaliação econômica vem contribuir como uma ferramenta essencial, possibilitando a interpretação dos dados que são gerados através dos levantamentos de mercado.

Rodigheri (2000), avaliou a viabilidade econômica do cultivo solteiro de diferentes culturas anuais (soja, feijão e milho), comparados com o cultivo de espécies florestais (eucalipto, pinus, cinamomo e erva-mate), bem como o cultivo consorciado destas espécies. Os indicadores econômicos dos cultivos florestais solteiros e/ou em sistemas agroflorestais apresentaram maiores rentabilidades que as rotações das culturas anuais. O autor concluiu que os sistemas agroflorestais, além da maior rentabilidade econômica, viabilizam a produção simultânea de madeira e alimentos e aumentam o emprego e a renda nas propriedades rurais. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Scolforo et al. (2000). Já Oliveira et al. (1998), avaliando a viabilidade econômica da produção de madeira em solos sob vegetação de cerrado na condição de florestas naturais, florestas plantadas de eucalipto em monocultivo e em faixa com a vegetação natural de cerrado, encontrou resultados contrastantes à este, concluindo que a produção de madeira para carvão vegetal não é viável economicamente, considerando o preço da madeira em pé, a produtividade e os custos de produção.

Trabalhando na região com pastagens formadas por capim-elefante solteiro, Peres (2002), avaliou a viabilidade econômica na recria de novilhas e constatou ser economicamente viável a uma taxa de desconto de 12% ao ano. Andrade (1977), citado por Scolforo (2003), trabalhou com a produção de bezerros em pastos consorciados de capim-colonião concluindo que o lote de animais criados em pastagem consorciada apresentou lucratividade superior ao lote criado em capim-colonião solteiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica

O presente trabalho foi desenvolvido em Campos dos Goytacazes/RJ, município em que a extração de argila é realizada na Planície Quaternária do Baixo Paraíba do Sul, local em que os solos apresentam grandes reservas de argila. As áreas de extração localizam-se entre as coordenadas 21° 25' e 22° 15' de latitude sul e 40° 55' e 41° 40' de longitude W. Gr. O clima, segundo Köppen (1948), citado por Gomes (1999), é classificado como Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio em torno de 21°C e a do mês mais quente em torno de 27°C. A temperatura média anual está em torno de 24°C e a precipitação média de 1023 mm, sendo comum a ocorrência de “veranicos” nos meses de janeiro e fevereiro.

3.2 Escolha das áreas para caracterização dos perfis e coleta das amostras de solo

Para escolha das jazidas à serem utilizadas neste estudo, primeiramente realizou-se uma visita à diversas áreas destinadas a extração de argila, localizadas nas comunidades de Goytacazes, Saturnino Braga, São Sebastião, Poço Gordo, Campo Limpo e Tocos. Muitas áreas encontravam-se em atividade de extração, enquanto outras estavam desativadas a algum tempo, com o

substrato remanescente tomado por pastagem espontânea ou natural. Outras poucas, encontravam-se cultivadas com cana-de-açúcar.

Para seleção destas jazidas foram considerados fatores como: profundidade de extração, localização, se está ou não em atividade de mineração, ocupação da área após o processo de mineração, ocupação da área antes da mineração.

Foram selecionadas 10 jazidas para a caracterização do solo, sendo que em 8 destas, por não apresentar variabilidade na profundidade de extração, foi caracterizado um perfil do solo. Em duas jazidas selecionadas, por apresentarem variabilidade na profundidade de extração, foram caracterizados dois perfis em cada cava, sendo um na parte onde ocorreu a extração em maior profundidade e outro na parte mais rasa.

3.3 Características do solo original, obtidas a partir de perfis remanescentes em áreas adjacentes às cavas

Em cada área de extração de argila selecionada foi realizada a caracterização geral, incluindo o relevo, a vegetação e outras características relevantes, bem como a caracterização morfológica dos perfis de solo realizada nos barrancos remanescentes das cavas. A descrição morfológica foi feita segundo as normas contidas no Manual de Descrição e Coleta do Solo no Campo (Lemos e Santos, 1984).

No aproveitamento dos barrancos para este estudo, tornou-se necessário avivar as faces e limpar cuidadosamente o local onde foi efetuada a descrição morfológica dos horizontes identificados. Para isto, foi removido 30 - 50 cm para dentro do barranco, em toda a extensão do perfil, para evitar que o ressecamento prejudicasse a avaliação da estrutura e da consistência nos estados seco e úmido. Esta remoção evita também alterações relacionadas ao escoamento de material da superfície, lavagem pela chuva, ação de secagem e umedecimento, ação de animais, deposição de poeira, crescimento de alguma vegetação herbácea e graminóide, que modifiquem as características dos horizontes superficiais (Lemos e Santos, 1984).

Na descrição dos perfis foram examinados e identificados os horizontes e avaliados os seguintes parâmetros: espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição e atividade biológica.

Após separar os horizontes, tendo-se como base as variações nas características citadas, iniciou-se a coleta de amostras de solo (deformadas e indeformadas), começando pelos horizontes mais profundos, até os mais superficiais. Este cuidado evita a contaminação entre as amostras de horizontes, o que poderia ocorrer caso a amostragem fosse feita no sentido inverso sendo coletado uma amostra em cada horizonte identificado.

As amostras com estrutura deformada foram acondicionadas em sacos plásticos, fazendo-se antes a etiquetagem, anotando a respectiva profundidade dos horizontes, o número do perfil e data de coleta, conforme descrito por Tomé Jr. (1997). Para as amostras indeformadas, além disso, estas foram envoltas em papel alumínio, objetivando proporcionar maior segurança para as mesmas durante o transporte e evitar o ressecamento (Lemos e Santos, 1984).

3.4 Preparo das amostras

As amostras com estrutura deformada de cada horizonte foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura. Na terra fina seca ao ar (TFSA) foram efetuadas as análises químicas, granulométrica, de densidade de partícula e de condutividade elétrica. Já as amostras com estrutura indeformada, coletada em anel volumétrico com tamanho aproximado de 100 cm³, ao chegarem no laboratório, estas foram acertadas com auxílio de uma faca conforme o tamanho do anel e colocadas em bandeja com água até ocorrer a saturação das mesmas. Após isso, estas amostras foram utilizadas na determinação da densidade do solo, da porosidade total, da macroporosidade e microporosidade (em funil de placa porosa) e do ponto de murcha permanente (em câmara de pressão com placas porosas).

3.5 Análises laboratoriais para a caracterização do solo

3.5.1 Análises químicas

O carbono orgânico foi determinado pelo método descrito por Anderson e Ingran (1993) e o sulfato solúvel conforme metodologia descrita por Vitti (1989). O pH em água, fósforo disponível, alumínio extraível, acidez extraível ($H^+ + Al^{+3}$), cálcio, magnésio, sódio e potássio (extraíveis), foram obtidos conforme metodologia descrita no Manual de Análise de Solos (Embrapa, 1997). O cálcio,

magnésio, sódio e potássio solúveis, foram determinados no extrato de suspensão solo-água (1:1,5) utilizando-se a mesma metodologia adotada para determinação destes elementos na forma extraível. A partir dos valores destes atributos, utilizando-se as equação descritas no mesmo manual, se obteve cálcio, magnésio, potássio e sódio “trocáveis”, valor S, hidrogênio extraível, valor T (CTC), valor V (saturação de bases), saturação por Al^{+3} (m%) e saturação por sódio (Na%). A condutividade elétrica foi determinada em extrato de suspensão solo-água (1:1) e calculada para pasta saturada, considerando-se a umidade da mesma.

3.5.2 Análises físicas

Análise granulométrica

Para análise granulométrica foi feita a dispersão química com hexametáfosfato de sódio, associada à agitação mecânica com agitador “stirrer” de alta rotação, durante 15 minutos para cada amostra. Após a agitação, a suspensão foi passada em peneira de 53 μm , a qual retém a areia e deixa passar a suspensão com silte e argila para uma proveta de 1 litro. A areia, após transferida para uma placa de petri e seca em estufa (105-110°C), foi fracionada em areia muito grossa (2,0 – 1,0 mm), areia grossa (1,0 – 0,5 mm), areia média (0,5 – 0,25 mm), areia fina (0,25 – 0,1 mm) e areia muito fina (0,1 – 0,05 mm), usando um jogo de peneiras associado a um agitador mecânico durante 5 minutos. A argila foi determinada pelo método da pipeta, coletando-se uma alíquota de 50 ml durante o processo de sedimentação da suspensão coletada na proveta. O silte foi determinado pela diferença das outras frações em relação à amostra original. Para as amostras com teor de matéria orgânica superior à 5 % foi realizado um pré-tratamento com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), para eliminação da mesma.

Argila dispersa em água

Foi determinada utilizando-se a mesma metodologia usada para determinação da argila total, porém sem dispersante químico e sem remoção da matéria orgânica.

Grau de flocculação

Foi obtido pela diferença entre argila total e argila dispersa em água, dividido pela quantidade argila total e multiplicado por 100 (para expressar em porcentagem).

Densidade do solo

Determinada com amostra indeformada, coletada em anel volumétrico, que posteriormente foi seca em estufa a 105-110°C por 48 horas, sendo em seguida pesada. Para as amostras expansíveis, o ajuste do volume do anel foi feito no momento do equilíbrio da umidade à tensão de 6 kPa (limite entre macro e microporos). Para valores menores de umidade os valores de densidade certamente seriam mais elevados.

Obteve-se a densidade do solo aplicando-se a fórmula:

$$\rho = MS / VT$$

Em que:

$$\rho = \text{densidade do solo (Mg m}^{-3}\text{)}$$

$$MS = \text{massa solo seco em estufa (Mg)}$$

$$VT = \text{volume total do anel (m}^3\text{)}$$

Densidade de partículas

Determinada medindo-se o volume ocupado por 20 g de terra fina seca em estufa (TFSE), com o emprego do álcool etílico como líquido penetrante e balão volumétrico aferido de 50 mL, usando-se a fórmula:

$$\rho_s = MS / (V_{\text{balão}} - V_{\text{álcool}}) = MS / VS$$

Onde:

$$\rho_s = \text{densidade de partículas (Mg m}^{-3}\text{)}$$

$$MS = \text{massa de solo (20 x 10}^{-6}\text{ Mg TFSE)}$$

$$V_{\text{balão}} = \text{volume do balão volumétrico.}$$

$$V_{\text{álcool}} = \text{volume de álcool gasto;}$$

$$VS = \text{volume ocupado pelas partículas do solo, em m}^3\text{.}$$

Porosidade total

Foi determinada a partir dos valores de densidade do solo e densidade de partículas aplicando-se a seguinte equação:

$$PT = 1 - \rho / \rho_s$$

Onde:

PT = porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)

ρ = densidade do solo (Mg m^{-3})

ρ_s = densidade de partículas (Mg m^{-3})

Neste caso, mesmo para as amostras expansíveis, assume-se que a densidade do solo saturado é igual a densidade deste à capacidade de campo.

Microporosidade

Obtida pelo método da mesa de tensão, com amostras saturadas, aplicando-se uma tensão de 60 cm de altura de coluna de água, a qual retirou a água dos macroporos (poros com $\varnothing > 0,05 \text{ mm}$). Após as amostras atingirem o equilíbrio, estas foram levadas à estufa a $105-110^\circ\text{C}$, e pesadas novamente após secagem, aplicando a seguinte equação:

$$\text{microporosidade} = (a - b) / c$$

Em que:

a = peso da amostra (Mg), após ser submetida a uma tensão de 0,6 m de coluna d'água (6 kPa)

b = peso da amostra seca a $105-110^\circ\text{C}$ (Mg)

c = volume do anel (m^3)

Macroporosidade

Obtida através da seguinte equação:

$$\text{macroporosidade} = PT - \text{microporosidade}$$

Umidade no ponto de murcha permanente

As amostras de solo saturada foram colocadas sobre placas cerâmicas previamente saturadas e submetidas a uma pressão de 1500 kPa (câmara de Richards) até atingir o equilíbrio. Em seguida, estas foram pesadas e levadas à estufa a $105-110^\circ\text{C}$ e pesadas novamente após secagem. Aplicando a mesma equação usada na determinação da microporosidade, obteve-se a umidade no ponto de murcha permanente. Esta análise foi feita para os horizontes dos perfis 11 e 12 e alguns horizontes dos perfis 5, 7 e 10.

Água disponível

A água disponível no solo foi calculada através da seguinte equação:

$$A. D. = U_{CC} - U_{PMP}$$

Onde:

A. D = água disponível

U_{CC} = Umidade na capacidade de campo, considerada equivalente a da microporosidade (a base de massa).

U_{PMP} = Umidade no ponto de murcha permanente (em base de massa).

3.6 Classificação dos solos utilizados

As propriedades morfológicas, químicas e físicas foram utilizadas para classificação dos solos estudados, segundo os critérios utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (Embrapa, 1999).

3.7 Características da lavra

O levantamento das características do processo de extração de argila nas áreas mineradas foi feito através de entrevistas com os proprietários ou arrendatários que a utilizaram para esta finalidade. As demais informações foram obtidas na própria cava.

De modo geral, o processo de extração de argila é semelhante para todas as áreas estudadas. A retirada da matéria prima é realizada em áreas próximas às cerâmicas, geralmente distando não mais que 4 km do local de produção dos tijolos. Parte das áreas destinadas a exploração pertencem às empresas ceramistas, porém a maioria é arrendada de terceiros. Observa-se, na Tabela 1, que 8 das 10 áreas caracterizadas pertencem a pequenos produtores rurais, os quais arrendam suas terras para as empresas ceramistas realizarem a extração da argila. Essas terras, antes de serem utilizadas no processo de mineração, encontravam-se ocupadas com a cultura de cana-de-açúcar, geralmente ao final do ciclo, ou com pastagem em estado avançado de degradação. O valor pago pelos ceramistas aos proprietários é aproximadamente R\$1,00 por m³ de argila, que, considerando-se uma profundidade média de extração de 2 m, resulta em R\$2,00 para cada m² de solo extraído ou em torno de R\$20.000,00 por ha.

A extração é realizada por retro-escavadeiras e a argila extraída, é transportada por caminhões basculantes até as cerâmicas. Simultaneamente à

extração, ocorre a remoção da camada superficial do solo que, com exceção das cavas 3 e 8, possui em torno de 25 - 30 cm de espessura. Devido a existência de grande quantidade de material vegetal (principalmente raízes) e elevado teor de matéria orgânica nesta camada, a mesma não é utilizada como matéria prima pelas cerâmicas, pois prejudica a qualidade das peças produzidas. Na medida em que esta camada superficial é removida do local onde a extração está sendo realizada, a mesma é colocada em área adjacente em que a extração já foi realizada. A profundidade de extração é bastante variável. Nas cavas mais rasas, não ultrapassa 1 m de profundidade (cava 3), chegando próximo a 4 m de profundidade nas cavas mais profundas (cava 7). Em geral, na região, a profundidade média de extração situa-se entre 1,60 - 2,00 m.

A retirada de argila ocorre até encontrar um horizonte mais arenoso ou uma camada de solo de coloração bastante escura e saturada (denominada "malacaxeta"), as quais não são adequadas para a fabricação das peças de cerâmica. Em outros casos, a remoção do solo ocorre até próximo ao nível do lençol freático ou, em alguns extremos, até o nível do mesmo, chegando este a aflorar na superfície do substrato, como é o caso da cava 6, onde o substrato encontra-se parcialmente tomado pela água, impossibilitando a reutilização desta cava para fins agrícolas ou implantação de qualquer espécie vegetal que seja sensível ao excesso de umidade.

Para as cavas avaliadas, na data em que foi realizada a descrição do perfil do solo, o lençol freático encontrava-se entre 1,70 a 3,25 m de profundidade, ou mais profundo (cavas 4 e 7). Com a remoção da camada de solo pelas indústrias ceramistas, o nível do lençol freático passa a ficar próximo à superfície do substrato da cava, ficando entre 0,45 - 1,60m de profundidade. Essa proximidade, além de dificultar a implantação de espécies vegetais devido ao encharcamento em épocas de maior precipitação pluviométrica, pode, no decorrer do tempo, contribuir de modo acentuado para a salinização do substrato remanescente, já que, conforme constatado no relatório do IAA/MIC (1984), o lençol freático da região em estudo possui elevada concentração de sais solúveis.

Todo o processo de extração da argila é baseado exclusivamente no conhecimento empírico do operador da retro-escavadeira, o qual visa melhor qualidade da matéria prima para as cerâmicas e a maximização do rendimento da área explorada, sem levar em consideração a qualidade do substrato

remanescente, ou a proximidade com o lençol freático. Em virtude disso, muitas cavas, após o processo de extração são abandonadas sem nenhum procedimento de recuperação ambiental ou reutilização agrícola. Esse fato pode ser observado na Tabela 1, onde na maioria das cavas em que a extração já foi encerrada, o substrato encontra-se irregular e tomado por pastagem espontânea, com exceção das áreas utilizadas por experimentos com espécies florestais ou, em poucos casos, cultivadas com cana-de-açúcar.

Tabela 1. Características das áreas utilizadas para a extração de argila e da cava resultante após o processo de mineração.

	Esp. Horizonte reposito (cm)	Prof. de extração (cm)	Prof. do lençol freático (cm)	Situação do Substrato	Ar. ou Prop.	Uso do substrato	Uso antes da extração	Situação da cava:
Cava 1 P1 e P4	25 - 30	160 - 180 150 - 160	320	nivelado	Prop.	experimento	pastagem	encerrada
Cava 2 P2 e P3	25 - 30	160 - 180 110 - 120	230	nivelado/irregular	Ar.	cana/pastagem	cana-de-açúcar	encerrada
Cava 3 P5	08 - 10	90 - 100	232	nivelado	Ar.	sem uso	pastagem	em atividade
Cava 4 P6	20 - 25	335 - 350	n.d.	irregular	Ar.	sem uso	cana-de-açúcar	em atividade
Cava 5 P7	25 - 30	90 - 110	230	nivelado/irregular	Prop.	pastagem/experimento	pastagem	encerrada
Cava 6 P8	25 - 30	150 - 170	170	irregular	Ar.	pastagem	pastagem	encerrada
Cava 7 P9	25 - 30	375 - 390	n.d.	nivelado/irregular	Ar.	sem uso	cana-de-açúcar	em atividade
Cava 8 P10	35 - 40	240 - 250	325	irregular	Ar.	sem uso	cana-de-açúcar	em atividade
Cava 9 P11	25 - 30	200 - 210	287	irregular	Ar.	pastagem	pastagem	em atividade
Cava 10 P12	25 - 30	210 - 220	265	irregular	Ar.	sem uso	pastagem	em atividade

P.:Perfil, Esp.: espessura, Prof.: profundidade, Ar.:arrendatário, Prop.: proprietário; n.d.: não detectado

Ao analisar a profundidade de extração das cavas estudadas, observa-se a grande variabilidade na espessura da camada de solo utilizada pela indústria ceramista. Na área onde se localiza o perfil 5, a espessura é bastante reduzida (inferior a 1 m), o que demonstra o baixo rendimento desta cava no fornecimento de matéria prima para a fabricação de cerâmica, resultando desse modo em maior área degradada por volume de argila extraída. Contrariamente a esta área, as áreas onde se localizam os perfis 6 e 9 apresentam um elevado rendimento na

produção de argila, com camada extraída de 3,25 a 3,60 m de espessura. Para as demais áreas que foram utilizadas no processo de extração, a camada de solo removida é de aproximadamente 1,00 a 1,50 m de espessura.

A espessura da camada de solo útil para a indústria deveria ser um fator utilizado no indicativo do potencial da área para esta atividade, já que está inversamente relacionada com a área degradada pela extração. No entanto, apenas são levados em conta fatores como as características da argila (“barro forte” ou “barro fraco”), distância da jazida e preço pago por m² extraído. O fato do preço de arrendamento acertado entre ceramistas e proprietários ser definido pela área de extração e não pelo volume de argila, contribui para piorar a qualidade do substrato da cava, pois durante a extração, ocorre a utilização de parte do horizonte superficial como matéria prima, visando maximizar o rendimento por m² extraído.

3.8 Atributos químicos e físicos do substrato remanescente

Para a avaliação de cenários a que se propõe este trabalho, tornou-se necessária a obtenção dos atributos químicos e físicos do substrato remanescente em cada área de extração. Isso foi feito de modo indireto, admitindo-se que a formação das camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade desse substrato ocorreria a partir da mistura entre duas camadas do solo original: a camada superficial, reposta após a extração, e a camada profunda, localizada imediatamente abaixo da extraída. Admitiu-se ainda, que a contribuição da camada superficial reposta é proporcionalmente maior na camada de 0-20 cm que na de 20-40 cm do substrato. Além disso, nos casos em que as camadas superficial e profunda eram formadas por mais de um subhorizonte, seus atributos químicos e físicos foram obtidos ponderando-se os valores e espessuras desses subhorizontes.

A partir dos atributos simulados para cada substrato remanescente, buscou-se a formação de grupos homogêneos com relação às possíveis recomendações de adubação, correção ou manejo. Em seguida, calculou-se a média geral para esses atributos em cada grupo, em ambas as profundidades, sendo estes valores simulados levados em consideração para a implantação e avaliação técnica e econômica dos cenários.

Para as cavas em que haviam experimentos com espécies florestais já implantados, as informações de análises químicas e físicas disponíveis foram utilizadas para avaliar a representatividade das simulações anteriormente descritas. Estas informações, tal qual as simuladas, foram advindas das profundidades 0 - 20 cm e 20 - 40 cm.

3.9 Avaliação econômica dos cenários

3.9.1 Fluxo de caixa

As informações necessárias para a formação dos fluxos de caixa foram obtidas através de levantamentos realizados junto aos ceramistas, aos proprietários rurais que arrendaram suas terras para extração de argila e possuem implantado algum dos sistemas avaliados e às casas agropecuárias de Campos dos Goytacazes.

O custo social resultante da atividade de extração de argila foi o valor de uso da terra conforme descrito por Contador (1988), porém, sem contabilizar outras externalidades anteriormente citadas, devido a falta de metodologia adequada para atribuir-lhes valor. Na região de Campos, é uma prática comum muitos produtores de cana arrendarem terras de outros proprietários para o cultivo desta cultura, pagando o valor do arrendamento com parte da colheita. Como valor de uso da terra foi considerado o montante pago pelos produtores aos arrendatários, que é entre 15-20 % da produção anual, dependendo da qualidade do solo. As áreas estudadas, por possuírem solos com características químicas favoráveis para a agricultura, em especial o horizonte superficial, optou-se em usar 20% da produção. A região, como é responsável pela maior parte da cana produzida no estado, para o cálculo do valor de arrendamento, usou-se a produtividade média estadual dos últimos dez anos (45,64 toneladas por ha). O valor de arrendamento anual (R\$251,00) foi obtido pela multiplicação da fração de produção paga pelo preço médio por tonelada de cana praticado no ano de 2003 (R\$27,35).

Foram estimados dois fluxos de caixa para cada sistema de produção (cenário). Um fluxo de caixa incluindo o valor recebido pela extração de argila (R\$20.000,00 ha⁻¹) e o valor de uso da terra (R\$ 251,00 ha ano⁻¹), antes da extração. O outro está baseado somente nas entradas e saídas que ocorrem durante a implantação e vigência do sistema. Como os cenários simulados

possuem ciclos com diferentes períodos de duração, para tornar possível a comparação entre os mesmos, foi necessário encontrar um horizonte de vigência comum entre os cenários, o qual foi de 14 anos.

Como saída, considerou-se o valor de uso da terra e os recursos empregados na formação e manutenção dos diferentes sistemas de produção. Como entradas, considerou-se as receitas arrecadadas com a venda da produção dos sistemas adotados e o valor recebido pelo arrendamento da área para a extração de argila.

Nos fluxos de caixas foram consideradas todas as despesas necessárias, desde o nivelamento da cava até a venda da produção. A necessidade de fertilizantes dos diferentes sistemas foi calculada segundo recomendações descrita por De-Polli et al. (1990), levando em consideração os valores apresentados na Tabela 2, os quais foram obtidos através da média geral dos grupos formados (saturação por sódio > que 15% e saturação por sódio < que 15%) na simulação do substrato residual.

Tabela 2. Teor simulado de alguns atributos químicos do substrato remanescente para as cavas de extração de argila

Prof. (cm)	pH H ₂ O	Bases Trocáveis					P	MO	T	t	SB	Saturação		
		Ca	Mg	Na	K	V						m	Na	
		-----cmol _c kg ⁻¹ -----	-----	-----	-----	---mg kg ⁻¹ ---	mgkg ⁻¹	-----cmol _c kg ⁻¹ -----				-----%		
Saturação por sódio>15%														
00-20	6,45	7,34	5,47	3,53	117	26,5	42,53	19,8	16,8	16,6	84,0	1,5	18,7	
20-40	6,42	5,77	4,74	4,54	78	20,4	32,28	18,3	15,5	15,3	84,3	1,9	26,6	
Saturação por sódio<15%														
00-20	5,69	8,59	4,75	0,96	141	18,5	44,10	20,0	14,8	14,7	71,2	2,2	4,9	
20-40	5,72	7,80	4,61	1,47	121	19,4	38,25	19,2	14,4	14,2	71,9	3,4	7,9	

Para o reflorestamento, foi considerado a implantação da espécie *Eucalyptus camaldulensis*, com espaçamento de 2 x 3 m. Foram estimados dois cortes da madeira para lenha, sendo o 1º corte realizado aos 7 anos e o 2º aos 14 anos de idade, com produtividade estimada de 210 e 180 m³ ha⁻¹ respectivamente. Como preço de comercialização foi considerado R\$ 21,75 m³ de madeira empilhada, sendo a venda realizada na propriedade.

Para a cultura da cana, foi utilizado o cultivo de cana de ano, com espaçamento de 1,20 m entre linhas. Foram considerados dois ciclos de 6 cortes,

sendo um de cana planta e 5 de cana-soca para cada ciclo. O preço de comercialização foi a média do ano de 2003 (R\$ 27,35), por tonelada posto na esteira.

Para o sistema de pastagem, simulou-se o cultivo de *Brachiaria decumbens* com produtividade anual de 12 Mg ha⁻¹ de matéria seca. A taxa de lotação foi de 2,5 animais por hectare, com ganho de peso de 360g animal dia⁻¹. Na aquisição dos animais, considerou-se o preço de R\$57,00 por arroba, praticado no Município de Campos dos Goytacazes, para novilhos de corte (6,66 arrobas). Como valor de venda, foi usado o preço de R\$55,00 por arroba, também praticado na região, sendo esta realizada quando os mesmos atingem 450 kg de peso vivo (15 arrobas).

Para custo de oportunidade, foi utilizada uma taxa anual de 6%, representando a remuneração da caderneta de poupança. No presente trabalho não foram computados alguns itens do custo total, como a remuneração do proprietário e os impostos territorial e relacionados à compra e venda de animais e a venda da produção.

3.9.2 Indicadores econômicos

Como indicador da viabilidade econômica dos sistemas adotados, foram utilizados o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). Esses dois indicadores são os mais utilizados para cálculos de investimentos, apresentando como vantagem o fato de considerarem o efeito do tempo sobre os fluxos monetários. Foram empregadas taxas de desconto de 6%, 8%, 10% e 12%, que representam uma faixa abrangente o suficiente para captar distintas condições de custo de empréstimo ou rentabilidade alternativa para o capital. A taxa de 6% ao ano representaria um limite inferior conservador para a remuneração do capital. A taxa de 12% ao ano representa um valor suficientemente elevado para captar uma taxa mínima para o custo de capital.

O método do VPL transfere para o instante atual todos os saldos de caixa esperados, descontando-os a determinada taxa de juros (taxa de desconto) e somando algebricamente. Com a utilização da taxa de juros, o custo oportunidade desse capital estará sendo considerado pelo investidor.

Para determinação do VPL foi utilizada a seguinte expressão:

$$VPL = -FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

VPL = valor presente líquido;

FC_j = valores dos fluxos líquidos (diferença entre entradas e saídas);

j = período de análise (1,2,3,...n);

n = vida útil do projeto;

i = taxa de desconto;

FC_0 = fluxo de caixa inicial.

Com a utilização do método do VPL para análise financeira, os projetos serão considerados viáveis se estes apresentarem um VPL maior que zero. Isso significa que o investimento do capital na atividade trará um retorno financeiro superior ao da taxa de desconto estipulada (custo oportunidade).

A TIR representa a taxa de desconto para qual o projeto apresenta valor atual nulo. Nesses termos, um projeto será tanto mais desejável quanto maior for sua TIR, pois maior será o retorno do capital investido. Pode-se determinar o valor da TIR através da seguinte expressão:

$$FC_0 - \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = 0$$

FC_j = valores dos fluxos líquidos (diferença entre entradas e saídas);

j = período de análise (1, 2, 3,...n);

n = vida útil do projeto;

i = taxa de desconto;

FC_0 = fluxo de caixa inicial.

3.9.3 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma ferramenta que permite observar de que maneira as variações ocorridas em uma das variáveis do projeto poderão influenciar sua viabilidade econômica. Através desta, é possível determinar em que medida um erro ou modificação de uma das variáveis incide nos resultados do projeto (Buarque, 1991).

Conhecer as variáveis de maior peso na determinação dos resultados do projeto é de extrema importância, pois ao identificar os itens que devem ser

estudados com maior cuidado, pode-se evitar que erros de precisão venham proporcionar grandes conseqüências no projeto.

Uma vez calculado o VPL ou a TIR do projeto, é possível usar as melhores estimativas dos fluxos de caixa para saber qual a sensibilidade do valor obtido em relação à determinada variável (Noronha, 1987). Com a análise de sensibilidade feita, pode-se prever como se comportará o projeto diante de uma mudança na economia, ou até mesmo qual será o resultado apresentado pelo projeto se ocorrer queda na produtividade de uma determinada atividade.

Na análise de sensibilidade os itens que compõem os fluxos de caixa foram agrupados em categorias, a fim de facilitar o entendimento. Para o eucalipto e a cana, foram testadas as categorias mudas, fertilizantes, operações mecanizadas, mão-de-obra e produtividade. Para a pastagem, optou-se pelas categorias: compra de animais, venda de animais, fertilizantes, operações mecanizadas, mão-de-obra, medicamentos e cerca elétrica.

Entre as taxas de descontos utilizadas, optou-se pela taxa anual de 6% para realização da análise de sensibilidade dos sistemas de produção.

No presente trabalho para implementar a análise de sensibilidade, foi criada uma variação de 10%, sempre no sentido desfavorável para os resultados dos cenários, no preço de cada um dos itens do fluxo de caixa, sendo observado qual categoria apresentou maior efeito sobre o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação e caracterização morfológica dos solos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), os solos utilizados para este estudo pertencem à ordem dos Cambissolos e, exceção feita ao perfil 12, apresentam caráter sódico ou salino-sódico, com ou sem presença de gleização (Tabela 3). No entanto, os perfis 2, 5, 7, 8, 10 e 11 possuem características similares aos Gleissolos, pois expressam, em posição diagnóstica, cores mais acinzentadas que indicam sinais de redução resultante da deficiente oxigenação. Porém, como no Sistema de Classificação não está prevista uma classe de Gleissolos com caráter sódico, e como estes perfis apresentam horizonte B incipiente relativamente espesso, optou-se por identificá-los como Cambissolos. Fica, no entanto, sugerida a criação da classe Gleissolo Háplico Sódico, pela qual os perfis acima citados seriam melhor identificados.

Para a descrição morfológica, algumas características estão apresentadas de forma resumida na Tabela 4, sendo a descrição mais detalhada apresentada no Apêndice A.

Os perfis estudados, considerando-se a profundidade do solo até encontrar horizonte com textura arenosa, apresentam grande espessura, variando de 1,16 m no perfil 5 até 3,90 m no perfil 9. Segundo (Embrapa, 1999), os perfis 3, 5, e 8 são classificados como profundos, sendo os demais perfis pertencentes a classe de solos muito profundos. A seqüência dos horizontes que compõem os

perfis é A, Bi e C, sendo esta seqüência também descrita por Ravelli Neto (1989) e Ramos e Cunha (1985), para alguns Cambissolos da região.

Tabela 3. Classificação dos perfis estudados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Perfil	Classe	Classe Sugerida
1	Cambissolo Háplico Sódico gleico	
2	Cambissolo Háplico Sódico gleico salino	Gleissolo Háplico Sódico salino
3	Cambissolo Háplico Sódico gleico	
4	Cambissolo Háplico Sódico gleico salino	
5	Cambissolo Háplico Sódico gleico tiomórfico em profundidade	Gleissolo Háplico Sódico salino tiomórfico em profundidade
6	Cambissolo Háplico Sódico gleico	
7	Cambissolo Háplico Sódico gleico salino	Gleissolo Háplico Sódico salino
8	Cambissolo Háplico Sódico gleico salino	Gleissolo Háplico Sódico salino
9	Cambissolo Háplico Sódico gleico	
10	Cambissolo Háplico Sódico gleico	Gleissolo Háplico Sódico
11	Cambissolo Háplico Sódico gleico salino	Gleissolo Háplico Sódico
12	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico gleico	

As propriedades morfológicas são bastante homogêneas nos perfis estudados, onde a principal diferença recai sobre a espessura do solum (A + B). Para os perfis 6 e 9, esta é superior a 2,50 m, enquanto os perfis 5 e 8 apresentam solum com menor espessura, sendo esta inferior a 1,00 m. Os demais perfis estudados apresentam espessura variando de 1,18 m a 1,86 m. Os perfis 6 e 9 apresentam maior número de sub-horizontes Bi, onde a soma dos mesmos é superior a 2,00 m, o que demonstra a relevante contribuição destes horizontes para a formação do solum e também para o rendimento de argila para a indústria cerâmica. Todos os perfis apresentam-se bastante estratificados, tendo sido identificado o mínimo de 8 e o máximo de 16 camadas/sub-horizontes, respectivamente nos perfis 8 e 5. O horizonte superficial da maioria dos perfis estudados é classificado como Ap por apresentar pedoturbações devido ao recente, ou mais antigo cultivo da cana-de-açúcar. Os perfis 1, 5 e 7, por estarem ocupados com pastagem e sem cultivo a muito tempo, apresentaram horizonte superficial classificado como A.

A classe textural dos horizontes superficiais estudados varia de franco argilo siltoso a muito argiloso, com predomínio de material mais argiloso. Já os horizontes câmbicos, apesar de se enquadrarem na mesma faixa textural, são compostos por material mais siltoso. Os horizontes situados abaixo deste, apresentam maior variabilidade na classe textural, podendo ser encontrado horizontes com textura muito argilosa à areia, com predomínio de horizontes arenosos. Essa variabilidade na composição granulométrica do horizonte C indica diferentes épocas de deposição do substrato, refletindo o ambiente fluvio-lacustre no qual este processo ocorreu.

Quanto à transição entre horizontes, a maioria apresenta-se com nitidez variando de gradual a abrupta (Apêndice A), com exceção feita aos perfis 6 e 9 e a alguns horizontes superficiais, os quais aprestam transição difusa, sendo difícil visualizar o limite entre os horizontes. A topografia da linha de separação entre os mesmos apresenta-se plana para a maioria dos horizontes identificados, porém foi encontrado para alguns linha sinuosa.

Quanto à drenagem, o perfil 9 foi classificado como bem drenado por apresentar-se mosqueado em profundidade superior a 150 cm. Já os demais perfis, por apresentarem a parte basal do horizonte B afetado pelo lençol freático, foram classificados como moderadamente drenados (Embrapa, 1999). Observa-se, de modo geral, que o nível do lençol freático situa-se entre 2,00 à 3,50 m de profundidade, com exceção do perfil 08 (mais superficial) e dos perfis 6 e 9 (mais profundo, o qual não foi alcançado durante a caracterização e coleta das amostras de solo). Com o incremento da profundidade, pode-se verificar a influência do lençol freático na coloração do solo que, devido a deficiente oxigenação, passa a apresentar-se mais acinzentada ou com outras cores de tonalidade mais neutra (Tabela 4), e também com presença de mosqueados, em geral classificados com distintos por apresentarem coloração mais avermelhada, resultando na diferença de uma ou mais unidades no matiz.

Em relação à cor, estas em geral são amareladas, tornando-se mais escuras nos horizontes superficiais e em certos subhorizontes C, devido ao elevado teor de matéria orgânica. Em todos os horizontes A e grande parte dos horizontes B e C predomina o matiz 10YR, com valores entre 2 e 6 e croma 1 a 8. O horizonte B apresenta predomínio de cor amarelada e bruno-amarelada.

Em relação à estruturação do solo, os horizontes superficiais Ap, A e A3, por apresentarem elevado teor de matéria orgânica apresentam agregados com avançado grau de desenvolvimento, com estrutura do tipo forte em blocos pequenos a médio. Com o incremento da profundidade, essa estruturação vai se modificando, passando a predominar no horizonte BA, Bi, BC estruturas prismáticas grande a muito grande. Esses horizontes, por apresentarem elevados teores de sódio, possuem menor grau de desenvolvimento da estrutura, que tende a ser maciça. Isto se deve ao efeito dispersante do sódio e também a menor frequência de expansão e contração do solo, provocada por diferentes ciclos de umedecimento e secagem, condição fundamental para a formação dos agregados (Kiehl, 1979). Com exceção dos horizontes arenosos, com a aproximação do nível do lençol freático, o solo torna-se freqüentemente saturado, impedindo assim a formação de agregados, passando este a se apresentar maciço.

Quanto a consistência do solo, pode ser observado no Apêndice A que os horizontes Ap, A3 e Bi e BC geralmente apresentam consistência seca dura a extremamente dura e consistência úmida firme a muito firme. Essa consistência é resultante do elevado teor de argila e a atividade da mesma (geralmente média), associada ao silte, presente em grande quantidade nesses horizontes, formando um perfeito empacotamento entre as partículas do solo, o que proporciona elevada resistência à deformação quando seco ou úmido. No estado molhado, o material que compõe estes horizontes apresenta consistência de plástica a muito plástica e de pegajosa a muito pegajosa.

Para a atividade ceramista, os horizontes Ap, A e parte do A3, apesar de apresentarem em geral textura argilosa, não são utilizados como matéria prima devido à expressiva presença de raízes e ao elevado teor de matéria orgânica que possuem. Estes horizontes são removidos e, durante ou após a extração, depositados no fundo da cava (geralmente em forma de montículos). Devido a estas características, associada à elevada estruturação, a reposição desta camada de solo é de suma importância para o processo de revegetação, pois é um ambiente favorável ao desenvolvimento radicular, contribuindo de modo expressivo para o estabelecimento das espécies vegetais implantadas nas cavas.

Tabela 4. Resumo de algumas características morfológicas dos perfis estudados.

Horizonte	Espessura (cm)	Cor úmida		Classe textural	Estrutura
		Horizonte	Mosqueado		
Perfil 1 (Descrito em 27/10/2003)					
A1	00-07	10YR 2/1	-	argila	bl. peq./med. mod./forte
A3n	07-45	10YR 3/1	-	argila	bl. sub-ang. gran.; forte
BAn(v)	45-65	10YR 4/1	10YR 6/6	arg. siltosa	bl. sub-ang. gran.; forte
Bin(v)	65-158	10YR 5/7	10YR 5/2	arg. siltosa	mç/pris. sub-ang. m. gran; forte
2Cnz(v)	158-187	10YR 4/1	-	m. argiloso	mç/ pris. m. gran.; mod./forte
3Cn	187-208	7,5YR 5/8	10YR 5/4	fr. argiloso	maciço
4Cnz	208-240	10YR 5/1	-	arg. siltosa	maciço
5Cn1	240-255	10YR 5/1	-	areia	bl. sub-ang/lam. med/gran; mod/fraco
5Cn2	255-290	10YR 7/2	-	areia	grãos simples
6Cz	290-360	10YR 4/1	-	franco	grão simples
Perfil 2 (Descrito em 27/10/2003)					
Ap	00-09	10YR 3/1	-	fr. argiloso	gr. média/mod.
A31	09-23	10YR 3/1	-	fr. argiloso	gr. gran.; forte
A32n	23-48	10YR 4/2	7,5YR 5/6	fr. arg.aren.	gr. gran.; forte
Btnz(h)	48-70	10YR 3/1	-	argila	bl. gr/pris. m. gran.; forte
Btnz	70-155	7,5YR 5/6	10YR 5/2	argila	pris.grande/m. grande
CBnz	155-185	10YR 5/3	-	arg. siltosa	maciço
Cnzj	185-215	10YR 5/2	5YR 5/8	m. argiloso	maciço
2Cnzj	215-235	10YR 4/2	2,5YR 4/8	m. argiloso	maciço
3Cnzj	235-300	10YR 4/1	-	m. argiloso	-
		7,5YR2,5/	-		-
4Cj	300-320	1	-	m. argiloso	-
5C	320-335	7,5YR 3/1	-	m. argiloso	-
Perfil 3 (Descrito em 28/10/2003)					
Ap	00-10	10YR 3/1	-	m. argiloso	bl. peq/méd. mod./forte
Bin1	10-65	10YR 5/1	-	m. argiloso	pris. gran.; forte
Bin2	65-95	10YR 5/6	7,5YR 5/8	r. arg. siltoso	pris. gran./m. gran.; forte
Bin(v)	95-125	10YR 5/1	-	fr. arg.silt.	pris. m. gran.; forte
Binz(v)	125-160	10YR 5/2	5YR 4/6	arg. siltoso	pris. m. gran.; forte
2Cz	160-170	10YR 4/1	-	argila	laminar mod./forte
3Cn1	170-220	10YR 6/5	-	areia	grão simples
	lamelas	10YR 4/1	-	fr. arg. aren.	-
3Cnz2	220-230+	10YR 5/3	-	areia	grão simples
Perfil 4 (Descrito em 29/10/2003)					
Ap	00-12	10YR 3/3	-	argila	bl. peq./méd. mod./forte
A3nz	12-38	10YR 4/2	-	argila	bl. sub-ang. gran.; forte
ABnz	38-65	10YR 3/2	10 YR 5/6	argila	bl. sub-ang. gran.; forte
Binz	65-160	10YR 5/6	10YR 5/2	arg. siltoso	maciço/pris. mod.
2Cnz	160-205	10YR 4/1	-	m. argiloso	maciço
3Cn	205-238	10YR 6/4	-	areia	grãos simples
4Cnzj	238-260	10YR 2/1	-	fr. arenoso	-
5Cn	260-275	10YR 4/1	-	fr. arenoso	-
6Cn	275-290	10YR 5/4	-	areia	grãos simples
7Cn	290-320+	10YR 4/1	-	areia franca	-

continua...

Tabela 4. Continuação...

Horizonte	Espessura (cm)	Cor úmida		Classe textural	Estrutura
		Horizonte	Mosqueado		
Perfil 5 (Descrito em 28/11/2003)					
A	00-10	10YR 3/1	-	arg. siltoso	bl. peq./méd.; forte
ABn	10-22	10YR 3/1	10YR 6/2	m. argiloso	bl. méd./gran.; forte
Bin	22-50	10YR 4/1	10YR 5/6	m. argiloso	pris. gran./m. gran.; forte
2Bin1	50-68	10YR 5/2	5YR 5/7	argila	pris. m. gran.; forte
2Bin2	68-88	10YR 4/2	5YR 5/7	argila	pris. m. gran.; forte
3Cnz	88-107	10YR 4/2	7,5YR 4/6	m. argiloso	pris. m. gran.; forte
4Cnzj	107-116	2,5Y 5/2	7,5YR 5/6	arg. siltoso	pris. m. gran.; forte
5Cnzj	116-140	10YR 5/5	-	areia	grãos simples
6Cnzj	140-152	10YR 4/2	7,5YR 4/6	franco	maciço
7Cnzj	152-160	10YR 3/1	7,5YR 4/6	m. argiloso	maciço
8Cj	160-166	10YR 5/4	-	fr. arenoso	grãos simples
9Cj	166-204	10YR 4/2	7,5YR 4/6	argila	maciço
10Czj	204-212	10YR 5/4	-	areia franca	grãos simples
11Czj1	212-222	2,5Y 3/1	-	areia franca	-
11Czj2	222-232	10YR 4/1	-	areia	-
12Cz	232-240+	2,5Y 3/1	-	fr. arenoso	-
Perfil 6 (Descrito em 02/12/2003)					
Ap	00-20	10YR 3/2	-	arg. siltoso	bl. méd./gran.; forte
Bin1	20-80	10YR 6/7	10YR 5/5	arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
Bin2	80-120	10YR 5/6	10YR 5/4	fr. argiloso	pris. m. gran.; mod.
Bin3	120-180	10YR 5/7	10YR 5/4	argilo siltoso	pris. m. gran.; mod.
Bin4	180-240	10YR 5/4	10YR 5/8	arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
Bin5	240-265	7,5YR 5/8	10YR 5/4	arg. siltoso	maciço/pris. m. gran.; mod.
Cnz	265-295	10YR 5/1	7,5YR 5/7	arg. siltoso	maciço
2Cnz	295-320	2,5YR 4/2	7,5YR 5/6	arg. siltoso	maciço
3Cnz	320-420	2,5YR 3/1	-	arg. siltoso	-
	lamelas	gley1 2,5 N	-	m. argiloso	-
Perfil 7 (Descrito em 03/12/2003)					
An	00-07	10YR 3/1	-	m. argiloso	gr. méd./bl. méd.; forte
A31n	07-35	10YR 3/1	10 YR 5/1	m. argiloso	bl. méd./m. gran.; forte
A32nz	35-63	10YR 3/1	10YR 4/3	m. argiloso	pris. gran./m. gran.; forte
BAn	63-80	10YR5/1	10YR 5/6	m. argiloso	pris. gran./m. gran.; forte
Binz1	80-135	10YR 5/6	10YR 5/1	arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
Binz2	135-164	10YR 5/1	10YR 5/6	arg. siltoso	maciço
Cnzj	164-192	10YR 4/1	5YR 4/6	fr. arg. aren.	maciço
2Cnzj	192-210	10YR 4/2	5YR 4/6	fr. aren.	grão simples ;maciço
3Cnz1	210-222	5YR 4/2	-	fr..aren.	grão simples; maciço
3Cnz2	222-235+	10 YR 3/1	-	areia	grão simples ;maciço
Perfil 8 (Descrito em 09/12/2003)					
Apn	00-06	10YR 2/1	-	m. argiloso	bl. peq./méd.; forte
A3n	06-28	10YR 2/1	-	m. argiloso	bl. m. gran.; forte
BAnz1	28-40	10YR 5/1	-	m. argiloso	pris.m. gran.; forte
BAnz2	40-53	10YR 3/1	-	m. argiloso	pris. m. gran.; forte
Bin	53-75	10YR 5/2	10YR 5/4	argila	pris. m. gran.; forte
Binz	75-98	10YR 5/6	10YR 5/2	argila	pris. m. gran. forte
BCnz	98-130	10YR 5/1	7,5YR 5/6	arg. siltoso	pris. m. grand.; mod./forte
Cnz	130-170+	10YR 5/2	5YR 4/6	fr. argiloso	maciço

continua...

Tabela 4. Continuação...

Horizonte	Espessura (cm)	Cor úmida		Classe textural	Estrutura
		Horizonte	Mosqueado		
Perfil 9 (Descrito em 10/12/2003)					
Ap	00-15	10YR 3/1	-	argila	gr. peq./méd.; mod.
A3	15-32	10YR 3/1	-	fr. arg. siltoso	bl. méd./gra.; forte
Bin1	32-86	7,5YR 5/8	-	arg.	pris. m. gran.; mod.
Bin2	86-180	10YR 5/6	10YR 6/2	fr. arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
Bin3	180-206	10YR 5/8	10YR 6/2	arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
Bin4	206-250	10YR 5/6	10YR 5/2	arg. siltoso	pris. m. gran.; mod.
BCn	250-275	10YR 5/2	-	m. argiloso	maciço/pris. m. gran.; mod.
CBn	275-304	10YR 5/2	10YR 5/6	m. argiloso	maciço/pris. m. gran.; mod.
Cn	304-335	10YR 4/6	10YR 4/1	m. argiloso	maciço/pris. m. gran.; mod.
2Cn1	335-360	10YR 5/3	10YR 5/6	fr. argiloso	maciço
2Cn2	360-390	10YR 5/6	10YR 5/1	fr. argiloso	maciço
3C	390-400+	10YR 5/3	-	areia	grão simples
Perfil 10 (Descrito em 12/12/2003)					
Ap	00-10	10YR 3/1	-	m. argiloso	bl. peq./méd.; mod.
A31	10-45	10YR 3/1	-	argila	bl. gran./m. gran.; forte
A32n	45-95	10 YR 3/1	5YR 4/6	argila	pris. m. gran./bl. m. gran.; forte
Bin	95-122	10YR 5/6	10YR 6/1	m. argiloso	pris. m. gran.; forte
Binj	122-186	10YR 5/6	10YR 5/1	m. argiloso	pris. m. gran.; forte
Cn	186-209	10YR 5/1	10YR 5/4	m. argiloso	pris. m. gran.; forte
2Cn	209-262	10YR 3/1	10YR 4/3	m. argiloso	pris. m. gran.; mod.
3C	262-275	10YR 3/1	10YR5/6	argila	pris. m. gran.; mod.
4C1	275-306	10YR 6/4	-	areia	grão simples
4C2z	306-325+	10YR 4/1	-	areia	grão simples
Perfil 11 (Descrito em 02/02/2004)					
Ap	00-18	10YR 2/1	-	argila	bl gran./m. gran.; forte
A3n	18-36	10YR 2/1	5YR 5/6	argila	bl. m. gran.; forte
Bin	36-77	10YR 5/6	-	arg. siltoso	pris. m. gran.; forte
Binz	77-118	2,5Y 5/1	-	m. argiloso	pris. m. gran.; mod./forte
Cn	118-140	10YR 4/1	-	m. argiloso	pris. m. gran.; mod.
2Cn	140-188	2,5Y 6/2	-	m. argiloso	pris. m. gran.; mod.
3Cn	188-206	10YR 2/1	-	m. argiloso	pris. m. gran./maciço mod.
4Cn	206-243	10YR 4/1	10YR 4/4	m. argiloso	pris. m. gran./maciço
5Cnz	243-287	10YR 4/2	7,5YR 4/6	fr. arenoso	maciço
Perfil 12 (Descrito em 03/02/2004)					
Ap	00-12	10YR 3/1	-	m. argiloso	bl. médio/gran.; forte
A3	12-28	10YR 2/1	-	argila	bl. m. gran.; forte
Bi	28-40	10YR 5/6	10YR 3/2	argila	pris.gran./bl. m.gran. mod/forte
Bin1	40-107	10YR 5/4	-	fr. argiloso	pris. m. gran.; forte
Bin2	107-135	10YR 5/6	10YR 5/2	arg. siltoso	pris. m. gran.; forte
Bin3	135-196	10YR 5/2	10YR 5/6	arg. siltoso	pris. m. gran.; forte
Cn	196-221	10YR 5/2	10YR 5/6	Argila	pris. m. gran.; mod./forte
2Cn	221-234	10YR 2/1	-	muito arg.	maciço
3Cn	234-250	10YR 6/3	7,5YR 4/6	muito arg.	maciço
4Cn	250-266	10YR 2/1	-	muito arg.	maciço

arg.: argilo, m.: muito, fr.: franco, aren.: arenoso, pris.: prismática, gran.: grande, bl.: blocos, mod.: moderada, méd.: média, sub-ang.: subangular, peq.: pequena, gr.: granular, lam.: laminar, mç.: maciço.

Os horizontes de maior interesse para a indústria cerâmica são BA, Bi, BC e eventualmente parte do C, os quais apresentam elevado teor de argila ou argila e silte, e baixo teor de matéria orgânica. O horizonte que determina um limite máximo para a profundidade extraída possui textura variando de argilo siltosa a arenosa ou elevada quantidade de matéria orgânica, tornando-se assim, impróprio para a fabricação das peças cerâmicas. Este é fortemente influenciado pelo lençol freático, pois quando possui textura mais fina, apresenta mosqueado em abundância, indicando assim a deficiente oxigenação do solo, resultante da freqüente saturação pelo lençol freático.

4.2 Atributos químicos do solo original

Os atributos químicos determinados para cada perfil estudado estão apresentados nas Tabelas 5 a 10.

Estes atributos apresentam uma grande variabilidade de valores, tanto dentro de cada perfil como entre perfis. Esse fato também foi observado para as propriedades físicas e, segundo Jacomine (1979) citado por Ravelli Neto (1989), é comum para solos pouco desenvolvidos formados por sedimentos não consolidados, onde os perfis são bastante estratificados e não apresentam relação pedogenética.

O horizonte superficial de todos os perfis analisados apresenta atributos químicos favoráveis ao crescimento das plantas. Dentre estes, pode-se citar a expressiva presença de bases trocáveis, com predomínio dos íons cálcio (que apresenta teor entre 3,60 e 12,86 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) e magnésio (teor entre 2,13 a 7,39 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$). Essa expressiva concentração de cátions resultou em uma elevada soma de bases trocáveis (SB), com valores entre 6,4 e 21,1 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, denotando, desse modo, a contribuição da matéria orgânica. Em relação a sua fertilidade, segundo Furtini Neto et al. (2001), este valor de SB classifica o horizonte superficial como “muito bom”. Este elevado nível da soma de cátions trocáveis, com predomínio do cálcio e magnésio, demonstra o bom suprimento de bases para os vegetais no horizonte superficial dos solos estudados. Com relação aos perfis 7 e 8, além do cálcio e magnésio, estes possuem elevado teor de sódio, o qual contribui de modo acentuado na soma de bases. Em profundidade de modo geral, os teores de cálcio e magnésio diminuem, diminuindo também sua contribuição no valor da soma de bases trocáveis. Para o sódio, no entanto,

ocorre comportamento oposto, passando este a ocorrer em elevada concentração no complexo sortivo dos horizontes mais profundos do solo, contribuindo para que a SB permaneça relativamente elevada.

Quanto à saturação por bases, com exceção dos horizontes A32 no perfil 2 e ABn no perfil 5, os demais horizontes que compõem o solum dos perfis estudados apresentam valor V superior a 50%. Já para alguns horizontes em profundidade nos perfis 2, 3, 4, 5, 10 e 12, o valor V é inferior a 50%. Esta elevada saturação por bases no horizonte superficial é consequência principalmente dos elevados teores de cálcio e magnésio. Em profundidade, o sódio, por apresentar elevada concentração, também tem grande influência no valor V.

Para os sub-horizontes que compõem o horizonte C, ocorre uma variação acentuada no teor de cálcio, magnésio e sódio trocáveis, sendo a maior concentração encontrada nos sub-horizontes que possuem elevado teor de matéria orgânica e argila. A maior concentração destes íons é resultante da maior quantidade de cargas negativas para retenção destes cátions (Brady, 1989).

A alta saturação por bases e o elevado teor de bases trocáveis no horizonte superficial dos perfis estudados se devem, em primeiro lugar, ao ambiente de formação destes solos, que é rico em cálcio, magnésio e sódio. Em segundo lugar, podem ser devidos ao uso agrícola dos mesmos, que durante seu cultivo possivelmente tenham recebido algum corretivo de solo rico em cálcio e magnésio. Já para os horizontes mais profundos, além do ambiente de formação, outro fator que contribui para o elevado teor destes cátions, principalmente o sódio, é a proximidade com o lençol freático, o qual possui elevada concentração destes íons (IAA/MIC, 1984).

Analisando o horizonte que limitou a profundidade de extração da argila, em todos os perfis estudados, este apresenta elevada saturação por bases (valor $V > 60\%$), porém, esta característica, em vez de ser um ponto favorável ao processo de revegetação, torna-se um impedimento químico, devido ao elevado teor de sódio no complexo sortivo do solo, onde, nos casos mais extremos, o mesmo representa mais de 40% do valor V.

Em relação à saturação por sódio trocável (Na%), os resultados obtidos para o horizonte B dos Cambissolos analisados são, de modo geral, superiores aos apresentados por PROJIR (1984), Ramos e Cunha (1985) e Ramos e Manzatto (2003) para alguns Cambissolos da região, sendo similares para os

horizontes superficiais. No presente estudo, exceção feita aos perfis 7 e 8 e aos sub-horizontes A3n nos perfis 1 e 11 e A3nz no perfil 4, os demais horizontes superficiais apresentam valores de saturação por sódio trocável (Na%) inferiores a 6%, o que os caracteriza como não afetados por excesso de sódio. Para os sub-horizontes A3n (perfis 1 e 11) verifica-se o caráter solódico (Na% entre 6 e 15%), enquanto que para o sub-horizonte A3nz (perfil 4) e para todos os horizontes dos perfis 7 e 8 verifica-se que são severamente afetados pelo sódio, apresentando o caráter sódico (Na% > 15). Para os horizontes removidos pela atividade de extração de argila, em todas as áreas, verifica-se que estes também apresentam caráter sódico. Os horizontes mais profundos, apesar de ocorrer uma grande variabilidade nos resultados, a maioria se apresenta afetado por excesso de sódio; muitos possuem caráter sódico e alguns, caráter solódico.

Nos horizontes que apresentaram caráter solódico, o sódio trocável, nestes percentuais promove dispersão dos colóides do solo, tornando-o física e morfologicamente pouco adequado à drenabilidade e ao desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas. Ademais, nestas condições, dependendo da capacidade de retenção de cátions, o teor deste elemento químico pode alcançar nos solos níveis tóxicos e intolerantes para as culturas, sendo este efeito nocivo agravado de forma acentuada quando o solo apresenta o caráter sódico (Ramos e Manzatto, 2003). O caráter sódico torna-se uma das principais limitações ao desenvolvimento vegetal, não só pelos impedimentos físicos e morfológicos (Ben-Hur et al., 1998; Ferreyra e Coelho, 1986), mas principalmente pelos níveis elevados de sódio trocável, tóxico à maioria das culturas.

Esta elevada concentração de sódio trocável resulta em severas restrições, ou mesmo impossibilita a reutilização destas áreas para fins agrícolas após a extração da argila. Para Ramos e Manzatto (2003), a recuperação e uso adequado dos solos com caráter solódico é possível de ser alcançado, porém é economicamente pouco recomendada. Já para solos com caráter sódico, sua recuperação é considerada economicamente inviável para o uso agrícola. Em relação a sodicidade, conforme esta afirmação, pode se perceber o quadro crítico do substrato resultante nas cavas após processo de extração de argila.

Os teores de potássio trocável no horizonte superficial dos perfis 6, 8, 9, e 12 se apresentam situados na faixa baixo a médio (Tomé Jr., 1997). Já para os

demais perfis estudados, os teores são considerados elevados. Esta elevada concentração demonstra o potencial deste horizonte em fornecer este nutriente para as plantas. A composição granulométrica do horizonte superficial, que possui elevado teor de argila ou argila e silte, e o elevado teor de matéria orgânica fazem com que exista grande quantidade de cargas negativas para reter este íon, impedindo, assim, que o mesmo seja lixiviado para os horizontes mais profundos. Estes elevados teores de K em superfície podem também estar relacionados à absorção deste nutriente pelas raízes nos horizontes mais profundos e conseqüente deposição na superfície do solo. Observa-se nos teores determinados que, com exceção do perfil 10, os demais solos apresentam uma acentuada redução nos valores em profundidade.

Quanto ao fósforo, no horizonte superficial dos perfis 6, 9 e 12 o teor de P assimilável encontra-se muito baixo. Isso ocorre a despeito destes horizontes apresentarem teores de matéria orgânica de, respectivamente, 44,04, 45,92 e 54,42 g Kg⁻¹, valores estes considerados bons por Furtini Neto et. al. (2001). Os baixos valores de P nestes perfis podem estar relacionados ao recente cultivo do solo, sendo que para os perfis 6 e 9, encontrava-se ocupado com cana-de-açúcar e o perfil 12 com pastagem formada por capim elefante. Essas culturas podem ter absorvido o fósforo disponível do solo e incorporado em sua biomassa, sendo parte deste, exportado com a colheita. Além disso, também pode ter ocorrido a incorporação do P disponível na matéria orgânica remanescente, não sendo possível sua extração pelo extrator utilizado. Já nos demais perfis é observado um comportamento oposto, pois os mesmos apresentam elevadas quantidades de fósforo disponível (teores entre 32 a 144,8 mg kg⁻¹), compatíveis com os também elevados teores de matéria orgânica (valores entre 55,86 a 103,8 g kg⁻¹). Estas áreas encontram-se a vários anos sem ser efetuado o cultivo do solo. Isso pode ter resultado em que os resíduos de antigas adubações tenham se acumulado na matéria orgânica que, devido ao processo de mineralização e ciclagem mantiveram elevadas quantidades de P.

Para os horizontes mais profundos (BA, Bi, BC e C), pode ser observado que ocorre expressiva queda na disponibilidade de P, exceto para os perfis 6, 9 e 12, que apresentam teor superior aos determinado no horizonte superficial. Essa redução na disponibilidade de fósforo ocorre até o horizonte C, o qual, em seus sub-horizontes, apresenta uma amplitude de 1,4 a 87,68 mg kg⁻¹ de P disponível.

Esta variabilidade nos teores de P pode estar relacionada ao material que compõe estes horizontes e, principalmente, ao teor de matéria orgânica. Como pode ser observado nas Tabelas 5 a 10, os horizontes que possuem maior quantidade de matéria orgânica apresentam elevados teores de P disponível.

Examinado os valores de pH em água, segundo critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), dentro de uma seção controle de 100 cm de profundidade os horizontes dos perfis 1, 3, 4, 7, 8, 11 e 12 são classificados como de reação praticamente neutra. Destes, no entanto, o horizonte superficial dos perfis 3, 8, 11 e 12 apresenta reação moderadamente ácida, com pH variando de 5,7 a 6,48. Já os perfis 6, 9 e 10 também são classificados como moderadamente ácidos, com exceção do horizonte Bin1 no perfil 6, que apresentou pH praticamente neutro. Para utilização agrícola dos solos estudados, pode-se inferir que os mais limitantes ao crescimento vegetal antes da extração da argila são onde se localizam os perfis 2 e 5, os quais apresentam reação fortemente ácida.

Avaliando o pH do horizonte que limitou a profundidade de extração de argila, observa-se que para os perfis 1, 3, e 11, este apresenta reação praticamente neutra e os perfis 4 e 7, reação moderadamente alcalina. Estes valores elevados de pH ocorrem em função do baixo teor de matéria orgânica e da expressiva soma de base (Brady, 1989). Já para os perfis 2, 5, 6, 9, 10 e 12, este horizonte é considerado como moderadamente à fortemente ácido.

Na quase totalidade dos perfis, o horizonte que limitou a extração apresenta elevada soma de bases e teor de matéria orgânica variando de baixo a elevado, com valores entre 8,58 e 84,92 g kg⁻¹. A exceção é o horizonte limítrofe do perfil 9, que apresenta valores baixos tanto para a soma de bases quanto para o teor de matéria orgânica. Nos horizontes ricos em matéria orgânica, devido ao processo de oxidação da mesma, esta pode estar agindo como fonte de íons H⁺ para a solução do solo, proporcionando redução no valor de pH.

Vale ressaltar o comportamento diferenciado de alguns horizontes localizados abaixo da profundidade de extração, os quais apresentam reação extremamente ácida com valores de pH inferiores a 4,3. É o caso dos horizontes 4Cj e 5C, no perfil 2, 3Cn1 e 3Cnz2, no perfil 3, e 5Cnzj a 11Czj2, no perfil 5. Estes valores extremos de pH podem ser originados da elevada concentração de sulfato solúvel (S) presente nos mesmos. Segundo critérios estabelecidos pela

Embrapa (1999), devido a estas características, os mesmos apresentam caráter tiomórfico. Nestes horizontes, quando expostos à condições aeróbicas, os sulfetos se oxidam a sulfatos, formando ácido sulfúrico, acidificando ainda mais o solo. Surge assim uma barreira química para o desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas cultivadas, impedindo a reutilização dessas cavas para fins agrícolas.

Os valores extremos de pH, além de alterar a disponibilidade dos nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, fazem com que íons tóxicos se tornem mais solúveis, com é o caso do alumínio e do manganês. Nestes extremos de pH, somente algumas espécies de gramíneas conseguem se desenvolver. Alves (1997), trabalhando também na Baixada Campista, conseguiu obter produtividade considerada boa para *Brachiaria decumbens* e *Panicum repens* L. em Organossolos Salinos Timórficos com pH similar aos determinados nesse estudo.

Os perfis 3, 5 e 10 apresentam teor elevado de Al^{+3} nos horizontes em profundidade. Para os demais perfis, nos horizontes identificados, os valores são baixos, muito baixos ou nulos. A saturação por alumínio (m%) é superior a 50% em alguns horizontes do perfil 3 (horizontes 3Cn1 e 3Cnz2), do perfil 5 (horizontes 9Cj a 11Czj2), e no perfil 10 (horizonte 4C1), fazendo com que estes horizontes apresentem caráter álico (Embrapa, 1999). Na área onde se encontra o perfil 3, como a retirada de argila foi realizada até 1,10 - 1,20 m de profundidade, existe uma camada de solo relativamente espessa (maior que 0,5 m) com baixa saturação por Al^{+3} até atingir estes horizontes de caráter álico, favorecendo assim ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Já para as áreas onde estão localizados os perfis 5 e 10, a situação se torna crítica, pois os horizontes com elevada concentração de alumínio estão localizados próximo à superfície do substrato, o que os torna uma barreira química para o desenvolvimento do sistema radicular, dificultando o processo de revegetação da cava. O Al trocável, importante componente da acidez potencial dos solos, exerce efeitos tóxicos sobre o crescimento dos vegetais, notadamente sobre o sistema radicular (Tan e Keltjens 1995, Vale et. al., 1996, Beutler et. al., 2001), reduzindo a absorção e translocação de P, Ca e Mg na planta e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (Taiz e Zeiger, 2004).

De modo geral, o teor de carbono orgânico no horizonte superficial é elevado para todos os perfis analisados, atingindo valor máximo de $59,90 \text{ g kg}^{-1}$ no perfil 7 e mínimo de $25,55 \text{ g kg}^{-1}$ no perfil 6. Esse teor vai decrescendo gradualmente em profundidade, atingindo valores baixo a muito baixo nos horizontes utilizados como matéria prima pelos ceramistas. Abaixo da camada extraída, os sub-horizontes do horizonte C apresentam grande variabilidade no teor de carbono nos sub-horizontes, variando de $1,07$ a $94,85 \text{ g kg}^{-1}$. O horizonte C do perfil 6, apresenta lamelas que possuem elevado teor de carbono orgânico ($149,00 \text{ g kg}^{-1}$), sendo estas classificadas como orgânicas (Embrapa, 1999). Após a retirada da argila, caso estes horizontes venham a ser expostos à superfície, a maior disponibilidade oxigênio poderá oxidar a matéria orgânica e acidificar de modo acentuado o substrato remanescente, seja pela oxidação de sulfetos à sulfatos, seja pela liberação para a solução do solo dos íons H^+ provenientes da elevada acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$).

Tratando-se de desenvolvimento vegetal, em especial da recuperação das áreas degradadas pela extração de argila, a reposição do horizonte superficial após extração é fundamental, pois além de possuir elevado teor de carbono orgânico, auxilia na capacidade de troca de nutrientes, garante maior atividade biológica no solo, promove reações químicas, complexação de elementos tóxicos e fixação de elementos nutritivos. Além disso, devido este horizonte possuir maior atividade biológica, apresenta melhores condições físicas e morfológicas para o desenvolvimento do sistema radicular, tornando menos demorado e oneroso o processo de revegetação das cavas.

Pelos valores da condutividade elétrica (CE), com exceção dos horizontes A3nz no perfil 4 e A32nz no 7, os horizontes superficiais dos perfis estudados, não são afetado por excesso de sais solúveis, apresentando CE inferior a 4 dSm^{-1} (Tabelas 5 a 10). No entanto, esse comportamento é diferenciado para horizontes em profundidade, onde muitos apresentam caráter salino (CE de 4 a 7 dS m^{-1}) e até mesmo sálico ($\text{CE} > 7 \text{ dS m}^{-1}$). Os perfis 9 e 12, mesmo em profundidade, não apresentam horizontes afetados por excesso de sais solúveis.

Os horizontes que limitaram a extração de argila nos perfis 1, 2, 3, 5, 7 e 8 apresentam caráter salino, enquanto nos perfis 4 e 6 este apresenta caráter sálico. Para os perfis 10 e 11, embora estes horizontes limítrofes não sejam

afetados por sais, os que se encontram logo abaixo, apresentam caráter sálico e salino, respectivamente.

A presença de caráter salino ou sálico é resultante do excesso de sais solúveis na solução do solo, os quais reduzem o seu potencial total e impedem ou dificultam a absorção de água e nutrientes pelas culturas não adaptadas a estas condições. Embora limitante ao desenvolvimento dos vegetais, os efeitos nocivos do excesso de sais podem ser reduzidos com aplicação de água de boa qualidade, promovendo o processo de lavagem (lixiviação) destes sais para maiores profundidades ou retirar-los do sistema via drenagem (Gheyi et al., 1995). No entanto, segundo Ramos e Manzatto (2003), no caso das cavas resultantes do processo de extração de argila na região, essa prática torna-se impossível de ser realizada, pois além do lençol freático ser de natureza salina e estar próximo da superfície do substrato, seu rebaixamento por drenagem é praticamente impedido pela influência das marés.

Estas características, associadas à elevada evaporação da região, tendem a agravar ainda mais a situação do substrato em relação a salinidade. Mesmo com a reposição do horizonte superficial no fundo da cava, o qual não é afetado por excesso de sais, caso não seja realizado o processo de revegetação destas áreas, com o passar do tempo, pode ocorrer acúmulo gradual de sais, podendo este a vir se tornar salino ou sálico.

Tabela 5. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 1 e 2.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de Troca							Saturação			C	MO	P	S	CE		
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V						m	Na
	-cm---	H ₂ O	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----													-----%-----			---g Kg ⁻¹ ----	---mg Kg ⁻¹ ----	dS m ⁻¹		
PERFIL 1																							
A1	00 - 07	8,30	0,31	0,23	0,32	0,08	1,25	11,40	7,39	1,08	0,00	0,00	21,1	21,1	21,1	100,0	0,0	5,9	44,96	77,50	144,8	5,1	1,00
A3n	07-45	7,74	0,73	0,12	0,24	0,01	2,01	8,28	7,14	0,26	1,10	0,00	18,8	17,7	17,7	94,1	0,0	10,7	27,83	47,98	27,1	32,9	1,76
BAn(v)	45-65	5,83	0,42	0,01	0,03	0,00	2,61	3,56	3,20	0,11	2,68	0,40	12,6	9,9	9,5	75,5	4,0	20,8	9,40	16,21	3,0	13,4	1,92
Bin(v)	65-158	7,09	1,25	0,02	0,04	0,00	3,63	3,40	3,71	0,07	1,10	0,00	11,9	10,8	10,8	90,8	0,0	30,5	4,77	8,23	9,5	29,9	0,45
2Cnz(v)	158-187	7,14	2,40	0,04	0,10	0,00	5,77	3,88	3,91	0,05	1,10	0,00	14,7	13,6	13,6	92,5	0,0	39,2	8,57	14,77	4,7	83,4	4,20
3Cn	187-208	7,28	2,30	0,03	0,09	0,00	4,75	2,66	2,62	0,08	0,61	0,00	10,7	10,1	10,1	94,4	0,0	44,3	2,87	4,95	6,8	75,9	3,92
4Cnz	208-240	6,95	2,09	0,03	0,07	0,00	4,70	2,77	2,82	0,09	1,27	0,00	11,6	10,4	10,4	89,1	0,0	40,4	6,73	11,60	14,1	49,7	4,68
5Cn1	240-255	7,51	0,31	0,01	0,01	0,00	1,83	0,74	0,77	0,07	0,61	0,00	4,0	3,4	3,4	85,0	0,0	45,4	2,40	4,14	12,6	10,8	2,40
5Cn2	255-290	7,92	0,10	0,00	0,00	0,00	0,31	0,22	0,20	0,06	0,44	0,00	1,2	0,8	0,8	64,2	0,0	25,5	1,28	2,20	15,3	12,5	1,03
6Cz	290-360	6,42	0,31	0,07	0,17	0,03	0,56	3,54	3,35	0,26	3,91	0,00	11,6	7,7	7,7	66,3	0,0	4,8	27,77	47,88	25,3	376,3	4,27
PERFIL 2																							
Ap	00-09	6,01	0,21	0,26	0,24	0,08	0,50	9,58	3,41	0,76	5,56	0,00	19,8	14,3	14,3	72,0	0,0	2,5	57,45	99,04	68,2	35,9	1,82
A31	09-23	5,02	0,10	0,09	0,09	0,05	0,23	3,60	2,13	0,40	5,82	0,40	12,6	6,8	6,4	50,6	5,9	1,9	20,44	35,24	36,9	31,7	1,01
A32n	23-48	4,58	0,31	0,13	0,13	0,03	0,50	1,70	1,32	0,20	3,37	0,70	7,8	4,4	3,7	47,8	15,8	6,5	12,94	22,31	17,6	61,8	2,89
Btnz(h)	48-70	5,14	2,71	0,32	0,37	0,00	2,24	4,20	2,89	0,07	4,30	0,10	13,8	9,5	9,4	68,1	1,1	16,3	17,59	30,33	16,0	58,1	7,73
Btnz	70-155	5,16	3,13	0,27	0,32	0,01	1,83	2,20	2,71	0,07	1,20	0,40	8,4	7,2	6,8	81,0	5,6	21,7	5,39	9,28	4,7	57,0	4,67
CBnz	155-185	4,82	3,86	0,33	0,53	0,01	1,92	2,44	2,50	0,06	1,36	0,40	8,7	7,3	6,9	79,7	5,5	22,2	5,06	8,72	9,8	252,8	6,54
Cnzj	185-215	5,10	5,01	0,52	0,77	0,01	1,90	2,90	3,13	0,06	2,55	0,20	10,7	8,2	8,0	74,4	2,4	17,7	10,66	18,38	8,1	727,1	5,87
2Cnzj	215-235	4,95	4,17	0,54	0,83	0,01	3,00	2,46	2,11	0,05	3,44	0,30	11,4	7,9	7,6	67,1	3,8	26,4	12,28	21,17	14,7	759,0	6,23
3Cnzj	235-300	4,36	1,67	0,95	0,89	0,01	2,50	2,47	2,49	0,06	10,33	1,00	18,9	8,5	7,5	39,9	11,7	13,3	43,40	74,82	14,6	898,5	4,32
4Cj	300-320	3,86	1,36	1,74	0,87	0,03	1,10	6,57	1,45	0,10	23,28	3,40	35,9	12,6	9,2	25,7	26,9	3,1	94,85	163,52	13,7	825,0	2,79
5C	320-335	3,68	x	x	x	x	x	x	x	x	21,74	5,10	x	x	x	x	x	x	58,50	100,85	21,5	-	1,80

Extração de argila realizada até a profundidade de 160-180 cm (Perfil 1 e 2) . Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica; x: não determinado

Tabela 6. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 3 e 4.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de Troca						Saturação			C	MO	P	S	CE			
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB						V	m	Na
	-cm---	H ₂ O	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----													-----%-----			---g Kg ⁻¹ ----	---mg Kg ⁻¹ ----	dS m ⁻¹		
PERFIL 3																							
Ap	00-10	5,87	0,21	0,13	0,11	0,06	0,31	8,67	3,71	0,80	5,72	0,00	19,2	13,5	13,5	70,2	0,0	1,6	48,40	83,43	47,2	41,4	0,93
Bin1	10-65	7,17	1,36	0,11	0,12	0,00	2,17	6,31	2,27	0,07	1,10	0,00	11,9	10,8	10,8	90,8	0,0	18,2	8,53	14,71	6,0	110,9	2,27
Bin2	65-95	7,24	1,67	0,08	0,09	0,00	2,63	3,82	2,79	0,07	0,61	0,00	9,9	9,3	9,3	93,9	0,0	26,6	4,43	7,64	10,3	138,4	3,09
Bin(v)	95-125	6,7	1,57	0,09	0,10	0,00	2,66	3,46	2,86	0,07	1,27	0,00	10,3	9,1	9,1	87,7	0,0	25,8	6,24	10,75	8,1	45,8	3,13
Binz(v)	125-160	4,86	1,88	0,44	0,43	0,01	2,35	4,67	2,87	0,07	6,61	0,60	17,2	10,6	10,0	58,0	5,7	13,7	16,91	29,15	9,3	318,0	4,23
2Cz	160-170	4,22	2,30	0,81	0,73	0,02	0,97	1,55	1,21	0,07	16,46	2,30	22,6	6,1	3,8	16,9	37,7	4,3	54,55	94,04	15,4	362,9	4,96
3Cn1	170-220	4,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,09	0,08	0,04	0,04	0,47	0,30	1,0	0,6	0,3	24,7	54,3	8,9	1,07	1,84	9,6	42,3	1,74
lamela	170-220	3,46	0,31	0,47	0,25	0,02	0,42	0,60	0,27	0,06	11,44	6,00	18,8	7,4	1,4	7,2	81,5	2,2	47,69	82,22	43,3	278,0	4,79
3Cnz2	220-230 ⁺	3,71	0,04	0,03	0,02	0,00	0,14	0,05	0,08	0,04	0,44	0,50	1,2	0,8	0,3	25,0	61,6	11,2	1,39	2,39	12,4	340,5	2,86
PERFIL 4																							
Ap	00-12	7,09	0,63	0,22	0,18	0,08	0,99	10,83	5,91	1,04	0,77	0,00	19,5	18,8	18,8	96,1	0,0	5,1	39,47	68,04	69,7	48,0	2,01
A3nz	12-38	6,74	2,71	0,19	0,24	0,02	2,01	6,36	3,31	0,24	0,94	0,00	12,9	11,9	11,9	92,7	0,0	15,6	17,65	30,43	23,9	24,1	6,38
ABnz	38-65	7,20	1,88	0,04	0,06	0,01	3,86	5,02	3,86	0,17	0,11	0,00	13,0	12,9	12,9	99,2	0,0	29,7	10,99	18,95	13,9	25,4	7,02
Binz	65-160	7,68	3,34	0,06	0,08	0,01	4,70	2,51	3,07	0,06	0,11	0,00	10,5	10,3	10,3	98,9	0,0	45,0	3,26	5,63	14,9	8,3	4,99
2Cnz	160-205	7,40	4,70	0,12	0,21	0,01	6,26	4,19	4,74	0,05	0,11	0,00	15,3	15,2	15,2	99,3	0,0	40,8	14,58	25,14	47,6	10,1	7,41
3Cn	205-238	6,71	0,21	0,07	0,02	0,00	0,63	0,20	0,27	0,05	0,11	0,00	1,2	1,1	1,1	91,2	0,0	50,1	0,46	0,80	10,7	39,9	2,87
4Cnzj	238-260	4,77	8,45	0,85	1,27	0,03	5,01	3,52	2,06	0,15	12,91	0,40	24,0	10,7	10,7	44,6	3,6	20,8	44,41	76,55	11,3	615,8	15,60
5Cn	260-275	6,42	1,25	0,09	0,10	0,03	2,84	2,39	2,12	0,21	3,25	0,00	10,8	7,6	7,6	70,0	0,0	26,3	12,34	21,27	22,3	182,8	3,93
6Cn	275-290	7,33	0,42	0,01	0,03	0,00	0,13	0,32	0,29	0,08	0,61	0,00	1,4	0,8	0,8	57,5	0,0	9,2	1,09	1,89	65,9	3,3	1,41
7Cn	290-320 ⁺	6,72	1,04	0,03	0,02	0,02	1,98	2,24	2,03	0,27	2,59	0,00	9,1	6,5	6,5	71,6	0,0	21,8	14,37	24,77	30,3	84,2	3,62

Extração de argila realizada até a profundidade de 110-120 cm (Perfil 3) e 150-160 cm (Perfil 4) . Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica

Tabela 7. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 5 e 6.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de Troca							Saturação			C	MO	P	S	CE				
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V						m	Na		
	---cm---	H ₂ O	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----																	-----%-----			---g Kg ⁻¹ ---	---mg Kg ⁻¹ ---	dS m ⁻¹
PERFIL 5																									
A	00-10	5,38	0,21	0,10	0,12	0,07	0,49	6,59	4,92	1,10	8,51	0,40	22,0	13,5	13,1	59,5	3,0	2,2	41,91	72,25	40,2	22,9	0,64		
ABn	10-22	5,11	0,21	0,05	0,05	0,02	1,18	3,66	1,80	0,33	7,55	0,70	15,2	7,7	7,0	45,8	9,1	7,8	29,07	50,12	20,7	19,5	0,49		
Bin	22-50	5,1	0,52	0,02	0,03	0,00	2,26	3,38	3,45	0,13	3,66	0,80	13,7	10,0	9,2	67,4	8,0	16,5	11,45	19,74	1,5	51,0	0,91		
2Bin1	50-68	5,46	0,63	0,02	0,02	0,00	2,59	2,75	2,88	0,06	2,08	0,40	10,8	8,7	8,3	77,0	4,6	24,1	8,65	14,91	0	100,0	1,05		
2Bin2	68-88	5,48	0,94	0,03	0,03	0,00	4,45	3,14	3,20	0,05	2,67	0,30	13,8	11,1	10,8	78,5	2,7	32,2	9,90	17,07	0	75,3	1,05		
3Cnz	88-107	5,12	2,50	0,20	0,37	0,00	5,93	5,20	4,70	0,04	6,80	0,30	23,0	16,2	15,9	69,1	1,9	25,8	23,45	40,43	0	132,8	5,08		
4Cnzj	107-116	5,17	2,71	0,23	0,66	0,00	4,98	3,09	5,49	0,06	2,61	0,20	16,4	13,8	13,6	82,9	1,4	30,3	8,98	15,48	0	1044,8	5,64		
5Cnzj	116-140	3,76	1,67	0,71	2,02	0,01	3,81	1,92	1,33	0,06	2,70	3,90	13,7	11,0	7,1	51,9	35,4	27,7	3,05	5,26	5,4	1117,1	12,32		
6Cnzj	140-152	3,59	1,98	2,69	2,59	0,01	4,41	11,98	3,66	0,07	8,24	11,40	39,8	31,5	20,1	50,6	36,2	11,1	13,59	23,43	4,7	1650,0	9,36		
7Cnzj	152-160	3,58	3,34	3,37	2,59	0,01	3,75	15,61	2,30	0,04	20,7	18,90	61,3	40,6	21,7	35,4	46,6	6,1	58,05	100,1	47,8	2924,6	6,79		
8Cj	160-166	3,71	2,50	4,96	1,76	0,01	4,23	22,39	1,79	0,01	29,8	23,50	81,7	51,9	28,4	34,8	45,3	5,2	27,19	46,87	53,7	3056,9	3,77		
9Cj	166-204	3,31	0,52	1,03	0,53	0,03	0,29	0,60	0,53	0,07	10,6	9,90	21,9	11,4	1,5	6,8	86,9	1,3	39,68	68,41	7,8	889,5	3,80		
10Czj	204-212	3,1	0,07	0,23	0,16	0,00	0,18	0,60	0,40	0,03	3,02	4,90	9,1	6,1	1,2	13,4	80,1	2,0	5,81	10,01	1,46	645,0	7,47		
11Czj1	212-222	2,82	0,02	0,44	0,28	0,00	0,16	0,81	0,58	0,04	5,16	9,20	15,9	10,8	1,6	10,0	85,3	1,0	14,37	24,77	15,8	2243,6	13,97		
11Czj2	222-232	3,0	0,02	0,67	0,31	0,00	0,16	1,92	0,96	0,03	6,22	5,00	14,3	8,1	3,1	21,5	62,0	1,1	17,33	29,88	16,4	1417,5	15,72		
12Cz	232-240 ⁺	5,42	0,21	1,61	0,90	0,04	0,46	3,61	1,36	0,15	2,87	0,10	8,6	5,7	5,6	65,3	1,8	5,4	15,08	26,00	8,7	119,3	5,24		
PERFIL 6																									
Ap	00-20	5,68	0,10	0,06	0,04	0,01	0,47	5,38	5,17	0,15	6,63	0,30	18,1	11,5	11,2	61,7	2,6	2,6	25,55	44,04	1,3	10,9	0,59		
Bin1	20-80	6,99	0,52	0,03	0,02	0,00	3,78	2,56	3,29	0,05	1,49	0,00	11,2	9,7	9,7	86,7	0,0	33,9	5,65	9,73	4,6	1,6	1,52		
Bin2	80-120	6,5	0,63	0,03	0,01	0,00	4,46	1,96	2,90	0,05	1,32	0,00	10,7	9,4	9,4	87,7	0,0	41,7	5,40	9,30	8,4	1,4	2,32		
Bin3	120-180	5,98	1,36	0,03	0,03	0,00	4,90	2,40	2,84	0,06	1,98	0,00	12,2	10,2	10,2	83,8	0,0	40,2	5,43	9,36	7,4	0,0	2,44		
Bin4	180-240	5,14	1,67	0,06	0,10	0,01	4,90	2,32	2,96	0,06	2,84	0,30	13,4	10,5	10,2	76,5	2,9	36,6	6,26	10,79	10,4	13,3	2,71		
Bin5	240-265	4,9	2,09	0,09	0,17	0,01	5,48	2,26	2,83	0,05	4,12	0,50	15,2	11,1	10,6	69,7	4,5	36,0	7,22	12,45	17,7	84,2	3,68		
Cnz	265-295	5,01	2,19	0,11	0,21	0,01	6,16	2,78	3,24	0,07	4,09	0,70	17,0	12,9	12,2	71,9	5,4	36,2	10,41	17,95	41,4	103,7	4,48		
2Cnz	295-320	5,21	2,30	0,18	0,32	0,02	6,27	3,14	3,25	0,18	8,05	0,20	21,1	13,0	12,8	60,9	1,5	29,7	26,98	46,51	18,0	181,8	4,99		
3Cnz	320-420	5,43	2,92	0,25	0,50	0,05	6,12	3,65	3,79	0,24	8,55	0,20	22,6	14,0	13,8	61,2	1,4	27,1	26,14	45,07	23,2	155,9	7,97		
lamela	320-420	5,59	x	x	x	x	x	x	x	x	21,75	0,20	x	x	x	x	x	x	149,0	256,88	28,2	x	4,00		

Extração de argila realizada até a profundidade de 90-100 cm (Perfil 5) e 335-350 cm (Perfil 6). Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica; x: não determinado

Tabela 8. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 7 e 8.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de Troca						Saturação			C	MO	P	S	CE			
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB						V	m	Na
		H ₂ O	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----											-----%-----			-----g Kg ⁻¹ -----		-----mg Kg ⁻¹ -----		dS m ⁻¹		
PERFIL 7																							
An	00-07	7,84	0,73	0,19	0,21	0,05	3,14	8,26	5,43	0,87	0,00	0,00	17,7	17,7	17,7	100,0	0,0	17,7	59,9	103,8	71,3	11,3	1,82
A31n	07-35	5,7	1,25	0,04	0,04	0,01	8,35	4,92	3,80	0,14	1,98	0,00	19,2	17,2	17,2	89,7	0,0	43,5	27,94	48,17	4,2	5,0	2,47
A32nz	35-63	6,62	2,71	0,07	0,11	0,00	8,63	4,85	4,90	0,06	2,15	0,00	20,6	18,4	18,4	89,6	0,0	41,9	12,85	22,15	0,9	7,0	4,31
BAn	63-80	6,35	2,09	0,06	0,09	0,00	7,10	2,95	3,52	0,06	1,98	0,00	15,6	13,6	13,6	87,3	0,0	45,5	8,794	15,16	0,0	5,1	2,85
Binz1	80-135	7,39	2,61	0,06	0,10	0,01	7,90	1,86	2,09	0,05	0,16	0,00	12,1	11,9	11,9	98,6	0,0	65,5	4,975	8,58	1,7	7,4	4,69
Binz2	135-164	7,47	3,44	0,09	0,15	0,01	9,29	1,81	2,24	0,11	0,00	0,00	13,5	13,5	13,5	100,0	0,0	69,0	4,337	7,48	18,8	8,4	7,77
Cnzj	164-192	7,18	2,30	0,16	0,22	0,01	7,23	2,15	1,80	0,15	0,33	0,00	11,7	11,3	11,3	97,2	0,0	62,0	7,233	12,47	29,7	473,7	8,08
2Cnzj	192-210	5,8	3,97	0,97	1,00	0,05	6,68	4,16	2,00	0,20	3,47	0,00	16,5	13,0	13,0	79,0	0,0	40,5	18,24	31,45	6,8	628,7	8,02
3Cnz1	210-222	5,53	2,40	0,45	0,44	0,05	4,64	1,25	0,79	0,17	2,31	0,00	9,2	6,9	6,9	74,8	0,0	50,6	8,466	14,60	10,8	360,6	7,31
3Cnz2	222-235 ⁺	5,87	1,57	0,36	0,39	0,07	4,13	1,39	1,19	0,20	1,16	0,00	8,1	6,9	6,9	85,7	0,0	51,3	4,757	8,20	28,8	330,7	10,10
PERFIL 8																							
Apn	00-06	6,41	0,73	0,07	0,09	0,01	3,62	6,43	5,25	0,24	4,13	0,00	19,7	15,5	15,5	79,0	0,0	18,4	38,85	66,98	61,44	27,1	1,39
A3n	06-28	6,64	1,67	0,08	0,13	0,01	5,98	6,73	4,97	0,06	3,30	0,00	21,0	17,7	17,7	84,3	0,0	28,4	35,03	60,39	56,40	36,5	2,79
BAnz1	28-40	6,98	3,23	0,11	0,09	0,00	7,48	2,97	2,95	0,06	1,16	0,00	14,6	13,5	13,5	92,1	0,0	51,2	12,29	21,19	19,56	28,1	5,17
BAnz2	40-53	7,14	3,44	0,07	0,12	0,00	8,45	3,36	3,44	0,04	1,32	0,00	16,6	15,3	15,3	92,1	0,0	50,9	14,38	24,79	11,04	13,5	5,62
Bin	53-75	7,21	3,23	0,05	0,09	0,00	6,99	2,15	2,28	0,07	0,50	0,00	12,0	11,5	11,5	95,9	0,0	58,3	7,51	12,95	3,02	6,7	3,97
Binz	75-98	7,02	3,13	0,07	0,12	0,00	8,14	1,79	2,14	0,06	0,83	0,00	13,0	12,1	12,1	93,6	0,0	62,8	6,63	11,44	7,48	24,1	5,25
BCnz	98-130	6,90	3,23	0,07	0,12	0,00	7,27	1,61	1,88	0,09	0,99	0,00	11,8	10,8	10,8	91,6	0,0	61,4	6,50	11,21	8,16	62,8	5,33
Cnz	130-170 ⁺	6,55	5,01	0,23	0,10	0,01	6,54	1,58	2,07	0,07	1,16	0,00	11,4	10,3	10,3	89,9	0,0	57,3	6,17	10,65	17,88	235,2	6,71

Extração de argila realizada até a profundidade de 90-110 cm (Perfil 7) e 150-170 cm (Perfil 8). Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica;

Tabela 9. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 9 e 10.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de troca							Saturação			C	MO	P	S	CE			
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V						m	Na	
		H ₂ O	cmol _c Kg ⁻¹													%			g Kg ⁻¹		mg Kg ⁻¹		dS m ⁻¹	
PERFIL 9																								
Ap	00-15	5,65	0,07	0,05	0,05	0,01	0,21	9,70	4,18	0,11	6,50	0,10	20,8	14,3	14,2	68,3	0,7	1,0	26,64	45,92	1,2	4,8	0,57	
A3	15-32	5,58	0,07	0,04	0,03	0,00	0,28	10,77	4,06	0,07	6,17	0,10	21,4	15,3	15,2	70,8	0,7	1,3	22,07	38,04	0,2	1,5	0,25	
Bi1	32-86	6,36	0,08	0,02	0,01	0,00	0,57	4,08	3,16	0,03	2,48	0,00	10,3	7,8	7,8	76,0	0,0	5,5	6,47	11,15	4,1	3,1	0,09	
Bin2	86-180	6,86	0,07	0,04	0,01	0,00	3,02	2,36	4,22	0,04	2,15	0,00	11,8	9,6	9,6	81,8	0,0	25,6	4,84	8,35	7,0	8,2	0,08	
Bin3	180-206	6,65	0,07	0,01	0,00	0,01	2,84	2,27	3,71	0,03	2,97	0,00	11,8	8,9	8,9	74,9	0,0	24,0	5,60	9,65	17,5	12,4	0,11	
Bin4	206-250	6,45	0,08	0,00	0,00	0,00	3,23	3,10	4,16	0,04	2,44	0,20	13,2	10,7	10,5	79,9	1,9	24,5	6,81	11,73	12,1	2,3	0,14	
BCn	250-275	6,08	0,10	0,01	0,00	0,01	5,33	3,96	4,12	0,03	3,17	0,30	16,9	13,7	13,4	79,5	2,2	31,5	11,05	19,05	1,2	10,5	0,09	
CBn	275-304	6,11	0,10	0,05	0,01	0,01	5,37	2,95	3,81	0,04	2,90	0,40	15,5	12,6	12,2	78,7	3,2	34,7	8,06	13,90	4,3	12,6	0,27	
Cn	304-335	5,81	0,21	0,03	0,01	0,01	6,66	4,45	5,21	0,02	5,97	0,30	22,6	16,6	16,3	72,3	1,8	29,5	13,91	23,98	2,5	31,0	0,38	
2Cn1	335-360	6,1	0,10	0,05	0,01	0,00	3,42	2,55	2,23	0,07	2,38	0,10	10,7	8,4	8,3	77,0	1,2	31,8	2,84	4,89	18,0	32,5	0,42	
2Cn2	360-390	5,45	0,11	0,02	0,01	0,01	0,70	2,77	1,21	0,07	3,03	0,60	8,4	5,3	4,7	56,6	11,2	8,3	7,28	12,54	6,1	14,3	0,40	
3C	390-400 ⁺	5,73	0,03	0,01	0,01	0,01	0,15	0,81	0,57	0,04	0,99	0,50	3,1	2,1	1,6	51,4	24,2	4,8	2,10	3,61	9,8	7,6	0,16	
PERFIL 10																								
Ap	00-10	5,80	0,12	0,14	0,12	0,06	0,32	11,61	5,01	1,01	5,78	0,00	23,7	18,0	18,0	75,7	0,0	1,4	36,54	62,99	32,0	18,6	0,33	
A31	10-45	5,64	0,10	0,11	0,09	0,01	0,51	12,86	5,20	1,27	6,17	0,10	26,1	19,9	19,8	76,0	0,5	2,0	25,55	44,04	14,8	21,5	0,44	
A32n	45-95	6,00	0,52	0,13	0,09	0,01	5,96	13,31	5,57	0,57	3,80	0,00	29,2	25,4	25,4	87,0	0,0	20,4	16,58	28,58	15,4	80,2	0,84	
Bin	95-122	6,53	1,57	0,32	0,26	0,00	3,74	12,29	6,13	0,35	1,32	0,00	23,8	22,5	22,5	94,5	0,0	15,7	6,19	10,68	3,6	284,2	1,65	
Binj	122-186	6,10	2,09	0,76	0,39	0,01	3,35	9,17	4,89	0,45	1,98	0,00	19,8	17,9	17,9	90,0	0,0	16,9	4,80	8,27	12,6	641,9	2,28	
Cn	186-209	5,81	1,77	0,83	0,63	0,01	2,83	9,84	5,11	0,42	2,15	0,00	20,3	18,2	18,2	89,5	0,0	13,9	9,83	16,95	9,3	436,9	2,43	
2Cn	209-262	5,28	1,25	0,76	0,61	0,01	6,23	14,25	6,02	0,24	7,10	0,00	33,8	26,7	26,7	79,0	0,0	18,4	49,26	84,92	4,6	340,5	1,82	
3C	262-275	4,56	0,63	0,56	0,72	0,01	0,31	8,37	3,28	0,38	6,37	0,40	19,1	12,7	12,3	64,6	3,1	1,6	21,58	37,20	10,2	247,6	1,56	
4C1	275-306	3,84	0,03	0,05	0,01	0,00	0,09	0,16	0,04	0,11	0,72	0,60	1,7	1,0	0,4	23,5	59,7	5,5	1,57	2,70	6,6	55,3	0,86	
4C2z	306-325 ⁺	3,61	0,01	0,58	0,06	0,00	0,27	1,91	1,74	0,22	3,32	1,30	8,8	5,4	4,1	47,2	23,9	3,1	7,46	12,86	15,0	292,6	10,16	

Extração de argila realizada até 375-390 cm (Perfil 9) e 240-250 cm (Perfil 10), de profundidade. Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica;

Tabela 10. Atributos químicos determinados nos horizontes que compõem os perfis 11 e 12.

Hor.	Prof.	pH	Bases Solúveis				Complexo de Troca									Saturação			C	MO	P	S	CE			
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V	m	Na								
		-cm---	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----																-----%-----			----g Kg ⁻¹ ----		---mg Kg ⁻¹ ----		dS m ⁻¹
PERFIL 11																										
Ap	00-18	5,91	0,10	0,06	0,08	0,01	0,67	8,77	7,22	0,30	5,94	0,00	22,9	17,0	17,0	74,1	0,0	2,9	32,40	55,86	39,26	10,8	0,31			
A3n	18-36	6,48	0,52	0,10	0,13	0,01	1,43	8,23	7,12	0,08	2,48	0,00	19,3	16,9	16,9	87,2	0,0	7,4	20,00	34,48	11,2	28,9	0,82			
Bin	36-77	7,44	1,67	0,16	0,24	0,00	4,03	5,08	5,22	0,07	0,00	0,00	14,4	14,4	14,4	100,0	0,0	28,0	5,06	8,73	14,66	241,9	3,09			
Binz	77-118	7,28	3,03	0,20	0,49	0,00	3,76	4,68	5,35	0,09	0,50	0,00	14,4	13,9	13,9	96,6	0,0	26,1	4,94	8,52	45,1	215,2	4,45			
Cn	118-140	7,12	2,92	0,22	0,45	0,00	4,34	6,67	6,77	0,05	1,16	0,00	19,0	17,8	17,8	93,9	0,0	22,9	17,12	29,51	42,9	200,2	3,63			
2Cn	140-188	6,83	1,88	0,13	0,21	0,00	4,12	5,40	5,98	0,10	1,32	0,00	16,9	15,6	15,6	92,2	0,0	24,4	10,52	18,14	44,26	127,7	3,51			
3Cn	188-206	6,64	3,86	0,39	0,37	0,01	4,49	10,31	8,64	0,07	3,63	0,00	27,1	23,5	23,5	86,6	0,0	16,5	53,60	92,41	87,68	162,7	3,86			
4Cn	206-243	6,97	3,55	0,46	0,62	0,02	4,02	8,71	8,75	0,23	0,83	0,00	22,5	21,7	21,7	96,3	0,0	17,8	5,79	9,99	54,42	246,1	3,73			
5Cnz	243-287 ⁺	6,68	0,94	0,11	0,15	0,01	1,45	2,89	2,02	0,12	0,83	0,00	7,3	6,5	6,5	88,7	0,0	19,8	3,61	6,23	28,82	153,3	5,94			
PERFIL 12																										
Ap	00-12	5,7	0,13	0,07	0,06	0,01	0,44	4,89	5,31	0,15	6,27	0,00	17,1	10,8	10,8	63,3	0,0	2,6	31,57	54,42	2,64	5,1	0,46			
A3	12-28	5,72	0,13	0,07	0,06	0,01	0,40	11,93	5,53	0,08	5,45	0,00	23,4	17,9	17,9	76,7	0,0	1,7	26,11	45,01	0,88	4,3	0,43			
Bi	28-40	6,64	0,13	0,02	0,02	0,00	0,63	13,42	4,14	0,05	1,65	0,00	19,9	18,2	18,2	91,7	0,0	3,2	7,78	13,42	0,18	14,1	0,23			
Bin1	40-107	7,33	0,10	0,00	0,00	0,00	1,77	5,35	4,39	0,04	0,99	0,00	12,5	11,5	11,5	92,1	0,0	14,1	3,26	5,62	1,60	8,5	0,28			
Bin2	107-135	7,18	0,13	0,08	0,00	0,00	2,40	4,59	4,12	0,04	1,16	0,00	12,3	11,1	11,1	90,6	0,0	19,5	3,36	5,79	5,36	13,2	0,17			
Bin3	135-196	6,68	0,11	0,01	0,00	0,01	2,55	7,32	4,19	0,06	1,98	0,00	16,1	14,1	14,1	87,7	0,0	15,8	3,12	5,38	8,08	14,4	0,20			
Cn	196-221	6,17	0,06	0,01	0,00	0,01	2,12	4,67	4,09	0,05	2,94	0,20	14,1	11,1	10,9	77,7	1,8	15,0	8,55	14,74	6,00	5,5	0,28			
2Cn	221-234	5,87	0,21	0,01	0,00	0,01	2,66	7,56	4,44	0,00	12,6	0,30	27,5	15,0	14,7	53,3	2,0	9,7	38,12	65,72	23,38	6,1	0,29			
3Cn	234-250	5,89	0,12	0,00	0,00	0,00	1,79	4,89	4,09	0,03	4,06	0,40	15,3	11,2	10,8	70,8	3,6	11,8	7,88	13,58	6,72	10,9	0,26			
4Cn	250-266 ⁺	5,34	0,10	0,01	0,00	0,00	2,11	6,06	3,45	0,01	14,8	0,70	27,1	12,3	11,6	42,9	5,7	7,8	40,94	70,57	17,60	7,6	0,34			

Extração de argila realizada até 200-210 cm (Perfil 11), 210-220 cm (Perfil 12), de profundidade. Hor.: horizonte, Prof.: profundidade, t: CTC efetiva; T=CTC pH 7,0; SB: soma de base; V: % saturação por base; m: % saturação por alumínio; Na: % saturação por sódio; C=: carbono; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica;

4.3 Atributos físicos dos solos estudados

Os resultados obtidos na análise granulométrica dos horizontes nos perfis estudados estão apresentados nas Tabelas 11 a 22. Conforme os dados, com exceção do perfil 2, nos horizontes superficiais de todos os perfis, podem ser observados baixos teores de areia, com predomínio de areia fina e muito fina, sendo determinado o valor máximo de $159,7 \text{ g kg}^{-1}$ no horizonte A3 do perfil 9. Estes resultados concordam com os encontrados por Ravelli Neto (1989). Neste horizonte, como prevalece a fração argila, o mesmo apresenta textura fina, variando de argilo siltoso a muito argiloso.

De modo geral nos perfis 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 11 ocorre redução gradual da fração areia com o incremento da profundidade, até o início do horizonte C. Para o horizonte C destes perfis, seus sub-horizontes apresentam textura arenosa, chegando a ser determinado $985,5 \text{ g kg}^{-1}$ de areia no horizonte 4C1 do perfil 10. Dos horizontes que compõem o solum (A + B), um comportamento diferenciado é apresentado pelo horizonte A3 no perfil 2, e pelo horizonte Bi nos perfis 3, 6 e 12, ocorrendo um incremento na quantidade de areia em relação aos horizontes superiores. Destes solos, apenas no perfil 3 o horizonte C apresenta-se arenoso ($987,0 \text{ g kg}^{-1}$ no 3Cnz2), não sendo encontrado valores expressivos de areia para o horizonte C dos perfis 2, 6 e 12. Nos perfis analisados, com exceção dos sub-horizontes do C, que apresentam classe textural franco arenosa ou areia, o teor de silte é elevado em todos os horizontes, ocorrendo um incremento desta fração próximo ao horizonte A3 ou no B, chegando a ser determinado $455,3 \text{ g kg}^{-1}$ no horizonte Bin4 do perfil 6.

A combinação das frações granulométricas nessas proporções (teores baixo de areia e elevados de argila ou silte e argila), associado ao baixo teor de matéria orgânica, confere a estes horizontes características desejáveis para o processo de fabricação de cerâmica vermelha, transformando o solo da região em uma excelente matéria prima para a indústria cerâmica (Vieira, 2001).

Em resumo, com relação à composição granulométrica do solo da superfície até o horizonte até onde foi realizada extração de argila, pode ser observado que esta possui grande variabilidade, apresentando classe textural que vai de muito argiloso a franco argiloso, com predomínio da classe argilo siltoso. Nos horizontes subsequentes, os perfis estudados podem ser separados em dois grandes grupos em relação a composição granulométrica: os que apresentam

predomínio de material arenoso e os com material argiloso. Nos perfis 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 11 ocorre a formação de horizontes muito arenosos, os quais são classificados pelo diagrama textural (Lemos e Santos, 1984) como franco arenoso, areia franca ou areia. Nestes horizontes, as frações areia fina e muito fina encontram-se em maior proporção. Segundo Libardi (1995), essas partículas, por possuírem menor tamanho, exercem influência na dinâmica da água, favorecendo a formação de microporos, o que resulta em incremento na condutividade hidráulica do solo não saturado e na quantidade de água armazenada. No perfil 10 ocorre predomínio de areia média e grossa nos horizontes que se encontram abaixo da camada de solo extraída. Já para os perfis 2, 6 e 12 estes horizontes apresentam textura muito argilosa, indicando possuir elevada capacidade de armazenar água.

Em relação ao crescimento vegetal, as áreas que, após a extração apresentam horizontes arenosos próximos à superfície do substrato, podem levar a que as espécies implantadas fiquem sujeitas à déficits hídricos em períodos de estiagem, uma vez que, quando comparados com horizontes argilosos, estes possuem pequena capacidade de armazenar água. Como veranicos são freqüentes na região, isso pode vir a impossibilitar a reutilização dessas cavas com culturas que possuem ciclo longo ou com demanda hídrica elevada. Esta limitação não ocorre para as cavas com lençol freático mais superficial ou que possuem horizontes mais argilosos. Nestas áreas, porém, pela maior proximidade do lençol ou pela menor permeabilidade, nas épocas com intensa precipitação pluviométrica pode ocorrer o acúmulo de água na superfície do substrato, resultando em deficiência de oxigênio para o sistema radicular. Para Lima e Guilherme (2002), substratos de textura mais arenosa apresentam poros maiores e maior movimento de água, podendo remover os nutrientes para além da zona radicular das plantas. No caso das cavas resultantes da extração de argila, estes nutrientes lixiviados podem facilmente chegar ao lençol freático, favorecendo assim sua eutrofização.

Para a argila dispersa em água (AD) e o grau de flocculação (GF), ocorre uma grande variabilidade entre os horizontes dos perfis caracterizados. Com exceção dos perfis 6 e 9, o teor de AD dos demais perfis tende a aumentar da superfície até os horizontes A3 ou topo do Bi. Estes menores valores de AD para os horizontes mais superficiais podem estar relacionados com o elevado teor de

matéria orgânica deste horizonte que, por agir com substância cimentante entre as partículas do solo, forma agregados mais estáveis e resistentes, resultando em um maior GF. Para os horizontes A3 e B_i, ocorre um acentuado decréscimo no teor de matéria orgânica e aumento no teor de sódio trocável, resultando assim em maior teor de argila dispersa em água. Apesar dos baixos teores de matéria orgânica e elevados de sódio trocável (Tabelas 5 a 10), para a parte basal do horizonte B_i e início do horizonte C, nos perfis 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, o grau de floculação é elevado, chegando a 100 % nos perfis 9 e 10. Portanto, outros fatores podem estar contribuindo para que ocorra maior grau de floculação, dentre estes, a presença de óxidos de ferro evidenciada pela abundância de mosqueados de oxidação que exercem influência na floculação dos colóides do solo.

Tabela 11. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 1.

Horizonte	Profundidade ---cm---	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M. G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
A1	00 - 07	536,4	353,6	110,0	2,6	4,9	11,3	48,0	43,2	279,0	48,0	argila
A3n	07-45	560,9	360,9	78,2	0,4	0,9	5,2	33,3	38,3	361,9	35,5	argila
BAn(v)	45-65	472,0	444,2	83,8	0,3	0,4	1,7	12,8	68,7	336,8	28,6	arg. silt.
Bin(v)	65-158	535,9	441,5	22,5	0,0	0,1	0,3	1,4	20,7	463,0	13,6	arg. silt.
2Cnz(v)	158-187	863,6	121,0	15,5	0,0	0,1	0,2	2,0	13,1	794,4	8,0	m. argil.
3Cn	187-208	380,2	394,9	224,8	0,0	1,6	2,5	36,6	184,1	294,0	22,7	fr. argil.
4Cnz	208-240	420,6	410,1	169,4	0,5	1,2	12,1	60,3	95,3	347,8	17,3	arg. silt.
5Cn1	240-255	54,4	76,8	868,8	0,4	12,9	212,1	491,2	152,2	20,1	63,0	areia
5Cn2	255-290	13,0	15,1	971,9	19,1	176,5	524,4	220,0	31,9	5,0	61,6	areia
6Cz	290-360	265,4	441,6	293,0	8,3	29,3	67,4	49,3	138,7	166,3	37,4	franco

Extração de argila realizada até 160-180 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina, AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, arg.: argila, m.: muito, silt.: siltoso; argil.: argiloso

Tabela 12. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 2.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M.F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Ap	00-09	392,7	261,1	346,3	12,8	70,0	123,0	93,8	46,7	109,5	72,1	fr. argil.
A31	09-23	385,4	262,9	351,7	17,8	73,8	121,9	90,6	47,5	155,4	59,7	fr. argil.
A32n	23-48	230,8	251,8	517,4	50,3	110,5	177,8	133,3	45,5	91,7	60,3	f. arg. aren.
Btnz(h)	48-70	540,6	360,5	98,9	2,7	15,0	25,7	28,9	26,5	392,5	27,4	argila
Btnz	70-155	477,5	406,9	115,5	0,0	0,4	1,7	17,3	96,1	2,1	99,6	argila
CBnz	155-185	501,3	444,6	54,1	0,0	0,3	0,7	6,0	47,1	4,3	99,1	arg. silt.
Cnzj	185-215	620,9	358,3	20,9	2,0	1,5	1,2	2,3	13,9	153,6	75,3	m. argil.
2Cnzj	215-235	680,5	294,7	24,8	2,0	5,0	5,0	6,6	6,2	23,1	96,6	m. argil.
3Cnzj	235-300	671,1	281,2	47,7	3,6	5,7	6,0	12,3	20,2	107,8	83,9	m. argil.
4Cj	300-320	626,3	338,4	35,3	0,6	1,9	3,6	11,2	18,0	1,2	99,8	m. argil.
5C	320-335	697,9	284,5	17,6	0,0	0,8	2,5	6,8	7,5	4,4	99,4	m. argil.

Extração de argila realizada até 160-180 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina, AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, arg.: argilo, aren.: arenoso, silt.:siltoso, argil.:argiloso

Tabela 13. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 3.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Ap	00-10	700,8	278,0	21,2	0,5	2,4	3,7	3,9	10,7	398,7	43,1	m. argiloso
Bin1	10-65	759,6	230,0	10,5	0,2	0,4	0,7	1,6	7,5	618,2	18,6	m. argiloso
Bin2	65-95	396,0	409,2	194,8	1,2	2,4	2,2	25,8	163,2	231,2	41,6	fr. arg. silt.
Bin(v)	95-125	383,9	444,1	171,9	0,3	0,9	1,4	23,3	146,0	296,7	22,7	fr. arg. silt.
Binz(v)	125-160	458,1	453,2	88,7	3,1	10,8	8,6	13,1	53,1	285,1	37,8	arg. silt.
2Cz	160-170	548,7	134,1	317,2	4,7	31,3	134,7	119,7	26,8	98,1	82,1	argila
3Cn1	170-220	8,0	5,5	986,5	94,6	507,7	358,4	23,5	2,3	1,0	87,5	areia
lamela	170-220	245,6	154,5	600,0	53,7	234,0	225,1	52,8	34,4	1,0	99,6	fr. arg. aren.
3Cnz2	220-230*	6,0	7,0	987,0	87,0	469,5	409,2	19,5	1,7	6,0	0,0	areia

Extração de argila realizada até 110-120 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, silt.: siltoso, arg.: argilo, aren.: arenoso

Tabela 14. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 4.

Horizonte	Profundidade ---cm---	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Ap	00-12	574,8	317,9	107,2	6,6	15,8	22,5	31,7	30,6	281,9	51,0	argila
A3nz	12-38	535,6	353,5	110,9	1,9	10,2	23,4	38,0	37,4	387,3	27,7	argila
ABnz	38-65	607,7	343,6	48,6	1,1	3,6	8,6	15,6	19,8	537,3	11,6	argila
Binz	65-160	516,6	435,2	48,3	0,8	2,5	2,5	7,8	34,6	465,1	10,0	arg. siltoso
2Cnz	160-205	752,0	206,7	41,3	0,0	0,5	3,4	11,0	26,4	714,1	5,0	m. argiloso
3Cn	205-238	17,0	4,2	978,8	15,5	149,6	608,2	192,9	12,4	3,0	82,4	areia
4Cnzj	238-260	133,1	140,4	726,5	1,2	12,3	29,7	352,1	331,1	56,4	57,6	fr. arenoso
5Cn	260-275	118,1	185,1	696,9	2,6	8,9	18,8	212,8	453,8	53,9	54,3	fr. arenoso
6Cn	275-290	13,0	3,7	983,3	1,2	11,8	353,1	576,7	40,5	5,0	61,6	areia
7Cn	290-320 ⁺	82,0	148,3	769,6	1,4	14,0	66,8	411,5	275,9	10,1	87,7	areia fr.

Extração de argila realizada até 160-180 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, arg.: argilo

Tabela 15 Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 5.

Horizonte	Profundidade ---cm---	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
A	00-10	557,1	428,6	14,3	0,3	1,3	1,5	4,4	6,7	325,8	41,5	arg. siltoso
ABn	10-22	793,0	200,2	6,8	0,0	0,3	0,7	2,0	3,8	387,5	51,1	m. argiloso
Bin	22-50	721,5	271,9	6,6	0,4	0,7	0,5	1,0	3,9	559,8	22,4	m. argiloso
2Bin1	50-68	598,9	382,2	18,9	0,0	0,5	0,2	1,7	16,6	463,9	22,5	argila
2Bin2	68-88	581,9	398,9	19,2	2,4	1,8	1,1	2,6	11,3	504,1	13,4	argila
3Cnz	88-107	849,7	140,4	9,9	0,0	0,6	1,1	3,2	5,1	746,4	12,2	m. argiloso
4Cnzj	107-116	462,5	406,0	131,5	0,4	2,4	3,1	18,5	107,1	314,6	32,0	arg. siltoso
5Cnzj	116-140	54,8	50,1	895,1	2,1	12,1	82,5	621,8	176,6	1,0	98,1	areia
6Cnzj	140-152	173,3	323,5	503,2	23,6	27,0	21,2	106,1	325,3	1,0	99,4	franco
7Cnzj	152-160	615,4	302,0	82,6	0,0	1,5	3,1	15,9	62,0	1,1	99,8	m. argiloso
8Cj	160-166	34,3	487,0	478,7	16,9	63,5	89,0	161,4	148,0	4,9	85,7	fr. arenoso
9Cj	166-204	498,3	209,2	292,5	4,2	85,5	67,8	87,2	47,8	2,1	99,6	argila
10Czj	204-212	94,6	76,5	828,9	35,9	255,9	83,1	397,3	56,8	1,0	98,9	areia fr.
11Czj1	212-222	40,6	112,6	846,9	12,0	112,2	57,7	547,2	117,8	1,0	97,5	areia fr.
11Czj2	222-232	31,2	50,7	918,1	70,2	606,1	102,6	85,8	53,3	1,0	96,8	areia
12Cz	232-240 ⁺	151,2	257,2	591,6	7,8	57,4	28,9	282,2	215,2	33,5	77,9	fr. arenoso

Extração de argila realizada até 90-100 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, arg.: argilo

Tabela 16. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 6.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Ap	00-20	529,4	413,8	56,8	3,5	4,0	12,9	18,7	17,7	358,2	32,3	arg. siltoso
Bin1	20-80	519,3	447,0	33,7	0,0	0,3	0,4	3,0	30,0	154,9	70,2	arg. siltoso
Bin2	80-120	354,3	397,1	248,7	0,7	9,2	3,5	38,9	196,4	282,4	20,3	fr. argiloso
Bin3	120-180	411,2	443,9	145,0	0,3	0,9	1,3	16,6	125,9	229,9	44,1	arg. siltoso
Bin4	180-240	495,4	455,3	49,3	0,2	0,8	1,4	7,5	39,5	2,1	99,6	arg. siltoso
Bin5	240-265	526,5	439,7	33,7	0,3	1,3	2,4	7,1	22,5	2,1	99,6	arg. siltoso
Cnz	265-295	535,7	433,8	30,5	1,7	2,7	2,0	5,6	18,5	322,6	39,8	arg. siltoso
2Cnz	295-320	472,4	457,7	69,9	16,7	13,6	8,4	11,1	20,1	298,4	36,8	arg. siltoso
3Cnz	320-420	449,9	461,5	88,6	12,7	17,4	12,6	22,4	23,4	254,5	43,4	arg. siltoso
lamela	320-420	615,5	294,5	89,9	0,8	3,3	7,0	0,3	78,5	84,9	86,2	m. argiloso

Extração de argila realizada até 335-350 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, arg.: argilo, m.: muito

Tabela 17. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 7.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
An	00-07	687,1	265,2	47,7	1,8	4,3	5,8	12,4	23,4	141,4	79,4	m. argiloso
A31n	07-35	671,4	297,3	31,3	2,3	2,4	3,2	8,4	15,0	509,0	24,2	m. argiloso
A32nz	35-63	694,3	293,9	11,8	0,5	0,3	0,5	1,8	8,8	579,8	16,5	m. argiloso
BAn	63-80	756,9	239,0	4,2	0,3	0,1	0,4	0,7	2,7	684,2	9,6	m. argiloso
Binz1	80-135	560,0	422,5	17,5	0,0	0,1	0,3	1,5	15,6	80,3	85,7	arg. siltoso
Binz2	135-164	469,9	429,4	100,7	0,3	1,5	1,6	12,7	84,7	94,4	79,9	arg. siltoso
Cnzj	164-192	250,5	204,3	545,2	1,2	2,8	8,8	269,9	262,4	183,4	26,8	fr. arg. aren.
2Cnzj	192-210	197,3	234,1	568,6	2,6	7,4	20,5	263,0	275,0	2,1	98,9	fr. arenoso
3Cnz1	210-222	114,8	125,3	759,9	0,0	3,0	24,2	504,7	227,9	29,7	74,1	fr. arenoso
3Cnz2	222-235 ⁺	58,8	84,3	856,9	0,0	2,0	28,0	615,2	211,7	6,1	89,7	areia

Extração de argila realizada até 90-110 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, arg.: argilo, aren.: arenoso

Tabela 18. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 8.

Hori- zonte	Profun- didade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Apn	00-06	718,6	258,9	22,5	2,4	2,3	2,1	4,6	11,1	427,8	40,5	m. argiloso
A3n	06-28	704,3	284,7	11,0	0,1	0,8	1,1	2,6	6,4	452,7	35,7	m. argiloso
BAnz1	28-40	797,4	195,1	7,6	0,9	0,9	0,6	1,8	3,5	697,3	12,6	m. argiloso
BAnz2	40-53	849,1	146,5	4,4	0,0	0,2	0,3	1,0	2,9	777,0	8,5	m. argiloso
Bin	53-75	596,7	394,4	8,9	0,0	0,1	0,2	1,2	7,5	519,5	12,9	argila
Binz	75-98	579,3	394,7	26,0	1,5	2,0	1,7	3,1	17,8	16,5	97,1	argila
BCnz	98-130	461,6	402,2	136,2	2,3	2,4	2,0	16,0	113,4	354,4	23,2	argilo siltoso
Cnz	130-170 ⁺	286,3	285,2	428,4	7,1	9,1	8,4	153,3	250,7	208,3	27,2	fr. argiloso

Extração de argila realizada até 150-170 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., m.: muito, fr.: franco

Tabela 19. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 9.

Hori- zonte	Profun- didade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										--%--
Ap	00-15	479,0	397,8	123,2	0,3	3,2	4,1	22,2	93,4	208,9	56,4	argila
A3	15-32	355,9	484,5	159,7	4,9	12,9	12,1	38,4	91,5	181,6	49,0	fr. arg. silt.
Bi1	32-86	518,8	424,4	56,8	1,8	8,0	12,7	16,0	18,2	5,3	99,0	arg. siltoso
Bin2	86-180	385,7	435,1	179,2	4,3	17,7	14,1	24,3	118,8	0,0	100,0	fr. arg. silt.
Bin3	180-206	471,7	456,2	72,1	2,3	17,5	15,1	11,5	25,7	91,1	80,7	arg. siltoso
Bin4	206-250	544,8	434,7	20,5	0,0	0,9	0,9	3,1	15,6	454,3	16,6	arg. siltoso
BCn	250-275	693,8	302,6	3,6	0,3	0,3	0,6	0,9	1,5	659,0	5,0	m. argiloso
CBn	275-304	601,0	384,9	14,1	0,9	3,3	2,5	3,3	4,0	562,6	6,4	m. argiloso
Cn	304-335	829,7	144,5	25,9	1,6	5,7	4,1	7,2	7,2	688,7	17,0	m. argiloso
2Cn1	335-360	354,4	272,7	372,9	0,5	2,1	7,4	203,5	159,3	61,8	82,6	fr. argiloso
2Cn2	360-390	330,6	320,2	349,3	1,4	1,6	6,4	162,0	177,8	232,0	29,8	fr. argiloso
3C	390-400 ⁺	62,3	24,7	913,0	0,0	2,6	137,3	723,7	49,4	11,0	82,3	areia

Extração de argila realizada até 375-390 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., fr.: franco, m.: muito, arg.: argilo, silt.:siltoso

Tabela 20. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 10.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M. G.	G.	Méd.	Fina	M.F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										-%--
Ap	00-10	670,4	292,3	37,3	0,4	2,5	7,7	12,4	14,3	358,7	46,5	m. argiloso
A31	10-45	575,4	364,9	59,7	3,6	6,6	12,4	17,9	19,2	382,2	33,6	argila
A32n	45-95	598,8	333,6	67,6	1,2	9,9	17,4	22,2	16,9	419,9	29,9	argila
Bin	95-122	698,4	298,0	3,6	0,1	0,4	0,4	1,1	1,6	1,1	99,8	m. argiloso
Binj	122-186	707,0	287,9	5,0	0,0	0,3	0,5	1,0	3,2	0,0	100,0	m. argiloso
Cn	186-209	608,3	387,3	4,5	0,8	0,6	0,6	0,8	1,7	115,6	81,0	m. argiloso
2Cn	209-262	730,5	256,6	12,9	0,0	0,7	1,1	2,9	8,2	485,6	33,5	m. argiloso
3C	262-275	594,6	258,7	146,7	5,8	44,1	56,4	27,7	12,7	392,2	34,0	argila
4C1	275-306	2,0	12,5	985,5	175,4	488,8	289,9	29,4	1,9	0,0	100,0	areia
4C2z	306-325 ⁺	31,0	23,5	945,6	59,1	251,5	341,8	267,5	25,6	1,0	96,7	areia

Extração de argila realizada até 240-250 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação., m.: muito

Tabela 21. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 11.

Horizonte	Profundidade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
---cm---		-----g kg ⁻¹ -----										-%--
Ap	00-18	574,0	327,6	98,3	2,4	4,9	7,5	21,0	62,6	332,3	42,1	argila
A3n	18-36	517,9	400,0	82,2	4,9	5,0	5,1	17,1	50,1	401,7	22,4	argila
Bin	36-77	489,3	431,3	79,4	0,0	0,4	0,7	6,9	71,3	24,8	94,9	argilo siltoso
Binz	77-118	606,5	376,6	16,9	0,0	0,3	0,5	1,9	14,2	55,7	90,8	m. argiloso
Cn	118-140	878,3	118,0	3,6	0,0	0,4	0,4	0,8	2,0	805,5	8,3	m. argiloso
2Cn	140-188	627,9	366,8	5,3	0,0	0,1	0,1	0,6	4,5	591,8	5,7	m. argiloso
3Cn	188-206	765,0	208,9	26,1	0,0	0,2	2,0	9,2	14,8	628,9	17,8	m. argiloso
4Cn	206-243	724,5	258,6	16,9	0,0	0,1	0,7	6,4	9,6	627,8	13,3	m. argiloso
5Cnz	243-287 ⁺	128,9	92,0	779,2	2,5	11,9	101,6	560,6	102,6	81,8	36,5	fr. arenoso

Extração de argila realizada até 200-210 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação.; m.: muito, fr. franco

Tabela 22. Composição granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes que compõem o perfil 12.

Hori- zonte	Profun- didade	Fracionamento da areia										Classe Textural
		Argila	Silte	Areia	M.G.	G.	Méd.	Fina	M. F.	AD	GF	
-----cm-----		-----g kg ⁻¹ -----										-%--
Ap	00-12	600,5	331,4	68,2	0,8	2,4	6,6	26,0	32,4	351,5	41,5	m. argiloso
A3	12-28	541,1	368,1	90,8	7,3	8,9	12,2	32,7	29,6	359,0	33,7	argila
Bi	28-40	561,0	392,1	46,9	0,4	1,2	2,1	13,5	29,7	385,4	31,3	argila
Bin1	40-107	265,5	326,8	407,7	1,0	2,4	3,2	132,2	268,9	194,0	26,9	fr. argiloso
Bin2	107-135	452,8	455,3	91,9	0,6	2,3	1,6	13,1	74,4	62,3	86,2	argilo siltoso
Bin3	135-196	489,6	477,2	33,2	2,2	2,9	1,9	4,6	21,6	368,8	24,7	argilo siltoso
Cn	196-221	418,7	388,6	192,7	1,2	5,8	5,9	62,0	117,9	399,0	4,7	argila
2Cn	221-234	714,7	261,2	24,1	0,0	1,1	1,8	7,1	14,1	524,3	26,6	m. argiloso
3Cn	234-250	794,0	183,3	22,7	0,6	3,2	4,1	6,1	8,8	695,0	12,5	m. argiloso
4Cn	250-266 ⁺	905,3	82,7	12,0	0,4	0,5	1,2	3,9	6,1	662,8	26,8	m. argiloso

Extração de argila realizada até 210-220 cm de profundidade. M.G.: muito grossa; G.: grossa; Méd.: média; M.F.: muito fina; AD: argila dispersa em H₂O, GF: grau de floculação.; m.: muito, fr.: franco

Na Tabela 23 estão apresentados os dados obtidos para a densidade do solo, densidade de partícula, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente e água disponível.

A maioria dos horizontes dos solos estudados apresentam densidade de partícula variando de 2,42 a 2,79 Mg m⁻³. Estes resultados encontrados estão dentro dos limites apresentados para solos minerais (Brady, 1989), isto é, densidade média de partícula de 2,60 a 2,75 Mg m⁻³. Exceção feita aos horizontes 2Bin1 (perfil 5) e BAnz2 (perfil 8), que apresentaram valores superiores a 2,90 Mg m⁻³. Para os horizontes 4Cj (perfil 2), 8Cj (perfil 5), An (perfil 7) e as lamelas (perfil 6), foi determinado valores abaixo do limite acima apresentado, o qual pode ser resultante dos elevados teores de matéria orgânica. Segundo Kiehl (1979), a densidade de partícula da matéria orgânica varia de 0,60 a 1,00 Mg m⁻³; conseqüentemente, sua presença faz baixar sensivelmente densidade de partícula do solo, principalmente quando o teor de material húmico é superior a 30 g kg⁻¹.

A densidade do solo, para Libardi (1995), é uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso e, conseqüentemente, da porosidade, permeabilidade e capacidade de armazenamento de água pelo solo. Os valores de densidade do solo (ρ) dos horizontes nos perfis caracterizados são considerados baixos, apresentando uma amplitude de 0,65 a 1,47 Mg m⁻³. Com exceção do perfil 6, os menores valores foram determinados no horizonte superficial e nos que apresentam elevado teor de matéria orgânica. Para o horizonte superficial, além do elevado teor de matéria orgânica, outro fator que contribui para baixa densidade do solo é o elevado grau de desenvolvimento da estrutura do solo, a qual geralmente apresenta-se granular ou em blocos pequenos a médios (Apêndice A). Para os horizontes com classe textural areia, os valores de densidade situam-se entre 1,42 e 1,46 Mg m⁻³. Já para os que possuem textura mais fina, estes são inferiores, situando-se próximos a 1,30 Mg m⁻³. Segundo Reichardt (1987), estes valores estão compreendidos entre os considerados médios para estas categorias, uma vez que as amplitudes de densidade do solo situam-se entre 1,00 e 1,40 Mg m⁻³ para solos argilosos, 1,20 e 1,60 Mg m⁻³ para solos arenosos e 0,70 a 1,00 Mg m⁻³ para solos com elevado teor de matéria orgânica.

Nos horizontes transicionais AB, BA e no B, ocorre uma tendência de maior ρ , a qual pode estar relacionada a estruturação do solo, que em geral apresenta-se prismática muito grande com moderado grau de desenvolvimento e também ao baixo teor de matéria orgânica. Para os horizontes em profundidade, com exceção dos que possuem elevado teor de areia, vale ressaltar que, devido ao comportamento expansivo do material coloidal, os valores de densidade do solo determinados são referentes à umidade de capacidade de campo, estado este em que o solo encontra-se próximo a sua expansão máxima. Para umidades mais baixas, ocorre a contração da massa de solo, ocorrendo certamente um aumento considerável na densidade do solo.

Examinando a Tabela 23, é possível verificar que todos os solos estudados possuem porosidade total elevada, o que se deve a baixa densidade do solo dos mesmos e ao comportamento expansivo do solo. Os horizontes que apresentam classes texturais mais arenosa possuem porosidade total entre 0,378 e 0,538 m³ m⁻³, enquanto os que apresentam textura mais fina, a amplitude de

variação é de 0,412 a 0,740 m³ m⁻³. Estes valores estão de acordo com Costa (1973) citado por Ferreira e Dias Júnior (2001), o qual menciona para solos minerais com textura grosseira uma porosidade variando entre 0,300 e 0,500 m³ m⁻³, para solos de textura mais fina porosidade total entre 0,400 e 0,600 m³ m⁻³, podendo exceder este valor nos casos de teores relativamente elevados de matéria orgânica.

Para Ferreira e Dias Júnior (2001), a caracterização dos sistemas porosos é importante em estudos envolvendo armazenamento e movimento de água e gases, desenvolvimento de sistema radicular, problemas relativos ao fluxo e retenção de calor e nas investigações da resistência mecânica dos solos. No entanto, para tais propósitos, a simples determinação da porosidade total fornece informações de utilidade limitada, sendo fundamental o conhecimento da distribuição do tamanho dos poros.

A macroporosidade dos solos estudados apresenta uma grande variabilidade nos valores determinados. O horizonte superficial dos perfis 1, 2 e 4 apresentam valores próximos à 0,200 m³ m⁻³, enquanto que para o perfil 3, este valor é ligeiramente superior a 0,100 m³ m⁻³. Para Kiehl (1979), é necessário o solo possuir uma macroporosidade mínima de 0,100 m³ m⁻³ para que possa ocorrer suficiente aeração e oxigenação dos sistemas radiculares. Nos demais perfis estudados, o valor de macroporosidade no horizonte superficial é inferior ao valor tido como crítico por Kiehl (1979), implicando assim em uma deficiente infiltração de água das chuvas, bem como na troca de gases do solo com a atmosfera, fato que pode interferir diretamente no desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular. Nestas áreas, a baixa macroporosidade do horizonte superficial pode estar relacionada ao uso das mesmas, onde muitas eram ocupadas com pastagem e também ao intenso trânsito promovido pelo processo de extração de argila, o qual pode ter proporcionado certa compactação do solo. Para os horizontes mais profundos, com exceção dos que apresentam classe textural areia ou possuem elevado teor de matéria orgânica, a macroporosidade determinada é muito baixa em todos os perfis estudados, chegando nos casos mais extremos à ausência de macroporos, como é o caso dos horizontes BCnz (perfil 8) e Binj e Cn (perfil 10). De acordo com a definição de Libardi (1995), os macroporos são os poros maiores que 0,05 mm, sendo responsáveis pela aeração do solo e pela drenagem do excesso de água. Pelos

dados obtidos, é possível observar o quadro crítico destes horizontes em relação à esta característica. Estes baixos valores são em parte resultantes da elevada concentração de sódio que interfere na estruturação do solo, a qual se apresenta prismática muito grande com aspecto maciço (Apêndice A), onde o principal meio de trocas gasosas e infiltração de água são as fendas existentes entre as macroestruturas. Nestas áreas, este atributo do solo certamente está interferindo no desenvolvimento das plantas, pois dificulta o desenvolvimento de raízes e impossibilita a exploração de um maior volume de solo, o que resulta na redução da produtividade e conseqüente abandono, favorecendo assim sua utilização para a atividade de extração de argila.

Devido ao comportamento expansivo do solo, os valores de umidade foram determinados com base na massa. Na umidade na capacidade de campo (U_{CC}), com exceção dos horizontes que apresentam classe textural areia ou possuem teor elevado de matéria orgânica, os valores determinados situam-se entre 0,227 a 0,576 $Mg\ Mg^{-1}$, com valor médio de 0,390 $Mg\ Mg^{-1}$. De modo geral, o horizonte superficial dos perfis caracterizados apresenta U_{CC} ligeiramente superior a determinada nos horizontes transicionais AB e BA ou no B. Este fato provavelmente está relacionado com a melhor estruturação do solo e também ao maior teor de matéria orgânica, o que resulta em uma menor densidade do solo, aumentando assim sua capacidade de armazenamento de água. Para os horizontes em profundidade, apesar de possuírem baixo teor de matéria orgânica, os valores de U_{CC} podem ser explicados pela baixa macroporosidade. Para os perfis 11 e 12 e alguns horizontes dos perfis 5 e 10, determinou-se umidade de ponto de murcha permanente (U_{PMP}), e, por diferença em relação a U_{CC} , a Água Disponível (A.Disp.). Em relação aos valores obtidos para a U_{PMP} , estes variam de 0,013 a 0,314 $Mg\ Mg^{-1}$. Por possuírem elevado teor de areia, os menores valores de U_{PMP} foram determinados nos horizontes 4C1 e 4C2z do perfil 10, apresentando os valores de 0,013 e 0,065 $Mg\ Mg^{-1}$ respectivamente. Para os demais horizontes analisados, os valores são elevados, com média de 0,309 $Mg\ Mg^{-1}$. Estes valores estão associados ao expressivo teor de argila e também com a elevada microporosidade, a qual retém maior quantidade de água. Esta água, porém, é retida com força maior que o PMP, o que resulta em uma menor quantidade de água disponível para as plantas, fato que pode ser observado pelos baixos valores determinados para a maioria dos horizontes em

profundidade. O horizonte superficial, por apresentar elevado teor de matéria orgânica associado a uma melhor macroporosidade, apresenta maior quantidade de água disponível, resultando assim em um melhor suprimento hídrico para as plantas.

Tabela 23. Densidade do solo (ρ), densidade de partícula (ρ_s), porosidade total (PT), macroporosidade (Mac.), microporosidade (Mic.), umidade na capacidade de campo (U_{CC}), Umidade no ponto de murcha permanente (U_{PMP}) e água disponível (A.Disp.)

Horizonte	Prof. ---cm---	Porosidade					Umidade		
		ρ -----Mg m ⁻³ -----	ρ_s -----	Mac.	Mic. -----m ³ m ⁻³ -----	PT.	U_{CC} .	U_{PMP} .	A.Disp. Mg Mg ⁻¹
PERFIL 1									
A1	00 - 07	1,07	2,53	0,225	0,352	0,577	0,329	-	-
A3n	07 - 45	1,26	2,53	0,076	0,426	0,502	0,338	-	-
BAn(v)	45 - 65	1,40	2,74	0,084	0,405	0,489	0,289	-	-
Bin(v)	65 - 158	1,38	2,69	0,079	0,441	0,488	0,321	-	-
2Cnz(v)	158 - 187	1,16	2,65	0,065	0,497	0,562	0,428	-	-
3Cn	187 - 208	1,46	2,77	0,071	0,402	0,474	0,276	-	-
4Cnz	208 - 240	-	2,63	-	-	-	-	-	-
5Cn1	240 - 255	-	2,71	-	-	-	-	-	-
5Cn2	255 - 290	-	2,69	-	-	-	-	-	-
6Cz	290 - 360	-	2,77	-	-	-	-	-	-
PERFIL 2									
Ap	00 - 09	1,08	2,47	0,217	0,346	0,563	0,321	-	-
A31	09 - 23	1,22	2,59	0,166	0,365	0,531	0,300	-	-
A32n	23 - 48	1,31	2,63	0,170	0,331	0,501	0,252	-	-
Btnz(h)	48 - 70	1,21	2,61	0,088	0,448	0,536	0,370	-	-
Btnz	70 - 155	1,28	2,73	0,056	0,474	0,53	0,371	-	-
CBnz	155 - 185	1,33	2,70	0,049	0,456	0,506	0,343	-	-
Cnzj	185 - 215	-	2,62	-	-	-	-	-	-
2Cnzj	215 - 235	-	2,72	-	-	-	-	-	-
3Cnzj	235 - 300	-	2,52	-	-	-	-	-	-
4Cj	300 - 320	-	2,28	-	-	-	-	-	-
5C	320 - 335	-	2,79	-	-	-	-	-	-
PERFIL 3									
Ap	00 - 10	1,13	2,44	0,108	0,427	0,535	0,377	-	-
Bin1	10 - 65	1,30	2,67	0,071	0,443	0,514	0,342	-	-
Bin2	65 - 95	1,42	2,66	0,037	0,428	0,465	0,301	-	-
Bin(v)	95 - 125	1,47	2,67	0,069	0,381	0,451	0,260	-	-
Binz(v)	125 - 160	1,28	2,69	0,094	0,432	0,526	0,339	-	-
2Cz	160 - 170	0,87	2,43	0,239	0,402	0,642	0,461	-	-
3C1	170 - 220	1,28	2,59	0,264	0,241	0,505	0,188	-	-
	lamelas	-	2,49	-	-	-	-	-	-
3C2z	220 - 230+	-	2,53	-	-	-	-	-	-

continua...

Tabela 23. Continuação...

Horizonte	Prof. ----cm----	ρ -----Mg m ⁻³ -----	ρ_s	Porosidade			Umidade		A.Disp. Mg Mg ⁻¹
				Mac.	Mic. -----m ³ m ⁻³ -----	PT.	U _{CC} .	U _{PMP} .	
PERFIL 4									
Apn	00 - 12	0,99	2,60	0,181	0,439	0,620	0,444	-	-
A3nz	12 - 38	1,18	2,57	0,151	0,390	0,541	0,332	-	-
ABnz	38 - 65	1,46	2,67	0,067	0,388	0,454	0,266	-	-
Binz	65 - 160	1,37	2,71	0,033	0,46	0,49	0,335	-	-
2Cnz	160 - 205	1,15	2,71	0,022	0,533	0,555	0,465	-	-
3Cn	205 - 238	-	2,58	-	-	-	-	-	-
4Cnzj	238 - 260	0,89	2,56	0,133	0,519	0,652	0,582	-	-
5Cn	260 - 275	-	2,63	-	-	-	-	-	-
6C	275 - 290	-	2,69	-	-	-	-	-	-
7Cn	290 - 320+	-	2,68	-	-	-	-	-	-
PERFIL 5									
A	00 - 10	1,13	2,48	0,061	0,482	0,543	0,426	-	-
ABn	10 - 22	1,16	2,59	0,112	0,441	0,553	0,380	-	-
Bin	22 - 50	1,29	2,59	0,052	0,449	0,502	0,348	-	-
2Bin1	50 - 68	1,32	2,90	0,039	0,507	0,546	0,385	-	-
2Bin2	68 - 88	1,31	2,67	0,052	0,457	0,509	0,349	-	-
3Cnz	88 - 107	1,05	2,50	0,043	0,537	0,580	0,510	-	-
4Cnzj	107 - 116	1,42	2,67	0,031	0,436	0,467	0,306	-	-
5Cnzj	116 - 140	1,14	2,69	0,169	0,408	0,577	0,359	-	-
6Cnzj	140 - 152	1,05	2,67	0,091	0,514	0,605	0,487	-	-
7Cnzj	152 - 160	0,65	2,51	0,160	0,580	0,740	0,890	-	-
8Cj	160 - 166	-	2,30	-	-	-	-	-	-
9Cj	166 - 204	1,14	2,56	0,025	0,528	0,553	0,462	0,339	0,123
10Czj	204 - 212	-	2,71	-	-	-	-	-	-
11Czj1	212 - 222	-	2,73	-	-	-	-	-	-
11Czj2	222 - 232	-	2,71	-	-	-	-	-	-
12Cz	232 - 240+	-	2,75	-	-	-	-	-	-
PERFIL 6									
Ap	00 - 20	1,40	2,61	0,041	0,425	0,466	0,304	-	-
Bin1	20 - 80	1,30	2,71	0,020	0,496	0,517	0,380	-	-
Bin2	80 - 120	1,40	2,68	0,016	0,461	0,477	0,329	-	-
Bin3	120 - 180	1,27	2,73	0,040	0,494	0,534	0,388	-	-
Bin4	180 - 240	1,24	2,67	0,031	0,506	0,536	0,408	-	-
Bin5	240 - 265	1,16	2,71	0,020	0,551	0,571	0,473	-	-
Cnz	265 - 295	1,20	2,65	0,001	0,547	0,548	0,456	-	-
2Cnz	295 - 320	-	2,70	-	-	-	-	-	-
3Cnz	320 - 420	-	2,62	-	-	-	-	-	-
lamela	320 - 420	-	2,16	-	-	-	-	-	-

continua...

Tabela 23. Continuação...

Horizonte	Prof. -----cm-----	Porosidade				Umidade			
		ρ -----Mg m ⁻³ -----	ρ_s	Mac.	Mic. -----m ³ m ⁻³ -----	PT.	U _{CC} . -----Mg Mg ⁻¹ -----	U _{PMP} .	A.Disp. Mg Mg ⁻¹ -
PERFIL 7									
An	00 - 07	1,10	2,29	0,030	0,492	0,522	0,448	0,323	0,125
A31n	07 - 35	1,31	2,49	0,012	0,462	0,474	0,353	0,290	0,062
A32nz	35 - 63	1,20	2,58	0,005	0,530	0,534	0,441	0,298	0,143
BAn	63 - 80	1,28	2,49	0,004	0,483	0,487	0,378	0,253	0,125
Binz1	80 - 135	1,20	2,65	0,003	0,546	0,549	0,456	-	-
Binz2	135 - 164	1,23	2,56	0,001	0,519	0,520	0,422	-	-
Cnzj	164 - 192	1,26	2,66	0,036	0,489	0,525	0,388	-	-
2Cnzj	192 - 210	0,98	2,58	0,055	0,565	0,620	0,576	-	-
3Cnz1	210 - 222	-	2,66	-	-	-	-	-	-
3Cnz2	222 - 235+	-	2,64	-	-	-	-	-	-
PERFIL 8									
Apn	00 - 06	1,11	2,42	0,051	0,490	0,541	0,442	-	-
A3n	06 - 28	1,17	2,47	0,054	0,470	0,524	0,401	-	-
BAnz1	28 - 40	1,05	2,69	0,074	0,536	0,610	0,510	-	-
BAnz2	40 - 53	1,30	2,98	0,042	0,519	0,562	0,435	-	-
Bin	53 - 75	1,31	2,66	0,032	0,475	0,507	0,363	-	-
Binz	75 - 98	1,26	2,68	0,038	0,492	0,530	0,391	-	-
BCnz	98 - 130	1,33	2,62	0,000	0,491	0,491	0,369	-	-
Cnz	130 - 170+	1,25	2,69	0,002	0,533	0,535	0,427	-	-
PERFIL 9									
Ap	00 - 15	1,21	2,50	0,032	0,484	0,516	0,400	-	-
A3	15 - 32	1,24	2,59	0,061	0,460	0,522	0,372	-	-
Bi1	32 - 86	1,16	2,66	0,060	0,505	0,565	0,436	-	-
Bin2	86 - 180	1,23	2,64	0,055	0,479	0,534	0,389	-	-
Bin3	180 - 206	1,13	2,70	0,046	0,535	0,581	0,472	-	-
Bin4	206 - 250	1,25	2,61	0,003	0,518	0,521	0,414	-	-
BCn	250 - 275	1,10	2,59	0,017	0,558	0,575	0,506	-	-
CBn	275 - 304	1,09	2,61	0,027	0,557	0,584	0,513	-	-
Cn	304 - 335	1,02	2,65	0,038	0,578	0,616	0,568	-	-
2Cn1	335 - 360	1,19	2,72	0,031	0,530	0,561	0,444	-	-
2Cn2	360 - 390	1,31	2,59	0,023	0,471	0,493	0,359	-	-
3C	390 - 400+	-	2,65	-	-	-	-	-	-
PERFIL 10									
Ap	00 - 10	1,16	2,49	0,035	0,497	0,532	0,427	0,152	0,275
A31	10 - 45	1,23	2,50	0,019	0,488	0,507	0,395	0,274	0,121
A32n	45 - 95	1,40	2,60	0,010	0,452	0,462	0,324	0,262	0,062
Bin	95 - 122	1,28	2,64	0,008	0,506	0,514	0,394	0,297	0,097
Binj	122 - 186	1,06	2,67	0,00	0,60	0,60	0,569	-	-
Cn	186 - 209	1,20	2,62	0,00	0,54	0,54	0,457	-	-
2Cn	209 - 262	0,88	2,46	0,001	0,640	0,641	0,725	0,410	0,314
3C	262 - 275	1,19	2,58	0,020	0,519	0,539	0,436	0,310	0,127
4C1	275 - 306	1,42	2,68	0,392	0,077	0,469	0,054	0,013	0,041
4C2z	306 - 325+	1,43	2,84	0,228	0,269	0,497	0,188	0,065	0,123

continua...

Tabela 23. Continuação...

Horizonte	Prof. -----cm-----	Porosidade				Umidade		A.Disp. Mg Mg ⁻¹	
		ρ -----Mg m ⁻³ -----	ρ_s	Mac.	Mic. -----m ³ m ⁻³ -----	PT.	U _{CC.} -----Mg Mg ⁻¹ -----		U _{PMP.}
PERFIL 11									
Ap	00 - 18	1,28	2,57	0,014	0,486	0,500	0,379	0,245	0,134
A3n	18 - 36	1,29	2,76	0,073	0,458	0,531	0,354	0,268	0,086
Bin	36 - 77	1,35	2,67	0,006	0,487	0,494	0,360	0,244	0,116
Binz	77 - 118	1,38	2,72	0,009	0,484	0,493	0,351	0,287	0,064
Cn	118 - 140	1,17	2,61	0,005	0,545	0,550	0,465	0,400	0,064
2Cn	140 - 188	1,34	2,67	0,005	0,494	0,499	0,368	0,323	0,045
3Cn	188 - 206	0,85	2,79	0,053	0,641	0,694	0,752	0,485	0,267
4Cn	206 - 243	1,06	2,67	0,006	0,595	0,601	0,559	0,384	0,175
5Cnz	243 - 287	1,26	2,63	0,012	0,510	0,522	0,405	0,166	0,240
PERFIL 12									
Ap	00 - 12	1,25	2,53	0,047	0,460	0,507	0,369	0,250	0,119
A3	12 - 28	1,32	2,61	0,059	0,434	0,493	0,328	0,258	0,070
Bi	28 - 40	1,36	2,71	0,015	0,484	0,498	0,356	0,303	0,053
Bin1	40 - 107	1,43	2,69	0,023	0,445	0,468	0,311	0,191	0,120
Bin2	107 - 135	1,30	2,77	0,046	0,485	0,531	0,373	0,287	0,086
Bin3	135 - 196	1,27	2,69	0,002	0,526	0,528	0,415	0,336	0,079
Cn	196 - 221	1,25	2,64	0,003	0,526	0,528	0,421	0,309	0,112
2Cn	221 - 234	0,86	2,44	0,023	0,625	0,648	0,729	0,455	0,274
3Cn	234 - 250	1,09	2,68	0,018	0,575	0,594	0,528	0,399	0,129
4Cn	250 - 266	0,93	2,56	0,042	0,594	0,636	0,636	0,484	0,152

4.4 Caracterização do substrato remanescente das cavas

A Tabela 24 apresenta as equações para as ponderações entre os subhorizontes, necessárias para a caracterização média tanto da camada superficial repostada após a extração, quanto da camada profunda imediatamente abaixo da extraída. Apresenta ainda as equações que ponderam entre a camada superficial repostada e a camada profunda, resultando na composição simulada das camadas de 00-20 e 20-40 cm de profundidade desse substrato remanescente. Nestas equações, cada um dos atributos assume a posição da variável “Valor”, cujos subscritos indicam a posição, simbologia ou profundidade que identificam cada camada ou subhorizonte.

As ponderações descritas na Tabela 24 resultaram nos atributos representativos das camadas superficial e profunda do solo original, sendo os químicos apresentados nas Tabelas 25 e os físicos (análise granulométrica) na Tabela 27. Resultaram também nos atributos simulados para as camadas de 00-

20 e 20-40 cm de profundidade do substrato remanescente (químicos na Tabela 26 e físicos na Tabela 28).

Em relação aos atributos químicos simulados para o substrato remanescente, observa-se na Tabela 26 que os teores são elevados para cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), com valores entre 3,75-12,79 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e 2,49-5,29 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente. Para o potássio, a camada de 00-20 cm de profundidade apresenta valores superiores aos calculados para a camada mais profunda. Essa estratificação também é observada para os teores de matéria orgânica. O teor de fósforo apresenta grande variabilidade entre as cavas, sendo os menores valores determinados para as cavas 6, 9 e 12. Para as demais cavas, os valores são considerados médios a bons.

Quanto à condutividade elétrica, pelos valores simulados para o substrato das cavas onde se localizam os perfis 2, 4, 5, 6 e 8, estes são superiores a 4 dS m^{-1} , na profundidade de 20 - 40 cm ou em ambas as profundidades, demonstrando assim o caráter salino. Para os demais substratos, apesar de não se apresentarem afetados por excesso de sais solúveis, devido a proximidade do lençol freático com a superfície, este poderá a vir se tornar salino ou salino/sódico com o decorrer do tempo, o que dificilmente ocorreria caso não fosse realizada a extração de argila.

A respeito dos valores simulados para a composição granulométrica do substrato nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm, observa-se que estes se apresentam com elevado teor de argila, exceção feita ao perfil 9, que apresenta elevada quantidade de areia na camada de 20-40 cm de profundidade.

Em relação à saturação por sódio trocável (Na%), verificou-se que os substratos simulados apresentaram dois comportamentos distintos. Os perfis 2, 9, 10, 11 e 12 apresentam valores inferiores a 15 %, não apresentando o caráter sódico. Já os perfis 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam valores superiores a 15%, denotando assim o caráter sódico. Esse indesejável atributo químico dificulta o crescimento e estabelecimento dos vegetais pelas limitações que causa na absorção de água e nutrientes e pelo seu efeito tóxico (Azevedo Neto e Tabosa, 2000). Optou-se, portanto, em utilizar esse critério para a diferenciação de dois grupos: os sódicos e os não sódicos.

A partir dos atributos simulados para cada substrato remanescente, buscou-se a formação de grupos homogêneos com relação às possíveis

recomendações de adubação e/ou correção. Em seguida calculou-se a média geral para esses atributos em cada grupo, em ambas as profundidades, sendo estes valores simulados levados em consideração para a implantação e avaliação técnica e econômica dos cenários.

Formados esses grupos, calculou-se, em ambas as profundidades (00-20 e 20-40 cm), a média geral de alguns atributos simulados (Tabela 29). Para as cavas em que havia experimento com espécies florestais implantados, as informações de análises químicas e físicas (Tabela 30 e 31) foram utilizadas para avaliar a representatividade das simulações descritas acima.

De modo geral, nestas cavas, os teores obtidos para os atributos químicos apresentam certa semelhança com determinados atributos químicos simulados, dentre estes, pode se citar os teores de cálcio, magnésio, potássio e matéria orgânica. Os demais atributos apresentam considerável variabilidade quando comparados com os simulados.

A divergência existente entre os atributos no substrato das cavas e os valores simulados pode ser resultante das diferentes formas de realizar as coletas das amostras de solo. Para os valores simulados, as amostras compostas foram coletadas em um único ponto, ou seja, somente onde foi aberto o perfil do solo. Já para as cavas ocupadas com as espécies florestais, a amostra de solo destinada para as análises, foi compostas por amostras coletadas em diversos pontos no interior da cava. Além disso, outro fator que possivelmente tenha contribuído para essa diferença entre os resultados é o fato de diferentes laboratórios estarem envolvidos nas análises.

Tabela 24. Equações utilizadas nas ponderações entre os subhorizontes, para a caracterização média na camada superficial reposta após a extração quanto da camada profunda imediatamente abaixo da extraída, e para o substrato remanescente.

solo original		substrato remanescente	
Camada	Equação	camada	equação
Perfil 1			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_A \times 7 + Valor_{A31} \times 23) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (170-190cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{2Cnz(v)} \times 17 + Valor_{3Cn} \times 3) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 2			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 9 + Valor_{A31} \times 14 + Valor_{A32n} \times 7) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (170-190cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{CBnz} \times 15 + Valor_{Cnz} \times 5) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 3			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 10 + Valor_{Bin1} \times 20) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (110-130 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{Bin(v)} \times 15 + Valor_{Bin2(v)} \times 5) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 4			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 12 + Valor_{A3nz} \times 18) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (160-180 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{2Cnz} \times 20) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 5			
Sup. (00-10 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_A \times 10) / 10$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,4 + Valor_{Prof.} \times 0,6$
Prof. (95-125 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{3Cnz} \times 12 + Valor_{4Cnz} \times 9 + Valor_{5Cnz} \times 9) / 30$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,1 + Valor_{Prof.} \times 0,9$
Perfil 6			
Sup. (00-25 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 20 + Valor_{Bin1} \times 5) / 25$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (340-360 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{3Cnz} \times 20) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,25 + Valor_{Prof.} \times 0,75$
Perfil 7			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_A \times 7 + Valor_{A31n} \times 23) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (100-120 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{Bin21} \times 20) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 8			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Apn} \times 6 + Valor_{A3n} \times 22 + Valor_{Ban21} \times 2) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (150-170 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{Cnz} \times 20) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 9			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 15 + Valor_{A3} \times 15) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (382-402 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{2Cn2} \times 8 + Valor_{3C} \times 12) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 10			
Sup. (00-40 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 10 + Valor_{A31} \times 30) / 40$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (245-265 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{2Cn} \times 17 + Valor_{3C} \times 3) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,7 + Valor_{Prof.} \times 0,3$
Perfil 11			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 18 + Valor_{A3n} \times 12) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (205-225 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{3Cn} \times 1 + Valor_{4Cn} \times 19) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$
Perfil 12			
Sup. (00-30 cm)	$Valor_{Sup.} = (Valor_{Ap} \times 12 + Valor_{A3} \times 16 + Valor_{Bi} \times 2) / 30$	00-20 cm	$Valor_{00-20} = Valor_{Sup.} \times 0,8 + Valor_{Prof.} \times 0,2$
Prof. (205-225 cm)	$Valor_{Prof.} = (Valor_{Cn} \times 6 + Valor_{2Cn} \times 13 + Valor_{3Cn} \times 1) / 20$	20-40 cm	$Valor_{20-40} = Valor_{Sup.} \times 0,5 + Valor_{Prof.} \times 0,5$

Tabela 25. Simulação dos atributos químicos das camadas superficial (reposta) e profunda do solo original

Perfil	Camada	pH	Bases Solúveis				Complexo de troca							Saturação			C	MO	P	S	CE			
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V						m	Na	
		H ₂ O	-----cmol _c Kg ⁻¹ -----																-----%-----			---g Kg ⁻¹ ---	---mg Kg ⁻¹ ---	dSm ⁻¹
1	sup.	7,9	0,63	0,15	0,26	0,03	1,83	9,01	7,20	0,45	0,84	0,0	19,3	18,5	18,5	95,5	0,0	9,6	31,83	54,87	54,6	26,4	1,59	
	prof.	7,2	2,38	0,04	0,10	0,00	5,62	3,70	3,72	0,06	1,03	0,0	14,1	13,1	13,1	92,8	0,0	40,0	7,71	13,30	5,0	82,3	4,15	
2	sup.	5,2	0,18	0,15	0,14	0,05	0,38	4,95	2,32	0,46	5,17	0,4	13,6	8,5	8,1	56,3	6,4	3,1	29,79	51,36	41,8	40,0	1,69	
	prof.	4,9	4,15	0,38	0,59	0,01	1,92	2,55	2,65	0,06	1,66	0,4	9,2	7,5	7,2	78,4	4,7	21,1	6,46	11,13	9,4	371,4	6,37	
3	sup.	6,7	0,97	0,12	0,12	0,02	1,55	7,09	2,75	0,32	2,64	0,0	14,3	11,7	11,7	83,9	0,0	12,7	21,82	37,62	19,7	87,7	1,83	
	prof.	6,2	1,64	0,17	0,18	0,00	2,58	3,76	2,86	0,07	2,60	0,2	12,0	9,4	9,3	80,3	1,4	22,8	8,91	15,35	8,4	113,9	3,40	
4	sup.	6,9	1,88	0,20	0,22	0,04	1,60	8,15	4,35	0,56	0,87	0,0	15,5	14,7	14,7	94,1	0,0	11,4	26,38	45,47	42,3	33,6	4,63	
	prof.	7,7	3,34	0,06	0,08	0,01	4,70	2,51	3,07	0,06	0,11	0,0	10,5	10,3	10,3	98,9	0,0	45,0	3,26	5,63	15,0	8,3	4,99	
5	sup.	5,4	0,21	0,10	0,12	0,07	0,49	6,59	4,92	1,10	8,51	0,4	22,0	13,5	13,1	59,5	3,0	2,2	41,91	72,25	40,3	22,9	0,64	
	prof.	4,7	2,32	0,36	0,95	0,01	5,01	3,59	3,93	0,05	4,31	1,4	18,2	13,9	12,6	68,1	11,8	27,8	12,99	22,39	1,6	701,7	7,42	
6	sup.	5,9	0,19	0,05	0,04	0,01	1,14	4,82	4,80	0,13	5,60	0,2	16,7	11,1	10,9	66,7	2,1	8,9	21,57	37,18	2,0	9,0	0,78	
	prof.	5,4	2,92	0,25	0,50	0,05	6,12	3,65	3,79	0,24	8,55	0,2	22,6	14,0	13,8	61,2	1,4	27,1	26,14	45,07	23,2	155,9	7,97	
7	sup.	6,2	1,13	0,14	0,16	0,02	7,13	11,40	8,36	0,31	1,52	0,0	28,7	27,2	27,2	94,6	0,0	25,3	35,40	61,03	19,9	6,5	2,32	
	prof.	7,4	2,61	0,12	0,19	0,01	7,90	3,72	4,18	0,05	0,16	0,0	16,0	15,8	15,8	99,0	0,0	49,3	4,98	8,58	1,8	7,4	4,69	
8	sup.	6,5	1,65	0,16	0,27	0,01	5,24	12,61	9,56	0,10	3,36	0,0	30,9	27,5	27,5	88,5	0,3	17,1	33,89	58,42	54,3	56,9	2,75	
	prof.	6,6	5,01	0,47	0,19	0,01	6,54	3,16	4,15	0,07	1,16	0,0	15,1	13,9	13,9	92,3	0,0	43,4	6,18	10,65	17,9	235,2	6,71	
9	sup.	5,6	0,07	0,05	0,04	0,01	0,24	10,24	4,12	0,09	6,34	0,1	21,1	14,8	14,7	69,5	0,7	1,2	24,35	41,98	0,8	3,2	0,41	
	prof.	5,6	0,06	0,01	0,01	0,01	0,37	1,59	0,83	0,05	1,80	0,5	5,2	3,4	2,8	53,5	19,0	6,2	4,17	7,18	8,4	10,3	0,26	
10	sup.	5,7	0,11	0,12	0,09	0,02	0,47	12,55	5,16	1,20	6,07	0,1	25,5	19,4	19,4	75,9	0,4	1,8	28,29	48,78	19,2	20,7	0,41	
	prof.	5,2	1,16	0,73	0,62	0,01	5,34	13,36	5,60	0,26	6,99	0,1	31,6	24,6	24,6	76,9	0,5	15,9	45,11	77,77	5,5	326,5	1,78	
11	sup.	6,1	0,27	0,08	0,10	0,01	0,97	8,55	7,18	0,22	4,55	0,0	21,5	16,9	16,9	79,3	0,0	4,7	27,44	47,31	28,0	18,0	0,51	
	prof.	7,0	3,56	0,45	0,61	0,02	4,04	8,79	8,74	0,22	0,97	0,0	22,8	21,8	21,8	95,9	0,0	17,8	8,18	14,11	56,1	241,9	3,73	
12	sup.	5,8	0,13	0,06	0,06	0,01	0,43	9,21	5,35	0,11	5,52	0,0	20,6	15,1	15,1	72,3	0,0	2,2	27,07	46,67	1,5	5,3	0,43	
	prof.	6,0	0,16	0,01	0,00	0,01	2,45	6,56	4,32	0,02	9,25	0,3	22,9	13,6	13,4	61,5	2,0	11,4	27,74	47,82	17,3	6,2	0,28	

T: CTC a pH 7,0; t: CTC efetiva; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por AL³⁺; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica

Tabela 26. Simulação dos atributos químicos nas profundidades de 00 - 20 e 20 - 40 cm para o substrato remanescente das áreas estudadas

Perfil	Camada	pH	Bases Solúveis				Complexo de troca							Saturação															
			Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	T	t	SB	V	m	Na	C	MO	P	S	CE						
		H ₂ O	cmol _c Kg ⁻¹																			%			g Kg ⁻¹		mg Kg ⁻¹		dSm ⁻¹
1	00-20	7,7	0,98	0,12	0,23	0,02	2,59	7,95	6,50	0,37	0,88	0,0	18,3	17,4	17,4	95,0	0,0	15,7	27,00	46,55	44,7	37,6	2,10						
	20-40	7,5	1,51	0,09	0,18	0,01	3,73	6,35	5,46	0,25	0,93	0,0	16,7	15,8	15,8	94,2	0,0	24,8	19,77	34,08	29,8	54,3	2,87						
2	00-20	5,1	0,98	0,20	0,23	0,04	0,68	4,47	2,39	0,38	4,46	0,4	12,7	8,3	7,9	60,8	6,1	6,7	25,13	43,32	35,3	106,3	2,63						
	20-40	5,1	2,17	0,26	0,37	0,03	1,15	3,75	2,49	0,26	3,41	0,4	11,4	8,0	7,6	67,4	5,6	12,1	18,13	31,25	25,6	205,7	4,03						
3	00-20	6,6	1,11	0,13	0,13	0,02	1,75	6,43	2,77	0,27	2,63	0,0	13,9	11,3	11,2	83,2	0,3	14,7	19,24	33,17	17,5	93,0	2,14						
	20-40	6,5	1,31	0,15	0,15	0,01	2,07	5,43	2,81	0,19	2,62	0,1	13,2	10,6	10,5	82,1	0,7	17,7	15,36	26,49	14,1	100,8	2,62						
4	00-20	7,0	2,17	0,17	0,19	0,04	2,22	7,02	4,09	0,46	0,72	0,0	14,5	13,8	13,8	95,0	0,0	18,1	21,75	37,50	36,8	28,6	4,70						
	20-40	7,3	2,61	0,13	0,15	0,03	3,15	5,33	3,71	0,31	0,49	0,0	13,0	12,5	12,5	96,5	0,0	28,2	14,82	25,55	28,6	21,0	4,81						
5	00-20	5,0	1,47	0,26	0,62	0,03	3,20	4,79	4,32	0,47	5,99	1,0	19,7	13,8	12,8	64,7	8,3	17,5	24,56	42,34	17,1	430,2	4,71						
	20-40	4,8	2,11	0,34	0,87	0,01	4,56	3,89	4,02	0,16	4,73	1,3	18,6	13,9	12,6	67,2	10,9	25,2	15,88	27,38	5,5	633,8	6,74						
6	00-20	5,8	0,73	0,09	0,13	0,02	2,13	4,58	4,59	0,15	6,19	0,2	17,9	11,7	11,5	65,6	2,0	12,5	22,48	38,76	6,2	38,4	2,21						
	20-40	5,6	2,24	0,20	0,38	0,04	4,88	3,94	4,04	0,22	7,81	0,2	21,1	13,3	13,1	62,6	1,6	22,6	25,00	43,09	17,9	119,2	6,17						
7	00-20	6,4	1,43	0,14	0,17	0,02	7,29	9,86	7,52	0,26	1,25	0,0	26,2	24,9	24,9	95,4	0,0	30,1	29,31	50,54	16,3	6,7	2,79						
	20-40	6,8	1,87	0,13	0,18	0,02	7,51	7,56	6,27	0,18	0,84	0,0	22,4	21,5	21,5	96,8	0,0	37,3	20,19	34,80	10,8	6,9	3,50						
8	00-20	6,5	2,32	0,22	0,25	0,01	5,50	10,72	8,48	0,09	2,92	0,0	27,7	24,8	24,8	89,3	0,3	22,4	28,35	48,87	47,0	92,6	3,54						
	20-40	6,5	3,33	0,31	0,23	0,01	5,89	7,88	6,85	0,08	2,26	0,0	23,0	20,7	20,7	90,4	0,2	30,3	20,03	34,54	36,1	146,1	4,73						
9	00-20	5,6	0,07	0,04	0,03	0,01	0,27	8,51	3,46	0,08	5,43	0,2	17,9	12,5	12,3	66,3	4,3	2,2	20,31	35,02	2,3	4,6	0,38						
	20-40	5,6	0,07	0,03	0,02	0,01	0,31	5,91	2,47	0,07	4,07	0,3	13,2	9,1	8,8	61,5	9,8	3,7	14,26	24,58	4,6	6,7	0,33						
10	00-20	5,6	0,32	0,24	0,20	0,02	1,44	12,71	5,25	1,01	6,25	0,1	26,7	20,5	20,4	76,1	0,4	4,6	31,66	54,58	16,4	81,9	0,69						
	20-40	5,5	0,42	0,30	0,25	0,02	1,93	12,79	5,29	0,92	6,35	0,1	27,3	21,0	20,9	76,2	0,4	6,0	33,34	57,47	15,1	112,5	0,82						
11	00-20	6,3	0,93	0,15	0,20	0,01	1,59	8,60	7,49	0,22	3,84	0,0	21,7	17,9	17,9	82,6	0,0	7,3	23,59	40,67	33,6	62,8	1,16						
	20-40	6,5	1,92	0,26	0,35	0,02	2,51	8,67	7,96	0,22	2,76	0,0	22,1	19,4	19,4	87,6	0,0	11,2	17,81	30,71	42,1	130,0	2,12						
12	00-20	5,8	0,14	0,05	0,05	0,01	0,84	8,68	5,14	0,09	6,27	0,1	21,1	14,8	14,8	70,2	0,4	4,0	27,20	46,90	4,7	5,4	0,40						
	20-40	5,9	0,15	0,03	0,03	0,01	1,44	7,89	4,83	0,06	7,39	0,1	21,8	14,4	14,2	66,9	1,0	6,8	27,40	47,24	9,4	5,7	0,36						

T: CTC a pH 7,0; t: CTC efetiva; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por AL³⁺; MO: matéria orgânica; CE: condutividade elétrica

Tabela 27: Simulação das frações argila, areia e silte da camada superficial (que foi repostada) e profunda (abaixo da profundidade de extração) do solo original.

Perfil	Camada	Argila	g kg ⁻¹	
			Areia	Silte
1	sup.	555,2	85,6	359,2
	prof.	791,1	46,9	162,1
2	sup.	351,5	388,7	259,8
	prof.	531,2	45,8	423,0
3	sup.	740,0	14,0	246,0
	prof.	402,5	151,1	446,4
4	sup.	551,3	109,4	339,3
	prof.	516,6	48,3	435,2
5	sup.	557,1	14,3	428,6
	prof.	495,1	311,9	193,0
6	sup.	527,4	52,2	420,4
	prof.	449,9	88,6	461,5
7	sup.	675,0	35,1	289,8
	prof.	560,0	17,5	422,5
8	sup.	695,6	15,6	288,7
	prof.	286,3	428,4	285,2
9	sup.	417,4	141,4	441,1
	prof.	169,6	687,5	142,9
10	sup.	599,2	54,1	346,7
	prof.	710,1	32,9	256,9
11	sup.	551,6	91,9	356,6
	prof.	726,5	17,3	256,1
12	sup.	566,2	78,8	355,0
	prof.	629,8	74,6	295,5

Tabela 28: Simulação dos atributos físicos nas profundidades de 00 - 20 e 20 - 40 cm para o substrato remanescente das áreas estudadas

Perfil	Prof.	Argila	g kg ⁻¹	
			Areia	Silte
1	00-20	602,4	77,8	319,8
	20-40	673,1	66,2	260,6
2	00-20	387,4	320,1	292,4
	20-40	441,3	217,3	341,4
3	00-20	672,5	41,5	286,1
	20-40	571,2	82,6	346,2
4	00-20	544,3	97,2	358,5
	20-40	533,9	78,8	387,2
5	00-20	519,9	192,9	287,2
	20-40	501,3	282,2	216,5
6	00-20	511,9	59,5	428,6
	20-40	469,3	79,5	451,2
7	00-20	652,0	31,6	316,4
	20-40	617,5	26,3	356,2
8	00-20	613,8	98,2	288,0
	20-40	491,0	222,0	287,0
9	00-20	367,9	250,6	381,5
	20-40	293,5	414,5	292,0
10	00-20	621,4	49,9	328,8
	20-40	632,4	47,7	319,8
11	00-20	586,6	77,0	336,5
	20-40	639,1	54,6	306,3
12	00-20	578,9	78,0	343,1
	20-40	598,0	76,7	325,3

Tabela 29. Média geral calculada para alguns atributos químicos do substrato remanescente das cavas de extração de argila a partir dos grupos formados (saturação por sódio >15% e saturação por sódio <15%) e dos teores simulados.

Prof. (cm)	pH H ₂ O	Bases Trocáveis						Saturação					
		Ca	Mg	Na	K	P	MO	T	t	SB	V	m	Na
		-----cmol _c kg ⁻¹ -----		---mg kg ⁻¹ ---		mgkg ⁻¹		-----cmol _c kg ⁻¹ -----		-----%-----			
Saturação por sódio >15%													
00-20	6,45	7,34	5,47	3,53	117	26,5	42,53	19,8	16,8	16,6	84,0	1,5	18,7
20-40	6,42	5,77	4,74	4,54	78	20,4	32,28	18,3	15,5	15,3	84,3	1,9	26,6
Saturação por sódio <15%													
00-20	5,69	8,59	4,75	0,96	141	18,5	44,10	20,0	14,8	14,7	71,2	2,2	4,9
20-40	5,72	7,80	4,61	1,47	121	19,4	38,25	19,2	14,4	14,2	71,9	3,4	7,9

MO: matéria orgânica; T: CTC a pH 7,0; t: CTC efetiva; SB: soma de bases; V: saturação por bases; m: saturação por AL³⁺

Tabela 30. Atributos químicos determinados no substrato remanescente de 5 cavas resultantes do processo de extração de argila.

	Profundidade (cm)	pH H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	P	MO
			-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----mg dm ⁻³ ---	g dm ⁻³			
Cava 1	00-20	5,88	7,21	4,94	2,11	54	58	30,48
	20-40	6,07	4,32	3,3	1,72	35	35	24,22
Cava 2	00-20	5,05	5,7	4,06	3,3	82	41	30,26
	20-40	-	-	-	-	-	-	-
Cava 5	00-20	6,44	6,81	7,08	3,19	63	11	28,18
	20-40	6,61	5,25	5,68	4,17	33	11	17,25
Cava 7 a	00-20	5,8	4,6	2,55	0,38	53	8	41,86
	20-40	6,1	3,1	1,7	-	31	7	15,13
Cava 7 b	00-20	4,8	3,2	2,0	0,43	51	9	49,65
	20-40	4,3	2,8	1,9	-	19	6	27,18
Média	00-20	5,58	5,5	4,12	1,88	61	25	36,07
	20-40	5,77	3,86	3,14	2,94	29	15	20,94

MO: matéria orgânica

Tabela 31 Atributos químicos, areia, silte e argila do substrato remanescente de 5 cavas resultantes do processo de extração de argila.

Prof. (cm)	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	T	V	m	areia	silte	argila	
	-----cmol _c /dm ³ -----	-----g Kg ⁻¹ -----								
Cava 1	00-20	0,02	2,62	14,40	17,02	84,61	0,14	342,7	251,2	406,1
	20-40	0,01	1,35	9,43	10,78	87,47	0,11	473,5	251,9	274,5
Cava 2	00-20	0,20	7,24	13,16	20,41	66,63	1,49	77,0	136,0	787,0
	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cava 5	00-20	0,00	3,34	17,21	20,55	83,75	0,00	143,7	340,0	500,0
	20-40	0,00	2,46	15,18	17,64	86,01	0,00	342,5	240,0	417,5
Cava 7a	00-20	0,00	3,25	7,66	10,91	70,21	0,00	490,0	215,0	295,0
	20-40	-	-	-	-	-	-	670,0	140,0	190,0
Cava 7b	00-20	0,00	4,2	5,76	9,96	57,83	0,00	685,0	145,0	170,0
	20-40	-	-	-	-	-	-	860,0	50,0	90,0
Média	00-20	0,04	4,13	11,64	15,77	72,61	0,33	347,7	217,4	431,6
	20-40	0,00	1,90	12,30	14,21	86,74	0,05	586,5	170,5	243,0

SB: soma de bases; V: saturação por base; m: saturação por alumínio; T: CTC a pH 7,0

4.5 Resultados da Análise Financeira dos cenários

4.5.1 Fluxo de caixa

Nas Tabelas 1B, 2B e 3B localizadas no Apêndice B, estão apresentados os fluxos de caixa dos três cenários (cana-de-açúcar, eucalipto e pastagem), implantados em cavas de extração de argila considerando somente o processo de revegetação. Já nas Tabelas 4B, 5B e 6B são considerados nos fluxos de caixa o montante recebido pelo arrendamento da terra para a extração de argila (R\$20.000,00 ha⁻¹) e o valor de uso da terra (R\$ 251,00 ha⁻¹ ano⁻¹). Os custos dos insumos e operações necessárias são referentes aos praticados na região nos meses de maio a junho de 2004 e estão representados anualmente.

4.5.2 Valor presente líquido (VPL)

A Tabela 32 apresenta os resultados de valor presente líquido (VPL), calculados para cada sistema de produção utilizando taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12 % ao ano. Por se estar considerando na análise financeira a área degradada pela atividade de extração de argila, pode se observar que os valores de VPL são relativamente baixos. No entanto, os mesmos indicam ser economicamente possível a reutilização destas cavas.

Para a cana-de-açúcar, o VPL apresenta valor positivo quando submetido à uma taxa de desconto anual de até 8%. Para o eucalipto, os valores são positivos em todas as taxas de desconto utilizadas. Contrariamente a este, a pastagem formada por brachiária apresenta valores negativo em todas as taxas de desconto aplicadas.

Analisando os valores de VPL, pode-se verificar que em termos econômicos, a implantação de eucalipto nas cavas de extração de argila demonstra ser mais atrativo, pois o VPL se mantém positivo à uma taxa de desconto mais elevada, quando comparado com a cana-de-açúcar. Já a implantação de pastagem para criação de bovinos demonstrou ser uma atividade economicamente inviável, quando se objetiva um retorno econômico.

De posse dos resultados do VPL de cada cenário para a reutilização das cavas, o pequeno proprietário rural que possui uma área onde já foi extraída a argila pode iniciar sua escolha, visando adotar o cenário que mais se adapta aos seus objetivos e condições. Cabe ressaltar que devido ser uma simulação, alguns

valores determinados para os fluxos de caixas podem ter sido superestimados ou subestimados.

Tabela 32. Valor presente líquido (VPL) em R\$, para as taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12% ao ano para os cenários implantados, sem considerar o valor de uso da terra e a venda da argila.

Cenário	Taxa de desconto (%)			
	6	8	10	12
Cana	176,40	10,23	-127,58	-243,04
Pastagem	-1.681,04	-1.836,05	-1.958,15	-2,055,16
Eucalipto	1.842,71	1.133,02	555,02	78,84

É importante ressaltar que as áreas utilizadas para esta atividade são relativamente pequenas e que a finalidade da pesquisa é apresentar a avaliação da viabilidade econômica de atividades a serem exploradas aliadas à recuperação do solo, amenizando, assim, a agressão desta atividade ao meio ambiente e minimizando as possibilidades de danos ao ecossistema. Diante desse pressuposto, a implantação da cana-de-açúcar, devido seu manejo necessitar de intensa mecanização e freqüente aplicação de produtos químicos, associado a queima da palhada na hora colheita, torna-se uma atividade que possivelmente venha a deteriorar ainda mais as características químicas e físicas do substrato remanescente, não sendo aconselhável sua implantação nas cavas.

Sob o ponto de vista econômico, o arrendamento das áreas por pequenos produtores para a atividade de extração de argila pode ser considerado uma pseudo-externalidade negativa que surge com a atividade ceramista, gerando efeitos negativos tanto aos proprietários rurais como ao meio ambiente. Pode ser assim considerada por não existir indefinições dos direitos de propriedade, ocorrendo eficiência na negociação entre as partes envolvidas, uma vez que, os produtores rurais, donos das áreas, arrendam estas para a extração por valores consideráveis. Este montante faz com que os proprietários rurais, em curto prazo, não venham sentir os efeitos negativos desta atividade (redução ou eliminação do

caráter social do solo como produtor de alimento), os quais são remunerados pela receita do arrendamento, tornando esta atividade altamente atrativa.

Devido às expressivas alterações que ocorrem na área minerada, o meio ambiente torna-se o mais prejudicado, pois com a remoção do solo ocorre a exposição ou aproximação de horizontes (camadas de solo) impróprios para o desenvolvimento vegetal com a superfície do substrato, dificultando ou, em alguns casos, impossibilitando a posterior recuperação destas áreas. Além disso, nas áreas mineradas, com a remoção do solo, o risco do substrato remanescente se tornar salino é eminente, devido sua aproximação com o lençol freático, que possui elevada concentração de sais solúveis.

A Tabela 33 apresenta os valores de VPL calculado para os cenários considerando o valor recebido pela extração de argila, o valor de uso da terra e o custo de implantação dos cenários nas cavas.

Neste caso, também tanto a pastagem quanto da cana-de-açúcar se apresentam como opções menos interessantes do ponto de vista econômico, pois o valor presente líquido calculado para as taxas de desconto utilizadas são inferior às determinadas para o eucalipto. Para estes cenários, pode-se observar um incremento nos valores de VPL com o aumento do custo oportunidade, o que se deve ao montante recebido pela extração de argila no primeiro ano associado a baixa rentabilidade dos mesmos. Já para a implantação de eucalipto, por ser um cenário que possui uma viabilidade econômica superior as taxas de descontos utilizadas, os valores de VPL apresentam uma redução com o incremento da taxa de desconto.

Devido ao expressivo montante recebido pela venda da argila, os valores de VPL determinados demonstram ser economicamente viável a extração de argila, mesmo estando associada à implantação de sistemas que geram prejuízos, como é o caso da pastagem. Estes resultados sugerem ser possível a implantação de sistemas que propiciem melhorias nos atributos do substrato, sendo parte das despesas de sua implantação e manutenção paga pelos juros gerados através da taxa de desconto aplicada ao montante inicial.

Em relação a valoração econômica dos impactos ambientais causados por esta atividade, devido a ausência de uma metodologia adequada para atribuir-lhes valor, estes não foram computados na análise financeira. No entanto, o elevado valor recebido pelo arrendamento indica a mensuração desta

externalidade negativa, que afeta diretamente o meio ambiente. A inclusão das estimativas dos impactos ambientais causados pela atividade de extração de argila nos custos de produção certamente induziria uma mudança na forma de utilização do solo. Os danos ambientais que surgem diretamente com esta atividade (poluição ambiental, degradação da paisagem, formação das cavas, exposição ou aproximação com a superfície do substrato de horizontes arenosos, salinos, salino-sódicos e tiomórficos) ou que podem vir a surgir após a extração (impossibilidade de reutilização das cavas para fins agrícolas, possibilidade de contaminação do lençol freático) deveriam ser levados em consideração pelos órgãos responsáveis pela autorização das lavras, fazendo-se assim um balanço entre os benefícios e os impactos causados pela retirada da argila.

Tabela 33. Valor presente líquido (VPL) em R\$, para as taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12% ao ano para os cenários implantados, considerando o valor de uso da terra e o valor recebido pela venda da argila

Cenário	Taxa de desconto (%)			
	6	8	10	12
Cana	17.915,84	18.028,30	18.122,61	18.201,98
Pastagem	16.058,40	16.182,02	16.292,04	16.389,86
Eucalipto	19.582,15	19.151,10	18.804,53	18.523,86

4.5.3 Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é o valor que torna o valor presente do fluxo de caixa líquido igual a zero. Para este indicador econômico, o cenário que apresentar TIR superior ao custo de oportunidade adotado, será economicamente viável.

Considerando somente o processo de reutilização das cavas, para o cenário com pastagem, a TIR calculada foi de -3,62% ao ano, para a cana 8,14% ao ano e o para o cenário com eucalipto, foi de 12,37% ao ano.

Em termos econômicos, as TIRs obtidas para os cenários de eucalipto e cana-de-açúcar são favoráveis a sua adoção, pois são taxas superiores às

remuneradas em investimentos disponíveis no mercado, como a caderneta de poupança.

Tabela 34. Taxa interna de retorno (TIR) dos cenários simulados considerando somente o processo de revegetação das cavas de extração de argila

Taxa interna de retorno (%)		
Cana	Pastagem	Eucalipto
8,14	-3,62	12,37

4.5.4 Análise de sensibilidade

A Tabela 35 apresenta a resposta dos cenários a um aumento de 10% nos preços de cada um dos itens que compõem as categorias avaliadas, bem como redução na produtividade a esta mesma taxa.

Entre os cenários simulados para a reutilização das cavas de extração de argila, observa-se que para as categorias testadas, a que se mostrou mais sensível quando aplicado uma taxa de 10% desfavorável ao projeto, foi a produtividade para a cana-de-açúcar e o eucalipto. Já para o cenário com pastagem, o preço de venda dos animais foi a que apresentou maior variação no valor do VPL bem como na TIR. Estas categorias merecem atenção especial em todos os cenários simulados, já que um erro de cálculo ou uma produtividade superestimada proporcionam alterações expressivas na viabilidade projeto, podendo torna-lo economicamente inviável.

Para cana-de-açúcar, deve-se realizar uma análise minuciosa do potencial de produtividade no interior da cava antes de sua implantação, pois ao simular uma redução de 10% na produtividade, este projeto apresenta taxa interna de retorno de $-4,98\%$, tornando-se economicamente inviável. Devido a grande quantidade de fertilizantes aplicada, associada a freqüente ocorrência de horizontes com caráter salino abaixo da camada de solo reposta; pode ocorrer deficiência hídrica da cultura em períodos de baixa precipitação, acarretando assim em uma expressiva redução na produtividade, pois esta cultura é moderadamente sensível à salinidade (Ayers, 1985). Além disso, a região apresenta um déficit hídrico para a cana-de-açúcar de 400 a 600 mm anuais, com

irregular distribuição das chuvas ao longo do ano. Para as demais categorias, com exceção das mudas, a cana também se apresenta bastante sensível, sendo inviável sua implantação caso ocorra um reajuste de 10% no preço dos itens e insumos utilizados.

Tabela 35. Variação do VPL e da TIR em função de 10% no aumento do preço dos insumos e decréscimo no preço do produto. Valor base calculado com taxa de desconto 6% ao ano

Cana-de-açúcar				
Itens	VPL	ΔVPL(%)	TIR	ΔTIR(%)
Base	176,40	0,00	8,24	0,00
Mudas	128,78	-3,31	7,36	-0,78
Fertilizante	-93,56	-153,04	4,86	-3,28
Operações mecanizadas	-167,33	-194,86	3,99	-4,15
Mão-de-obra	-32,35	-118,34	5,61	-2,53
Produtividade	-857,53	-586,13	-4,98	-13,12
Eucalipto				
Base	1.842,21	0,00	12,37	0,00
Mudas	1.797,74	-2,44	12,16	-0,21
Fertilizante	1.773,64	-3,75	12,06	-0,31
Operações mecanizadas	1788,72	-2,93	12,12	-0,25
Mão-de-obra	1.749,59	-5,05	11,95	-0,42
Produtividade	1.337,17	-27,43	10,81	-1,56
Pastagem				
Base	-1.681,04	0,00	-3,62	0,00
Preço de compra de animais	-2.162,67	-28,65	-6,27	-2,65
Operações mecanizadas	-1.762,64	-4,85	-3,99	-0,37
Fertilizante	-1.854,80	-10,34	-4,60	-0,98
Mão-de-obra	-1.911,79	-13,73	-4,93	-1,31
Medicamentos	-1.727,89	-2,79	-3,90	-0,28
Cerca elétrica	-1.705,78	-1,47	-3,70	-0,08
Preço de venda de animais	-2.667,50	-58,68	-9,96	-6,34

O cenário de eucalipto, quando comparado aos demais, mostrou-se menos sensível, apresentando menor variação no valor do VPL e da TIR com incremento de 10% nos preços dos produtos nas categorias testadas. A implantação deste projeto nas cavas de extração de argila, mesmo com uma redução de 10% na produtividade esperada, apresenta taxa interna de retorno de 10,81%, tornando-se assim uma atividade atrativa para implantação nas cavas. Além disso, este sistema pode contribuir para que ocorra melhoria dos atributos físicos e químicos

do substrato remanescente ao longo do tempo, pois devido a deposição da serrapilheira, associada a ausência da movimentação do solo, favorece incremento do teor de matéria orgânica do solo, condição fundamental para o processo de reabilitação das áreas mineradas.

Para a pastagem, mesmo sendo economicamente inviável, as categorias fertilizantes, mão-de-obra e preço de compra dos animais merecem atenção na hora de implantar o projeto, pois incremento de 10% nos seus custos resulta em acentuada variação no VPL e TIR. A adoção deste cenário, apesar de financeiramente pouco interessante, pode ser uma opção aceitável quando se visa contribuir para a melhoria das características físicas e químicas do substrato, bem como aumentar os estoques de carbono no solo. Boddey et. al (1997), na revisão realizada, concluíram que em pastagens bem manejadas é provável que após 10 ou mais anos os estoques de carbono no solo aumentaram até níveis maiores do que sob a floresta original. Entretanto, se as pastagens não são adubadas com P, ou qualquer outro nutriente, se as taxas de lotação são altas ou o fogo é utilizado com muita frequência para limpar as pastagens, isso resultará na degradação da mesma bem como na redução dos estoques de C no solo.

5 RESUMO E CONCLUSÕES

Antes do processo de mineração, os solos das áreas utilizadas para a extração de argila se apresentam, em subsuperfície, com atributos químicos e físicos desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal. Entre estes verifica-se elevada concentração de sódio trocável e sais solúveis, o que certamente resultará em maior dificuldade para o desenvolvimento da vegetação, no entanto, apesar destas características impróprias ao crescimento vegetal em profundidade, existe uma camada de solo promissora para as atividades agrícolas em superfície.

Apesar de sua grande importância sócio-econômica para o Município de Campos dos Goytacazes, a extração de argila, por ser exercida grande parte em áreas pertencentes à pequenos produtores rurais, acaba gerando indiretamente o desemprego do homem do campo, pois no solo da área explorada deixa de existir a caráter social da terra de produção de alimentos, devido a inviabilidade de reincorporar as áreas mineradas ao processo produtivo agrícola por longo período.

Com a extração da argila, deixa de existir a camada do solo que, de certa forma atuava como uma barreira ao processo de salinização, impedindo que grande quantidade de sais solúveis do lençol freático atingisse os horizontes superficiais. Após a mineração, esse processo é facilitado, devido a proximidade do lençol freático com a superfície do substrato da cava, associado a possível maior evaporação na área explorada.

Áreas com horizontes tiomórficos jamais deveriam ser utilizadas para a extração de argila, pois a exposição destes submeteria as plantas a severas restrições ao desenvolvimento radicular, impedindo o processo de revegetação.

A exposição de horizontes arenosos, além de facilitar a contaminação do lençol freático, impossibilita a implantação de espécies que possuem maior exigência hídrica.

A remoção da camada de interesse cerâmico de fato expõe à superfície situações problemáticas, o que é minimizado pela reposição do horizonte superficial, que possui características químicas e físicas promissoras para o desenvolvimento vegetal.

A despeito da reposição do horizonte superficial, devido às restrições químicas apresentadas pelo substrato logo abaixo da camada de solo reposta, torna-se possível somente a implantação de espécies que apresentam certa tolerância à salinidade e sodicidade, ficando assim restrito o uso da área após o processo de mineração.

Na região, o quadro atual das áreas utilizadas para a extração de argila demonstra a atuação pouco eficiente dos órgãos responsáveis pela liberação de licenças, bem com da fiscalização exercida, uma vez que grande parte das áreas extraídas ou em extração são clandestinas e o substrato das mesmas apresenta características impróprias para o desenvolvimento vegetal.

Dentre os três cenários avaliados, o eucalipto foi que se mostrou mais atrativo em termos econômicos. A implantação da cultura da cana-de-açúcar, apesar de ser economicamente viável, apresenta grande sensibilidade a uma queda na produtividade e ao reajuste de preços dos insumos, tornando-se uma atividade de elevado risco econômico. A pastagem (pecuária de corte), nos níveis de investimento e produtividade propostos, é economicamente inviável.

Apesar de se ter verificado um uso técnico e economicamente viável para as áreas após a extração, esta deve ocorrer minimizando os problemas relativos ao nível do lençol e a presença de horizontes problemáticos (caráter sódico, salino, salino-sódico ou tiomórfico), tanto para ampliar as possibilidades de uso quanto para aumentar a produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECERAM (2004) Associação Brasileira de Cerâmica; http://www.abceram.org.br/asp/abc_21.asp, em: 02/03/2004

Agrianual (2002) *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo, Editora Argos Comunicação, 540p.

Alexandre, J. (2000) Análise de matérias-primas e composição de massa utilizada em cerâmicas vermelhas. Tese (Doutorado em Ciência de Engenharia) - Campos dos Goytacazes - RJ., Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 174p.

Ayers, R.S. (1985) A qualidade da água na agricultura. Tradução de Gheyi, H.R., Medeiros, J.F., Damasceno, F.A.V. Universidade Federal da Paraíba-UFPB 1991. 218p.

Alves, E.A.B. (1997) Solos orgânicos salinos tiomórficos: influência da calagem, sob drenagem controlada nas características químicas do solo na produção e composição mineral de *Brachiaria decumbens*, *Panicum repens* L. e cana-de-açúcar. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ., Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 82p.

.Anderson, J.D., Ingran, J.S.I. (1993) *Tropical Soil Biology and Fertility: A banbook of Methods*. 2. ed. Wallinglard: UK CAB International, 171p.

- Andrade, A.G. (1997) Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 204p.
- Asflucan (2003) Associação fluminense dos plantadores de cana. Estado do Rio de Janeiro/Relatório últimas 12 safras.
- Azevedo Neto, A.D. Tabosa J.N. (2000) Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4(2): 159-164.
- Barreto, M. L. (2001) *Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 215p.
- Barth, R.C. (1986) Reclamation technology for tailing impoundments - part 2 - revegetation. *Mineral & Energy*, 29(2): 1-25.
- Bell, C.L. (1998) Management of soils and overburden for plant growth medium reconstruction after mining. In: *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa UFV/Dpto. de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas degradadas.
- Ben-hur, M.; Agrassi, M.; Keren, R.; Zhang, J. (1998). Compaction, aging and raindrop-impact effects on hydraulic properties of saline and sodic vertisols. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 62:1377-1383.
- Benyon, R.G., Marcar, N.E., Crawford, D.F., Nicholson, A.T. (1999) Growth and water use of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. occidentalis* on a saline discharge site near Wellington, NSW. *Australia Agricultural Water Management* 39: 229-244.
- Bertoldo, L., Pires, C.A.F., Robaina, L.E.S (2002) Cadastro de Recursos minerais do Município de Santa Maria. Anais do *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis.
- Beutler, A.N., Fernandes, L.A., Faquin, V. (2001) Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 25: 923-928.

- Boddey, R.M., Alves, B.J.R., Sisti, P.J., Urquiaga, S. (1997) Acúmulo de carbono no solo sob sistemas de plantio direto e pastagens de *Brachiaria*. Embrapa Agrobiologia. *Documento 3*.
- Brady C. Nyle (1989) Natureza e propriedades dos solos. Tradução de Antônio B. Neiva Figueiredo. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 898p.
- Brandt, W. (1998) Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa: UFV/Dpto. de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.131-134.
- Brasil (1981) Mapa de solos do Brasil. Escala 1:5.000.000. Texto explicativo. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS, 5p.
- Brasil (1990) *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação*. Ministério do Interior - MINTER. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: 96p.
- Buarque, C. (1991) A incerteza do projeto. In: Buarque, C. (ed.) *Avaliação econômica de projetos*. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, p.179-196.
- Coleti, J.T., Casagrande, J.C., Stupiello, J.J., Oliveira, G.R. (2002) Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB835486 e SP81-3250. *Anais do Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8*, Recife: p.317-321.
- Contador, C.R. (1988). *Avaliação social de projetos*. 2. ed. São Paulo : Atlas, 315p.
- Costa Júnior, P.F. (1997) Comportamento de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio em estéril de extração de argila. Tese (Mestrado produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 72p.
- Cramer, V.A., Thorburn, P.J., Fraser, G.W. (1999) Transpiration and groundwater uptake from farm forest plots of *Casuarina glauca* and *Eucalyptus camaldulensis* in saline areas of southeast Queensland, Australia. *Agricultural Water Management* 39: 187-204.

- Da Ros, C. O., Secco, D., Fiorin, J. E., Petrere, C., Cadore, M. A., Pasa, L. (1997) 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*, Viçosa, 21: 241-247.
- Delhaize, E., Ryan, P.R. (1995) Aluminum toxicity and aluminum tolerance in plants. *Plant Physiology*, Rockville, 107(2): 315-321.
- De-Polli, H., Almeida, D.L., Santos, G.A., Cunha, L.H., Freire, L.R., Amaral Sobrinho, N.M.B., Pereira, N.N.C., Bloise, R.M., Salek, R.C. (1990) *Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro*. Coleção Universidade Rural. Ciências Agrárias, 179p.
- Dias, L.E. (1998) Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa, UFV/Dpto de Solos; Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas.
- Dias, L.E., Griffith, J.J. (1998) Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa, UFV/Dpto de Solos; Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas.
- Dickerson, B.P. (1976) Soil compaction after tree-length skidding in Northern Mississippi. *Soil Science Society American Journal*, 40: 965-966.
- Doran, J.W., Parkin, T.B. (1996) Quantitative indicators of soil quality. *Soil Science Society of America*, Madison, 49:25-38.
- DRM (2003) Departamento de Recursos Minerais, <http://www.drm.rj.gov.br/projetos.asp> em: 05/10/2003.
- Duda, G.P., Campello, E.F.C., Mendonça, E.S., Loures, J.L e Domingos, M. (1999) Avaliação de frações da matéria orgânica do solo para caracterização de áreas degradadas. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 23: 723-728.
- EMBRAPA (1997) *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos - Embrapa Solos, 210p.
- EMBRAPA (1999) *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos - Embrapa Solos 412p.
- Eustáchio, J.A.V., Távora Junior, J.L. (2004) Metodologias de avaliação de ativos ambientais: Uma comparação entre as medidas. Disponível em: <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos> em: 20/01/2004.

- Farias, C.E.G. (2002) Mineração e meio ambiente no Brasil. Relatório preparado para o CGEE, 40p.
- Ferreira, M.M., Dias Júnior, M.S. (2001) *Física do solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras-UFLA, 117p.
- Ferreira, H.F.F., Coelho, M.A. (1986) Efeitos de doses de gesso e subsolagem na produtividade de arroz em solo sódico. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 10:157-161.
- Fernandes, R.A., Carvalho, J.C., Curi, N., Pereira Pinto, E.B., Guimarães, P.T.G. (2002) Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37(11): 1613-1619.
- FUNDENOR (1970) Relatório sobre desenvolvimento do setor agropecuário do Norte Fluminense - Levantamento pedológico. Campos dos Goytacazes-RJ: FUNDENOR/ITALCONSULT, 74p.
- Furtini Neto, A.E., Resende, A.V., Vale, F.R., Faquin, V., Fernandes, L.A. (1999) Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. *Revista Cerne*, 5(2): 001-012.
- Furtini Neto, A.E., Vale, F.R., Resende, A.V., Guilherme, L.R.G., Guedes, G.A.A. (2001) *Fertilidade do solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras-UFLA, 253p.
- Gheyi, H.R., Azevedo, N.C., Batisita, M.A.F., Santos, J.G.R. (1995) Comparação de métodos na recuperação de solo salino-sódico. *Rev. Bras. Ci. Solos*, Campinas, 19: 173-178.
- Gonçalves, J.L.M. (1995) Recomendações de adubação para *Eucalyptus* e *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica., Piracicaba, (15)1-23. *Documentos Florestais*.
- Gonçalves, J.L.M e Mello, S.L.M (2000) O sistema radicular das árvores. In: Gonçalves, J.L.M. Benedetti, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 219-269p.
- Gomes, M.C.R. (1999) Efeito da irrigação suplementar na produtividade de cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes-RJ. Tese (Mestrado em Produção

- Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 51p.
- Griffith, J.J. (1980) Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura. Viçosa: *Soc. de Invest. Florestais-UFV*, 106p.
- Gurgel, V.A. (2004) Externalidades ambientais do sistema produtivo de Alagoas: uma abordagem tipo insumo-produto. Disponível em <<http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/> em: 20/01/2004.
- IAA/MIC (1984) *Relatórios Técnicos Setoriais volume I Tomo 1 a 3*. Estudos e Levantamentos Pedológicos. Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense - RJ.
- IBGE (2002). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>; em: 14/12/02.
- Iglesias del Pozo, E. (1987) Recuperacion de Zonas Alteradas. In: Dias, S.A., Ramos, F. *La práctica de las estimaciones de impactos ambientales*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, p.631-666.
- Johnson, J.W., Wilkinson, R.E. (1993) Wheat growth responses of cultivars to H⁺ concentration. In: Randall, P.J.; Delhaize, E.; Richards, R.A.; Muns, R. (eds.) *Genetic aspects of plant mineral nutrition*. The Netherlands: Kluwer Academic, 69-73.
- Kiehl, E.J. (1979) *Manual de edafologia: relações solo-planta*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p.xx-xx.
- Kirkegaard, J.A., So, H.B., Troedson, R.J. (1993) Effect of compaction on the growth of pigeon pea on clays soils. III. Effect of soil type and water regime on plant response. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, 26: 163-178.
- Leite, G.G., Euclides, V.P. (1994) Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. *Anais do Simpósio sobre Manejo de Pastagem*, 11, Piracicaba: FEALQ.
- Anais do Simpósio sobre Manejo de Pastagem*, 11, Piracicaba.
- Lemos, C.R., E Santos, R.D. (1984) *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 2. ed. Campinas: CIGEL, 46p.
- Libardi, P.L. (1995) *Dinâmica da água no solo*. Piracicaba: ESALQ/USP, 497p.

- Lima, L.A. (1997) Efeitos de sais no solo e na planta. Anais do *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 26 UFPB/SBEA. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: Cap.4, p.112-136.
- Lima, J.M., Guilherme, L.R.G. (2002) *Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras-UFLA, 40p.
- Lourenzo, J.S. (1991) *Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas*. Minas Gerais, 151p.
- Malavolta, E. (1980) *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 251p.
- Marschner, H. (1986) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 4. ed. San Diego: Academic Press, 674p.
- McLaughlin, M.J., James, T.R. (1991) Effect of phosphorus supply to the surface roots of wheat on root extension and rizosphere chemistry in an acidic subsoil. *Plant and Soil*, The Hague, 34(1): 73-82.
- Morris, J.D., Collopy, J.J. (1999) Water use and salt accumulation by *Eucalyptus camaldulensis* and *Casuarina cunninghamiana* on a site with shallow saline groundwater. *Agricultural Water Management* 39: 205-227.
- Naidu, R., Tillman, R.W., Syers, J.K., Kirkman, J.H. (1990) Lime-aluminium-phosphorus interactions and the growth of *Leucaena leucocephala* I. Plant growth studies. *Plant and Soil*, The Hague, 126(1): 1-8.
- Noronha, J.F. (1987) Formação de fluxos de caixas dos projetos. In: Noronha J.F. (ed.) *Projetos Agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica*. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, p.131-162.
- Novais, R.F., Barros, N.F., Neves, J.C.L. (1990) Nutrição mineral do eucalipto. In: Barros, N.F., Novais, R.F. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa p.25-98.
- Oliveira, A.D., Leite, A.P., Botelho, S.A., Scolforo, J.R. (1998) Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetida a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. *Revista Cerne* 4(1): 034-056.

- Oliveira Neto, S.N., Paula, R.C., Barros, N.F. (1997) Adequação química de um solo degradado para revegetação. In: *III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas do Substrato ao Solo*. Ouro Preto.
- Oliveira Neto, S.N., Reis, G.G., Reis, M.G.F., Neves, E.C.L. (2003) Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. *Revista Árvore*, Viçosa, 27(1): 15-23.
- Oliveira, V.P.S. (1996) Avaliação do sistema de irrigação por sulco na Fazenda do Alto, em Campos dos Goytacazes - RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, p.xx.
- Peres, A.A. (2002) Sistemas de recria para novilhas sob pastejo de gramíneas (*Pennisetum purpureum*, Schumacher, cv. Napier), leguminosa (*Stylosanthes guianensis*, Aubl., Sw., cv. Mineirão) e suplementação a pasto. Tese (Mestrado em produção animal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 107p.
- Pinto, J.R.P. (1987) *Um pedaço de terra chamado Campos*. Campos dos Goytacazes – RJ: Almeida Artes-gráficas Editoras.
- Popp, J.H. (1992) Mineração e proteção ambiental: o único caminho possível. *Anais do Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, Curitiba: UFPR/FUPEF, p. 467-470.
- Pralon, A.Z. (1999) Produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia*, inoculadas com fungos micorrizicos arbusculares e rizóbio, em estéril de extração de argila misturado com resíduo ferkal. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade estadual Norte Fluminense - UENF, 70p.
- PROJIR (1984) Estudos e levantamentos pedológicos. Projeto de irrigação e drenagem de cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense - RJ.
- Pupo, N.I.H. (1979) *Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização*. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 341p.
- Ramos, D.P., Cunha L.H. (1985) Caracterização de solos afetados por sais em condições não-hidromórficas da região de Campos (RJ). *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 9: 155-159.

- Ramos, D.P., Manzatto, C.V. (2003) Estudos de solos para ordenamento do uso cerâmico das argilas da Baixada Campista, estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 19p. *Documento 52*.
- Ramos, I.S. (2000) Delimitação, caracterização e cubagem da região de exploração de argila no município de Campos dos Goytacazes. Tese (Mestrado em Ciência de Engenharia) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 83p.
- Ramos, I.S., Alexandre, J., Alves, M.G., Barroso, J.A., Teixeira, L.S., Correa, F.P. (2003) Dimensionamento da indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes, RJ. CD-ROM dos Anais do 47^o Congresso Brasileiro de Cerâmica, João Pessoa-PB, Brasil.
- Ravelli Neto, A. (1989) Caracterização e classificação de uma seqüência de solos da Baixada dos Goytacazes - RJ. Tese (Mestrado em Ciências do Solo) - Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 203p.
- Reichardt, K (1987) *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Ed. Manole, 188p.
- Ritchey, K.D., Silva, J.E., Costa, V.F. (1982) Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah oxisols. *Soil Science*, Baltimore, 133(4): 378-382.
- Rodighieri, H.R. (2000) Florestas como alternativas de aumento de emprego e renda na propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 13p. *Circular Técnica, 42*.
- Rodrigues, L.A. (2001) Crescimento e absorção de nutrientes por plantas de *Eucalyptus grandis* e leguminosas em resposta inoculação com fungos micorrizicos arbusculares e rizóbio. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade estadual Norte Fluminense - UENF, 101p.
- Sansonowicz, C., Smyth, T.J. (1995) Effects of hydrogen on soybean root growth in a subsurface solution. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 30(2): 255-261.
- Schiavo, J.A. (2001) Produção de mudas de goiabeira, (*Psidium guajava* L.) e *Acacia mangium* Willd colonizadas com fungos micorrizicos arbusculares, em blocos prensados confeccionados com resíduos agroindustriais. Tese

- (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 86p.
- Scolforo, J.R.S., Oliveira, A.D., Silveira, V.P. (2000) Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. *Ciência Florestal*, 10(1): 1-19.
- Scolforo, L. (2003) Avaliação de sistemas de produção e viabilidade econômica, na criação de novilhas em pastagens rotacionadas, com uso de banco de proteínas. Tese (Mestrado em Produção Animal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 60p.
- Silva, Ê.F.F., Anti, G.R., Carmello, Q.A.C., Duarte, S.N. (2000) Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. *Scientia Agricola*, 57(4):785-789.
- Silva, H.V. (1998) Proposta para avaliar o impacto ambiental em mineração. "Primeira tentativa" *Ambiente*, 2(2):88-90.
- Silvestre, B.S. (2001) Uma análise competitiva do setor ceramista de Campos dos Goytacazes. Tese (Doutorado em Ciência de Engenharia) - Campos dos Goytacazes - RJ., Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 109p.
- Smyth, T.J., Cravo, M.S. (1992) Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian amazon Oxisol. *Agronomy Journal*, Madison, 84(5): 843-850.
- Soares Filho, C.V. (1994) Recomendações de espécies e variedade de *Brachiaria* para diferentes condições. *Anais do Simpósio sobre Manejo de Pastagem*, 11, Piracicaba: FEALQ, p.25-49.
- Taiz, L. E Zeiger, E. (2004) Fisiologia vegetal. Tradução por Eliana Romanato Santarém, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719p.
- Taylor, G.J. (1991) Current views of the aluminum stress response; the physiological basis of tolerance. *Current Topics in Plant Biochemistry Physiology*, (10): 57-93.
- Tan, K., Keltjens, W.G., Findenegg, G.R. (1992) Acid soil damage in sorghum genotypes: role of magnesium deficiency and root impairment. *Plant and Soil*, The Hague, 139(2): 149-155.

- Tan, K., Keltjens, W.G. (1995) Analysis of acid-soil stress in sorghum genotypes with emphasis on aluminium and magnesium interactions. *Plant and Soil*, The Hague, 171(1): 147-150.
- Tomé Jr., J.B. (1997) *Manual de interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 247p.
- Vale, F.R., Furtini Neto, A.E., Renó, N.B., Fernandes, L.A., Resende, A.V. (1996) Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 31(9): 609-616.
- Vasconcelos, C.L., Santana, M.J., Andrade, L.A.B., Carvalho, J.A., Miguel, D.S. (2002) Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em solos com diferentes níveis texturas. *Anais do Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8*, Recife: p.567-570.
- Vieira, C.M.F.(2001) Caracterização de argilas de Campos dos Goytacazes-RJ visando à fabricação de revestimento cerâmico semiporoso. Tese (Doutorado em Ciência de Engenharia) - Campos dos Goytacazes - RJ., Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 126p.
- Vieira, S.L., Santos, P.C.T.C., Vieira, M.N.S. (1988) *Solos: Propriedades, classificação e manejo*. Brasília: MEC/ABEAS, 154p.
- Vitti, G.C. (1989) *Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta*. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 37p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Descrição morfológica dos perfis estudados.

PERFIL 01
DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 27/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado esquerdo da rodovia RJ 216, sentido Campos - Farol de São Tomé, Vila Campo Limpo, distante aproximadamente 1,2 km do asfalto, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 51' 52"

WO 41° 14' 54,5"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, relevo local plano, coberto por grama-ceda, ao lado da cerca de piquete.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Muitas nos horizontes superficiais e nas fendas existentes até 175 cm de profundidade.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1 00-07 Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), argila; granular média/grande; blocos pequeno/médio; moderada a forte; muito duro; firme; muito plástico e pegajoso.

A3n 07-45 Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), argila; blocos sub-angulares grande, forte; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e pegajoso; fendas verticais contínuas pronunciadas.

BAn(v) 45-65 Cinzento escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado pequeno, comum e distinto; amarelo-brunado (10YR 6/6 úmido), bruno-amarelo-claro (10YR 6/4 seco), argilo siltoso; blocos sub-angulares forte; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e pegajoso; fendas verticais pronunciadas contínuas.

Bin(v) 65-158 Bruno-amarelado (10YR 5/7 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto; bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), argilo siltoso; maciço/prismática; sub-angular muito grande forte; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e pegajoso; fendas verticais pronunciadas; superfície de fricção.

- 2Cnz(v)158-187** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; maciço/prismático; muito grande moderado/forte; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e muito pegajoso; fendas verticais pronunciadas contínuas.
- 3Cn 187-208** Bruno-forte (7,5YR 5/8 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto; bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/6 seco), franco argiloso; maciço; extremamente duro; extremamente firme; plástico e pegajoso.
- 4Cnz 208-240** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), argilo siltoso; maciço; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e muito pegajoso.
- 5C1n 240-255** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), areia; blocos sub-angulares/laminar média a grande; moderado/fraco; ligeiramente duro; firme; não plástico e não pegajoso.
- 5C2n 255-290** Cinzento-claro (10YR 7/2 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3 seco), areia; grãos simples; solto, não plástico; não pegajoso.
- 6Cnz 290-360** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), franco; grão simples; solto; não plástico e não pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa nos horizontes A1 e A3n.
A partir de 290 cm de profundidade foram efetuadas tradagens.

PERFIL 02

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 27/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico salino**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Distante aproximadamente 3 km da vila São Sebastião, em direção à comunidade de Poço Gordo, distante aproximadamente 26 m da estrada, lado esquerdo, (área do Boiadeiro), Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 50' 29"

WO 41° 13' 06"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, relevo local plano, coberto por grama-ceda (pastagem), com pés de sabiás nas redondezas.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais até 70 cm, e raras nos horizontes até 155 cm de profundidade.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap** 00-09 Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), franco argiloso; granular média/moderada; duro; friável/firme; plástico e pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- A31** 09-23 Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), franco argiloso; granular; grande forte; duro; firme; muito plástico e pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- A32n 23-48** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), mosqueado pequeno, comum e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/6 seco), franco argilo arenoso; granular; grande; forte; duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.
- Btnz(h)48-70** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), argila; blocos grande/prismática muito grande; forte; muito duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- Btnz 70-155** Bruno-forte (7,5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/6 seco) mosqueado pequeno, comum e distinto, bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), argila; prismática, grande/muito grande; extremamente duro; extremamente firme; plástico e pegajoso; superfície de compressão, transição gradual e plana.
- CBnz 155-185** Cinzento (10YR 5/3 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), argilo siltoso; maciço; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- Cnzj 185-215** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), oxidação na face dos poros, vermelho-amarelado (5YR 5/8 úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/8 seco), muito argiloso; maciço; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana; lamelas de material escuro na base; segregação de material ferruginoso mais intenso na base.
- 2Cnzj 215-235** Bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (2,5YR 4/8 úmido), vermelho-amarelado (5YR 4/6 seco), muito argiloso; maciço; firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana; base com lamelas de cor escura; ligeira segregação de ferro na parte superior.

- 3Cnzj 235-300** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; muito duro; muito plástico e muito pegajoso.
- 4Cj 300-320** Preto (7,5YR 2,5/1 úmido), preto (7,5YR 2,5/1 seco), muito argiloso; muito duro; muito plástico e pegajoso.
- 5C 320-335** Cinzento muito escuro (7,5YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (7,5YR 4/1 seco), muito argiloso; muito duro; muito plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa no horizonte Ap, sendo observada presença de galerias formadas por anelídeos.
Após 235 cm de profundidade foram efetuadas tradagens.

PERFIL 03

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 28/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Distante aproximadamente 3 km da vila São Sebastião em direção à Poço Gordo, a 350 m da estrada, lado esquerdo, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 50' 35,2"

WO 41° 13' 13,1"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, relevo local plano, coberto por grama batatais, sendo a área utilizada como pastagem em estado avançado de degradação.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes no horizonte Ap, poucas no Bin1.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-10** Bruno muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; blocos pequenos/médios moderado a forte; duro; firme; muito plástico e muito pegajoso.
- Bin1 10-65** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; prismática grande forte; extremamente duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão.

Bin2 65-95 Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (7,5YR 5/8 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/7 seco), franco argilo siltoso; prismática grande/muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso.

Bin(v) 95-125 Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), franco argilo siltoso; prismática muito grande forte; extremamente duro; extremamente firme; plástico e pegajoso.

Binz(v)125-160 Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR6/2 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR 5/8 seco), argilo siltoso; prismática muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; oxidação nas faces e poros.

2Cz 160-170 Bruno-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), argila; laminar moderada/forte; duro; firme; plástico e pegajoso; restos vegetais simi-decompostos.

3Cn1 170-220 Bruno-amarelado-claro (10YR 6/5 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4 seco), areia; grão simples; solto; não plástico e não pegajoso.

LAMELAS Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), franco argilo arenoso; plástico e pegajoso; lamelas de material orgânico.

3Cnz2 220-230⁺ Bruno (10YR 5/3 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR6/2 seco), areia; grão simples; solto; não plástico e não pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Pouca atividade biológica no horizonte Ap.

Face das estruturas prismáticas do horizonte Binz(v) muito avermelhadas, com aspecto bastante ferruginoso. Restos vegetais semidecompostos no 2Cz

Lençol freático encontra-se a 230 cm de profundidade.

PERFIL 04

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 29/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico salino**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Vila Campo Limpo, distante aproximadamente 1 km da RJ 216 (antiga Rodovia do açúcar), em direção à praia do Farol de São Tomé, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 51' 36,4"

WO 41° 14' 52,5"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, localizado ao final da vala que contorna toda a área minerada, coberto por grama-ceda e cerca viva "ficus". Relevo do local apresenta-se plano.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes Ap e A3nz, poucas a raras nos demais até 160 cm de profundidade.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-12** Cinzento muito escuro (10YR 3/3 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), argila; granular pequena/média; blocos pequena/média moderada/forte; duro; friável; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- A3nz 12-38** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), argila; blocos sub-angulares; grande; forte; muito duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- ABnz 38-65** Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10 YR 6/7 seco), argila; blocos sub-angulares grandes; forte; muito duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- Binz 65-160** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/7 seco), mosqueado comum, pequeno e difuso, bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), argilo siltoso; maciço/prismática moderada; extremamente duro; extremamente firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- 2Cnz 160-205** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; maciço; extremamente duro, extremamente firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; ligeira variação amarela no topo e esbranquiçada na base; transição clara e plana.
- 3Cn 205-238** Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), areia; grãos simples; solto; não plástico e não pegajoso; transição abrupta e plana.
- 4Cnzj 238-260** Preto (10YR 2/1 úmido) no sentido da fibra, preto (7,5YR 2,5/2 úmido) contra a fibra, cinzento-escuro (10YR 4/1 seco) no sentido da fibra, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 seco) contra a fibra, franco

arenoso; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição abrupta e plana.

5Cn 260-275 Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), franco arenoso; ligeiramente plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.

6Cn 275-290 Bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-amarelado claro (10YR 6/4 seco); areia, grãos simples, solto; não plástico; não pegajoso; transição clara e plana.

7Cn 290-320+ Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), areia franca; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa nos horizontes Ap e A3nz.

Restos finos de vegetais (galhos e folhas), semidecompostos no horizonte 4Cnzj; material vegetal semidecomposto mais grosso no horizonte 7Cn sendo possível reconhecer galhos com mais de 15 cm de diâmetro.

Lençol freático encontra-se a 320 cm de profundidade.

PERFIL 05

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 28/11/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háptico Sódico gleico Classe sugerida Gleissolo Háptico Sódico salino (tiomórfico em profundidade)**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Próximo da estrada que liga São Sebastião à comunidade de Poço Gordo, distante aproximadamente 2,3 km de São Sebastião, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 50'50,3"

WO 41° 12' 59,8"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, processo de mineração ainda em atividade; coberto por grama-ceda, local com relevo plano.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM- Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais; muitas até o horizonte 3Cnz

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 00-10** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), argilo siltoso; blocos pequeno/médio forte; firme; duro; muito plástico e pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- ABn 10-22** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado comum, médio e difuso, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 úmido), cinzento-claro (10YR 7/2 seco), muito argiloso; blocos médio/grande; forte, firme/muito firme; muito duro; muito plástico e pegajoso; transição clara e sinuosa.
- Bin 22-50** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), mosqueado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), muito argiloso; prismática grande/muito grande forte; muito firme; muito duro; muito plástico e muito pegajoso; transição clara e sinuosa.
- 2Bin1 50-68** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto, vermelho-amarelado (5YR 5/7 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/8 seco), argila; prismática muito grande forte; muito firme; muito duro; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- 2Bin2 68-88** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto, vermelho-amarelado (5YR 5/7 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/8 seco), argila; prismática muito grande forte; muito firme; muito duro; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição clara e sinuosa.
- 3Cnz 88-107** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/6 seco), muito argiloso; prismática muito grande forte; muito firme; muito duro; muito plástico e muito pegajoso; transição clara e sinuosa.
- 4Cnzj 107-116** Bruno-acinzentado (2,5Y 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8 seco), argilo siltoso; prismática muito grande, forte, muito firme, muito duro; muito plástico e pegajoso, transição abrupta e plana.
- 5Cnzj 116-140** Bruno-amarelado (10YR 5/5 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), areia; grãos simples e solto; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- 6Cnzj 140-152** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido), bruno-amarelado (7,5YR 5/8 seco), franco; maciço; firme; muito duro; plástico e pegajoso; oxidação nas faces e poros; transição abrupta e plana.

- 7Cnzj 152-160** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), oxidação nas faces e poros bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/7 seco), presença de material similar a carvão, preto (7,5YR 2,5/1), muito argiloso; maciço; firme/muito firme; muito duro; plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.
- 8Cj 160-166** Bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/5 seco), franco arenoso; grãos simples solto; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- 9Cj 166-204** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), oxidação nas faces e poros, distinto bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/7 seco), argila; maciço; firme/muito firme; muito duro; plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.
- 10Czj 204-212** Bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), areia franca; grãos simples e solto; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- 11Czj1 212-222** Cinzento muito escuro (2,5Y 3/1 úmido), cinzento (2,5Y 5/1 seco), areia franca; ligeiramente pegajoso, transição abrupta e plana.
- 11Czj2 222-232** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), areia; não plástico e não pegajoso.
- 12Cz 232-240+** Cinzento muito escuro (2,5Y 3/1 úmido), cinzento (2,5Y 5/1 seco), franco arenoso; firme, duro, ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa; várias galerias formadas por insetos no horizonte A; fendas bem visíveis até 88 cm de profundidade.

Presença de material similar a carvão no topo do horizonte 3Cnz.

Lençol freático se encontra 232 cm de profundidade.

PERFIL 06

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 02/12/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado direito da estrada que liga Campo Limpo a São Sebastião, distante 200 metros do asfalto, próximo a Campo Limpo, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 51' 37,9"

WO 41° 13' 50,6"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, processo de mineração em atividade; área ocupada com cana-de-açúcar (final de ciclo).

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.
 PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.
 ROCHOSIDADE: Não rochosa.
 RELEVO LOCAL: Plano.
 RELEVO REGIONAL: Plano.
 EROSÃO: Não aparente.
 DRENAGEM: Moderadamente drenado.
 VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.
 RAÍZES: Abundantes no horizonte Ap.
 DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-20** Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), argilo siltoso; blocos médio/grande forte; muito duro; firme; muito plástico e pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- Bin1 20-80** Amarelo-brunado (10YR 6/7 úmido), amarelo (10YR 7/7 seco), variegado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/5 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada; muito duro; firme; plástico e pegajoso; superfície de compressão, transição difusa e sinuosa.
- Bin2 80-120** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo (10YR 7/6 seco), variegado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), franco argiloso; prismática muito grande moderada; muito duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; superfície de compressão; transição difusa e sinuosa.
- Bin3 120-180** Bruno-amarelado (10YR 5/7 úmido), amarelo (10YR 7/6 seco), variegado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), cinzento-claro (10YR 7/2 seco) argilo siltoso; prismática muito grande moderada; muito duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e sinuosa.
- Bin4 180-240** Bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), cinzento-claro (10YR 7/2 seco), variegado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/8 úmido), amarelo (10YR 7/6 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada; duro; firme; transição difusa e sinuosa; muito plástico e pegajoso.
- Bin5 240-265** Bruno-forte (7,5YR 5/8 úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8 seco) variegado comum, pequeno e distinto, bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/2 seco), argilo siltoso; maciço/prismática muito grande moderada; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição difusa e sinuosa.
- Cnz 265-295** Cinzento (10YR 5/1 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/2 seco), variegado comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/7 úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8 seco), argilo siltoso; maciço;

extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; oxidação nas faces e poros; transição difusa e sinuosa.

2Cnz 295-320 Bruno-acinzentado-escuro (2,5YR 4/2 úmido), cinzento-brunado-claro (2,5YR 6/2 seco), variegado comum, pequeno e distinto, proeminente bruno-forte (7,5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/7 seco), argilo siltoso; maciço; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; oxidação nas faces e poros; transição difusa e sinuosa.

3Cnz 320-420 Bruno-acinzentado-escuro (2,5YR 3/1 úmido), cinzento-brunado-claro (2,5YR 5/2 seco), argilo siltoso; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso.

Cz lamelas Preto (N 2,5/ úmido), preto (7,5 YR 2,5/1 seco), muito argiloso; extremamente duro; firme.

OBSERVAÇÕES: Material coletado por tradagem a partir de 320 cm de profundidade.

PERFIL 07

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 03/12/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico salino (Classe sugerida Gleissolo Háplico Sódico salino)**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado direito da estrada do Sabão, próximo à Cerâmica Santa Edwiges, distante aproximadamente 3 km da rodovia que liga Campos do Goytacazes ao Farol de São Tomé; Saturnino Braga, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 54' 22"

WO 41° 10' 59,8"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, próximo a cerca viva formada por ficus; cava atualmente se encontra parte ocupada por pastagem e parte com experimento de espécies florestais.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- An 00-07** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; granular média/blocos médio forte, muito duro, firme; muito plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- A31n 07-35** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), mosqueado comum, médio e difuso cinzento (10YR 5/1 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), muito argiloso; blocos médio/muito grande forte; muito duro, muito firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- A32nz35-63** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e difuso, bruno (10YR 4/3 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/7 seco), muito argiloso; prismática grande/muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- BAn 63-80** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/7 seco), muito argiloso; prismática grande/muito grande forte; extremamente duro, firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- Binz1 80-135** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/7 seco), mosqueado abundante, pequeno e difuso, cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada; muito duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição difusa e sinuosa.
- Binz2 135-164** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), mosqueado abundante, pequeno/médio e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/7 seco), argilo siltoso; maciço; muito duro; firme; muito plástico e pegajoso; transição difusa e sinuosa.
- Cnzj 164-192** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto, vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/8 seco), franco argilo arenoso; maciço; ligeiramente duro; friável; plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- 2Cnzj 192-210** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), variegado comum, pequeno e distinto, vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmido), bruno-forte (7,5YR 5/8 seco), franco arenoso; grão simples maciço; friável; ligeiramente duro; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- 3Cnz1 210-222** Cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2 úmido), cinzento-avermelhado (5YR 5/2 seco), franco arenoso; grão simples maciço; macio; muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

3Cnz2 222-235⁺ Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), areia; grão simples maciço; macio; muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Muitas raízes até 63 cm de profundidade.
Atividade biológica intensa nos horizontes An, A31n.
Lençol freático se encontra 230 cm de profundidade.

PERFIL 08

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 09/12/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háptico Sódico gleico (Classe sugerida Gleissolo Háptico Sódico salino)**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado direito da estrada do Sabão, próximo à Cerâmica Santa Edvigges, distante aproximadamente 3 km da rodovia que liga Campos do Goytacazes ao Farol de São Tomé; Saturnino Braga, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 54' 22"

WO 41° 11' 03,8"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila, atividade de mineração encerrada, atualmente a cava encontra-se parte ocupada por pastagem (gramaceda), e parte ocupada pelo lençol freático.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes até 80 cm de profundidade e muitas nas fendas existentes no demais horizontes.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Apn 00-06 Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; blocos pequenos/médio forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.

A3n 06-28 Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; blocos muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e ondulada.

BAnz1 28-40 Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; prismática muito grande forte; extremamente duro, muito firme;

muito plástico e muito pegajoso; afloração de sais em algumas faces; transição gradual e ondulada.

BAnz2 40-53 Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; prismática muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; afloração de sais em algumas faces; transição gradual e ondulada.

Bin 53-75 Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), variegado pouco, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), argila; prismática muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; afloração de sais em algumas faces; superfície de compressão; transição gradual e ondulada.

Binz 75-98 Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/7 seco), variegado abundante, pequeno e difuso, bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), argila; prismática muito grande forte; muito duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e ondulada.

BCnz 98-130 Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), variegado comum, grande e distinto, bruno (7,5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada/forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição difusa e ondulada.

Cnz 130-170+ Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), variegado comum, pequeno/médio e distinto, vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/6 seco), franco argiloso; maciço; muito duro; friável; plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa nos horizontes Apn e A3n.
Lençol freático encontra-se a 170 cm de profundidade

PERFIL 09

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 10/12/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado direito da estrada que liga Vila Carmo a Poço Gordo, distante aproximadamente 1,5 km da rodovia que liga Campos do Goytacazes ao Farol de São Tomé; Vila Carmo, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 50' 28,5"

WO 41° 14' 31,4"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila; em atividade mineração, encontra-se parcialmente encoberto por grama-ceda; antiga lavoura de cana-de-açúcar. Relevo local plano.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.
 CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).
 MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.
 PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.
 ROCHOSIDADE: Não rochosa.
 RELEVO LOCAL: Plano.
 RELEVO REGIONAL: Plano.
 EROSÃO: Não aparente.
 DRENAGEM: Bem drenado.
 VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.
 RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais.
 DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-15** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), argila; granular pequena/médio moderada; ligeiramente duro; friável; muito plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- A3 15-32** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), franco argilo siltoso; blocos médio/grande forte; duro; friável; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bi1 32-86** Bruno-forte (7,5YR 5/8 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada; duro; firme; plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- Bin2 86-180** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/7 seco) mosqueado abundante, médio e difuso, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 seco), franco argilo siltoso; prismática muito grande, moderada; duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bin3 180-206** Bruno-amarelado (10YR 5/8 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco) mosqueado abundante, médio/grande e distinto, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 seco), argilo siltoso; prismática muito grande moderada; duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bin4 206-250** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), mosqueado comum, pequeno/médio e difuso, bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco) argilo siltoso; prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição clara e plana.
- BCn 250-275** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), muito argiloso; maciço/prismática muito grande, moderada; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso ; transição clara e plana; topo e base com lamelas de material escuro (4 a 5 cm de espessura).
- CBn 275-304** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), mosqueado comum, pequeno/médio e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/6

úmido), amarelo-brunado (10YR 6/7 seco), muito argiloso; maciço/prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição clara e plana.

Cn 304-335 Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/7 seco) mosqueado comum, médio e difuso, cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), muito argiloso; maciço/prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; topo escuro (4 cm de espessura) ; transição gradual e ondulada.

2Cn1 335-360 Bruno (10YR 5/3 úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), franco argiloso; maciço; extremamente duro; firme; plástico e pegajoso; oxidação na faces dos poros; transição clara e plana.

2Cn2 360-390 Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco) mosqueado comum, pequeno e distinto, cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento (10YR 6/1 seco), franco argiloso; maciço; duro; firme; muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.

3C 390-400⁺ Bruno (10YR 5/3 úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 seco), areia; grão simples; macio; muito friável; não plástico e não pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes abundantes Ap e A3; muitas no Bi1. Atividade biológica intensa no Ap, galerias de anelídeos até a profundidade de 30 cm.

Duas lamelas escuras com aproximadamente 3cm de espessura no CBn.

PERFIL 10

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 12/12/2003

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico (Classe sugerida Gleissolo Háplico Sódico)**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Próximo a estrada que liga Vila Carmo a Poço Gordó, distante aproximadamente 1,3 km da Rodovia RJ-216, Vila Carmo, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 50' 21,1"

WO 41° 14' 33,3"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila; em atividade mineração, área ocupada com cana-de-açúcar. Relevo local plano.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.
 ROCHOSIDADE: Não rochosa.
 RELEVO LOCAL: Plano.
 RELEVO REGIONAL: Plano.
 EROSÃO: Não aparente.
 DRENAGEM: Moderadamente drenado.
 VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.
 RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais; muitas até profundidade de 95 cm.
 DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-10** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; blocos pequeno/médio moderada; muito duro; friável; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A31 10-45** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), argila; blocos grande/muito grande forte; muito duro; friável; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- A32n 45-95** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e difuso, vermelho-amarelado (5YR 4/6 úmido), vermelho-amarelado (5YR 5/6 seco), argila; prismática muito grande/blocos muito grande forte; muito duro; firme; muito plástico e ligeiramente pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- Bin 95-122** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8 seco), mosqueado comum, pequeno e distinto, cinzento (10YR 6/1 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), muito argiloso; prismática muito grande forte; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- Binj 122-186** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/8 seco), mosqueado abundante, pequeno/médio e distinto, cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco) muito argiloso; prismática muito grande forte; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- Cn 186-209** Cinzento (10YR 5/1 úmido), cinzento-claro (10YR 7/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e difuso, bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 seco), muito argiloso; prismática muito grande forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- 2Cn 209-262** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), mosqueado pouco, pequeno e difuso, bruno (10YR 4/3 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4 seco), muito argiloso; prismática muito grande moderada; extremamente duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e ondulada.

- 3C 262-275** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido), bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), mosqueado pouco, médio e distinto, bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), bruno-amarelado (7,5YR 5/8 seco), argila; prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição abrupta e plana.
- 4C1 275-306** Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4 úmido), bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4 seco), areia; grão simples; solto; não plástico e não pegajoso; transição abrupta e plana.
- 4C2z 306-325⁺** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), areia; grão simples; macio; muito friável; não plástico e não pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica intensa no Ap, com presença de minhocas. Presença de lamela escura com aproximadamente 3 cm de espessura no Binj. Lençol freático encontra-se a 325 cm de profundidade.

PERFIL 11

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 02/02/2004

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Sódico gleico salino (Classe sugerida Gleissolo Háplico Sódico)**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado esquerdo da estrada que liga a comunidade de Goitacazes à comunidade de Tocos, distante aproximadamente 4,5 km da comunidade de Goitacazes e a 1,5 km da estrada asfaltada, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 51' 20,7"
WO 41° 15' 29,7"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil situado em barranco de cava de extração de argila; em atividade mineração, área encontra-se com pastagem em estado avançado de degradação.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais.

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-18** Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), argila; blocos grande/muito grande forte; muito duro; friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

- A3n 18-36** Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), variegado abundante pequeno e distinto bruno-amarelado (5YR 5/6 úmido), bruno-amarelado-claro (5YR 6/4 seco), argila; blocos muito grande forte; muito duro; firme; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bin 36-77** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), argilo siltoso; prismática muito grande forte; muito duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e sinuosa.
- Binz 77-118** Cinzento (2,5Y 5/1 úmido), cinzento (2,5Y 6/1 úmido), muito argiloso; prismática muito grande moderada/forte; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição abrupta e plana.
- Cn 118-140** Cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), muito argiloso; prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; superfície de compressão; transição gradual e plana.
- 2Cn 140-188** Cinzento-brunado-claro (2,5Y 6/2 úmido), cinzento-claro (2,5Y 7/2 seco), muito argiloso, prismática muito grande; moderada; extremamente duro; firme; muito plástico e pegajoso; superfície de compressão; transição abrupta e plana.
- 3Cn 188-206** Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; maciço/prismática muito grande moderada; extremamente duro; muito firme; muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.
- 4Cn 206-243** Cinzento escuro (10YR 4/1 úmido), cinzento (10YR 5/1 seco), mosqueado comum, médio e distinto, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/4 seco), muito argiloso; maciço/prismática muito grande; muito duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- 5Cnz 243-287⁺** Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 úmido), cinzento-bruno-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado comum, médio e distinto bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido), bruno-amarelado (10YR 5/8 seco), franco arenoso; maciço; duro; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Presença de pequenos pedregulhos material no 5Cnz.
 Presença de lamelas escuras (semelhante à carvão) nos horizontes 3Cn e 4Cn.
 Lençol freático encontra-se a 287cm de profundidade

PERFIL 12
DESCRIÇÃO GERAL

DATA DE COLETA: 03/02/2004

CLASSIFICAÇÃO: **Cambissolo Háplico Tb Eutrófico gleico**

LOCALIZAÇÃO, ESTADO, MUNICÍPIO: Lado esquerdo da estrada que liga a comunidade de Goitacazes à comunidade de Tocos, distando aproximadamente 3,5 km da comunidade de Goitacazes, Campos dos Goytacazes-RJ.

COORDENADAS: S 21° 51' 00,1"

WO 41° 16' 07,2"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Perfil localizado em barranco de cava de extração de argila; em atividade de mineração, área ocupada por pastagem cultivada.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluviais.

CRONOLOGIA: Sedimentos do quaternário (Holoceno).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Seqüência variada de extratos do rio Paraíba do Sul.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perinefólia de várzea.

RAÍZES: Abundantes nos horizontes superficiais (até 40 cm de profundidade).

DESCRITO E COLETADO POR: Romano R. Valicheski e Cláudio R. Marciano.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 00-12** Cinzento muito escuro (10YR 3/1 úmido); cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; blocos médio/grande forte; muito duro; friável; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- A3 12-28** Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), argila; blocos muito grande forte; extremamente duro; firme; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bi 28-40** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), mosqueado abundante, pequeno/médio e difuso, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido), bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2 seco), argila; prismática grande/blocos muito grande moderada/forte; extremamente duro; muito firme; plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- Bin1 40-107** Bruno-amarelado (10YR 5/4 úmido), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 seco), franco argiloso, prismática muito grande forte; duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bin2 107-135** Bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), mosqueado abundante médio distinto bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-bruno-claro (10YR 6/2 seco) argilo siltoso; prismática muito grande forte; extremamente duro; firme; plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

- Bin3 135-196** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado abundante, pequeno/médio difuso bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), argilo siltoso; prismática muito grande forte; extremamente duro; firme; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Cn 196-221** Bruno-acinzentado (10YR 5/2 úmido), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco), mosqueado abundante, pequeno/médio distinto bruno-amarelado (10YR 5/6 úmido), amarelo-brunado (10YR 6/6 seco), argila; prismática muito grande moderada/forte; extremamente duro; muito firme; muito plástico e pegajoso; transição abrupta e plana.
- 2Cn 221-234** Preto (10YR 2/1 úmido); cinzento-escuro (10YR 4/1 seco); muito argiloso; maciço; duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; transição abrupta e plana.
- 3Cn 234-250** Bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3 úmido); cinzento bruno-claro (10YR 6/2 seco) oxidação nos poros, bruno-forte (7,5YR 4/6 úmido) bruno-forte (7,5YR 5/6 seco); muito argiloso; maciço; muito plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- 4Cn 250-266*** Preto (10YR 2/1 úmido), cinzento-escuro (10YR 4/1 seco), muito argiloso; maciço; extremamente duro; firme; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica visível no Ap e A3.

Lamelas de material similar a carvão no 4Cn.

Lençol freático encontra-se a 266 cm de profundidade

APÊNDICE B

Fluxo de caixa dos cenários avaliados

Tabela 1B. Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) simulado para eucalipto implantado em cavas, após a extração da argila, sem considerar o valor recebido pela mineração e o valor de uso da terra

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>												
Itens	Un.	V. Un.	Ano 1		Ano 2		Ano 7		Ano 8		Ano 14	
			Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total
1. Operações mecanizadas	-	-	13,5	455,0	3,0	90,0	-	-	-	-	-	-
Nivelamento da cava	H/m	40,00	5,0	200,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gradagem	H/m	30,00	5,5	165,0	3,0	90,0	-	-	-	-	-	-
Abertura de sulcos	H/m	30,00	1,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	H/m	30,00	2,0	60,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Insumos	-	-	-	1115,29	-	36,0	-	-	-	158,0	-	-
Mudas (plântio+replântio)	Un.	0,25	1799	449,75	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	kg	12,0	3,0	36,0	3,0	36,0	-	-	3	36,0	-	-
Análise de solo	Un.	20,0	1	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubo orgânico	T	30,0	5,0	150,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Super fosfato simples	Kg	0,73	150,0	109,50	-	-	-	-	80,0	58,4	-	-
Cloreto de potássio	Kg	0,94	100,0	94,0	-	-	-	-	30,0	28,2	-	-
Uréia	Kg	1,18	180,0	212,4	-	-	-	-	30,0	35,4	-	-
Sulfato de Zinco	Kg	2,60	3,6	9,36	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato de cobre	Kg	4,20	4,0	16,80	-	-	-	-	-	-	-	-
Borax	Kg	3,80	4,6	17,48	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Mão-de-Obra	-	-	-	690,0	10,0	150,0	18,0	270,0	10,0	150,0	12	180,0
Coveamento	D/h	15,0	2,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantio	D/h	15,0	7,0	105,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	D/h	15,0	6,0	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Desbrota	D/h	15,0	-	-	-	-	-	-	5,0	75,0	-	-
Adubação	D/h	15,0	1,0	15,0	-	-	-	-	1,0	15,0	-	-
Replântio	D/h	15,0	1,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Coroamento	D/h	15,0	9,0	135,0	5,0	75,0	-	-	-	-	-	-
Outros	D/h	15,0	20,0	300,0	5,0	75,0	-	-	4,0	60,0	-	-
Colheita	D/h	15,0	-	-	-	-	18,0	270,0	-	-	12,0	180,0
4. Terra	R\$	400,0	1	400,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor residual da terra	R\$	400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	400,0
5. Custo Total (1+2+3+4)	R\$	-	-	2660,29	-	276,0	-	270,0	-	308,0	-	180,0
6. Produtividade e Renda	m ² xR\$	21,75	-	-	-	-	210,0	4.567,50	-	-	180,0	3.915,0
Fluxo Líquido	R\$	-	-	-2660,29	-	-276,0	-	4.297,50	-	-380,0	-	4.135,0

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário; T: tonelada. OBS: nos anos não citados não foram realizadas atividades

Tabela 2B. Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ano⁻¹), simulado para pastagem, implantada em cavas após a extração da argila sem considerar o valor recebido pela mineração e o valor de uso da terra

<i>Brachiaria decumbens</i>																
Itens	Un.	V.Un.	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
1. Op. mecanizadas			437,0	-	87,5	-	87,5	30,0	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-
Nivelamento da cava	H/m	40,0	200,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gradagem	H/m	30,0	90,0	-	-	-	-	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de animais	Km	2,50	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-
Plantio	H/m	30,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passagem rolo compactador	H/m	30,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perfuração de buracos	H/m	30,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Insumos	-	-	546,01	195,61	212,61	195,61	212,61	305,11	212,61	195,61	212,61	195,61	212,61	195,61	212,61	195,61
Semente)	Kg	3,75	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	kg	12,0	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herbicida	L	46,0	46,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Super fosfato simples	Kg	0,73	109,50	-	-	-	-	109,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Uréia	Kg	1,18	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94
Corda	m	0,85	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-
Sal comum	sc	7,0	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
Energia	kWh	0,427	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77
Sal mineral	Kg	1,30	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Ferramentas	-	-	128,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Mão de obra			355,5	220,5	220,5	220,5										
Adubação de cobertura	D/h	15,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Cerca elétrica	D/h	15,0	120,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manejo de animais e cerca	D/h	15,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Limpeza de piquetes	D/h	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Aplicação de defensivos	D/h	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veterinário	D/h	180,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
4. Equipamentos	-	-	239,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Cerca Elétrica	-	-	247,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Medicamentos	-	-	48,15	46,90												
7. Compra de animais	Un.	380,0	950,0	-												
8. Terra	R\$	400,0	400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor residual da terra	R\$	400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,0
Custo Total (soma 1-8)	R\$	-	3192,0	464,01	1487,2	464,01	1487,2	603,51	1487,2	464,01	1487,2	464,01	1487,2	464,01	1487,2	464,01
Venda de animais	Un.	825,0	-	2062,5												
Fluxo Líquido	R\$	-	-3224,5	1598,5	-1519,7	1598,5	-1519,7	1459,0	-1519,7	1598,5	-1519,7	1598,5	-1519,7	1598,5	-1519,7	1998,5

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário; m: metro; L: litro; sc: saco (25kg), Op. operações

Tabela 3B. Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹), simulado para cana-de-açúcar implantada em cavas de extração de argila sem considerar o valor recebido pela mineração e o valor de uso da terra

Cana-de-açúcar																
Itens	Un.	V. Un.	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
1. Operações mecanizadas	R\$	-	526,00	403,00	359,00	315,00	293,00	271,00	249,00	436,00	403,00	359,00	315,00	293,00	271,00	249,00
Nivelamento da cava	H/m	40,00	200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subsolagem	H/m	40,00	-	-	-	-	-	-	-	80,00	-	-	-	-	-	-
Gradagem Aradora	H/m	40,00	80,00	-	-	-	-	-	-	80,00	-	-	-	-	-	-
Gradagem niveladora	H/m	30,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Sulcação/Adubação	H/m	35,00	70,00	-	-	-	-	-	-	70,00	-	-	-	-	-	-
Trans. e emb. Mud. 15 Km	R\$/T	4,40	44,00	-	-	-	-	-	-	44,00	-	-	-	-	-	-
Cobertura sulcos	H/m	35,00	21,00	-	-	-	-	-	-	21,00	-	-	-	-	-	-
Transp. insumos	H/m	30,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Aplicação Herbicida	H/m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	60,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Cultivo/adubação	H/m	30,00	-	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	-	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00
Enleiramento da palha	H/m	30,00	-	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	-	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Carreg./transporte 15km	R\$/T	4,40	-	286,00	242,00	198,00	176,00	154,00	132,00	-	286,00	242,00	198,00	176,00	154,00	132,00
2. Insumos	R\$	-	780,50	363,30	363,30	363,30	384,90	384,90	384,90	842,50	363,30	363,30	363,30	384,90	384,90	384,90
Mudas	R\$/T	37,41	374,10	-	-	-	-	-	-	374,10	-	-	-	-	-	-
Herbicida secante	L	18,50	-	-	-	-	-	-	-	62,00	-	-	-	-	-	-
Herbicida pós emergente	ha	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40
Fertilizante 20-05-20	kg	1,05	-	-	-	-	283,50	283,50	283,50	-	-	-	-	283,50	283,50	283,50
Fertilizante 20-00-20	Kg	0,97	-	261,90	261,90	261,90	0,00	0,00	0,00	-	261,90	261,90	261,90	0,00	0,00	0,00
Fertilizante 05-30-20	Kg	0,95	285,00	-	-	-	-	-	-	285,00	-	-	-	-	-	-
Análise de solo	Un.	20,0	20,0	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-
3. Mão de obra	R\$	-	153,00	304,91	263,77	222,63	202,06	181,49	160,92	153,00	304,91	263,77	222,63	202,06	181,49	160,92
Dist. mudas	D/h	15,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Corte em toletes	D/h	15,00	30,00	-	-	-	-	-	-	30,00	-	-	-	-	-	-
Repasse pós plantio	D/h	15,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Aceiro	D/h	15,00	-	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	-	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Queima para colheita	R\$/T	0,11	-	7,41	6,27	5,13	4,56	3,99	3,42	-	7,41	6,27	5,13	4,56	3,99	3,42
Corte	D/h	4,00	-	260,00	220,00	180,00	160,00	140,00	120,00	-	260,00	220,00	180,00	160,00	140,00	120,00
Capina manual/repasse	D/h	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Assistência técnica	R\$/ha	3,00	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4. Terra	R\$	400,00	400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor residual da terra	R\$	400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,00
5. Custo Total (soma 1-4)	R\$	-	1859,50	1.071,2	986,07	900,93	879,96	837,39	794,82	1.431,5	1071,2	986,07	900,93	879,96	837,39	794,82
6. Venda da cana	R\$/T	27,35	0,00	1777,7	1504,2	1.230,7	1094,0	957,25	820,50	0,00	1777,7	1504,2	1230,7	1094	957,25	1220,5
Fluxo Líquido	R\$	-	-1859,5	706,54	518,18	329,82	214,04	119,86	25,68	-1431,5	706,54	518,18	329,82	214,04	119,86	425,68

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário; T: tonelada; L: litro, ha.: hectare

Tabela 4B Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹), simulado para eucalipto implantada em cavas de extração de argila considerando o valor recebido pela venda da argila e o valor de uso da terra

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>																
Itens	Un.	V. Un.	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
1. Operações mecanizadas	R\$	-	455,0	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nivelamento da cava	H/m	40,00	200,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gradagem	H/m	30,00	165,0	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abertura de sulcos	H/m	30,00	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	H/m	30,00	60,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Insumos	R\$	-	1115,3	36,0	-	-	-	-	-	158,0	-	-	-	-	-	-
Mudas (plantio+replanteio)	Un.	0,25	449,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	kg	12,0	36,0	36,0	-	-	-	-	-	36,0	-	-	-	-	-	-
Análise de solo	Un.	20,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubo orgânico	T	30,0	150,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Super fosfato simples	Kg	0,73	109,50	-	-	-	-	-	-	58,4	-	-	-	-	-	-
Cloreto de potássio	Kg	0,94	94,0	-	-	-	-	-	-	28,2	-	-	-	-	-	-
Uréia	Kg	1,18	212,4	-	-	-	-	-	-	35,4	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Zinco	Kg	2,60	9,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato de cobre	Kg	4,20	16,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Borax	Kg	3,80	17,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Mão de obra	R\$	-	690,0	150,0	-	-	-	-	270,0	150,0	-	-	-	-	-	180,0
Coveamento	D/h	15,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantio	D/h	15,0	105,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	D/h	15,0	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desbrota	D/h	15,0	-	-	-	-	-	-	-	75,0	-	-	-	-	-	-
Adubação	D/h	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-
Replanteio	D/h	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coroamento	D/h	15,0	135,0	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	D/h	15,0	300,0	75,0	-	-	-	-	-	60,0	-	-	-	-	-	-
Colheita	D/h	15,0	-	-	-	-	-	-	270,0	-	-	-	-	-	-	180,0
4. Valor de Uso da Terra	R\$	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0
Venda da Argila	R\$	20.000,0	20000,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo Total (1+2+3+4)	R\$	-	2511,3	527,0	251,0	251,0	251,0	251,0	521,0	559,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	531,0
Venda da Produção	R\$	-	-	-	-	-	-	-	4567,5	-	-	-	-	-	-	3.915,0
Fluxo Líquido	R\$	-	17488,7	-527,0	-251,00	-251,00	-251,0	-251,0	4046,5	-559,00	-251,0	-251,0	-251,0	-251,0	-251,0	3.484,0

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário; T.: tonelada

Tabela 5B. Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹), simulado para pastagem implantada em cavas de extração de argila considerando o valor recebido pela venda da argila e o valor de uso da terra

<i>Brachiaria decumbens</i>																
Itens	Un.	V. Un.	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
1. Operações mecanizadas	R\$	-	437,0	-	87,5	-	87,5	30,0	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-
Nivelamento da cava	H/m	40,0	200,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gradagem	H/m	30,0	90,0	-	-	-	-	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de animais	Km	2,50	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-	87,5	-
Plantio	H/m	30,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passagem rolo compactador	H/m	30,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perfuração de buracos	H/m	30,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Insumos	R\$	-	546,01	195,61	212,61	195,61	212,61	305,11	212,61	195,61	212,61	195,61	212,61	195,61	212,61	195,61
Semente)	Kg	3,75	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	kg	12,0	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herbicida	ha	46,0	46,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Super fosfato simples	Kg	0,73	109,50	-	-	-	-	109,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Uréia	Kg	1,18	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94	156,94
Corda	m	0,85	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-	17,0	-
Sal comum	sc	7,0	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
Energia	kWh	0,4272	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77	10,77
Sal mineral	Kg	1,30	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Ferramentas	-	-	128,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Mão de obra	R\$	-	355,5	220,5	220,5	220,5										
Adubação de cobertura	D/h	15,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Cerca elétrica	D/h	15,0	120,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manejo de animais e cerca	D/h	15,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Limpeza de piquetes	D/h	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Aplicação de defensivos	D/h	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veterinário	D/h	180,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
4. Equipamentos	R\$	-	239,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Cerca Elétrica	R\$	-	247,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Medicamentos	R\$	-	48,15	46,90												
7. Compra de animais	Un.	380,0	950,0	-												
8. Valor de uso da terra	R\$	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0
Venda da argila	R\$	20000,0	20000,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo Total (soma 1-8)	R\$	-	3075,52	715,01	1770,8	715,01	1770,8	854,51	1770,8	715,01	1770,8	715,01	1770,8	715,01	1770,8	715,01
Venda de animais	Un.	825,0	-	2062,5												
Fluxo Líquido	R\$	-	16924,5	1347,5	-1770,8	1347,5	-1770,8	1208,0	-1770,8	1347,5	-1770,8	1347,5	-1770,8	1347,5	-1770,8	1347,5

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário; m.: metro, sc.: saco (25kg), ha.: hectare, Un.: unidade

Tabela 6B. Fluxo de caixa (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹), simulado para cana-de-açúcar implantada em cavas de extração de argila considerando o valor recebido pela venda da argila e o valor de uso da terra

Cana-de-açúcar																
Itens	Un.	V. Un.	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14
1. Operações mecanizadas	R\$	-	526,00	403,00	359,00	315,00	293,00	271,00	249,00	436,00	403,00	359,00	315,00	293,00	271,00	249,00
Nivelamento da cava	H/m	40,00	200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subsolagem	H/m	40,00	-	-	-	-	-	-	-	80,00	-	-	-	-	-	-
Gradagem Aradora	H/m	40,00	80,00	-	-	-	-	-	-	80,00	-	-	-	-	-	-
Gradagem niveladora	H/m	30,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Sulcação/Adubação	H/m	35,00	70,00	-	-	-	-	-	-	70,00	-	-	-	-	-	-
Trans. e emb. Mud. 15 Km	R\$/T	4,40	44,00	-	-	-	-	-	-	44,00	-	-	-	-	-	-
Cobertura sulcos	H/m	35,00	21,00	-	-	-	-	-	-	21,00	-	-	-	-	-	-
Transp. insumos	H/m	30,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Aplicação Herbicida	H/m	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	60,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Cultivo/adubação	H/m	30,00	-	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	-	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00	51,00
Enleiramento da palha	H/m	30,00	-	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	-	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Carreg./transporte 15km	R\$/T	4,40	-	286,00	242,00	198,00	176,00	154,00	132,00	-	286,00	242,00	198,00	176,00	154,00	132,00
2. Insumos	R\$	-	780,50	363,30	363,30	363,30	384,90	384,90	384,90	842,50	363,30	363,30	363,30	384,90	384,90	384,90
Mudas	R\$/T	37,41	374,10	-	-	-	-	-	-	374,10	-	-	-	-	-	-
Herbicida secante	L	18,50	-	-	-	-	-	-	-	62,00	-	-	-	-	-	-
Herbicida pós emergente	ha	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40	101,40
Fertilizante 20-05-20	kg	1,05	-	-	-	-	283,50	283,50	283,50	-	-	-	-	283,50	283,50	283,50
Fertilizante 20-00-20	Kg	0,97	-	261,90	261,90	261,90	0,00	0,00	0,00	-	261,90	261,90	261,90	0,00	0,00	0,00
Fertilizante 05-30-20	Kg	0,95	285,00	-	-	-	-	-	-	285,00	-	-	-	-	-	-
Análise de solo	Un.	20,0	20,0	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-
3. Mão de obra	R\$	-	153,00	304,91	263,77	222,63	202,06	181,49	160,92	153,00	304,91	263,77	222,63	202,06	181,49	160,92
Dist. mudas	D/h	15,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Corte em toletes	D/h	15,00	30,00	-	-	-	-	-	-	30,00	-	-	-	-	-	-
Repasso pós plantio	D/h	15,00	45,00	-	-	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-	-	-
Aceiro	D/h	15,00	-	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	-	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Queima para colheita	R\$/T	0,11	-	7,41	6,27	5,13	4,56	3,99	3,42	-	7,41	6,27	5,13	4,56	3,99	3,42
Corte	D/h	4,00	-	260,00	220,00	180,00	160,00	140,00	120,00	-	260,00	220,00	180,00	160,00	140,00	120,00
Capina manual/repasso	D/h	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Assistência técnica	R\$/ha	3,00	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4. Valor do uso da terra	R\$	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0
Venda da argila	R\$	20000,0	20000,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Custo Total (soma 1-4)	R\$	-	1.710,5	1.322,2	1.237,1	1.151,9	1.130,9	1.088,4	1.045,8	1682,5	1322,2	1237,1	1151,9	1130,9	1088,4	1045,8
Venda da cana	R\$/T	27,35	0,00	1.777,7	1.504,3	1.230,8	1.094,0	957,25	820,50	0,00	1777,7	1504,2	1230,7	1094	957,25	820,5
Fluxo Líquido	R\$	-	18289,5	455,54	267,18	78,82	-36,96	-131,14	-225,32	-1682,5	455,54	267,18	78,82	-36,96	-131,14	-225,32

H/m: hora máquina; D/h: dia homem; Un: unidade; V. Un.: Valor unitário, ha.: hectare, Un.: unidade, T.: tonelada, L.: litro