UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

José Francisco Lumbreras

RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO DE USO SUSTENTÁVEL EM ÁREAS DE RELEVO ACIDENTADO DO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Rio de Janeiro

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS

RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO DE USO SUSTENTÁVEL EM ÁREAS DE RELEVO ACIDENTADO DO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Profº Drº Nelson Ferreira Fernandes

Rio de Janeiro

2008

José Francisco Lumbreras

Graduou-se em Engenharia Agronômica em janeiro de 1980, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Cursou o Mestrado em Ciência do Solo (área de concentração Gênese e Classificação de Solos) em 1991-1993, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Em 2003, iniciou o Curso de Doutorado em Ciências (área de concentração Planejamento e Gestão Ambiental) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), concluindo-o em 2008.

LUMBRERAS, José Francisco

Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica / José Francisco Lumbreras. Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO, 2008.

305 f. il.

Tese (Doutorado em Ciências. Área de Concentração Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Orientador: Nelson Ferreira Fernandes.

1. Solo. 2. Relação solo-paisagem. 3. Qualidade do solo. 4. Uso sustentável. 5. Tese (Doutorado) – UFRJ/IGEO. 6. Orientador.

I. Título.

.

JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS

RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO DE USO SUSTENTÁVEL EM ÁREAS DE RELEVO ACIDENTADO DO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração Planejamento e Gestão Ambiental. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Data de aprovação: junho de 2008

BANCA EXAMINADORA

_____

Profº Drº Nelson Ferreira Fernandes
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (Orientador)

_____

Drº Paulo Emílio Ferreira da Motta
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Solos) (Pesquisador)

_____

Profª Drª Maria Naíse de Oliveira Peixoto
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

_____

Drº Humberto Gonçalves dos Santos
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Solos) (Pesquisador)

_____

Profº Drº Franklin dos Santos Antunes
Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio)

Rio de Janeiro

2008

Dedico este trabalho...

Aos pais *Antonio Lumbreras* e

Noemia Santos Lumbreras...

Ao amigo *Francesco Palmieri*.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Nelson Ferreira Fernandes, pela orientação, ensinamentos, apoio e consideração ao longo do curso.

A Francesco Palmieri (*in memoriam*), pesquisador da Embrapa Solos e conselheiro acadêmico, pelo incentivo em realizar o presente curso, apoio incondicional e orientação nesta pesquisa; assim como pelo suporte no âmbito do Projeto RADEMA (PRODETAB 106-02/99).

A Uebi Jorge Naime, pesquisador da Embrapa Solos, pelo apoio, incentivo, análise crítica e orientação nesta pesquisa.

A Paulo Emílio Ferreira da Motta, pesquisador da Embrapa Solos e conselheiro acadêmico, pelo incentivo e sugestões no trabalho.

À professora Maria Naíse de Oliveira Peixoto (UFRJ), pelos ensinamentos de geomorfologia e sugestões na tese.

Ao professor Franklin dos Santos Antunes (PUC-Rio), pelas sugestões na tese.

A Humberto Gonçalves dos Santos, pesquisador da Embrapa Solos, pelo apoio e sugestões na tese.

A Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, pesquisadora da Embrapa Solos, pelos ensinamentos de geoprocessamento e sugestões no exame de qualificação.

A Edgar Shinzato, engenheiro agrônomo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), pelo incentivo, ensinamentos e auxílio nas atividades de geoprocessamento, questionamentos e sugestões.

A Amaury de Carvalho Filho, pesquisador da Embrapa Solos, pelo estímulo, auxílio na execução de determinações analíticas, questionamentos e sugestões.

A Sebastião Barreiros Calderano, pesquisador da Embrapa Solos, pelos ensinamentos de geologia e auxílio nas análise mineralógicas, questionamentos e sugestões.

A Alfredo Melhem Baruqui (*in memoriam*) e Aroaldo Lopes Lemos (*in memoriam*), amigos e colegas de equipe, pela ajuda na consecução dos trabalhos de pedologia.

A Doracy Pessoa Ramos, Celso Vainer Manzatto e Aluísio Granato de Andrade, pelo apoio e compreensão.

Aos colegas Cláudio Edson Chaffin, Mario Diamante Aglio e José Silva de Souza, do Laboratório de Geoinformação (LGI) da Embrapa Solos, pela ajuda na consecução das atividades cartográficas e de geoprocessamento.

A Gilson Gregoris, do Laboratório de Mineralogia da Embrapa Solos, pela dedicação e valiosa ajuda nas determinações analíticas.

A Maria de Lourdes Mendonça-Santos, pesquisadora da Embrapa Solos, pela liberação de determinações analíticas de solos utilizadas neste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFRJ, pelos valorosos ensinamentos.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Água, Solo e Plantas (LASP) da Embrapa Solos, que contribuíram para as determinações analíticas do trabalho.

Ao professor Nilton Curi (Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA), pela gentileza de possibilitar a realização de análises no Laboratório de Mineralogia da UFLA.

À professora Helena Polivanov (Departamento de Geologia/UFRJ), pela gentileza de possibilitar a realização de análises mineralógicas na UFRJ.

Aos colegas Uéber Pereira Said, José Antonio Lopes Zampier e José Geraldo Vinhas, entre outros funcionários da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-

Rio), parceira do Projeto RADEMA, pela ajuda na condução dos trabalhos do projeto e apoio logístico.

Aos produtores rurais Álvaro Lannes Neto, Álvaro Martins Lannes e Fernando Antonio Tostes, em cujas propriedades foram instaladas as Unidades de Pesquisa do Projeto RADEMA (Itaperuna e Miracema), pelo apoio logístico.

A Daniel Medeiros Moreira, mestrando da COPPE e engenheiro cartógrafo da CPRM/SGB, pela valiosa ajuda nas atividades de geoprocessamento e cartografia digital.

A Marcelo Bueno de Abreu, graduando em Geografia na UFRJ, pela ajuda nas atividades de geoprocessamento.

A Ana Carolina Ferraz e Thaís Balter, graduandas em Geografia na UFRJ, pela ajuda nos cálculos relacionados às constantes físico-hídricas e apoio logístico para a organização do texto da tese.

A Maria da Conceição Alves, pelo apoio e incentivo ao longo do trabalho.

À professora Sueli Cardoso de Araújo, pela gentileza da revisão lingüística do texto.

À Embrapa Solos, pela oportunidade para efetuar o curso e apoio logístico.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por intermédio do Programa de Pós-Graduação em Geografia, pela oportunidade de realizar este curso.

Aos projetos RADEMA (PRODETAB 106-02/99) e Aqüíferos (PRODETAB 087-01/01), pelo suporte financeiro ao trabalho.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), pelo apoio logístico e disponibilização de informações do Projeto Rio de Janeiro.

Ao Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ), pela disponibilização de informações de geologia da região noroeste do estado do Rio de Janeiro.

RESUMO

LUMBRERAS, J. F. **Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro:** subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. 2008. 305 f. Tese (Doutorado em Ciências. Área de Concentração Planejamento e Gestão Ambiental.) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

A área de estudo é representativa do domínio de mares de morros que compreende ambiente de elevada complexidade e diversidade, constituindo áreas frágeis às intervenções antrópicas. Com esta pesquisa, objetiva-se compreender e caracterizar as relações solo-paisagem, bem como avaliar a qualidade do solo e as potencialidades e limitações das terras na região noroeste do estado do Rio de Janeiro (com área de 5.388,5 km^2), visando a contribuir para o planejamento de seu uso sustentável. Utilizaram-se informações de solos compatíveis com a escala 1:100.000, em sua maioria geradas no âmbito do Projeto RADEMA (PRODETAB 106-02/99), complementadas por campanhas de campo, determinações analíticas adicionais, reclassificação de perfis de solo para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), tabulação de dados, seleção de indicadores e avaliação da qualidade física e química do solo (tanto as características intrínsecas do solo, quanto as alterações na qualidade devido ao uso agrícola) e de suas potencialidades e limitações (baseada na aptidão das terras para sequeiro e irrigação e nos aspectos climáticos). A região foi compartimentada em quatro macropedoambientes (Varre-Sai (MVS), Miracema (MMi), Laje do Muriaé (MLM), Itaperuna (MIt)), que apresentam qualidade do solo e relações solo-paisagem distintas, com a fase de vegetação natural se mostrando de capital importância nessa diferenciação. O enquadramento taxonômico dos perfis de solo da área de estudo ao SiBCS se mostrou adequado à grande maioria dos solos, assim como permitiu distinguir, de maneira satisfatória, solos que apresentam diferentes qualidades físicas e químicas. Adicionalmente, são propostas novas classes de solos e critérios distintivos. Considerando-se as terras altas, em

MVS, MMi e MLM predominam solos relativamente homogêneos, com boa qualidade física e baixo nível de fertilidade, enquanto em MIt predominam solos com acentuada diferenciação ao longo do perfil, com regular a má qualidade física em subsuperfície (principalmente relacionada à condução de água e de ar e suscetibilidade à erosão) e elevada disponibilidade de nutrientes. Em áreas utilizadas com pastagens, ocorreu degradação física no horizonte superficial de Latossolos e Argissolos, comparativamente aos locais de remanescentes florestais, conforme evidenciado por menores valores de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S. Nas terras altas, a estacionalidade das precipitações pluviométricas, a impraticabilidade da motomecanização nas áreas mais declivosas e a suscetibilidade à erosão constituem as principais restrições ao uso agrícola. Conquanto possuam elevada variabilidade nas características dos solos, as áreas de relevo mais suave (suave ondulado e ondulado com baixa densidade de ravinamento) apresentam potencialidade para fins geotécnicos e ao uso agrícola para sequeiro e irrigação. As baixadas apresentam limitações relacionadas à drenagem deficiente, tanto interna ao perfil do solo, quanto pelo risco de encharcamento superficial e de inundação nas posições mais baixas, somadas à má distribuição das chuvas. Verificam-se, também, em diversos locais, principalmente em subsuperfície, camadas de reduzida aeração e de permeabilidade muito baixa, de argilas expansivas e de elementos corrosivos e tóxicos às plantas (sais e sódio). Em termos gerais, são considerados de boa potencialidade agrícola e adequados para irrigação (quando não ocorrem níveis elevados de sódio trocável e/ou sais solúveis próximos à superfície), para culturas adaptadas ao eventual excesso de umidade.

Palavras-chave: solo; relação solo-paisagem; qualidade do solo; uso sustentável da terra; planejamento ambiental; noroeste do estado do Rio de Janeiro.

ABSTRACT

LUMBRERAS, J. F. **Soil-landscape relationship in the northwest of Rio de Janeiro state**: subsidies to the planning of sustainable utilization in area of rugged topography of Mata Atlantic biome. 2008. 305 f. Thesis (Doctorade in Science. Area of concentration Planning and Environmental Management.) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

The area of study is representative of a region of domain of hillslopes areas, which comprises an environment of high complexity and diversity, fragile to human interventions. The objective of this research is to understand and characterize the soil-landscape relationship as well as to evaluate the quality of the soil and land potentiality and limitations in the northwest region of Rio de Janeiro state (area of 5.388,5 km^2), aiming to contribute to the planning of sustainable utilization. There were applied soil information compatible to 1:100.000 scale, most of which produced within RADEMA Project (PRODETAB 106-02/99), complemented by field surveys, additional analytical determination, reclassification of soil profile for the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS), data tabulation, selection of indicators and evaluation of physical and chemical quality of the soil (both intrinsical characteristics and alterations in the quality of the soil due to agriculture use) and its potentiality and limitations (based on the land potential for irrigated and non-irrigated plots and climatic aspects). The region was subdivided in four macro pedo-environment (Varre-Sai (MVS), Miracema (MMi), Laje do Muriaé (MLM), Itaperuna (MIt)), which present diverse soil quality and soil-landscape relationship, having the natural vegetation phases a high importance on such diversity. The taxonomic fitting of the soil profiles of the area in study to SiBCS indicated to be adequate for the majority of the soils, as well as it allowed to satisfactorily distinguish soils that present different physical and chemical qualities. Additionally, new classes of soil and distinctive criteria are proposed. Considering the high

lands, it is observed predominance of relatively homogeneous soils in MVS, MMi and MLM, with good physical quality and low level of fertility, while soils with high variability are predominant in MIt, presenting from regular to poor physical quality in the subsurface (mainly related to conduction of water and air and susceptibility to erosion) and high availability of nutrients. In areas used for pasture, there occurred a physical degradation on the superficial horizon of Latossolos and Argissolos, comparatively to places with remaining forest, as shown by the lower values of hydraulic conductivity, macro porosity, air capacity and S index. In the high lands, the seasonality of the rainfall, impracticability of mechanization in declivous and erosion susceptible areas form the main restrictions to agriculture use. Notwithstanding their high variability in soil characteristics in areas with smooth topography (gently undulated and undulated with low density of ravine), they present capability for geotechnical purposes and agriculture use in irrigated and non-irrigated plots. The lowlands present limitations related to poor drainage, so much internally to the soil profile as for the risk of superficial soaking and flooding in lower positions, additionally to poor distribution of rain. It was observed also in several locations, mainly in subsurface, layers of reduced aeration and low permeability, expansive clay and corrosive and toxic elements to the plants (salts and sodium). In general terms, they are considered of good agriculture potentiality and adequate for irrigation (when high exchangeable sodium and/or soluble salts close to surface are inexistent) for crops adapted to occasional excess of humidity.

Keywords: soil; soil landscape relationship; soil quality; land sustainable use; environmental planning; northwest of Rio de Janeiro state.

SUMÁRIO Página

INTRODUÇÃO 23

1. REFERENCIAL TEÓRICO 27

Relações Solo-Paisagem 27

Qualidade do Solo e Sustentabilidade 43

Aspectos físicos 47

Aspectos químicos 53

2. ÁREA DE ESTUDO 61

Geomorfologia 62

Geologia 65

Aspectos Bioclimáticos e Hidrológicos 66

Solos 69

Uso e Ocupação da Terra e Aspectos Socioeconômicos 71

3. MATERIAL E MÉTODOS 78

3.1. Materiais Utilizados 78

3.2. Procedimentos Metodológicos 81

3.2.1. Métodos de análise de solo 81

3.2.2. Identificação e espacialização dos macropedoambientes 82

3.2.3. Avaliação da qualidade do solo 83

3.2.4. Avaliação das potencialidades e limitações 85

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 87

4.1. Análise e Integração das Variáveis Ambientais 87

4.2. Características dos Solos 128

4.3. Qualidade do Solo 168

4.3.1. Análise comparativa da qualidade dos solos 201

4.4. Classificação Pedológica 213

4.5. Potencialidades e Limitações das Terras 216

4.5.1. Terras altas 216

4.5.2. Baixadas 229

5. CONCLUSÕES **240**

REFERÊNCIAS **244**

APÊNDICE A – Aspectos ambientais de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro **266**

APÊNDICE B – Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro **272**

APÊNDICE C – Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro **294**

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Profundidade do solo, segundo a forma da encosta (Toledo et al., 2000) 30
2. Uma catena tropical (segundo Ollier e Pain, 1995; tradução nossa) 32
3. Fluxos da água da chuva que se precipita sobre a encosta (Ollier e Pain, 1995; tradução nossa) 34
4. Teor e mineralogia da fração argila em função da precipitação sob um clima continuadamente úmido (Sherman, 1952, citado por Toledo et al., 2000) 35
5. Diagrama de profundidade relativa e produtos do intemperismo em relação a alguns fatores e processos em um transecto do Equador à região polar norte (Strakhov, 1967, citado por Birkeland, 1999; adaptação nossa) 36
6. Algumas tendências nas relações entre idade do solo e suas características (Resende et al., 2002) 40
7. Exemplo de evolução de relevo no sudeste brasileiro, em parte resultante da dissecação de antigos planaltos (Resende e Rezende, 1983) 41
8. Formas de relevo na paisagem da Zona da Mata mineira (Resende e Rezende, 1983) 42
9. Solos e relevo: algumas tendências na paisagem brasileira (Resende et al., 2002) 42
10. Exemplo de curva característica de umidade e índice S (Dexter, 2004; tradução nossa) 53
11. Localização da região noroeste fluminense e municípios componentes 61
12. Domínios morfoclimáticos brasileiros – áreas nucleares (Ab'Sáber, 2007) 62
13. Mapa geomorfológico e domínios geoambientais da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (adaptado de Dantas, 2001; Dantas et al., 2001) 73
14. Mapa hipsométrico da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (elaborado a partir das folhas topográficas 1:50.000 do IBGE) 74
15. Mapa de relevo da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (Carvalho Filho et al., 2008) 75
16. Mapa litológico e zonas de cisalhamento da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (adaptado de Silva e Cunha, 2001) 76
17. Mapa de vegetação natural e isoietas totais anuais da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (Brandão et al., 2001; Carvalho Filho et al., 2008) 77
18. Macropedoambientes da região noroeste do estado do Rio de Janeiro 89
19. Baixadas e solos predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro) 90
20. Macropedoambiente Varre-Sai e tipos de horizontes A predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro) 92
21. Paisagem do macropedoambiente Varre-Sai, próximo à cidade homônima 93
22. Perfil de Latossolo sobreposto a solo enterrado (NORJ8), situado em posição de topo de colina (macropedoambiente Varre-Sai) 94

23. Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subperenifólia, no final do período de estiagem (out. 2007) 96
24. Perfil de Latossolo muito profundo (MVS) 96
25. Paisagem de relevo acidentado, com solos pouco espessos e afloramentos de rocha 97
26. Latossolo Amarelo com horizonte A húmico (perfil NORJ25) 98
27. Macropedoambiente Miracema (região noroeste do estado do Rio de Janeiro) 100
28. Paisagem de MMi, onde se destaca a concordância de topos (próximo a Miracema) 101
29. Paisagem de várzea do ribeirão Santo Antônio e concordância de topos ao fundo, em MMi (próximo a Venda das Flores – Miracema) 101
30. Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subcaducifólia, no final do período de estiagem (out. 2007) 103
31. Perfil de Latossolo em corte de estrada próximo a Miracema (MMi) 103
32. Macropedoambiente Laje do Muriaé (região noroeste do estado do Rio de Janeiro) 105
33. Paisagem de MLM1, próximo a Retiro do Muriaé (Itaperuna) 107
34. Paisagem de MLM2 a noroeste de Pirapitinga de Bom Jesus (município de Bom Jesus do Itabapoana) 108
35. Macropedoambiente Itaperuna e solos predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro) 111
36. Paisagem de MIt, com colinas de vertentes ravinadas, avistando-se o rio Muriaé 112
37. Paisagem de MIt integrada por Argissolos Vermelhos, com colinas de vertentes convexas e não ravinadas, a sul de Laranjais (município de Itaocara) 112
38. Paisagem de vertente íngreme e ravinada (MIt) 113
39. Paisagem de terraços e várzeas margeados por relevo acidentado (próximo a Porciúncula) 114
40. Paisagem de várzea do rio São Domingos (município de São José do Ubá) 114
41. Paisagem de relevo com forte controle litoestrutural, alinhado e com vertentes ravinadas, onde se insere o perfil 86 (Cambissolo Háplico) 115
42. Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subcaducifólia em MIt, no final do período de estiagem (out. 2007) 118
43. Paisagem de morro com vertentes ravinadas e vegetação de floresta tropical caducifólia em MIt, no final do período de estiagem (out. 2007) 118
44. Argissolo Vermelho desenvolvido de metacalcários (mármore) em MIt, próximo a Aré (município de Itaperuna) 120

45. Argissolo Vermelho-Amarelo (perfil 63) em MIt, próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci) 120
46. Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (perfil NOR23) em MIt, próximo a Santo Eduardo (município de Bom Jesus do Itabapoana) 121
47. Gleissolo Háplico (perfil PF4) em MIt, várzea da microbacia Pau-Ferro (município de Itaperuna) 123
48. Planossolo Háplico (perfil NORJ4) em MIt (município de Itaperuna) 123
49. Paisagem de rampa suave colúvio-aluvionar, próximo ao perfil NORJ4 (município de Itaperuna) 124
50. Paisagem de planície fluvial do rio Paraíba do Sul, a montante de Itaocara 124
51. Limpeza do terreno com trator de esteira, no sentido morro-abaixo, em área de relevo declivoso 126
52. Erosão em relevo forte ondulado (Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos), devido à aração do terreno com trator e ao trânsito do gado, ambos no sentido do declive 126
53. Superpastejo e condução do gado no sentido do declive em área de relevo forte ondulado e ondulado (Argissolos), próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci) 127
54. Processos erosivos em borda íngreme (Argissolos Vermelhos), provocados pelo escoamento concentrado das águas de rodovia e uso com pastagens (próximo a Porciúncula) 127
55. Estoque de carbono (entre 0 e 100 cm) de Latossolos, em diferentes altitudes 130
56. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw4, perfil NORJ9) 131
57. Valores de kr do horizonte Bw de Latossolos Amarelos, em diferentes altitudes 132
58. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw2, perfil SR7) (em MMi) 134
59. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw2, perfil 79) (em MVS) 134
60. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw4, perfil NORJ9) (em MVS) 135
61. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo ácrico húmico (Bw1, perfil NORJ25) (em MVS) 135
62. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (Bt2, perfil NORJ3) 139
63. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (Bt2, perfil NORJ3) 139

64. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3) 140
65. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3) 140
66. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (Bt1, perfil PF9) 141
67. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (Bt1, perfil PF9) 141
68. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico (Bt2, perfil NORJ27) 142
69. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico (Bt2, perfil NORJ27) 142
70. Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (perfil 95) 143
71. Paisagem de relevo suave, típica de Argissolos abrúpticos, próximo à antiga usina Santa Izabel (município de Bom Jesus do Itabapoana) 145
72. Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrúptico (MIt) 145
73. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (Bt3, perfil NORJ23) 146
74. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (Bt3, NORJ23) 146
75. Rampa suave colúvio-aluvionar. Pedoambiente de ocorrência de Argissolos Amarelos e Cambissolos Háplicos desenvolvidos de sedimentos (próximo a Aré, Itaperuna) 147
76. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (Bt2, perfil 70) 149
77. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico luvissólico (Bt2, perfil 76) 149
78. Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico luvissólico em MIt, próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci) 151
79. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Luvissolo Crômico pálico cambissólico (Bt, perfil PF1) 152
80. DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Luvissolo Crômico pálico cambissólico (Bt, perfil PF1) 152
81. Paisagem de rampa suave onde se insere o perfil NORJ5, próximo à antiga usina Santa Izabel (município de Bom Jesus do Itabapoana) 154
82. Planossolo Nátrico sálico típico, Ta (perfil NORJ5) em MIt 154
83. DRX da fração argila (amostra total) de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico (Btgnz1, perfil NORJ4) 155
84. Cambissolo Háplico Tb eutrófico saprolítico em MIt (perfil 86) 159

85. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Cambissolo Háplico Tb eutrófico saprolítico (Bi, perfil 86) 159

86. Cambissolo Húmico distrófico típico, epiálico, em MVS (perfil NORJ24) 160

87. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) do horizonte Bi, vizinho ao perfil 114 (Cambissolo Húmico distrófico típico, álico), em MVS 160

88. DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) do horizonte CR, vizinho ao perfil 114 (Cambissolo Húmico distrófico típico, álico) em MVS 161

89. Rampa suave colúvio-aluvionar. Pedoambiente de ocorrência de Cambissolos Háplicos desenvolvidos de sedimentos, próximo à fazenda Toiama (município de Itaperuna) 162

90. Várzea do ribeirão Campo Grande (MLM1), integrada por Gleissolos (município de Laje do Muriaé) 165

91. Gleissolo intermediário para Cambissolo, com horizonte A pouco espesso (perfil NORJ16), em MIt 165

92. Relevo acidentado, com afloramentos de rocha e solos rasos, em MIt (município de Itaperuna) 167

93. Diagrama físico-volumétrico de Latossolo Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob floresta degradada (perfil SR7) 171

94. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Latossolo Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob floresta degradada (perfil SR7) 171

95. Diagrama físico-volumétrico de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob pastagem (perfil SR1) 172

96. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob pastagem (perfil SR1) 172

97. Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob floresta degradada (perfil NS3) 179

98. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob floresta degradada (perfil NS3) 179

99. Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil 90) 180

100. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil 90) 180

101. Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil NORJ3) 184

102. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil NORJ3) 184

103. Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico em MLM1, sob pastagem (perfil 70) 189

104. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico em MLM1, sob pastagem (perfil 70) 189

105. Diagrama físico-volumétrico de Cambissolo Húmico distrófico típico, álico, em MVS, sob pastagem (perfil 114) 193

106. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Cambissolo Húmico distrófico típico, álico, em MVS, sob pastagem (perfil 114) 193

107. Diagrama físico-volumétrico de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico, em MIt, sob pastagem (perfil NORJ4) 196

108. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico, em MIt, sob pastagem (perfil NORJ4) 196

109. Diagrama físico-volumétrico de Gleissolo Háplico Ta eutrófico solódico vertissólico em MIt, sob pastagem (perfil NS4) 200

110. Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Gleissolo Háplico Ta eutrófico solódico vertissólico em MIt, sob pastagem (perfil NS4) 200

111. Curva característica de umidade e índice S (Dexter, 2004) de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico (Btgzn1, perfil NORJ4), Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3) e Latossolo Amarelo distrófico típico, álico (Bw2, perfil SR7) 203

112. Condutividade hidráulica (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 205

113. Macroporosidade (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 205

114. Capacidade de aeração (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 206

115. Índice S (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 206

116. Capacidade de água disponível (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 208

117. Carbono orgânico e pH (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 209

118. Potássio trocável e soma de bases (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 210

119. Saturação por bases e acidez trocável (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente 211

120. Lavoura de café arábica em MVS, próximo ao perfil NORJ9 (município de Bom Jesus do Itabapoana) 218

121. Paisagem de Latossolos em relevo forte ondulado e montanhoso, drenada pelo rio Itabapoana, em MLM2, entre Bom Jesus do Itabapoana e Rosal 219

122. Processos erosivos provocados pelo manejo do gado em Argissolos Vermelhos situados em relevo forte ondulado e ondulado (MIt) (próximo a São José de Ubá) 223

123. Borda da serra do Monte Verde, integrada por Argissolos (MIt) e afloramentos de rocha, a sudoeste de Monte Verde (município de Cambuci) 223

124. Processos erosivos provocados pelo uso da terra em Argissolos Vermelhos intermediários para Luvissolos (MIt) (serra Vermelha, município de Itaocara) 225

125. Lavoura de tomate irrigado em área de Argissolo Vermelho-Amarelo (MIt), próximo ao perfil 67 (município de São José de Ubá) 225

126. Erosão em sulcos em rampa suave de cone de dejeção, pedoambiente de Argissolos e Cambissolos substrato sedimentos colúvio-aluvionares (MIt) (município de Cambuci) 232

127. Lavoura de tomate irrigado em rampa suave integrada por Argissolos e Cambissolos substrato sedimentos colúvio-aluvionares, avistando-se ao redor colinas com Latossolos (MMi), próximo a Comendador Venâncio (município de Itaperuna) 232

128. Lavoura de quiabo irrigado em área de Cambissolo Flúvico (MIt), em terraço do rio Paraíba do Sul, a montante de Itaocara 234

129. Processos erosivos em canal de drenagem, provocados pela força das águas por ocasião de enchentes (alto curso do rio São Domingos, município de São José de Ubá (MIt)) 234

130. Várzea integrada por Gleissolos e cultivada com arroz, às margens da rodovia Natividade-Tombos (MIt) 239

LISTA DE QUADRO

Página

1. Abreviaturas dos minerais identificados nos difratogramas de raios X (DRX) da fração argila 128

LISTA DE TABELAS

Página

1. Estações meteorológicas da área de estudo e vizinhanças e respectivas coordenadas (em décimos de graus) 81
2. Parâmetros utilizados para os indicadores de qualidade física e química e principais funções do solo 86
3. Relação entre a numeração dos macropedoambientes adotada nesta pesquisa e nos trabalhos anteriores (Lumbreras et al., 2004a; Motta et al., 2003) e alguns aspectos ambientais 88

INTRODUÇÃO

Ab'Sáber (2007) afirma, com propriedade, que a paisagem é uma herança dos processos fisiográficos e biológicos dos povos que a herdaram como território de atuação de suas comunidades. Em contrapartida, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido de sua utilização não-predatória. Para tanto, argumenta esse autor que há de se conhecer melhor as limitações de uso específicas das paisagens e ecologias e procurar obter indicações para sua conservação e uso racional.

A implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável é, portanto, complexa – pela necessidade de se considerar a utilidade para os homens, a eficiência no uso dos recursos e a habilidade para se manter um balanço favorável com o ambiente, sem o que se terá pouca probabilidade de sucesso (DORAN et al., 1996). Desse conjunto de interações sobressaem, entretanto, dois componentes fundamentais: o socioeconômico e o biofísico (BIE et al., 1996; RESENDE et al., 1996).

O entendimento e a caracterização das relações entre solo e paisagem com base em informações de solo, geologia, geomorfologia, aspectos bioclimáticos, hidrologia, uso e ocupação das terras, considerando-se também suas potencialidades e vulnerabilidades, propiciam subsídios para alternativas de uso sustentável das terras e podem promover impactos positivos nos aspectos socioeconômicos das populações e na qualidade ambiental.

Segundo Pla Sentís (2006) e Zhou (2006), o papel do solo, de sua cobertura vegetal, em alguns aspectos cruciais na vida do homem – como produção agrícola, ciclo hidrológico e suprimento de água; composição do ar e qualidade ambiental – aumentará ainda mais. Face às mudanças na qualidade do solo promovidas por atividades humanas, investigações regulares e sucessivas são necessárias para avaliar a degradação da terra e suas tendências. Nesse sentido, a seleção de índices apropriados para descrever a qualidade do solo precisa de mais estudos, tendo em vista que a manutenção e proteção da qualidade do solo sob condições de uso

intensivo da terra e rápido desenvolvimento econômico tornam-se mais e mais desafiadoras. Portanto, mais informações de solo, de boa qualidade, serão necessárias para apoiar decisões sobre o uso e manejo da terra.

O tema proposto é de alta relevância para a região noroeste do estado do Rio de Janeiro, que carece de adequados estudos da realidade ambiental. A falta de conhecimento da fragilidade das terras e dos recursos naturais dificulta o planejamento de sua utilização e, conseqüentemente, a tomada de decisões para melhorar as condições socioeconômicas e reverter o processo de degradação ambiental. Em nível mais amplo, os conhecimentos gerados poderão ser relacionados a outros ambientes do Bioma Mata Atlântica e a áreas com condições edafoclimáticas similares.

Justificativa

Segundo Ab'Sáber (2007), o domínio dos mares de morros florestados tem-se caracterizado como o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo e difícil do país em relação às ações antrópicas**.** Rezende e Resende (1996) comentam os desafios do manejo sustentado e as fragilidades competitivas desse domínio, que fazem com que a pesquisa tenda a se afastar desse sistema, já que não é estimulante quanto a recursos e complicado para os especialistas: topografia desfavorável à mecanização; solos pobres em nutrientes e/ou suscetíveis à erosão; propriedades freqüentemente de tamanho reduzido. Em contrapartida, apresentam como vantagens competitivas: proximidade dos centros consumidores e dos portos; densa rede rodoviária; relativa abundância de água de superfície; diversidade de ambientes a pequenas distâncias, o que possibilita a multiplicidade de uso. A junção desses fatores torna favorável a sustentabilidade da pequena produção.

A vulnerabilidade natural das terras da região noroeste fluminense aos processos erosivos, condicionada principalmente por relevo acidentado e presença de solos com elevada erodibilidade na maior parte da área, aliada à reduzida cobertura florestal, à estacionalidade da

precipitação pluvial, ao superpastejo pelo rebanho bovino no período de estiagem e à utilização de práticas inadequadas de manejo do solo, tais como as queimadas e a aração morro-abaixo, conduziram a região a uma situação delicada no que se refere à degradação ambiental (CARVALHO et al., 2000; DANTAS et al., 2001; LUMBRERAS et al., 2003a, 2004a; MOTTA et al., 2003). A perda de competitividade em relação às áreas mecanizáveis e com menor custo de produção, especialmente as dos cerrados, somada à redução do potencial produtivo, contribuiu para o empobrecimento dos agricultores, obrigando-os à migração para centros urbanos à procura de novas alternativas de sustento. Como resultado, a região apresenta baixos índices socioeconômicos, participando com apenas 0,81% do Produto Interno Bruto (PIB) estadual (CIDE, 2001a).

Com os resultados obtidos com esta pesquisa, objetiva-se proporcionar melhor entendimento dos pedoambientes e suas fragilidades e potencialidades, de forma a (i) contribuir para trabalhos relacionados à hidrologia e a processos erosivos; (ii) auxiliar no estabelecimento de alternativas que contribuirão para o planejamento e uso sustentável das terras e a conseqüente fixação do homem no campo; (iii) fornecer subsídios para elaboração de projetos de revitalização do agronegócio e de plano-diretor dos treze municípios que compõem a região noroeste fluminense, bem como de outras regiões tropicais de relevo acidentado.

Adicionalmente, almeja-se complementar a confiabilidade das informações geradas pelo Projeto RADEMA (PRODETAB 106-02/99) – Sistemas Pastoris Sustentáveis Utilizando Práticas de Plantio Direto para Recuperação de Áreas Degradadas em Relevo Movimentado do Bioma Mata Atlântica na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro –, no qual nos apoiamos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Objetivo Geral

Compreender e caracterizar as relações solo-paisagem na região noroeste do estado do Rio de Janeiro, como apoio à previsão de distribuição e comportamento do solo, visando a contribuir para o planejamento de utilização das terras.

Objetivos Específicos

- Analisar e integrar características pedológicas, variáveis climáticas, cobertura vegetal natural, geologia e aspectos geomorfológicos, por meio de abordagem regional (escala 1:100.000).
- Analisar as relações solo-paisagem através dos atributos do solo (morfológicos, fisicos, químicos e mineralógicos).
- Selecionar indicadores e avaliar as qualidades física e química do solo.
- Proceder ao enquadramento dos solos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2006) e, quando pertinente, propor adequações.
- Avaliar as potencialidades e limitações das terras.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

As características da área de estudo correspondem, em termos gerais, aos domínios morfoclimáticos tropicais úmidos e, mais especificamente, ao domínio de mares de morros florestados (AB'SÁBER, 2007). A área de abrangência desse último domínio – conhecido por sua expressiva variabilidade ambiental e fragilidade frente a determinadas intervenções antrópicas – é de aproximadamente 650 mil km^2. A diversidade de condições do meio ambiente favorece múltiplas opções de uso das terras, o que possibilita, pela diversificação da produção, menor risco para o agronegócio, mas também implica aumento no nível de complexidade do sistema em termos de relações entre seus componentes, o que representa limitações de uso para produção.

Relações Solo-Paisagem

Nas últimas décadas, as pesquisas em geomorfologia e pedologia têm enfatizado a necessidade de se estudar a dinâmica dos processos evolutivos que ocorrem na superfície da Terra. Entretanto, esse campo é complexo e requer conhecimento de outras áreas de atuação, como hidrologia, estratigrafia etc. (DANIELS e HAMMER, 1992). Há de se destacar que na gênese do solo ocorre uma interação constante – de forma combinada e difícil de ser isolada – com os demais fatores de formação do solo (organismos, material de origem e tempo), associada a diversos mecanismos e processos (JENNY, 1941; SIMONSON, 1967). Fanning e Fanning (1989) procedem a uma analogia da gênese do solo com a música: podemos pensar determinado processo como que vários instrumentos em uma orquestra ou como repetidos refrões de um determinado instrumento em uma sinfonia; dessa forma, cada tipo de solo produzido seria como que peças de arte dessa sinfonia.

Paisagem

Paisagem é aqui considerada conforme definição do "Vocabulário de Ciência do Solo":

> Todas as características naturais como campos, colinas, florestas, água etc., que distinguem uma parte da superfície da Terra de outra. Normalmente, considera-se como sendo aquela porção de terra ou território que um observador pode enxergar em uma única visada, incluindo todas as suas características naturais. A expressão pedopaisagem (*soilscape*, em inglês) denota a qualidade pedológica do terreno (CURI et al., 1993, p. 60).

Segundo Bloom (1978), a paisagem é o resultado de complexas interações ambientais, atualmente retocadas por agentes de mudanças geomorfológicas; em se considerando as paisagens subaéreas, estas conservam "marcas" de processos anteriores, isto é, funcionam como que um palimpsesto[1].

A forma da superfície da Terra é dependente da natureza, freqüência e intensidade dos processos geomorfológicos e da força ou resistência à deformação dos materiais superficiais (SUMMERFIELD, 1991). A ação do relevo se reflete quer diretamente sobre a dinâmica da água no solo – nos movimentos tanto verticais (infiltração) como laterais (escoamento superficial e no interior do perfil), assim como em relação à freqüência e duração de períodos em que o solo se apresenta saturado ou não com água –, quer indiretamente sobre o clima dos solos (temperatura e umidade) – através da incidência diferenciada da radiação solar, do decréscimo das temperaturas com o aumento das altitudes e sobre os seres vivos, notadamente os tipos de vegetação natural, intervenientes na formação dos solos. Por isso, os solos formados em declives íngremes podem apresentar, localmente, condições de clima semi-árido, mesmo que estejam em regiões úmidas. Por outro lado, solos de várzea podem ter como característica o encharcamento, mesmo que estejam localizados em regiões semi-áridas, devido à adição de água das partes mais elevadas.

---

[1] Palavra originalmente aplicada a antigo material de escrita, principalmente pergaminho, que, em razão de sua escassez ou alto preço, foi parcialmente raspado e reutilizado em textos posteriores.

A água que se precipita sobre um terreno e não se evapora segue uma de duas trajetórias: ou penetra no solo ou escorre pela superfície. Geralmente, segue concomitantemente ambos os caminhos, ocorrendo o favorecimento de um ou outro de acordo com as condições do relevo (forma da encosta, declive e comprimento da vertente), da cobertura vegetal e de fatores intrínsecos ao solo.

O relevo atua decisivamente no condicionamento dos importantes fenômenos de rejuvenescimento (denudação) ou de transporte e acúmulo (sedimentação), assim como na natureza do meio; confinado ou aberto às exportações de elementos do solo, redutor ou oxidante.

Essa atuação é visualizada tanto nos grandes como nos pequenos compartimentos da paisagem. Em termos regionais, citam-se como exemplos os grandes maciços montanhosos como áreas permanentes de ablação (denudação) e as baixadas e planícies dos vales como áreas de sedimentação. Em termos locais, em planície aluvionar, devido a modestas variações de relevo (microrrelevos), são identificados solos diferentes a apenas poucos metros uns dos outros.

O relevo, ao favorecer ou limitar a penetração da água no solo, age sobre o seu regime hídrico e, conseqüentemente, em sua evolução. O volume de água percolante através dos solos implica diretamente o grau de eficiência dos fenômenos de hidratação, hidrólise e dissolução e, destacadamente, o de lixiviação, promovendo transferência de solutos. Da percolação, advém o transporte de material coloidal em suspensão ao longo do perfil do solo (OLIVEIRA et al., 1992), fenômeno responsável por importantes características desses solos.

Os solos formados em superfícies suaves são profundos e apresentam, em geral, nítida diferenciação entre horizontes principais. Nas encostas íngremes, tendem a ser menos profundos, com menor diferenciação entre os horizontes, devido ao acentuado escoamento superficial de água, que favorece a remoção do material edafizado (Figura 1).

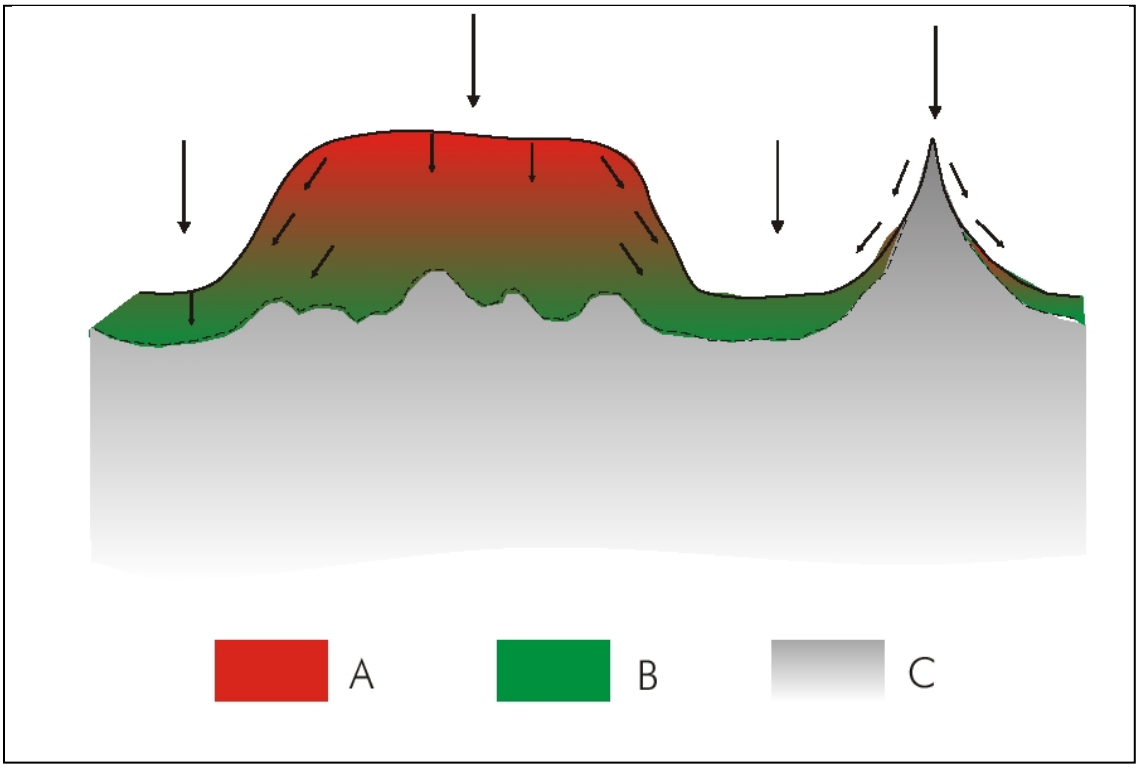


Figura 1 – Profundidade do solo, segundo a forma da encosta (Toledo et al., 2000).
[A – boa infiltração e boa drenagem favorecem o intemperismo químico; B – boa infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico; C – má infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico e favorecem a erosão]

Nos terrenos de relevo deprimido, em ambiente de drenagem impedida, as condições são ideais para os fenômenos de redução, devido ao prolongado encharcamento, resultando em solos hidromórficos. Em função do confinamento da drenagem, os produtos da meteorização e solutos imigrados não são removidos, ou o são lentamente, permanecendo grande parte no sistema. A ausência de trocas com o ambiente, em conjunção com a redução da atividade biológica induzida pelas condições de encharcamento, propicia a inibição da meteorização e da evolução dos solos (OLIVEIRA et al., 1992).

Outra implicação importante do relevo diz respeito à taxa de radiação e, conseqüentemente, ao clima do solo em diferentes situações de exposição dos terrenos à ação solar. Em regiões montanhosas, por exemplo, dependendo da orientação das encostas, a variação de incidência da radiação solar é significativa. Nas vertentes sombreadas (faces sudeste e sul, em nosso hemisfério), as temperaturas dos solos são menores, assim como a

evapotranspiração, condicionando ambientes mais úmidos, em comparação com as vertentes voltadas para o noroeste e para o norte, ensolaradas à tarde (encostas soalheiras). Dessas condições resultam solos com morfologia e composição diferenciadas segundo as posições das encostas. Em termos gerais, nas faces de exposição mais úmidas prevalecem solos mais intemperizados, isto é, solos de perfil mais desenvolvido; nas encostas soalheiras, solos menos intemperizados, com menor efeito de lixiviação (BIRKELAND, 1999; EGLI et al., 2006; EMBRAPA, 1980; OLIVEIRA et al., 1992).

Ainda como ação indireta do relevo, exercendo condicionamento modificador no clima, pode-se citar a “zonação altitudinal”, que compreende a ocorrência de temperatura mais baixa à medida que a altitude aumenta. As manifestações mais notórias nos solos são decorrentes da maior umidade, com suas conseqüências em contextos mineralógico e químico, e a diminuição das temperaturas, favorecendo a acumulação de matéria orgânica pela inibição da atividade biológica, exibida pela espessura e cor escura dos horizontes superficiais dos solos altimontanos (BRASIL, 1973; DAI e HUANG, 2006).

De modo geral, tanto pedólogos quanto geomorfólogos, atualmente, estão de acordo com que os solos, aparecendo virtualmente em todas as posições do relevo, têm sua história ligada à própria história do relevo, tanto local quanto regionalmente (MCFADDEN e KNUEPFER, 1990). Sem dúvida, o solo depende do relevo, da morfologia do terreno e da altitude.

O estudo de toposseqüências aponta a relação existente entre o perfil de solo, a forma e o ângulo de inclinação da vertente, o que possibilita verificar como os elementos se movem ou se concentram em determinados locais de uma dada área. Muitos autores têm enfatizado que diversas propriedades do solo são relacionadas à declividade, assim como à forma e posição na encosta (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; BIRKELAND, 1999;

CHRISTOFOLETTI, 1980; GERRARD, 1992; JUNGERIUS, 1985; RUHE, 1975; VIDAL-TORRADO et al., 2005).

Ollier e Pain (1995) apresentam uma catena tropical, em que destacam a concentração de caulinita e óxidos de ferro na parte superior da encosta, a perda de sílica e cátions e a neoformação de esmectitas na baixada. Observa-se que a parte superior da encosta possui argila do tipo caulinita e que nas baixadas as esmectitas não são formadas por mecanismo de erosão dos materiais oriundos da encosta, mas resultado da formação de novos minerais nesses locais (Figura 2).

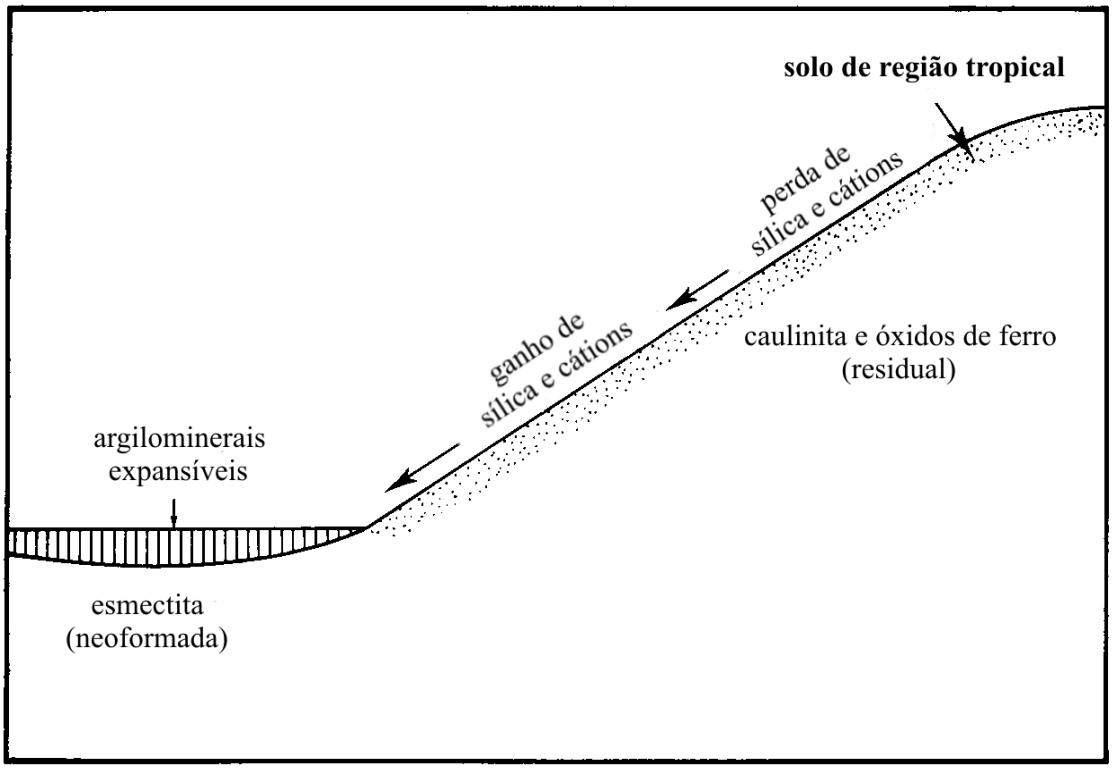


Figura 2 – Uma catena tropical (segundo Ollier e Pain, 1995; tradução nossa).

Cabe destacar que a bissialitização, ou formação de argilas do tipo 2:1, como a esmectita, não é tão generalizada na região tropical, estando condicionada a locais de maior déficit hídrico e a um sistema mais fechado. Por exemplo, nas áreas de baixadas localizadas nas regiões de cerrado, a situação retratada na Figura 2 é pouco freqüente. Tendo em vista que

os solos das áreas-fonte são empobrecidos, o trânsito de bases ao longo das encostas e seu acúmulo na baixada são reduzidos.

De acordo com Kirkby e Chorley (1967), quando se consideram encostas em três dimensões, o efeito da convergência dos fluxos é paralelamente à linha de gradiente máximo da encosta. Dessa forma, em uma encosta côncava, em perfil e em planta existirá uma marcante convergência do fluxo em direção ao *hollow*, isto é, em direção à parte central da cabeceira de drenagem, particularmente onde a variabilidade do solo é também marcante. Em uma encosta, onde, em geral, os fluxos laterais são mais significativos que os fluxos verticais, a água da chuva, ao alcançar a superfície do solo, distribui-se por vários caminhos até alcançar um canal. Segundo Ollier e Pain (1995), em uma zona saturada, o movimento lateral torna-se importante (Figura 3).

Em um mesmo ambiente climático, verifica-se que há favorecimento no escoamento superficial nos solos que apresentam menores taxas de infiltração, possibilitando a esculturação de canais, resultando em densidade de drenagem mais elevada (CHORLEY et al., 1984; CHRISTOFOLETTI, 1980; HORTON, 1945). Demattê e Demétrio (1996), em trabalho conduzido em área de solos desenvolvidos em rochas eruptivas básicas no estado do Paraná, obtiveram estreita correlação entre a densidade de drenagem e atributos do solo relacionados à intensidade de intemperismo. Por conseguinte, a densidade de drenagem reflete a litologia (e a estrutura geológica) e tipos de solos que ocorrem em uma microbacia, podendo funcionar como um indicador da vulnerabilidade a processos erosivos.

O clima constitui um dos mais ativos e importantes fatores de formação do solo. Entre seus elementos destacam-se, no Brasil, pela ação direta na pedogênese: a temperatura, a precipitação pluvial, a deficiência e o excedente hídrico.

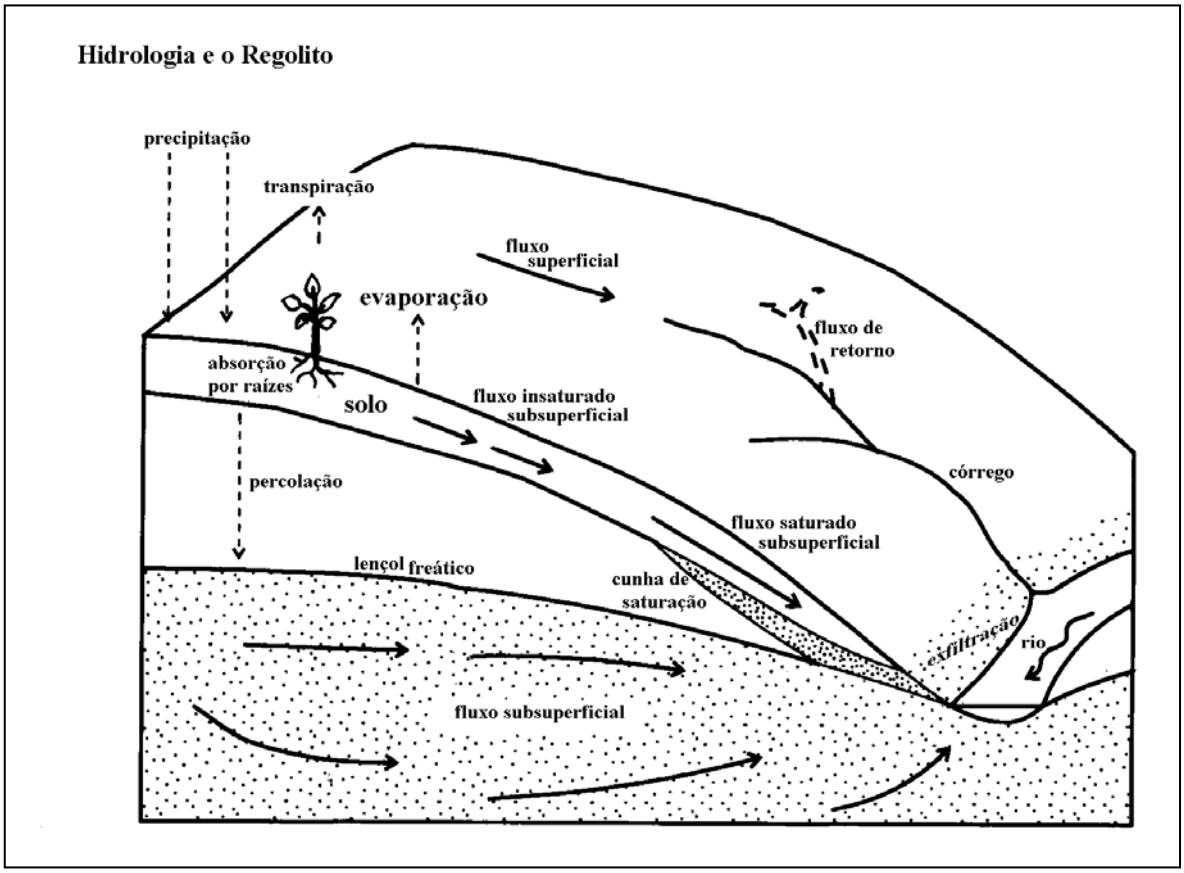


Figura 3 – Fluxos da água da chuva que se precipita sobre a encosta (Ollier e Pain, 1995; tradução nossa).

A precipitação é um importante fator controlador do ciclo hidrológico. O volume precipitado, a distribuição temporal e a intensidades de chuvas individuais (volume/duração) são algumas das características que afetam a natureza e a magnitude do trabalho geomorfológico em bacias de drenagem (COELHO NETTO, 2001).

A quantidade de água de chuva que atinge a superfície, infiltra-se e percola é fator igualmente destacado no processo gerador dos solos. Regiões com farta disponibilidade de água apresentam, normalmente, solos mais evoluídos que regiões secas.

O enorme volume de água que percola através dos solos nas regiões úmidas promove a hidratação de constituintes e favorece a remoção dos cátions liberados dos minerais pela hidrólise, acelerando as transformações de constituintes e, conseqüentemente, o processo evolutivo do solo. Se a lixiviação decorrente desse trânsito da água no solo é interrompida ou

é restrita, a reação de troca iônica é bloqueada ou atenuada, os constituintes minerais tendem a ficar preservados e os solos pouco evoluem.

Os fenômenos de hidratação e de hidrólise, aliados aos de dissolução, redução e oxidação, fazem com que a solução do solo aja sobre os minerais das rochas, do material de origem e dos horizontes do perfil do solo, alterando-os e promovendo o transporte seletivo de elementos liberados e de compostos neoformados, quer de um horizonte para outro, quer removendo-os do perfil (OLIVEIRA et al., 1992).

A percolação da água, a atividade biológica e o efeito da energia solar fazem com que os minerais se alterem com o passar do tempo. Tais transformações são refletidas no desenvolvimento dos horizontes do solo, sendo, também, bastante aparentes na mineralogia da fração argila (Figura 4).

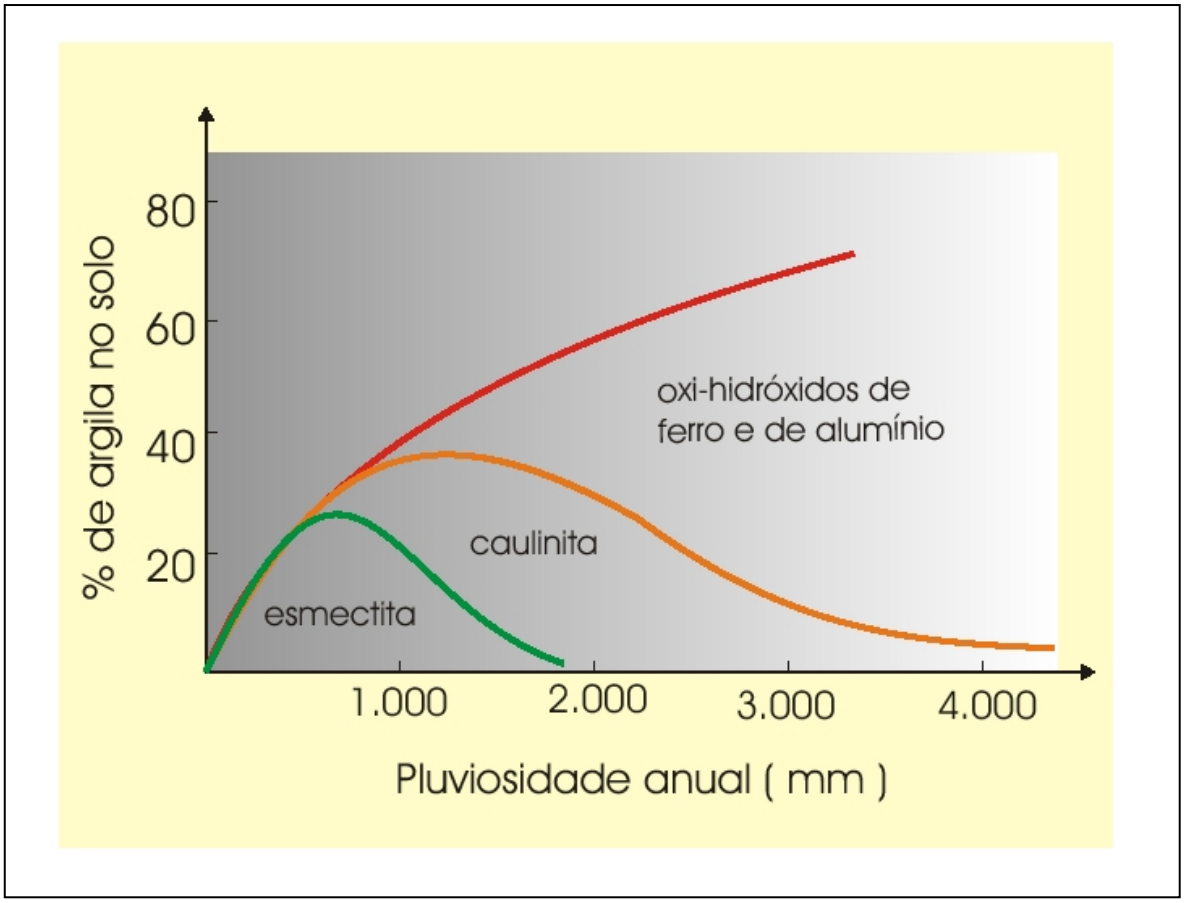


Figura 4 – Teor e mineralogia da fração argila em função da precipitação sob um clima continuadamente úmido (Sherman, 1952, citado por Toledo et al., 2000).

Importantes processos de formação do solo são controlados pelo clima. Dentre eles, a produção e a decomposição de matéria orgânica, a presença ou a ausência de agentes quelantes, a química solo-água e a profundidade e o grau de lixiviação de água no solo. Strakhov (1967, citado por BIRKELAND, 1999) concebeu um transecto do Equador ao pólo Norte, destacando a variação de propriedades do solo com o clima regional, tais como a profundidade relativa e produtos do intemperismo em relação a alguns fatores e processos (Figura 5).

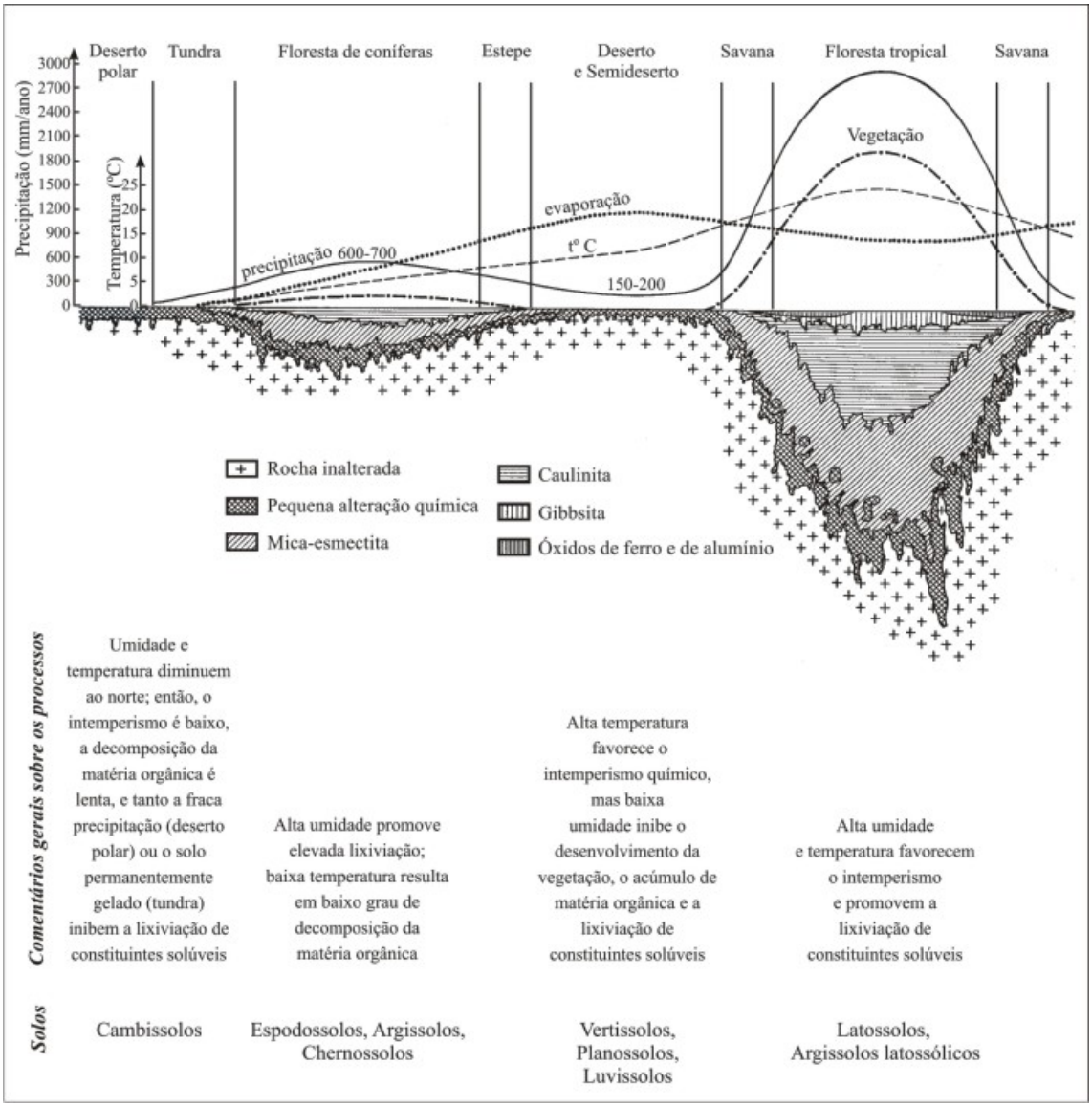


Figura 5 – Diagrama de profundidade relativa e produtos do intemperismo em relação a alguns fatores e processos em um transecto do Equador à região polar norte (Strakhov, 1967, citado por Birkeland, 1999; adaptação nossa).

Ressalte-se, ainda, que cabe à precipitação pluvial, especialmente por sua erosividade, importante participação na modelagem da paisagem; há a retirada de material dos solos e das rochas de áreas geralmente situadas nas porções altas da paisagem (zona de denudação) e sua deposição (zona de agradação) nas partes baixas.

No entanto, as condições de água, ar e temperatura no solo não podem ser previstas somente pelas condições climáticas atmosféricas. Dependendo do lençol freático, existem solos com excesso de água, mesmo em regiões desérticas. Por sua vez, a água das chuvas não se infiltra igualmente em toda a extensão do terreno.

O clima tem marcante efeito condicionador na distribuição dos seres vivos, particularmente no tocante à vegetação primária. Sauer (1925) comenta que as inter-relações entre clima e vegetação são tão diretas e fortes que é possível uma ampla medida de agrupamento climático de formas de vegetação. Ele relata que alguns biogeógrafos consideram pertinente a classificação de associações vegetais em termos de temperatura e umidade. Assim, as formações vegetais naturais guardam relações de dependência com as condições climáticas, incluída aí a influência do regime de umidade dos solos.

Esse fato levou à adoção do tipo de vegetação primária como critério de fases de unidades de mapeamento em levantamentos pedológicos de média a pequena escala no Brasil a partir de 1962 (CAMARGO et al., 1987). Existem, atualmente, mais de cinqüenta formas de vegetação reconhecidas pelos levantamentos de solos no Brasil. É possível, porém, grupar as seguintes fases: florestas, cerrado, campos, caatinga, vegetação de restinga e outras formações mais localizadas (EMBRAPA, 1979c, 2006).

Pedopaisagem

A pedopaisagem é aqui considerada conforme definição do “Vocabulário de Ciência do Solo”:

> Qualidade pedológica de uma paisagem. Duas paisagens agrícolas com a mesma topografia podem ser indistinguíveis paisagisticamente, mas se os solos forem diferentes formarão pedopaisagens distintas (CURI et al., 1993, p. 62).

De modo geral, os solos existentes na paisagem refletem sua história. Solo e relevo são vistos como um sistema aberto, onde estão continuamente recebendo e perdendo matéria e energia de seu meio ambiente. O intemperismo das rochas dispõe material para o início da formação do solo que, por sua vez, fornece nutrientes para as plantas, possibilitando com isso a saída do nutriente do solo e a sua entrada no ciclo biológico. Algumas vezes, a reciclagem pode ocorrer quando os nutrientes são retornados ao solo no final das estações e/ou dos cultivos; as perdas ocorrem quando os nutrientes e minerais são carreados para a rede de drenagem ou retirados pelas culturas.

A ocorrência dos argilominerais – usualmente os filossilicatos (CURI et al., 1993) – e dos minerais dos grupos dos óxidos de ferro (goethita e hematita) e de alumínio (gibbsita) é condicionada por material de origem, intemperismo e pedogênese, incluindo etapas de estabilidade, transformações e neoformações minerais (KÄMPF e CURI, 2003). A importância desses minerais se deve à sua marcante contribuição às propriedades morfológicas (cor), físicas (textura, estrutura, consistência, permeabilidade, expansão, contração etc.) e químicas (disponibilidade de nutrientes, CTC, pH, sorção etc.) do solo, decorrentes principalmente de seu pequeno tamanho (propriedades coloidais), elevada área superficial e reatividade de superfície (KÄMPF e CURI, 2003).

A matéria orgânica e os óxidos de alumínio (gibbsita) induzem à formação de pequenos grânulos (estrutura granular), de tal modo que as unidades estruturais não estão acomodadas entre si, mas fundidas em alguns pontos de contato, resultando em grande

porosidade e atributos físico-hídricos favoráveis (mesmo em solos com elevados teores de argila), tais como elevada friabilidade e permeabilidade, facilidade de penetração de raízes (FERREIRA et al., 1999a, 1999b; RESENDE et al., 2002, 2005). Enquanto as placas (ou lâminas) de argilas silicatadas tendem a ser planas e o contato entre elas se realizar face a face – de modo que em geral a estrutura é em blocos – e, na medida em que haja maior atividade de contração e expansão, pela variação da umidade em consonância com maior atividade da argila, a estrutura tende a apresentar angulosidade (blocos angulares e prismática), induzindo ao aumento da coesão entre as placas e à formação de uma massa compacta e impermeável. O aumento da coesão torna esses solos resistentes à erosão em sulcos, mas, comparativamente aos solos oxídicos, são mais suscetíveis à erosão laminar (RESENDE et al., 1992).

Os óxidos de ferro compreendem vários minerais de ampla variedade de cores. Sua formação é fortemente influenciada pelas condições do ambiente e por sua baixa solubilidade em determinadas circunstâncias, podendo persistir por longo tempo no solo. Diante disso, funcionam como indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos (KÄMPF e CURI, 2000; SCHWERTMANN, 1985). A hematita tem caráter pigmentário (em tamanho pequeno), bastando pouca quantidade para colorir o solo de vermelho (KÄMPF et al., 1988; KÄMPF e CURI, 2000; PALMIERI, 1986; PALMIERI e LARACH, 2000; RESENDE, 1976; RESENDE et al., 2005), enquanto a goethita (de tamanho pequeno) é de cor amarela e o argilomineral caulinita, de cor branca. Ambientes secos, quentes e arejados, com baixos níveis de matéria orgânica, solos menos ácidos (com teores elevados de cálcio e magnésio) e elevada taxa de liberação de ferro dos silicatos favorecem a formação de hematita; enquanto que, para formação de goethita, as condições seriam as opostas (SCHWERTMANN, 1985; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1977). Schwertmann (1966) comenta que a matéria orgânica complexa o ferro, impedindo a formação da ferrihidrita, precursora necessária da hematita.

Podem ser considerados como em seqüência de idade e como tendência em características, os solos apresentados na Figura 6. Os Neossolos Litólicos (Solos Litólicos), Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais), Neossolos Regolíticos e Cambissolos são influenciados pelo material de origem, freqüentemente fugindo às tendências preconizadas.

As partes velhas da paisagem (expostas ao intemperismo há mais tempo) são justamente as grandes e altas chapadas, comuns no território brasileiro. Nessas áreas, ocorrem os solos mais velhos e lixiviados, geralmente cobertos por vegetação de cerrado. As partes rejuvenescidas, mais baixas e, na maioria das vezes, acidentadas, já apresentam solos relativamente novos.

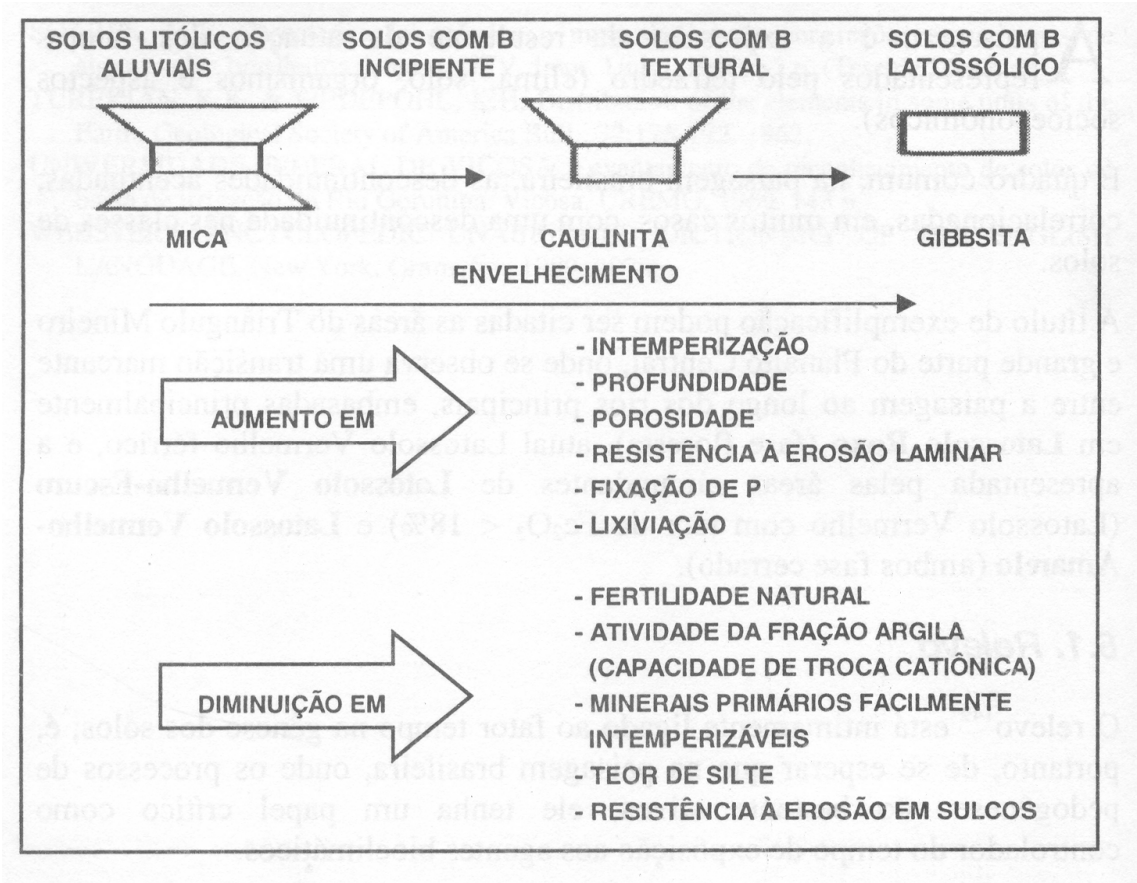


Figura 6 – Algumas tendências nas relações entre idade do solo e suas características (Resende et al., 2002).

Segundo Resende et al. (2002), parece lógico pensar que em muitas áreas do planalto Atlântico, por exemplo, mesmo onde o relevo é acidentado, ele já tenha sido mais suave, com

solos antigos, cujo material intemperizado foi, em parte, redistribuído pelas vertentes, apresentando atualmente solos bastante evoluídos pedogeneticamente.

Solos desenvolvidos de sedimentos terciários e/ou quaternários em posição relativa mais elevada na paisagem – fato que pode evidenciar a ocorrência de inversão de relevo regional – são observados em alguns locais do estado do Rio de Janeiro (CALDERANO et al., 2000) e estados vizinhos (ANTONIOLI et al., 2005; PEIXOTO, 2002).

A região da Zona da Mata mineira, caracterizada pela heterogeneidade de microambientes, é constituída basicamente por duas unidades de paisagem: as baixadas – de relevo plano e suave ondulado – e as elevações – de relevo predominantemente forte ondulado e montanhoso. Tal feição resulta, segundo Resende e Rezende (1983), da profunda dissecação de um antigo planalto, com o conseqüente rejuvenescimento pedogeomórfico regional promovido pela remoção de solos antigos das áreas elevadas e a expansão de solos jovens e mais férteis nas partes baixas (Figuras 7 e 8).

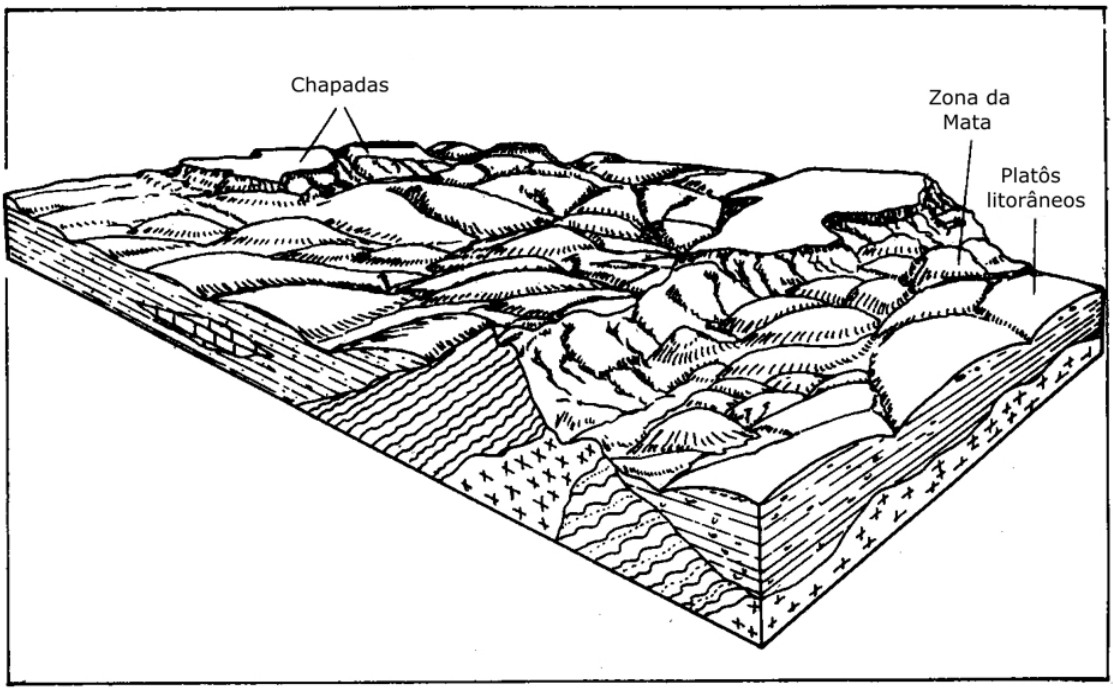


Figura 7 – Exemplo de evolução de relevo no sudeste brasileiro, em parte resultante da dissecação de antigos planaltos (Resende e Rezende, 1983).

Além dos aspectos gerais da relação solo-relevo, observa-se que, quando em topografia acidentada, os Latossolos estão em elevações com superfície suave (regular, sem descontinuidades), enquanto os solos com horizonte B textural se encontram em elevações com superfície irregular (com descontinuidades, rupturas de declive) (Figura 9).

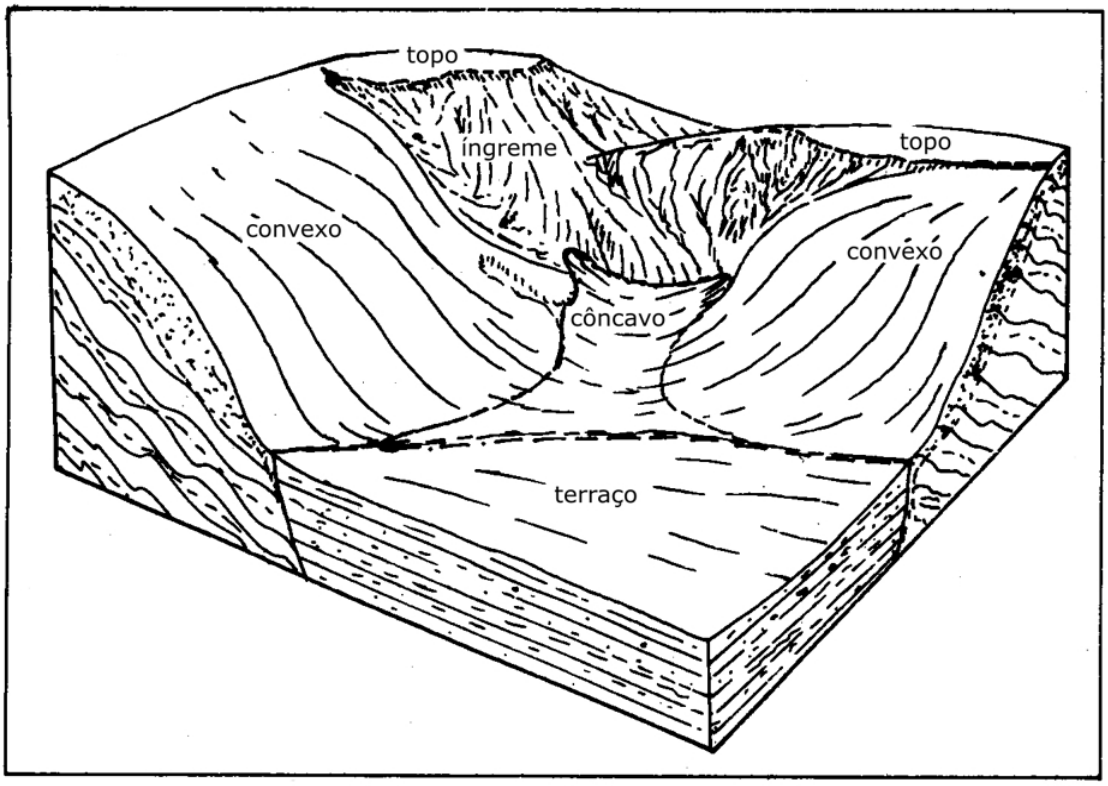


Figura 8 – Formas de relevo na paisagem da Zona da Mata mineira (Resende e Rezende, 1983).

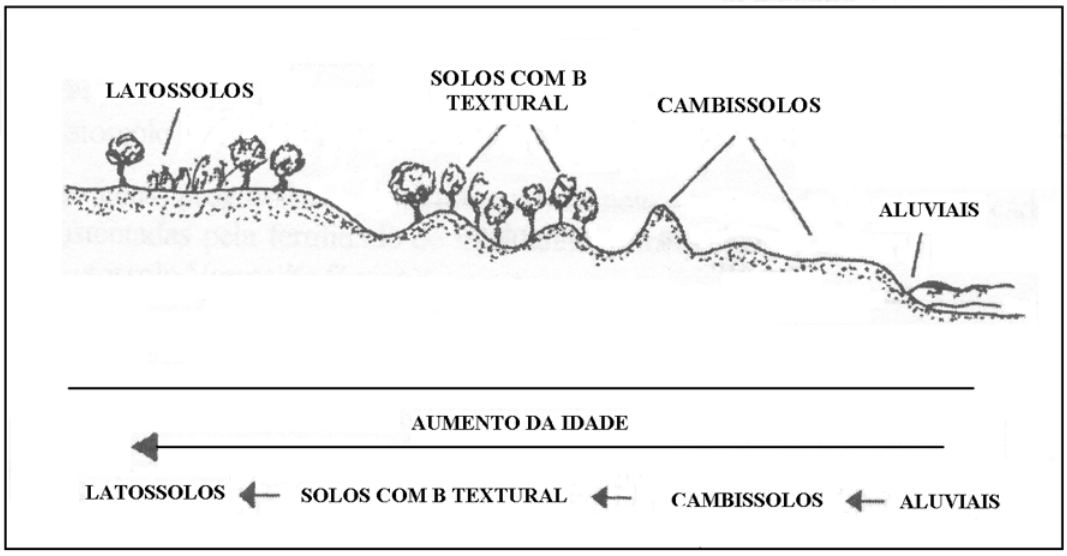


Figura 9 – Solos e relevo: algumas tendências na paisagem brasileira (Resende et al., 2002).

As paisagens naturais diferenciam-se por atributos climáticos, geológicos, de relevo, solos, cobertura vegetal, dentre outros. Schaefer et al. (2000) comentam que, a partir das informações dos relatórios técnicos temáticos de geomorfologia e pedologia, que representam a interface viva e dinâmica da paisagem, torna-se possível a predição sintetizada dos riscos ambientais e impactantes em escalas variáveis.

A compreensão dos elementos formadores da paisagem, por meio de atributos que possam ser utilizados como indicadores pedoambientais, contribui para a modelagem de agroecossistemas visando à sua preservação, com base no conceito de desenvolvimento sustentável.

1.2. Qualidade do Solo e Sustentabilidade

Surgido em 1968 na Conferência da Biosfera de Paris, o conceito de "sustentabilidade" teve seu emprego generalizado a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, de tal forma que hoje o termo "sustentável" é praticamente um complemento obrigatório das palavras "desenvolvimento" ou "agricultura" (VON DER WEID, 1996). Embora a definição do termo varie conforme as preocupações, a sensibilidade ou o interesse de quem o enuncie, sobressai, como princípio geral, a preocupação básica com o equilíbrio entre fatores econômicos, sociais e ecológicos no uso dos recursos naturais (RESENDE et al., 1996). Inclui, além disso, uma forte dimensão temporal, na medida em que pressupõe a manutenção da disponibilidade desses recursos no futuro (VON DER WEID, 1996).

Desse modo, na busca da sustentabilidade do processo de exploração agrícola, é essencial profundo conhecimento tanto dos aspectos socioeconômicos como dos recursos naturais. Dentre estes, destaque especial deve ser dispensado aos solos – fonte vital para a continuidade da vida humana, posto que se constitui em substrato para os diversos tipos de

uso agrícola –, assim como à água, considerado o meio de vida natural mais ameaçado do planeta (DORAN et al., 1996).

Blum e Santelises (1994, citados por DORAN et al., 1996) descrevem o conceito de sustentabilidade e resiliência do solo baseados em seis funções principais – três funções ecológicas e três relacionadas a atividades humanas. As funções ecológicas compreendem: (i) a produção de biomassa (alimento, fibra e energia); (ii) o solo como um reator, um filtro, um *buffer*, que transforma matéria para proteger o ambiente, o lençol freático e a cadeia alimentar da poluição; (iii) o solo como um habitat biológico e reserva genética para plantas, animais e organismos que devem ser protegidos da extinção. As funções relacionadas às atividades humanas são: (i) o solo como meio físico, servindo como base espacial para atividades socioeconômicas, industriais e técnicas, tais como: moradias, instalações industriais, sistemas de transporte, recreação, depósito de resíduos; (ii) o solo como fonte de matéria-prima, suprindo água, argila, areia, cascalho, minerais etc.; (iii) o solo como herança cultural, formando parte da nossa herança cultural e contendo importantes tesouros paleontológicos e arqueológicos para preservar a história da Terra e da humanidade.

Os levantamentos de recursos naturais – indispensáveis ao sucesso de projetos de desenvolvimento sustentado e de recuperação de áreas degradadas, bem como em estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA/RIMA) –, ao estratificar o ambiente em unidades geoambientais homogêneas, propiciam o enfoque de suas condições ecológicas limitantes e possibilitam avaliar seu potencial de uso (CARVALHO JÚNIOR e BARROS, 1994). Permitem, assim, contribuir para o desenvolvimento socioeconômico aliado à conservação e proteção dos recursos naturais, contemplando, portanto, os requisitos básicos para o desenvolvimento sustentável previstos na Agenda 21 (BRASIL, 1991, 2004; UNEP, 2007) – um dos principais resultados da ECO-92, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada entre 3 e 14 de junho de 1992 no Rio

de Janeiro –, que compreende um documento por meio do qual se buscam meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra.

Os principais estudos sobre meio ambiente e desenvolvimento para a América Latina e Caribe identificam dez problemas estratégicos: (i) erosão e perda da fertilidade dos solos; (ii) desertificação; (iii) desmatamento e destino das terras; (iv) degradação das bacias hidrográficas; (v) exploração e uso dos bosques; (vi) deterioração dos recursos marinhos e costeiros; (vii) contaminação de água e ar; (viii) perda de recursos genéticos e ecossistemas; (ix) qualidade de vida em áreas urbanas; (x) migração rural e propriedade da terra (WINOGRAD, 1995).

O manejo sustentável de áreas agricultáveis está diretamente relacionado à vocação e à produtividade das terras, à qualidade das culturas e aos riscos ambientais. Dessa forma, a sustentabilidade requer o conhecimento da natureza e da variação espacial dos solos em uma dada região (LAGACHERIE, 1997). Em geral, esse conhecimento é inadequadamente suprido por mapas de solos em escala regional ou nacional.

Os levantamentos de solos constituem-se em ferramentas importantes para o planejamento de uso das terras. Além de mostrarem a distribuição espacial das diversas classes de solos, fornecem informações essenciais sobre as características físicas, químicas, mineralógicas e também sobre as condições ambientais dos solos, segundo critérios referentes às condições das terras, que interferem direta ou indiretamente no comportamento e qualidade do meio ambiente (PALMIERI e LARACH, 2000).

A interpretação de levantamentos pedológicos para fins não-agrícolas tem histórico antigo no planejamento de uso e ocupação das terras. A Soil Science Society of America/American Society of Agronomy edita, desde a década de 1960, uma publicação com ênfase no planejamento de uso das terras para várias situações (BARTELLI et al., 1966). No município do Rio de Janeiro, Antunes et al. (1987) elaboraram um mapa geotécnico

preliminar para a zona oeste e Lumbreras et al. (2004b) avaliaram a vulnerabilidade das terras para auxiliar no planejamento ambiental, ambos com base no levantamento pedológico do município do Rio de Janeiro (EMBRAPA, 1980). O “Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro” (DANTAS et al., 2001) foi realizado utilizando, entre outros temas, o levantamento pedológico constante em “Os Solos do Estado do Rio de Janeiro”, de Carvalho Filho et al. (2001a). Da mesma forma, estudos conduzidos pela Embrapa na região dos Lagos fluminense fizeram uso do levantamento de solos para a avaliação da vulnerabilidade e potencialidade ao uso das terras (LUMBRERAS et al., 2001). No entanto, Azevedo et al. (2007) comentam que a maioria dos cientistas de solos do Brasil atua com o viés agrícola, deixando de se posicionar em alguns setores que apresentam demanda por assistência técnica, tais como a geociência forense, a geomedicina e a geotecnia.

O conceito de qualidade do solo tem sido sugerido por vários autores como uma boa ferramenta para avaliar, em longo prazo, a sustentabilidade de práticas agrícolas em níveis local, regional e internacional. Entre as definições de qualidade do solo, a Soil Science Society of America apresenta esta:

> Qualidade do solo é a capacidade de um tipo específico de solo para funcionar, dentro de limites de ecossistemas naturais ou manejados, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água, e sustentar a habitação e saúde humana (KARLEN et al., 1997, p. 6; tradução nossa).

Vale lembrar que o objetivo da pedologia a serviço do desenvolvimento é no sentido de orientar a utilização adequada dos solos, isto é, sem destruí-los (RUELLAN, 1988).

A qualidade de um solo pode ainda ser avaliada por sua habilidade intrínseca em manter um ecossistema em condições naturais. Por exemplo, um solo desenvolvido sob uma floresta tropical tem a habilidade de manter esse ecossistema. Se a floresta for removida e substituída por culturas agrícolas, a produção agrícola será mantida somente por poucos anos, devido a rápido declínio da matéria orgânica do solo, perdas de nutrientes e redução em

qualidades físicas do solo. Com a exposição da superfície desprotegida, a erosão é acelerada devido à alta intensidade da chuva. Em alguns casos, tanto a erosão quanto as mudanças na fertilidade do solo o tornam inapto para sustentar um ecossistema florestal ou um cultivo agrícola, especialmente onde as pressões populacionais levam a pousios cada vez mais curtos, diminuindo a sustentabilidade dos solos cultivados. Nesse caso, chega-se à condição conhecida como equilíbrio de baixa biomassa, a qual dificilmente retorna à condição original (SCHAEFER et al., 2000). Segundo Santana (2002), a qualidade do solo é o mais importante elo entre as práticas agrícolas e a agricultura sustentável.

A qualidade do solo é usualmente considerada como composta por suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Segundo Larson e Pierce (1991, citados por DORAN et al., 1996), tais propriedades provêem o meio para crescimento das plantas, regulam a distribuição de água para o meio ambiente e servem como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de produtos danosos ao ambiente.

Doran e Parkin (1994, citados por SANTANA, 2002) argumentam que essas propriedades conferem ao solo a capacidade de exercer as funções de sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e dos homens.

1.2.1. Aspectos físicos

A qualidade física tem um papel central em estudos da qualidade do solo, tendo em vista seu grande efeito sobre os processos químicos e biológicos do solo, na retenção e transporte de água e elementos químicos, na emergência de plântulas, no desenvolvimento radicular e na erodibilidade do solo (DEXTER, 2004; DORAN et al., 1996). Letey (1985) argumenta que, dentre as propriedades físicas que afetam a produção agrícola, os fatores diretamente relacionados com o crescimento das plantas são água, oxigênio, temperatura e resistência mecânica ao desenvolvimento radicular (fatores estes inter-relacionados e nunca

independentes um do outro); e os fatores indiretos são densidade do solo, textura, estrutura, estabilidade de agregados, distribuição do tamanho dos poros. Adicionalmente, a relação entre a produção agrícola e os atributos físicos do solo depende também de variáveis da planta (espécie, fase de crescimento) e das condições climáticas (radiação solar, umidade do ar).

Espaço poroso do solo

Segundo Grohmann (1975), "compacidade" é o arranjamento ou agrupamento cerrado das partículas que um solo apresenta. Esse autor denomina "camadas adensadas" aquelas em que a compacidade é devida a processos pedogenéticos, reservando o termo "camada compactada" àquela em que sua compacidade é causada pelo manejo do solo.

A densidade do solo e a porosidade são as medidas quantitativas mais diretas da compactação (CAMARGO, 1983; REICHARDT, 1990). Primavesi et al. (1984, citados por THURLER, 1989) constataram que a porcentagem de poros de aeração foi o indicador mais adequado, provavelmente por ser uma propriedade do solo e menos afetada por fatores externos que a densidade e a condutividade hidráulica saturada, para avaliação da compactação de solos diferentes, ou mesmo horizontes diferentes.

O principal problema de manejo de solos muito argilosos é prevenir a ocorrência de anaerobiose, que restringe o desenvolvimento radicular e a atividade biológica (GREENLAND, 1981). O cultivo intensivo pode aumentar a dispersão de argilas – se o solo é cultivado úmido – e causar deficiência de aeração. Almeida et al. (1988) comentam que esse efeito interfere nos processos físicos, químicos e biológicos do solo, além de reduzir a eficiência das raízes de culturas não adaptadas ou mesmo inibir o seu crescimento.

A porosidade de aeração (macroporosidade) é considerada como o espaço poroso cheio de ar quando o solo saturado é submetido à tensão de uma coluna de água de 60 cm (EMBRAPA, 1997). Alturas de colunas de 40 a 120 cm também são usadas (BREWER, 1976; KOHNKE, 1968; TAYLOR e ASHCROFT, 1972). Greenland (1981) e Taylor e

Ashcroft (1972) relacionam a porosidade de aeração à porosidade cheia de ar quando o solo está na capacidade de campo.

Os poros com diâmetro maior que 0,05 mm são denominados macroporos (EMBRAPA, 1997). Sua principal função é a aeração da matriz do solo e infiltração e condução de água. Os microporos (também denominados poros capilares) possuem diâmetro menor que 0,05 mm e atuam no armazenamento de água.

Movimento da água no solo

A proporção de água da chuva que se infiltra no solo é decisiva para o processo de erosão. Quanto mais alta for a infiltrabilidade do solo, tanto menor será o escoamento superficial que, normalmente, é o principal responsável pela erosão (DERPSCH et al., 1991).

O volume da água que flui por um tubo capilar na unidade do tempo é proporcional à quarta potência do raio (CAMARGO, 1983). Portanto, a redução de poros grandes influencia bastante a transmissão de água em solo saturado. A taxa de infiltração em solos que sofreram selamento superficial ou compactação é consideravelmente diminuída, resultando em aumento do escoamento superficial da água.

O aumento da cobertura vegetal reduz consideravelmente a energia de impacto das gotas de chuva contra a superfície do solo, o que reflete, diretamente, sobre a desagregação da estrutura, reduzindo o entupimento dos poros e o selamento superficial e, conseqüentemente, aumentando a infiltração (BERTOLINI e LOMBARDI, 1993).

São estes os principais fatores que influenciam a velocidade de infiltração: presença de poros grandes e interligados; estrutura e compactação do solo; textura; conteúdo de umidade; estratificação; atividade biológica (GAVANDE, 1986). Molion (1984) acrescenta: a presença de afloramento de rocha; quantidade de matéria orgânica do solo; serrapilheira; declividade e forma da vertente; rugosidade do terreno; feições microtopográficas; quantidade e tipo de cobertura vegetal; duração e intensidade da chuva. Derpsch et al. (1991) enfatizam que a

cobertura do solo com plantas ou restos de plantas é um fator preponderante na infiltração de água e na perda de solo por erosão.

Alguns fatores – tais como fendas ou orifícios criados pelas raízes, minhocas ou grandes animais – podem exercer influências importantes e algumas vezes extremamente localizadas sobre a permeabilidade. Conseqüentemente, não é tarefa fácil a obtenção de valores representativos de infiltração e condutividade hidráulica. Em vista da natureza crítica desses valores, é desejável que, na descrição do solo, ênfase especial seja dada às feições morfológicas que influenciam ou refletem a permeabilidade, tais como: textura, mineralogia da argila, estrutura, consistência, cor, poros visíveis e profundidade do solo (FAO, 1979).

Armazenamento de água no solo

Há dois mecanismos principais que operam na matriz do solo para retenção de água: as forças de tensão superficial, dominantes em solo úmido, e as forças de adsorção, dominantes em solo mais seco (LIBARDI, 1984; REICHARDT, 1990).

A armazenagem de água pelo solo e a disponibilidade dessa água para as plantas são funções de processos dinâmicos, tais como: infiltração, redistribuição, drenagem e absorção de água pelas raízes das plantas. Tendo em vista que há uma ampla variedade de diâmetros e comprimento de poros e conexões, Van Lier (2000) argumenta que o movimento da água no solo é descrito pela lei de Darcy-Buckingham – a densidade de fluxo de água no solo é igual ao produto do gradiente de potencial total pela condutividade hidráulica. Reichardt (1988) comenta que o fluxo de drenagem decresce rapidamente com o tempo, mas, praticamente, nunca cessa, o que torna muito subjetiva a escolha do instante para a determinação da capacidade de campo.

Devido à necessidade de definição da água disponível para possibilidade de manejo agrícola, estipularam-se limites – superior e inferior – de teor de água do solo. A diferença

entre ambos, denominados capacidade de campo e ponto de murchamento permanente, representa a água disponível para as lavouras.

O solo não apresenta um valor único de capacidade de campo. O sistema dinâmico de remoção de água por meio de drenagem, evaporação e transpiração e a água que se agrega por meio do orvalho e da chuva são fatores diversos que jamais alcançam um equilíbrio entre a quantidade de água do solo e o campo de força gravitacional. Outros fatores influem no equilíbrio, incluindo histerese, temperatura do solo, textura, estrutura, qualidade das partículas sólidas, principalmente das argilas, teor de matéria orgânica, arranjo poroso e distribuição de poros segundo seu diâmetro médio (GAVANDE, 1986; HILLEL, 1970; LIBARDI, 1984; TAYLOR e ASHCROFT, 1972).

Em conseqüência do sistema dinâmico e dos muitos fatores modificantes, a capacidade de campo deve ser considerada como característica das condições de campo; portanto, somente é determinada com exatidão no campo (GAVANDE, 1986; HILLEL, 1970; MEDINA e OLIVEIRA, 1987; TAYLOR e ASHCROFT, 1972), não havendo processo de laboratório que seja universalmente satisfatório para avaliá-la (HILLEL, 1970).

Embora sem suporte teórico, a determinação da capacidade de campo em amostras de laboratório pode ser útil para efeito prático (REICHARDT, 1988). Incluem-se aí o equilíbrio de amostras de solo pré-saturado com força centrífuga de mil vezes a gravidade (umidade equivalente) e o equilíbrio com pressões de 0,006 MPa, 0,01 MPa ou 0,33 MPa, em câmaras com placas (ou membranas) porosas. Reichardt (1988) sugere que a capacidade de campo pode ser considerada como relativa aos potenciais mais elevados (0,006 MPa ou 0,01 MPa).

O ponto de murchamento permanente é afetado, também, pela espécie vegetal e seu estágio de crescimento, sendo normalmente relacionado ao teor de umidade do solo submetido a uma tensão de 1,0 MPa a 1,5 MPa (KOHNKE, 1968). Reichardt (1990) comenta

que, de uma maneira geral, a maioria das plantas tem seu crescimento afetado quando o potencial matricial da água atinge valores menores que 0,5 MPa.

Indicadores de qualidade física

A qualidade física do solo é manifestada de vários modos. São exemplos de má qualidade: baixa infiltração de água, escoamento da água na superfície, consistência superficial desfavorável (ao desenvolvimento radicular, ao preparo do terreno), baixa aeração, restrições ao enraizamento. Enquanto a boa qualidade física se caracteriza quando os solos exibem o oposto ou ausência de tais condições. Segundo Dexter (2004), esses sintomas de má qualidade física correspondem a uma causa comum: a pobre estrutura do solo. Reynolds et al. (2008) enfatizam a necessidade de se pesquisar faixas de valores adequados de indicadores de qualidade para conjuntos de solos afins, não se limitando apenas aos valores de referência encontrados na literatura.

Dexter (2004) propôs o índice S como indicativo da qualidade física do solo com base na curva de retenção de água, a qual expressa a distribuição de tamanhos de poros do solo. O valor do índice S corresponde à inclinação da curva de retenção no seu ponto de inflexão – curva esta ajustada pelo modelo matemático de Van Genuchten (1980). Segundo a experiência de campo com diferentes solos, valores de S <0,020 são associados à má qualidade física e valores de S >0,035 são indicativos de boa qualidade estrutural do solo (Figura 10).

Outro indicador, proposto por Reynolds et al. (2002), leva em consideração a aeração do solo. Esses autores consideram capacidade de aeração do solo a relação entre a porosidade do solo drenada entre a saturação e a capacidade de campo (considerada como a água retida à tensão de 0,01 MPa) e a porosidade total do solo (ACt/Pt). Eles argumentam que uma boa qualidade física do solo, em termos de capacidade de aeração, ocorre quando se obtêm valores de ACt/Pt = 0,34.

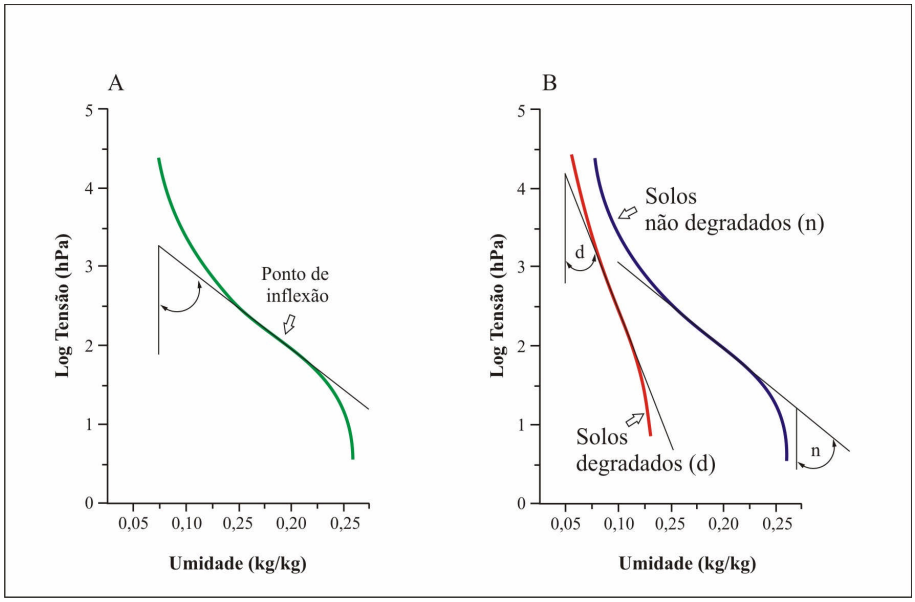


Figura 10 – Exemplo de curva característica de umidade e índice S (Dexter, 2004; tradução nossa).

1.2.2. Aspectos químicos

As condições químicas do solo afetam a relação solo-planta, as atividades biológica (e microbiológica) e química, a qualidade da água, a capacidade de transporte, a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e outros organismos, a mobilidade de contaminantes, o grau de estabilidade e de erodibilidade (DORAN et al., 1996; SANTANA, 2002). Segundo Lopes e Guilherme (2007), a presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que garantem a boa qualidade do solo.

Matéria orgânica

A matéria orgânica do solo (MOS) exerce importante influência em várias propriedades físicas. Costa (1991) afirma que, em solos muito argilosos, o húmus contribui para a formação de estrutura granular, da qual resulta melhoria das condições de drenagem e arejamento, desenvolvimento radicular e atividade biológica. Além disso, eleva o limite do teor de umidade acima do qual o solo se torna plástico e reduz sua excessiva coesão. Isso se traduz em melhoria de permeabilidade e maior facilidade de cultivo. Jorge (1975) cita, ainda, o aumento na capacidade de retenção de água e redução da erosão. Gibbs e Reid (1988) comentam que a MOS é um fator bastante importante no controle do tamanho das populações

de minhocas. A MOS contribui para a melhoria na qualidade do solo, tendo em vista que propicia aumento na CTC do solo (principalmente naqueles de baixa fertilidade), armazena e provê nutrientes como N, P e S, a adsorção e complexação de compostos orgânicos e inorgânicos (por exemplo, o alumínio tóxico), favorece os organismos do solo e a diversidade da população microbiana, bem como atua no bloqueio dos sítios reativos com os íons fosfato (LOPES e GUILHERME, 2007; MIELNICZUK et al., 2003; SILVA e MENDONÇA, 2007).

Quando presente em solos argilosos, que apresentam elevada área superficial específica, possibilita a formação de complexos organominerais que dificultam a decomposição da MOS e favorecem a formação de agregados estáveis – a proteção física e coloidal decorrente dessas reações é apontada como a principal causa da manutenção da MOS em regiões tropicais, mesmo que as condições climáticas sejam favoráveis à decomposição microbiana dos compostos orgânicos (GREENLAND et al., 1992; OADES et al., 1989; citados por MIELNICZUK et al., 2003). Quimicamente, a MOS é protegida por interagir fortemente com minerais e cátions polivalentes que não permitem o seu consumo por microorganismos (EDWARDS e BREMMER, 1967; MUNEER e OADES, 1989; citados por MIELNICZUK et al., 2003). Fisicamente, a MOS é protegida por estar incorporada por microagregados em poros de tamanho reduzido e inacessíveis a bactérias e suas enzimas (TISDALL, 1996, citado por MIELNICZUK et al., 2003). Silva e Mendonça (2007) comentam que grande parte da estabilidade da MOS ainda não é completamente entendida e, adicionalmente à proteção coloidal e física, parte da proteção da MOS advém da sua estabilidade bioquímica – relacionada com a resistência estrutural ao ataque de enzimas. Entretanto, o revolvimento do solo promove a ruptura dos agregados pela ação de máquinas e implementos, pela exposição a ciclos de umedecimento e secagem e pela ação da chuva, expondo a matéria orgânica intra-agregada à decomposição microbiana (ROTH et al., 1991; BALESDENT et al., 2000, citados por MIELNICZUK et al., 2003; CAMPOS et al., 1995).

Aweto (1988), estudando os efeitos da agricultura itinerante sobre as características dos solos (Oxisols), em região de floresta tropical e chuvosa do sudeste da Nigéria, verificou que o nível de matéria orgânica declinou durante o cultivo, assim como o aporte de serrapilheira. Segundo esse autor, além de Derpsch et al. (1991), Gibbs e Reid (1988), Greenland (1981), Machado e Brum (1978), Sánchez (1981), a exposição do solo resulta no aumento de temperatura e na conseqüente aceleração da oxidação da MOS, redução do conteúdo de água do solo e na população de minhocas.

Acidez do solo

Em decorrência das relações de causa e efeito com outras propriedades químicas, físicas e biológicas, a acidez condiciona o estado geral do solo como base de crescimento para as plantas (SOUSA et al., 2007). O pH[2] define a acidez do solo ou a alcalinidade relativa de uma solução.

Os solos tropicais são normalmente ácidos, seja pela ocorrência de precipitação suficientemente alta para lixiviar quantidades expressivas de bases trocáveis do solo, que serão substituídas por elementos acidificantes como o hidrogênio, o manganês e o alumínio, seja pela ausência de minerais primários ou secundários responsáveis pela reposição dessas bases. Além da ocorrência natural da acidez do solo, as culturas podem contribuir para aumentá-la, principalmente pela absorção de cátions pelas raízes, deixando em seus lugares quantidades equivalentes de íons hidrogênio; também a atividade biológica, produzindo ácidos; e práticas agrícolas, como, por exemplo, a aplicação de fertilizantes acidificantes (nitrato e sulfato de amônio).

A acidez do solo afeta o desenvolvimento das plantas por dois tipos de efeitos (VITTI, 1987): (i) diretos – os íons H^+ são essenciais para o desenvolvimento das plantas, ou seja, as plantas necessitam dele para o seu crescimento, ocorrendo em concentrações ideais na faixa de pH em água de 6,0 a 6,5, enquanto em pH extremos pode haver falta ou excesso; (ii)

[2] pH compreende o logaritmo do inverso da atividade do íon hidrogênio.

indiretos – a) a disponibilidade de macro e micronutrientes é máxima, ou não é limitante, quando o pH está entre 6,0 e 6,5; b) ocorre aumento da solubilidade do alumínio e do manganês, elementos tóxicos às plantas quando em excesso no solo, quando a acidez é alta; c) a atividade de microorganismos é influenciada pela acidez do solo, notadamente naquelas envolvidas com a fixação biológica do N_2 do ar atmosférico e nas da mineralização da matéria orgânica (amonificação e nitrificação), já que, em geral, ambientes ácidos são prejudiciais ao desenvolvimento de bactérias e actinomicetos.

Cálcio e magnésio

Denominados macronutrientes secundários, são importantes para a nutrição das plantas. Ocorrem nos solos, na forma catiônica de Ca^{2+} e Mg^{2+}.

O cálcio faz parte da estrutura de diversos minerais do solo, tais como a calcita, dolomita, feldspatos cálcicos (anortita), anfibólios. Tal como outros cátions, está presente na solução do solo e é retido como Ca^{2+} trocável nas superfícies carregadas negativamente das argilas e da matéria orgânica. Em geral, é o cátion dominante no solo, mesmo que em pH baixo. Influencia indiretamente as produções pela redução da acidez do solo, o que diminui a solubilidade e a toxidez do alumínio, do manganês e do cobre. Estimula o desenvolvimento das raízes e das folhas e forma compostos que são parte das paredes celulares, reforçando a estrutura das plantas, e sua deficiência afeta, principalmente, o crescimento das raízes (LOPES, 1989; SOUSA et al., 2007; VAN RAIJ, 1991).

O magnésio vem da intemperização das rochas que contêm minerais, como a mica (biotita), hornblenda, dolomita, olivina. Uma diferença importante é que o magnésio faz parte da estrutura de minerais de argila, ocorrendo em vermiculita, esmectita, clorita. Em geral, o solo contém menos magnésio que cálcio, por ser mais solúvel e sujeito a maior lixiviação, além do que, em geral, o material de origem contém menos magnésio que cálcio (LOPES, 1989). Tem um comportamento similar ao do cálcio e, da mesma forma, influencia na redução

da acidez do solo. É um mineral constituinte da clorofila e envolvido diretamente na fotossíntese; ajuda no metabolismo do fosfato, na respiração da planta e na ativação de vários sistemas enzimáticos. O desequilíbrio entre cálcio e magnésio pode acentuar a deficiência de magnésio, isto é, quando a relação Ca/Mg é muito alta, as plantas podem absorver menos magnésio (LOPES, 1989; SOUSA et al., 2007; VAN RAIJ, 1991).

Potássio

O potássio é um dos macronutrientes mais exigidos pelas culturas, considerado um dos três nutrientes primários, como o nitrogênio (N) e o fósforo (P). Depois do fósforo, é o nutriente mais consumido como fertilizante no país. É absorvido pelas plantas na forma iônica (K^+). Nas plantas, exerce uma série de funções, principalmente ligadas ao metabolismo e na síntese proteica, com papel fundamental na fotossíntese.

O potássio é um elemento abundante em rochas, mas, à medida que o intemperismo aumenta, torna-se menos comum nos solos. Os minerais mais importantes portadores de potássio são micas (muscovita e biotita), feldspatos (ortoclásio) e, nos argilominerais, vermiculita e illita, bem como nos interestratificados, que se situam entre illita e micas e a vermiculita. Além do potássio estrutural dos minerais, o nutriente ocorre no solo na forma de cátion trocável e na solução do solo (na forma iônica K^+), mas em baixos percentuais em relação aos teores totais. No entanto, em solos muito intemperizados, eles podem ser a reserva mais importante de potássio disponível.

A disponibilidade do potássio no solo é influenciada pelo teor de água do solo (ocorre uma redução da absorção com a diminuição da umidade). Apresenta interações importantes com cálcio e magnésio do solo – em presença de teores mais elevados de cálcio e magnésio no solo, os mesmos teores de potássio trocável podem se revelar menos disponíveis para certas culturas (SOUSA et al., 2007; VAN RAIJ, 1991). No entanto, as plantas têm capacidade de compensar a absorção dentro de ampla variação de concentrações, e os efeitos

antagônicos só passam a influenciar negativamente o rendimento quando os desajustes no solo são muito grandes (ERNANI et al., 2007).

Fósforo

Dentre os três macronutrientes, o fósforo é o exigido em menores quantidades pelas plantas. No entanto, é o mais utilizado em adubação no país, em razão de sua carência generalizada nos solos e, também, porque esse elemento tem forte interação com o solo.

Encontra-se na solução do solo como íons ortofosfato, forma derivada do ácido ortofosfórico (H_3PO_4). As plantas absorvem a maior parte do fósforo como íon ortofosfato primário ($H_2PO_4^-$) e, em menor proporção, o íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}). O pH do solo influencia acentuadamente a relação desses dois íons absorvidos pelas plantas. Na presença de vários compostos de fósforo, como habitualmente ocorre no solo, a sua maior solubilidade ocorre com pH em torno de 6,0 (VAN RAIJ, 1991). Atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos na planta; o seu suprimento adequado desde o início do desenvolvimento vegetal é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas (LOPES, 1989; VAN RAIJ, 1991).

A maior parte do fósforo do solo é proveniente da intemperização da apatita. Outras fontes são: matéria orgânica, microorganismos e diversas formas de vida em decomposição. Jackson (1964) comenta que cerca da metade do fósforo ocorre em combinação com a matéria orgânica na superfície dos solos e que o restante se encontra em minerais ou em combinações inorgânicas. Nesse sentido, Novais et al. (2007) comentam que o acúmulo de formas orgânicas de fósforo nos solos, principalmente nos mais ácidos e argilosos, pode ser de grande importância para a agricultura nos trópicos, em especial para a agricultura de baixa utilização de insumos. Por ser muito reativo, uma parte do fósforo reage quimicamente com elementos como ferro, alumínio e cálcio para formar compostos que as plantas não podem aproveitar de

imediato; nessas situações, são considerados como forma “fixada”. Em solos ácidos, com predomínio de óxidos de ferro e alumínio, são mais importantes as combinações de fósforo com ferro e alumínio, enquanto que em solos neutros ou alcalinos ocorrem mais fosfatos de cálcio, de baixa solubilidade (VAN RAIJ, 1991). Segundo pesquisa conduzida por Motta (1999), a adsorção de fósforo aumenta à medida que a mineralogia dos Latossolos se torna mais oxídica. Novais et al. (2007) consideram como causa básica do dreno de fósforo do solo (forma “fixada”) o aumento das cargas positivas nos solos mais intemperizados e argilosos. O fósforo pouco se movimenta no solo, permanecendo onde é colocado pela intemperização dos minerais ou pela adubação. As formas significativas de perda do fósforo são: remoção pelas culturas e erosão do solo.

Sódio e sais solúveis

O sódio ocorre nos minerais, na solução do solo e como cátion trocável na forma química de íon Na^+. É facilmente removido do solo por lixiviação. Está presente em locais com estação seca marcante, onde a lixiviação não foi suficientemente intensa para remover os sais solúveis (principalmente em regiões semi-áridas), que se acumulam na forma de NaCl, Na_2SO_4 e algumas vezes como Na_2CO_3 e outros sais. Ocorre também em solos próximos ao mar, devido à influência das marés. O sódio ocorre nos feldspatos (albita) e em pequenas quantidades em micas, piroxênios e anfibólios.

Conteúdos de sódio trocável de 15% ou mais tendem a dispersar a argila e desenvolver propriedades físicas adversas no solo, com deterioração da estrutura, redução da taxa de transmissão de água, de trocas gasosas e de crescimento das raízes e, com isso, dificultar o crescimento das plantas (FREIRE e FREIRE, 2007; JACKSON, 1964; OLIVEIRA et al., 1992; RICHARDS, 1977). Teores elevados de sódio tendem a aumentar o pH e interferem no crescimento das plantas por inibir a absorção do cálcio e do magnésio (RICHARDS, 1977). No entanto, o sódio pode ser benéfico para algumas culturas (por exemplo, beterraba

açucareira), podendo substituir parcialmente o potássio em algumas plantas (VAN RAIJ, 1991).

A salinidade refere-se à presença de sais solúveis no solo em quantidade que interfere no desenvolvimento das culturas. É expressa por condutividade elétrica (CE) medida no extrato de saturação do solo. Os principais sais solúveis que contribuem para a salinidade são: os cátions cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^{+}) e sódio (Na^{+}); os ânions cloreto (Cl^{-}), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^{-}), carbonato (CO_3^{2-}) e nitrato (NO_3^{-}). O potássio ocorre em menor quantidade que aqueles cátions e o bicarbonato, o carbonato e o nitrato, em menor quantidade que os cloretos e sulfatos. A principal fonte de salinidade natural dos solos é o intemperismo químico dos minerais primários.

A presença de sais é prejudicial ao desenvolvimento das plantas por: (i) provocar o aumento da pressão osmótica da solução do solo, de tal forma que inibe a capacidade fisiológica da planta em absorver água; (ii) os sais solúveis podem conter íons tóxicos às plantas (por exemplo, boro), assim como provocar distúrbios no balanço de íons (BURING, 1970; HAYWARD e WADLEIGH, 1949, citados por OLIVEIRA, 2001; FREIRE e FREIRE, 2007). Valores de CE do solo superiores a 2 mS/cm podem ter efeito corrosivo (KENDREW, 1978, citado por OLIVEIRA et al., 1992).

2. ÁREA DE ESTUDO

A região noroeste do estado do Rio de Janeiro se encontra inserida nas bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul (baixo curso) e Itabapoana, entre as coordenadas de 20º45’ e 21º52’ S. e 41º27’ e 42º23’ W.Gr. Ocupa 5.388,5 km^2, o que equivale a 12,3% da área total do estado do Rio de Janeiro, abrangendo os municípios de Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sai (Figura 11).

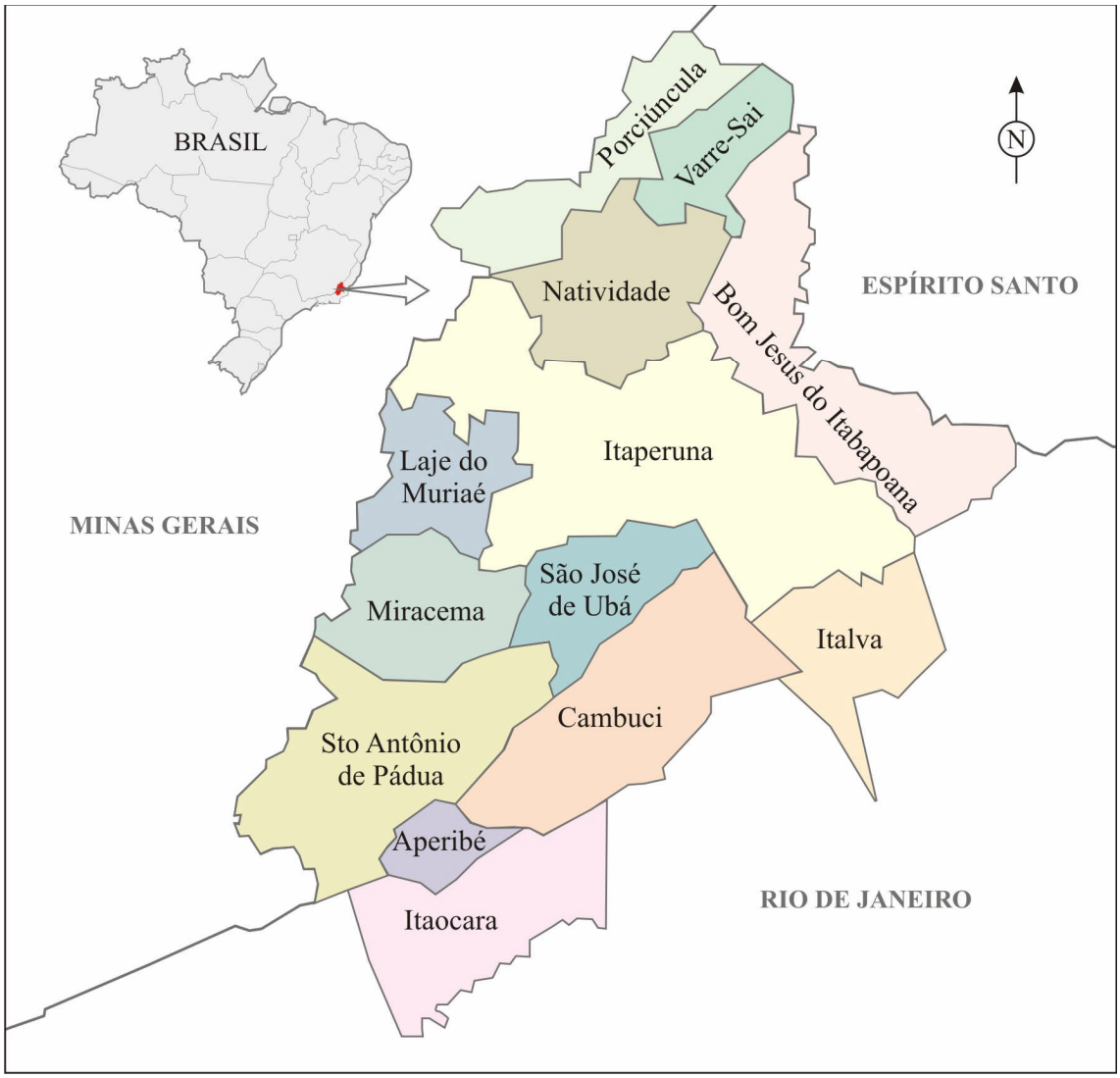


Figura 11 – Localização da região noroeste fluminense e municípios componentes.

A região noroeste do estado do Rio de Janeiro se situa nos domínios do ecossistema da Mata Atlântica e, segundo Ab'Sáber (2007), inserida no contexto das áreas típicas, também denominadas área core ou área nuclear, do domínio morfoclimático dos mares de morros florestados, considerado o meio físico mais complexo do país (Figura 12).

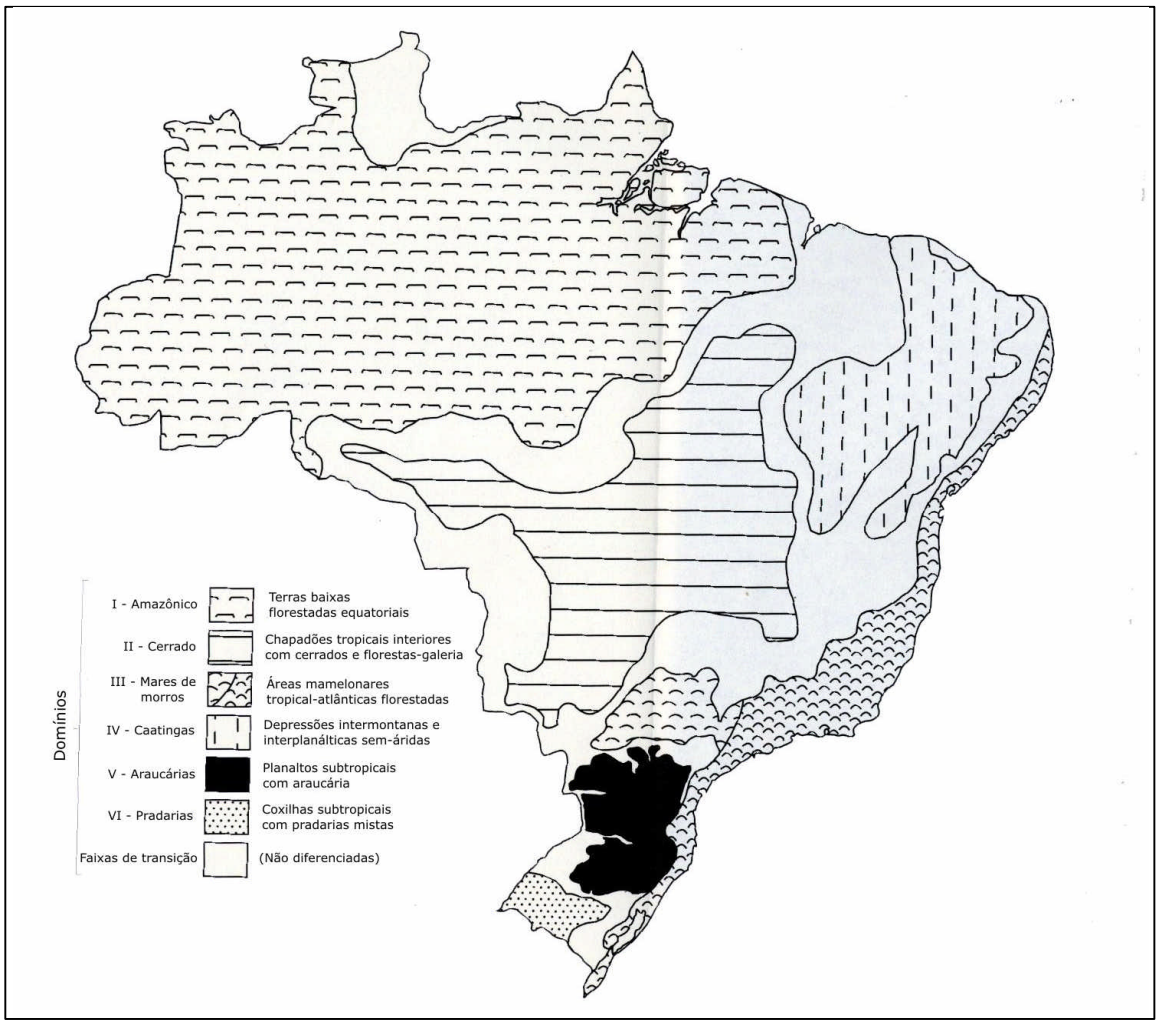


Figura 12 – Domínios morfoclimáticos brasileiros – áreas nucleares (Ab'Sáber, 2007).

2.1. Geomorfologia

A região noroeste fluminense apresenta uma grande variedade de condições de relevo, resultado da dissecação de superfícies cristalinas da região, originando um relevo rebaixado e escalonado, em que a altitude aumenta à medida que se avança em direção ao interior, denominada pelo Projeto Radambrasil (BRASIL, 1983) de depressão escalonada dos rios Pomba-Muriaé e, nas posições altimétricas mais elevadas ao norte da área, de patamares escalonados do sul capixaba.

Dantas (2001), em escala 1:250.000, compartimentou a região nos domínios geoambientais do norte-noroeste fluminense e, abrangendo uma superfície menor, do planalto do alto Itabapoana. O primeiro consiste em uma vasta depressão interplanáltica, com predomínio de relevo colinoso, geralmente em cotas altimétricas inferiores a 300 m, alternado com alinhamentos de morrotes e serras com direção estrutural NE-SW (evidenciando elevada influência litoestrutural) e maciços montanhosos. É delimitada, ao sul, pelo planalto da região serrana e serra dos Órgãos; ao norte, pelo planalto do alto Itabapoana; a leste, pela baixada campista e pelos tabuleiros da Formação Barreiras, estendendo-se a oeste pela Zona da Mata mineira, com características um pouco similares.

Em linhas gerais, o norte-noroeste fluminense guarda certa relação com o médio vale do rio Paraíba do Sul. Entretanto, algumas características singulares o distinguem desse último, em especial o clima mais quente e seco. A incidência de voçorocas e movimentos de massa, freqüentes em determinados trechos do médio Paraíba, é também menor nessa área. Todavia, essa região é marcada por forte incidência de erosão laminar – e, de forma localizada, em sulcos –, evidenciada por áreas desnudas em meio às pastagens por ocasião de períodos de estiagem severos, sobretudo nas áreas mais secas e de relevo acidentado.

O planalto do alto Itabapoana, também denominado planalto de Varre-Sai, compreende uma região elevada no norte da área, em altitudes predominantes de 500 a 800 m, caracterizada por relevo colinoso onde se destacam morros isolados de relevo acidentado. O planalto, contornado por uma área montanhosa e escarpada que o separa da referida depressão interplanáltica, guarda íntima relação com a zona planáltica do sul do estado do Espírito Santo e com extensas áreas de altitudes equivalentes da Zona da Mata mineira (Figura 13).

Em outra abordagem de mapeamento geomorfológico, Silva (2002) realizou a compartimentação altimétrica do estado (utilizando folhas na escala 1:50.000 do IBGE) por meio de adaptação da metodologia proposta por Meis et al. (1982). No trabalho de Silva (2002), evidencia-se, mais uma vez, a ampla ocorrência de colinas (amplitudes altimétricas inferiores a 100 m), morros (amplitudes entre 100 e 200 m) e, em menor proporção, serras e/ou degraus estruturais na região noroeste. A morfologia de grandes amplitudes topográficas da área de estudo, que variam de menos de 100 m a mais de 1.000 m de altitude, é apresentada na Figura 14.

É de praxe, em levantamentos pedológicos, mostrar-se a distribuição dos solos nos compartimentos do relevo, cuja distinção obedece a critérios de declividade, forma do terreno, altura relativa das elevações, tipo e comprimento das pendentes. Tendo em vista que ao longo do texto serão mencionadas as classes de relevo constantes no levantamento de solos do noroeste fluminense (CARVALHO FILHO et al., 2008; EMBRAPA, 2006), realizado na escala 1:100.000, estas são descritas a seguir, com a sua espacialização apresentada na Figura 15.

Plano: Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%.

Suave ondulado: Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas baixas (elevações de altitudes relativas até 50 m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%.

Ondulado: Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas (elevações de 50 a 100 m de altitudes relativas), apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.

Forte ondulado: Superfície de topografia movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200 m de altitudes relativas) e, raramente, colinas elevadas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.

Montanhoso: Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos superiores a 200 m e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%.

Escarpado: Superfície com predomínio de formas abruptas, compreendendo escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de *cuestas*, falésias, vertentes de declives muito fortes etc., usualmente com declives acima de 75%.

2.2. Geologia

A região noroeste fluminense se encontra em terrenos pré-cambrianos com rochas orto e parametamórficas de alto grau e granitóides incluídos no segmento setentrional da Faixa Ribeira (ALMEIDA et al., 1973), entidade geotectônica que se individualizou entre o final do Neoproterozóico e o Cambriano (450-630 M.a.) e que se estende do Rio Grande do Sul ao sul da Bahia.

O substrato geológico da região como um todo é representado por gnaisses bandados e migmatitos do Complexo Paraíba do Sul, rochas da seqüência charnockítica (principalmente enderbitos e charnockitos) do Complexo Juiz de Fora e, em menor proporção, hornblenda gnaisses, anfibolitos, silimanita-granada-biotita gnaisses, quartzitos e mármores da Unidade Italva (BRASIL, 1983, 1998; RIO DE JANEIRO, 1978/82a, 1978/82b; SILVA e CUNHA, 2001; TUPINAMBÁ et al., 2006, 2007). Com menor expressão geográfica, ocorrem sedimentos aluvionares, colúvio-aluvionares e coluvionares recentes, referidos ao Quaternário. São encontrados nas planícies e sopé de encosta.

Esses terrenos estão, em boa parte, condicionados por extensas zonas de cisalhamento dúcteis que atravessam o noroeste fluminense, conferindo, assim, um efetivo controle estrutural à formação das serras alinhadas, sempre orientadas na direção NE-SW, e na rede de drenagem (BRENNER et al., 1980; LIU, 1987). Rochas miloníticas e uma forte lineação de estiramento ocorrem nas zonas de maior deformação (TUPINAMBÁ et al., 2007) (Figura 16). A foliação dentro das faixas de cisalhamento e fora delas possui de um modo geral mergulho de alto ângulo para sudeste, sendo muitas vezes vertical (BRENNER et al., 1980; RIO DE JANEIRO, 1978/82a, 1978/82b; SILVA e CUNHA, 2001; TUPINAMBÁ et al., 2006, 2007).

Extensos alinhamentos de morrotes, tais como a serra do Portela (próximo a Cambuci e Itaocara), ou pequenos alinhamentos serranos, tais como a serra do Catete (próximo a Santo Antônio de Pádua), constituem áreas com bom potencial para produção de mármore e rochas ornamentais, respectivamente.

2.3. Aspectos Bioclimáticos e Hidrológicos

O domínio geoambiental do norte-noroeste fluminense é caracterizado por altas temperaturas, moderado índice pluviométrico, estação seca pronunciada e alta taxa de evaporação. O tipo climático predominante é Aw de Köppen (1948), tropical seco segundo o índice hídrico de Thornthwaite (1948), relacionado à vegetação de floresta tropical subcaducifólia. A temperatura média anual varia entre 23 e 25º C; a precipitação pluviométrica é de 1.000 a 1.200 mm anuais. Apresenta quatro a seis meses de seca, ou seja, com precipitação inferior a 60 mm.

As áreas menos chuvosas ocorrem nas proximidades de Italva, atingindo valores entre 900 e 1.000 mm de precipitação anual. Nesses locais verifica-se, com freqüência, a presença de floresta tropical caducifólia, em geral nos sítios de solos pouco profundos, com baixa capacidade de armazenamento de água.

Nas partes elevadas, tais como na divisa com Minas Gerais, entre Venda das Flores e Porciúncula, assim como nas serras de Monte Verde, Frecheiras, Monte Alegre e Santo Eduardo, as temperaturas são mais amenas, atingindo médias anuais de até 20º C, compreendendo clima subtropical, úmido, do tipo Cwa.

No geral, o balanço hídrico anual é negativo, isto é, evapora mais água do que precipita, predominando valores de 150 a 300 mm de deficiência hídrica anual, considerando-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm, podendo atingir 450 mm nas áreas mais secas (ALFONSI et al., 2003; BRANDÃO et al., 2001; LUMBRERAS et al., 2003a; MARTORANO et al., 2003).

O planalto do alto Itabapoana apresenta precipitações moderadas e temperaturas amenas, porém com estação seca marcante. Predomina o clima subtropical do tipo Cwa de Köppen, úmido (segundo o índice hídrico de Thornthwaite), relacionado à floresta tropical subperenifólia. Possui temperatura média anual de 19 a 22º C, precipitações ligeiramente superiores, atingindo 1.400 mm, três a cinco meses secos e deficiência hídrica inferior a 60 mm anuais (BRANDÃO et al., 2001; LUMBRERAS et al., 2003a; MARTORANO et al., 2003). Em áreas restritas, situadas nas posições elevadas, em geral acima de 900 m, e nas faces das vertentes com menor exposição solar (mesmo que um pouco abaixo dessas altitudes), ocorrem temperaturas ainda mais amenas, configurando o tipo climático Cwb.

Da mesma forma que o relevo, a fase de vegetação natural é utilizada nos levantamentos pedológicos, objetivando fornecer indicações das condições hídricas e térmicas dos solos. Tendo em vista sua importância como indicativas das condições bioclimáticas, as fases de vegetação das terras altas utilizadas no levantamento pedológico (CARVALHO FILHO et al., 2008; GOLFARI e MOOSMAYER, 1980) são descritas a seguir, com a sua espacialização mostrada na Figura 17.

Floresta tropical subperenifólia: Também denominada floresta tropical semi-sempre-verde (BENNEMA, 1966), é uma formação densa, alta, rica em espécies, com presença de um estrato de até 20 a 30 m de altura, somente decídua em parte. Ocorre em ambientes com estação seca de dois a três meses, na maioria dos casos com mais de 1.400 mm de precipitação anual. Muitas das espécies sempre-verdes compõem o extrato superior. Entretanto, apresentam propensão a perder suas folhas em estação seca anormal, constituindo formação mesófila. É correlacionável à floresta estacional semidecidual, porém, com uma relativa menor caducidade da vegetação.

Floresta tropical subcaducifólia: Trata-se de formação mesófila, com parte do estrato mais alto com até 20 m; apresenta como característica principal a perda de parte significativa das folhas de seus componentes, notadamente do estrato arbóreo, durante a época seca. Ocorre em ambientes com estação seca bem definida, de três a cinco meses, na maioria dos casos com precipitação anual superior a 1.100 mm (BENNEMA, 1966). A fisionomia dessa vegetação pode se confundir com a da floresta subperenifólia durante a época chuvosa; entretanto, na época da estiagem torna-se inconfundível, com árvores desfolhadas e aspecto seco. As árvores possuem, em geral, troncos retos e esgalhamento alto, muitas copas em pára-sol no primeiro estrato e folhas predominantemente pequenas. O tapete herbáceo é ralo, com ocorrência de espécies das famílias *Graminaceae* e *Bromeliaceae*. É correlacionável à floresta estacional semidecidual.

Floresta tropical caducifólia: Grupamento integrado por florestas secas, decíduas, cujo estrato superior raramente forma cobertura de 80%. Constitui formação xerófila, com predominância de heliófilas. Ocorre em ambientes com estação seca de cinco a sete meses, na maioria dos casos com precipitação anual superior a 700 mm (BENNEMA, 1966). Apresenta como principal diferença da floresta tropical subcaducifólia o percentual de espécies decíduas, que é superior a 50% no estrato dominante, bem como a ocorrência, em alguns locais, de

cactáceas dos gêneros *Cereus* e *Cephalocereus* e de algumas plantas espinhosas e não-espinhosas dos gêneros *Mimosa* e *Croton*. É correlacionável à floresta estacional decidual.

Os principais rios que cortam a região são: Paraíba do Sul (baixo vale), Muriaé, Pomba, Carangola, Pirapetinga e Negro, inseridos na bacia do rio Paraíba do Sul, e Itabapoana, na divisa com o estado do Espírito Santo. A rede hidrográfica é bastante densa, observando-se vários córregos e riachos, muitos deles de caráter temporário e com elevada variação na vazão entre os períodos seco e chuvoso, razão pela qual se verifica um grande número de pequenas represas, em especial nos locais situados nas posições topográficas baixas e secas da região.

2.4. Solos

Informações sobre os solos da região noroeste fluminense estão contidas nas averiguações executadas durante a excursão de estudo de solos no estado do Rio de Janeiro da "I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola de Solos" (EMBRAPA, 1979b), no Projeto Radambrasil (BRASIL, 1983), nas teses de Santos (1986) e Mafra (1997), no Projeto Rio de Janeiro (CARVALHO FILHO et al., 2001a, 2001c) e nos trabalhos efetuados pela Embrapa Solos (BHERING et al., 2005; CALDERANO FILHO et al., 2006; CARVALHO FILHO et al., 2001b, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d, 2008; CHAGAS, 2006; LUMBRERAS et al., 2003a, 2003b, 2004a, 2006, 2007, 2008a, 2008b, 2008c; MENDONÇA-SANTOS et al., 2005; MOTTA et al., 2003, 2007, 2008; NAIME et al., 2008a; 2008b).

Há uma considerável variedade de solos na região noroeste fluminense, como reflexo de uma combinação de fatores, principalmente relevo (geoforma), clima e condicionantes geológicos (litologia, estrutura e tectônica). Os solos predominantes são Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, geralmente eutróficos e de textura média/argilosa e

média/muito argilosa, e Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, distróficos e de textura argilosa e muito argilosa (CARVALHO FILHO et al., 2003a, 2008).

Os Argissolos ocorrem principalmente nas áreas quentes e secas e caracterizam-se por acentuado incremento de argila do horizonte superficial (de textura média ou argilosa) para o B textural (argiloso ou muito argiloso) (relação B/A maior que 1,50 a 1,80, a depender do teor de argila do horizonte A); em geral, com cerosidade e estrutura em blocos bem desenvolvida. Na divisa com Minas Gerais, entre Pirapitinga e Porciúncula, são encontrados solos mais lixiviados e de maior evolução pedogenética (Latossolos e Argissolos intermediários para Latossolos), caracterizados pela elevada espessura do *solum* e do horizonte C, que se estende a grandes profundidades.

No planalto do alto Itabapoana, predominam Latossolos Amarelos e, em menor proporção e em locais de relevo mais acidentado, Cambissolos Háplicos – que compreendem solos pouco desenvolvidos, apresentando em sua massa vestígios de material de origem. No entorno montanhoso e escarpado do planalto do alto Itabapoana, que o limita com a depressão colinosa do domínio geoambiental norte-noroeste fluminense, ocorrem Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, muitas vezes pouco espessos, intermediários para Cambissolos, sendo relativamente freqüente a presença de afloramentos de rocha.

Já nas planícies fluviais, disseminadas por toda a área, predominam Gleissolos Háplicos – caracterizados por apresentarem má drenagem e horizonte glei subjacente ao horizonte A –; com menor freqüência, Cambissolos e Neossolos Flúvicos – constituídos por camadas aluvionares estratificadas, sem relação pedogenética entre si. Nos locais com maior deficiência hídrica, em geral em rampas amplas e suaves recobertas por sedimentos colúvio-aluvionares, ocorrem Planossolos Háplicos – que compreendem solos minerais imperfeitamente ou maldrenados, com o horizonte superficial de textura mais leve contrastando abruptamente com o horizonte B plânico subjacente, adensado, com acentuada

concentração de argila e permeabilidade muito lenta, responsável pela formação ocasional de lençol de água suspenso – por vezes com presença de níveis tóxicos de sais e/ou sódio em subsuperfície. Em posições ligeiramente elevadas em relação à planície e de restrita amplitude em área, ocorrem Cambissolos Háplicos e Argissolos Amarelos, ambos substrato sedimentos colúvio-aluvionares.

2.5. Uso e Ocupação da Terra e Aspectos Socioeconômicos

A região noroeste fluminense teve a sua ocupação intensificada durante o surto cafeeiro do século XIX, ocasião em que a cultura do café, assim como a da cana-de-açúcar, eram bastante valorizadas. A ocupação do espaço agrícola ocorrida desde então acarretou uma importante diminuição na cobertura florestal de Mata Atlântica. Reduzida a apenas 9,64% da área do norte-noroeste fluminense – o que representa o maior percentual de desmatamento entre os domínios geoambientais do estado – e a 34,52% do planalto do alto Itabapoana (CIDE, 2003; LUMBRERAS et al., 2003a), é constituída por fragmentos de matas secundárias com certo grau de degradação (CIDE, 2001b, 2003; RIO DE JANEIRO, 1994), em geral situados nas áreas mais elevadas e de relevo mais acidentado.

A partir da década de 1980, verificam-se mudanças no uso da terra, comuns a todo o estado do Rio de Janeiro. Observa-se que as áreas – na realidade não muito amplas – anteriormente ocupadas com lavouras vêm cedendo espaço para a pecuária, que emprega pouca mão-de-obra, trazendo como conseqüência um elevado êxodo rural.

As áreas desmatadas do noroeste fluminense são, em sua maioria, ocupadas com pastagens que recobrem cerca de 80% da região (CIDE, 2001b). O rebanho bovino é de aproximadamente 450.000 cabeças, com cerca de 20% correspondendo a matrizes para a produção de leite, cuja produtividade é ligeiramente inferior à média estadual, que é baixa (IBGE, 2003).

A área de produção com lavouras abrange pouco mais de 20.000 ha, o que corresponde a menos de 4% de sua superfície de região (IBGE, 2003). São ocupadas principalmente com as culturas de café (cerca de 6.000 ha), milho (cerca de 6.000 ha), arroz (cerca de 3.000 ha), cana-de-açúcar (cerca de 3.000 ha), feijão (cerca de 1.700 ha) e tomate (cerca de 1.000 ha). As culturas de café e de tomate são as mais relevantes em termos estaduais. Varre-Sai é o maior produtor de café e São José de Ubá, seguido de Cambuci, os maiores produtores de tomate. No entanto, à exceção dessa última cultura, as produtividades obtidas são baixas. Inclusive, a área cultivada com grãos (milho, arroz e feijão) vem sofrendo acentuadas quedas nos últimos anos.

Na estrutura fundiária, predominam os estabelecimentos com área inferior a 100 ha, sendo que cerca de 40% destes têm menos de 10 ha. Considerando a área ocupada, predominam os estabelecimentos com superfície entre 100 e 1.000 ha. No entanto, as propriedades com área entre 10 e 100 ha assumem grande importância, ocupando aproximadamente 40% do total (IBGE, 2003). No planalto do alto Itabapoana, ocorre uma menor concentração fundiária.

Em relação à questão socioeconômica, os municípios, em geral, têm características semelhantes. A maior parte da população (de 75 a 80%), com exceção de São José de Ubá, reside na área urbana. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) não apresenta medidas satisfatórias. O município mais desenvolvido da área é Itaperuna, com IDH 0,787, tornando-se o vigésimo no âmbito estadual. Itaocara, Aperibé, Santo Antônio de Pádua e Bom Jesus do Itabapoana vêm em seguida, com medidas um pouco menos satisfatórias (IBGE, 2003).

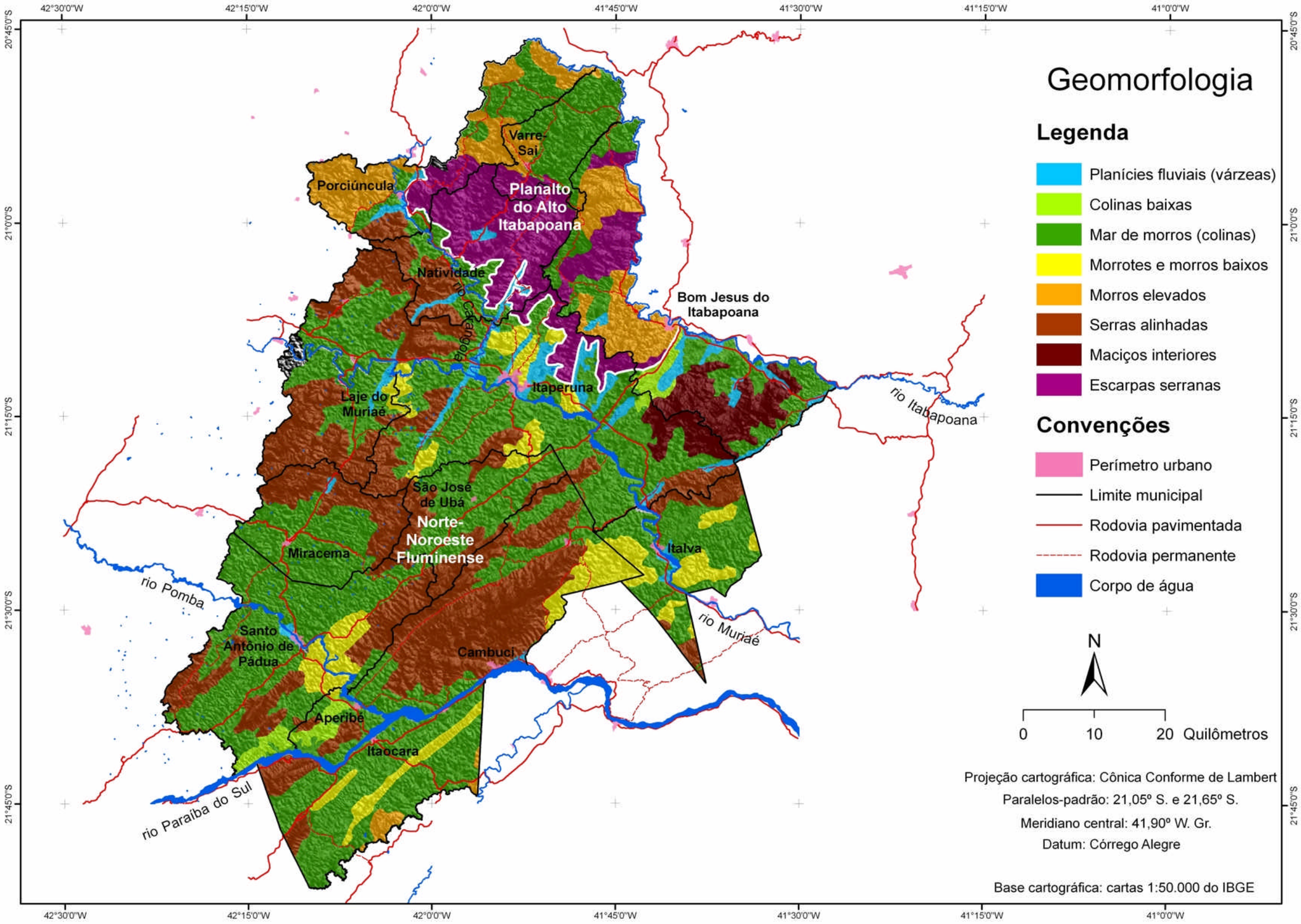


Figura 13 – Mapa geomorfológico e domínios geoambientais da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (adaptado de Dantas, 2001; Dantas et al., 2001).

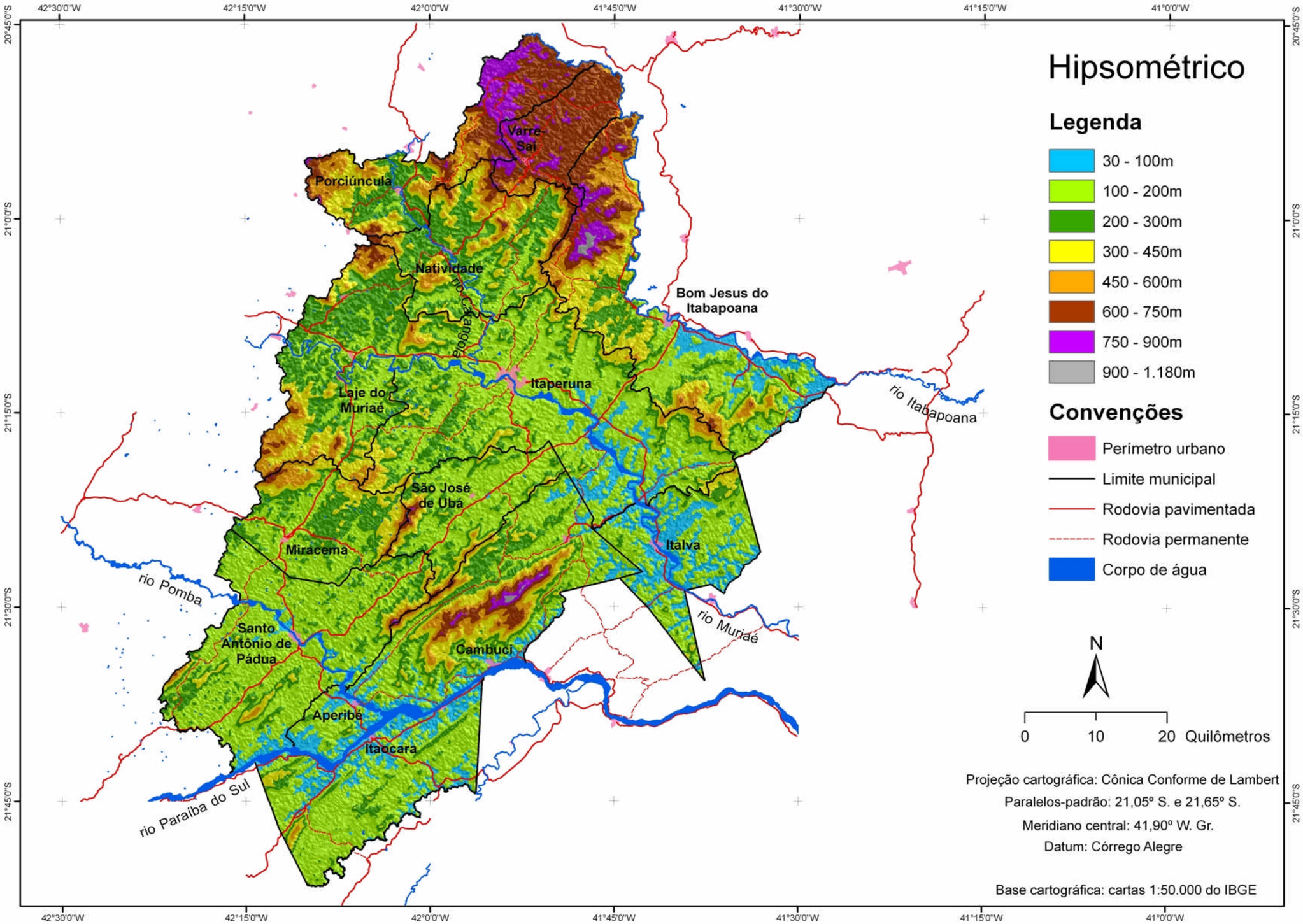


Figura 14 – Mapa hipsométrico da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (elaborado a partir das folhas topográficas 1:50.000 do IBGE).

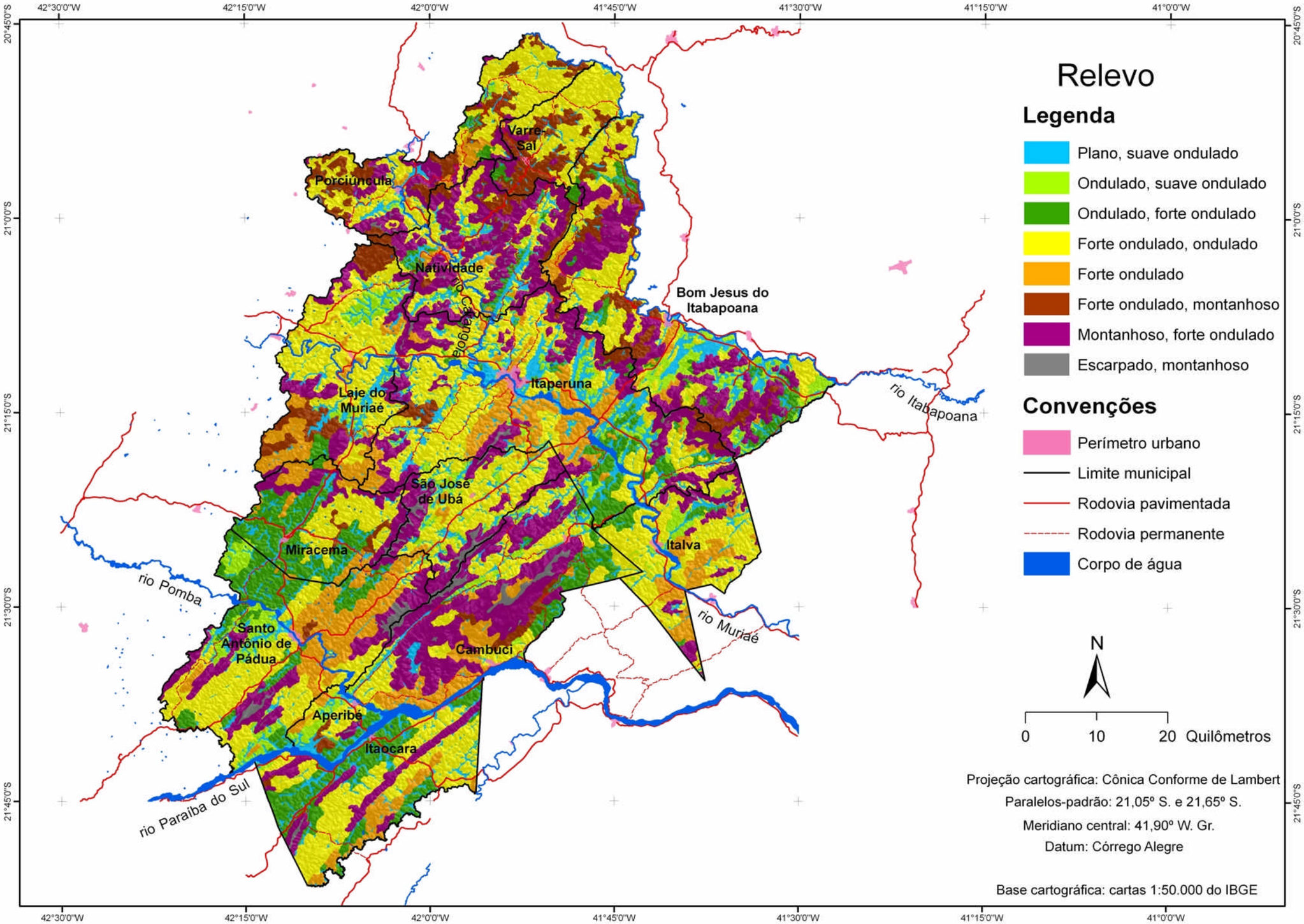


Figura 15 – Mapa de relevo da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (Carvalho Filho et al., 2008).

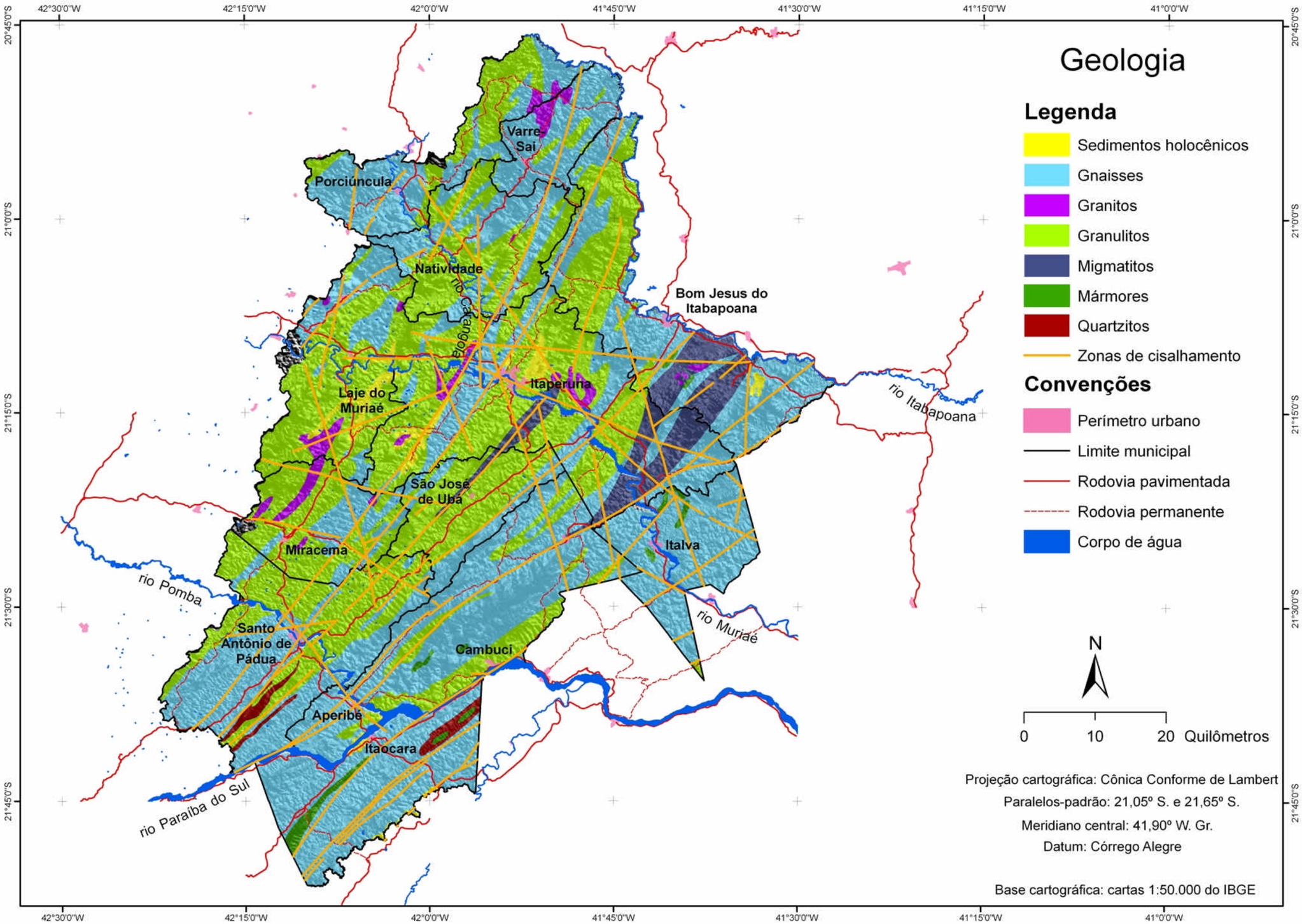


Figura 16 – Mapa litológico e zonas de cisalhamento da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (adaptado de Silva e Cunha, 2001).

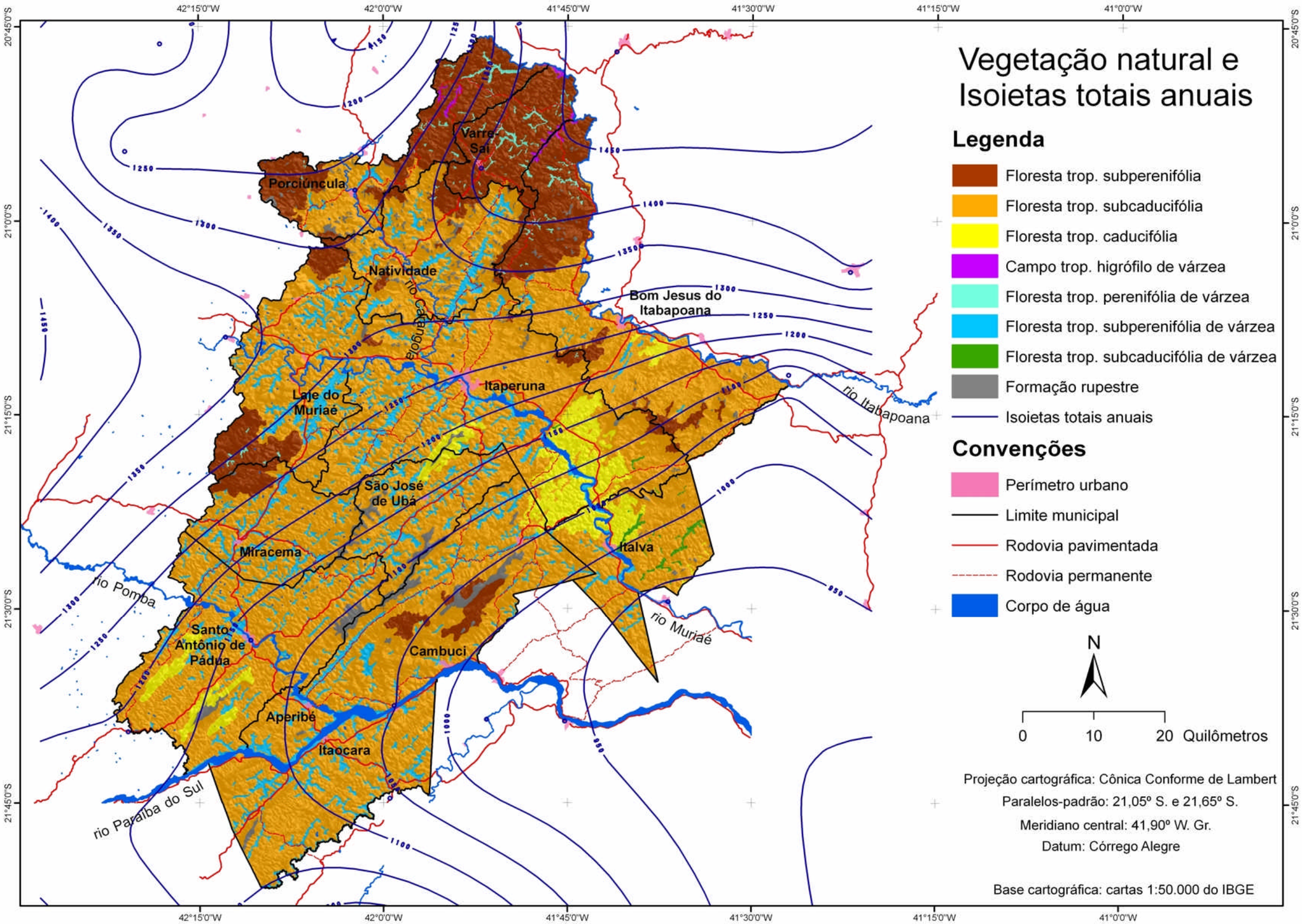


Figura 17 – Mapa de vegetação natural e isoietas totais anuais da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (Brandão et al., 2001; Carvalho Filho et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se informações de solos compatíveis com a escala 1:100.000, complementadas por campanhas de campo, determinações analíticas adicionais, reclassificação de perfis de solo para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), tabulação de dados, seleção de indicadores e avaliação da qualidade física e química do solo e de suas potencialidades e limitações.

3.1. Materiais Utilizados

As bases planialtimétricas compreenderam as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala 1:50.000, em mídia papel e digital, das folhas Porciúncula, Varre-Sai, Guaçuí, Eugenópolis, Itaperuna, Bom Jesus do Itabapoana, Mimoso do Sul, Palma, Miracema, São João do Paraíso, Morro do Coco, Recreio, Santo Antônio de Pádua, Cambuci, São Fidélis e Santa Maria Madalena.

Foram utilizados os seguintes produtos de sensores remotos: fotografias aéreas em escala 1:60.000 (vôo AST-10 da USAF, de 1965), 1:30.000 (vôo da Aeroconsult, de 2000), 1:20.000 (vôos da Aeromapa Brasil e da FAB, dos anos de 1970 e 1976, respectivamente); imagens de satélite 1:100.000 (LANDSAT-7 ETM+, bandas 1 a 5 e 7, de junho de 2001).

Estudos de Solos

A distribuição geográfica dos solos e suas características morfológicas, físicas, físico-hídricas, químicas e mineralógicas foram obtidas dos seguintes trabalhos:

- I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola de Solos (EMBRAPA, 1979b), contemplando perfis de solos (identificados com o prefixo PRJ seguido de numeração arábica).
- Solos intermediários entre Latossolos Vermelho-Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos argila de atividade baixa: conceituação e distinção (SANTOS, 1986), contemplando perfil de solo (identificado como TH1).

- Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro (CARVALHO FILHO et al., 2003a, 2003b), contemplando texto, mapa de solos em escala 1:250.000 e perfis complementares (extras).
- Caracterização de Paisagens e Solos Representativos do Estado do Rio de Janeiro, para fins de estimativa de estoques de carbono no solo (MENDONÇA-SANTOS et al., 2005), contemplando perfil de solo (identificado como 115).
- Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (CARVALHO FILHO et al., 2008), contemplando texto, mapa de solos em escala 1:100.000 e perfis de solos (identificados com numeração arábica, à exceção do 115, e prefixo NORJ seguido de numeração arábica).
- Levantamento Semidetalhado dos Solos da Microbacia Santa Rosa, Município Miracema, Estado do Rio de Janeiro (LUMBRERAS et al., 2008b), contemplando texto, mapa de solos em escala 1:10.000 e perfis de solos (identificados como U1P1, U1P2 e prefixo SR seguido de numeração arábica).
- Levantamento Semidetalhado dos Solos da Microbacia Nossa Senhora das Graças, Município Itaperuna, Estado do Rio de Janeiro (NAIME et al., 2008b), contemplando texto, mapa de solos em escala 1:10.000 e perfis de solos (identificados como U3P1, U3P2, U3P3 e prefixo NS seguido de numeração arábica).
- Levantamento Semidetalhado dos Solos da Microbacia Pau-Ferro, Município Itaperuna, Estado do Rio de Janeiro (LUMBRERAS et al., 2008c), contemplando texto, mapa de solos em escala 1:10.000 e perfis de solos (identificados como U5P1, U5P2, U6P1, U6P2 e prefixo PF seguido de numeração arábica).

Esses estudos de solos foram efetuados segundo metodologia da Embrapa (1988a, 1988b, 1995, 1999, 2006). Os trabalhos contêm 118 perfis completos, sendo 69 com análises físico-hídricas e 182 perfis complementares (extras) descritos e amostrados em trincheiras e

cortes de estrada, conforme Lemos e Santos (1996), que foram avaliados e selecionados para a execução do presente trabalho. As respectivas amostras de solo foram analisadas no laboratório da Embrapa Solos, conforme métodos descritos em “Manual de Métodos de Análise de Solo” (EMBRAPA, 1979a, 1997), compreendendo as seguintes determinações:

- Análises físicas: frações da amostra total (calhaus, cascalho e terra fina), composição granulométrica da terra fina, argila dispersa em água, grau de floculação, relação silte/argila, densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp) e porosidade total.
- Análises físico-hídricas, em amostras com estrutura indeformada (em triplicata, à exceção dos perfis 115 e 116, em duplicata, e dos perfis U1P1 a U6P2, sem repetição), retiradas com o coletor de Uhland: condutividade hidráulica, umidade da amostra saturada, retenção de umidade nas tensões de 0,006, 0,01, 0,033, 0,1, 0,2, 0,3, 0,5 e 1,5 MPa, microporosidade e macroporosidade.
- Análises químicas: pH em água e em KCl, complexo sortivo, saturação por bases (valor V), saturação por alumínio, fósforo assimilável, carbono orgânico (C), nitrogênio (N), relação C/N, ataque sulfúrico, relações moleculares (ki, kr e Al_2O_3/Fe_2O_3), saturação por sódio, condutividade elétrica no extrato de saturação e sais solúveis (extrato aquoso).
- Análise mineralógica da fração argila: difratometria de raios X (DRX).

Informações de Clima e Vegetação Natural

As informações climáticas consistem de séries mensais e anuais de temperaturas e de precipitação. Foram utilizados dados das estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2003), referentes ao período 1973-2000, assim como as informações apresentadas por Alfonsi et al. (2003) e as contidas no mapa de isoietas totais anuais das bacias dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana e Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro (BRANDÃO et al., 2001) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estações meteorológicas da área de estudo e vizinhanças e respectivas coordenadas (em décimos de graus)

Estação	Município	Número de identificação	Latitude	Longitude
Cardoso Moreira	Cardoso Moreira	2.141.003	21,49	41,61
Dois Rios	São Fidélis	2.141.006	21,63	41,85
Itaperuna	Itaperuna	2.141.045	21,20	41,90
Porciúncula	Porciúncula	2.042.027	20,95	42,03
Santo Antônio de Pádua	Santo Antônio de Pádua	2.142.058	21,54	42,18
São Fidélis	São Fidélis	2.141.043	21,65	41,73
Três Irmãos	Cambuci	2.141.007	21,62	41,88
Varre-Sai	Varre-Sai	2.041.046	20,92	41,85

Em adição aos dados climáticos e de altitude (constantes na base planialtimétrica em escala 1:50.000), a fase de vegetação foi utilizada para auxiliar a espacialização climática, tendo em vista que a vegetação natural é indicativa das condições hídricas e térmicas dos solos. As formações vegetais nativas utilizadas neste trabalho foram extraídas do Levantamento de Solos do Noroeste do Estado (CARVALHO FILHO et al., 2008).

3.2. Procedimentos Metodológicos

Compreendeu a realização de algumas análises complementares, campanhas de campo, reclassificação dos perfis de solo, tabulação dos dados, seleção de indicadores e avaliação da qualidade do solo, bem como avaliação de suas potencialidades e limitações.

3.2.1. Métodos de análise de solo

Foram realizadas análises mineralógicas da fração argila por difratometria de raios X (DRX) de amostras de perfis de solos representativos da região.

As amostras foram analisadas em condições naturais e sob tratamento completo, ou seja: desferrificação por ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), de acordo com Mehra e Jackson (1960); saturação com K e aquecimento, em forno mufla, por duas horas, nas seguintes temperaturas: 110º C, 350º C e 550º C; saturação com Mg e solvatação com etileno glicol (EMBRAPA, 1997).

As lâminas foram preparadas, de forma orientada, pelo método do esfregaço e os difratogramas foram interpretados segundo as tabelas e critérios de Brindley e Brown (1980), Fontes (1990), Kampf et al. (1995), Moore e Reynolds (1997), Thorez (1976).

Foi utilizado para essa etapa um difratômetro SEIFERT-FPM, modelo XRD 7 (Embrapa Solos), equipado com tubo de cobre, sem filtro e com monocromador de grafite em posição secundária. A energia de irradiação foi de 40 KV e 30 mA e o intervalo de varredura, de 2° a 45° (2θ). Algumas amostras foram analisadas em difratômetro RIGAKU (IGEO/Deptº de Geologia da UFRJ), equipado com tubo de cobre e filtro de níquel. A energia de irradiação foi de 35 KV e 20 mA e o intervalo de varredura, de 2° a 40° (2θ).

Em algumas amostras foi realizada a concentração dos óxidos de ferro, na fração argila, utilizando-se NaOH 5 mol/L para dissolução dos argilominerais e gibbsita, conforme descrito em Norrish e Taylor (1961). Para amostras mais gibbsíticas, com ki=1, foi adicionada sílica gel (10% em peso), para evitar a possível dissolução e recristalização de goethitas de baixa cristalinidade e alta substituição isomórfica em Al, conforme recomendação de Kämpf e Schwertmann (1982).

Os óxidos de ferro concentrados foram analisados em lâminas preparadas por montagem em pó (não orientada), com a inclusão de 12 a 15%, em peso, de halita (NaCl), como padrão interno, para correção dos deslocamentos dos picos. Para essa análise foi utilizado um difratômetro Phillips, do tipo PW 1840 (Deptº de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras), equipado com tubo de cobalto e filtro de ferro. A energia de irradiação foi de 35 KV e 30 mA e o intervalo de varredura, de 18° a 45° (2θ).

3.2.2. Identificação e espacialização dos macropedoambientes

A compartimentação ambiental da região noroeste foi realizada através do refinamento na identificação, espacialização e caracterização dos macropedoambientes constantes nos trabalhos de Lumbreras et al. (2004a) e Motta et al. (2003).

Durante os trabalhos de campo, a região foi percorrida de forma abrangente, procurando-se aprofundar o conhecimento sobre as inter-relações entre os diferentes componentes dos meios físicos e bióticos regionais, tais como relevo, conformação do terreno, material de origem, estrutura geológica, aspectos bioclimáticos, regime hídrico do solo e, principalmente, solos, a fim de identificar e caracterizar os distintos ecossistemas que integram a área. Atenção especial foi dedicada às condições de uso atual, sobretudo no que se refere à intensidade do processo erosivo.

Foram avaliados os 300 perfis de solos existentes na área, em termos de seus atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Destes, pré-selecionaram-se os 118 que possuem descrição morfológica e análises físicas e químicas completas, que foram então enquadrados no sistema de classificação de solos vigente (EMBRAPA, 2006).

3.2.3 Avaliação da qualidade do solo

Avaliaram-se as características intrínsecas dos principais solos da região, procurando-se também avaliar as alterações na qualidade do solo devido à influência antrópica, tendo em vista, principalmente, as seguintes funções do solo: condução de água e ar e elementos químicos, armazenamento de água, suscetibilidade à erosão, crescimento radicular, fertilidade do solo, suprimento de nutrientes para as plantas, atividades biológica e química, retenção de contaminantes, estabilidade do solo, seqüestro de carbono.

Procedeu-se à avaliação da qualidade a partir de atributos morfológicos, físicos, físico-hídricos e químicos de 95 perfis de solo.

Utilizaram-se os seguintes indicadores de qualidade física: profundidade ao horizonte B plânico dos Planossolos (considerado como sendo substrato de permeabilidade muito lenta); profundidade ao saprolito (Cr); condutividade hidráulica saturada superficial e subsuperficial (o menor valor até 150 cm da superfície, à exceção do Cr); macroporosidade superficial e subsuperficial (o menor valor até 150 cm da superfície, à exceção do Cr);

capacidade de aeração – índice de qualidade física (IQF) proposto por Reynolds et al. (2002) – superficial e subsuperficial (o menor valor até 150 cm da superfície, à exceção do Cr); índice S – IQF proposto por Dexter (2004) – superficial e subsuperficial (o menor valor até 150 cm da superfície, à exceção do Cr); capacidade de água disponível (CAD) nas seções de 0 a 30 cm e 0 a 100 cm. A faixa de valores considerados, as principais funções exercidas pelo solo e as respectivas referências dos parâmetros são apresentadas na Tabela 2.

A macroporosidade corresponde à diferença de umidade entre a amostra saturada e a submetida a uma tensão de 0,006 MPa (EMBRAPA, 1997). A capacidade de campo (CC) foi considerada como sendo o conteúdo de água do solo retido na tensão de 0,01 MPa, segundo proposto por Reichardt (1988). Portanto, a capacidade de água disponível do solo (CAD) foi considerada como a água retida entre 0,01 e 1,5 MPa. Os dados foram obtidos utilizando-se aparelho de placa porosa de Richards (1949).

O indicador capacidade de aeração (ACt/Pt) compreende a relação da porosidade do solo drenada entre a saturação e a capacidade de campo (ACt) pela porosidade total (Pt). A porosidade total foi considerada como sendo o conteúdo de água na amostra saturada.

O índice S (Dexter, 2004), que corresponde à inclinação da curva característica de umidade no seu ponto de inflexão, foi determinado a partir dos coeficientes das curvas características de umidade, ajustadas pelo modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980) com a restrição de Mualem, com a equação: $|S| = -n(?s - ?r)[(2n-1)/(n-1)]^{[(1/n)-2)]}$, em que **?s** é o conteúdo de água na amostra saturada, **?r** o conteúdo de água residual e **n** o coeficiente empírico do modelo.

A avaliação da qualidade química foi realizada na seção de 0 a 30 cm. Foram considerados os valores dos seguintes indicadores: carbono orgânico (C), pH em água, potássio trocável (K^+), soma de bases trocáveis (SB), acidez trocável (Al^{3+}), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), fósforo disponível (P), saturação por sódio trocável

(PST) e condutividade elétrica (CE).[3] A presença de níveis críticos de sódio (saturação maior ou igual a 15%) e/ou sais solúveis (CE maior ou igual a 4 mS/cm) em subsuperfície foi também considerada, estabelecendo-se faixas de profundidade dentro da seção de 120 cm da superfície. A faixa de valores considerados, as principais funções exercidas pelo solo e as respectivas referências dos parâmetros são apresentadas na Tabela 2.

3.2.4. Avaliação das potencialidades e limitações

Os critérios utilizados para avaliação do potencial das terras foram baseados nos aspectos climáticos e nos conceitos utilizados no sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (RAMALHO e BEEK, 1995), considerando a utilização das terras nos níveis tecnológicos médio (manejo B) e alto (manejo C), assim como nos preceitos constantes nas diretrizes técnicas para classificação das terras para irrigação (ESTADOS UNIDOS, 1989), no zoneamento agroecológico (FAO, 1997) e em Bartelli et al. (1966), visando a melhorar a situação existente, seja incrementando a produção ou limitando a degradação.

Procurou-se discorrer sobre a qualidade e vulnerabilidade dos pedoambientes, visando, principalmente, à sua utilização de forma sustentada, em especial em termos de utilização agrícola das terras em sequeiro e sob irrigação, para obras de engenharia (obras enterradas, aterros sanitários, cemitérios, obras viárias e trafegabilidade, ocupação urbana e industrial), identificação de áreas de risco (contaminação do lençol freático), assim como a vulnerabilidade aos processos erosivos.

---

[3] O estoque de carbono (t/ha) de cada horizonte do solo foi determinado pela expressão: **0,1 x C x ds x e**, em que C = conteúdo de carbono (g/kg); ds = densidade do solo (kg/dm^3); e = espessura do horizonte (cm).

Tabela 2 - Parâmetros utilizados para os indicadores de qualidade física e química e principais funções do solo

Indicador de qualidade	Espessura	Unidade	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Limite crítico		Funções	Referências dos parâmetros
	cm							Inf.	Sup.		
Físico											
Profundidade ao horizonte B plânico		cm	<31	31 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	30		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular, suscetibilidade à erosão	Adaptado de Estados Unidos (1989) e Embrapa (2006)
Profundidade ao saprolito		cm	<51	51 - 100	101 - 200	201 - 300	>300	50		Condução de água e ar e elementos químicos, armaz. de água, cresc. radic., suscet. à erosão	Adaptado de Estados Unidos (1989) e Embrapa (2006)
Condutividade hidráulica saturada (CH)	Superficial	cm/h	<0,037	0,037 - 0,36	0,36 - 3,6	3,6 - 36	>36	0,036		Condução de água e elementos químicos, suscetibilidade à erosão	Kutilek e Nielsen (1994)
Condutividade hidráulica saturada (CH)	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	cm/h	<0,037	0,037 - 0,36	0,36 - 3,6	3,6 - 36	>36	0,036		Condução de água e elementos químicos, suscetibilidade à erosão	Kutilek e Nielsen (1994)
Macroporosidade	Superficial	m^3/m^3	<0,10	0,10 - 0,15	0,16 - 0,20	0,21 - 0,25	>0,25	0,10		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adaptado de Kohnke (1968), Baver et al. (1973), Embrapa (1997); Cockrooft e Olsson
Macroporosidade	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	m^3/m^3	<0,10	0,10 - 0,15	0,16 - 0,20	0,21 - 0,25	>0,25	0,10		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adapt. de Kohnke (1968), Baver et al. (1973), Embrapa (1997); Cockrooft e Olsson (1997)
Capacidade de aeração	Superficial	m^3/m^3	<0,20*	0,20 - 0,26*	0,27 - 0,33*	0,34 - 0,40*	>0,40*	0,20*		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adaptado de Reynolds et al. (2002)
Capacidade de aeração	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	m^3/m^3	<0,20*	0,20 - 0,26*	0,27 - 0,33*	0,34 - 0,40*	>0,40*	0,20*		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adaptado de Reynolds et al. (2002)
Índice S	Superficial		<0,020	0,020 - 0,027*	0,028 - 0,035*	0,036 - 0,043*	>0,043*	0,020		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adaptado de Dexter (2004)
Índice S	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)		<0,020	0,020 - 0,027*	0,028 - 0,035*	0,036 - 0,043*	>0,043*	0,020		Condução de água e ar e elementos químicos, crescimento radicular	Adaptado de Dexter (2004)
Capacidade de água disponível (CAD)	0 - 30	mm	<15,0	15,0 - 22,5	22,6 - 30,0	30,1 - 37,5	>37,5	15		Armazenamento de água, crescimento radicular	Adaptado de Van der Kevie (1976) e Estados Unidos (1989)
Capacidade de água disponível (CAD)	0 - 100	mm	<50,0	50,0 - 75,0	75,1 - 100,0	100,1 - 125	>125	50		Armazenamento de água, crescimento radicular	Adaptado de Van der Kevie (1976) e Estados Unidos (1989)
Químico											
Carbono orgânico (C)	0 - 30	g/kg	<5,1*	5,1 - 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	>30,0*			Fert., ativ. biológica, estab. do solo, seq. de C, retenção de contaminantes, suscet. à erosão	Almeida et al. (1988)
pH em H_2O	0 - 30		<4,4	4,4 - 5,3	5,4 - 6,5	6,6 - 7,3	>7,3	4,4	7,3	Atividade biológica e química, disponibilidade de nutrientes para as plantas	Adaptado de Almeida et al. (1988) e Ribeiro et al. (1999)
Potássio trocável (K^+)	0 - 30	$cmol_c/dm^3$	<0,05	0,05 - 0,10	0,11 - 0,18	0,19 - 0,30	>0,30			Suprimento de nutrientes para as plantas	Ribeiro et al. (1999)
Soma de bases (SB)	0 - 30	$cmol_c/dm^3$	<0,7	0,7 - 1,8	1,9 - 3,6	3,7 - 6,0	>6,0			Suprimento de nutrientes para as plantas, retenção de contaminantes	Ribeiro et al. (1999)
Saturação por bases (V)	0 - 30	%	<21	21 - 40	41 - 60	61 - 80	>80			Suprimento de nutrientes para as plantas	Ribeiro et al. (1999)
Acidez trocável (Al^{3+})	0 - 30	$cmol_c/dm^3$	<0,3	0,3 - 0,5	0,6 - 1,0	1,1 - 2,0	>2,0		2,0	Atividade biológica e química, crescimento de plantas	Ribeiro et al. (1999)
Saturação por alumínio (m)	0 - 30	%	<16	16 - 30	31 - 50	51 - 75	>75		75	Atividade biológica e química, crescimento de plantas	Ribeiro et al. (1999)
Fósforo disponível (P)	0 - 30	mg/dm^3	<5	5 - 8	9 - 12	13 - 18	>18			Atividade biológica e química, crescimento de plantas	Ribeiro et al. (1999)
Prof. em que ocorre saturação por sódio (PST) = 15%		cm	<30	30 - 60	61 - 90	91 - 120	>120	30		Condução de água, atividade biológica e química, crescimento de plantas	Adaptado de FAO (1985) e Embrapa (2006)
Prof. em que ocorre cond. elétrica (CE) = 4mS/cm		cm	<30	30 - 60	61 - 90	91 - 120	>120	30		Atividade biológica e química, crescimento de plantas	Adaptado de FAO (1985, 1997) e Embrapa (2006)

* Valores adaptados pelo autor para este trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compreende uma avaliação geral dos aspectos ambientais da área de estudo, com ênfase nos meios físico e biótico, caracterização dos principais solos em sua ambiência e avaliação da qualidade do solo e de suas potencialidades e limitações. Adicionalmente, são abordados aspectos referentes ao enquadramento taxonômico dos solos encontrados, bem como apresentadas sugestões no sentido de contribuir para a evolução do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Análise e Integração das Variáveis Ambientais

Objetivando dispor de uma base para discutir as relações solo-paisagem, foi realizada uma estratificação do ambiente regional em "macropedoambientes", tomando-se como referência os trabalhos efetuados por Motta et al. (2003) e Lumbreras et al. (2004a). Tendo em vista que a compartimentação realizada nesses trabalhos é de caráter geral (compatível com a escala 1:250.000), na presente pesquisa procedeu-se a maior refinamento da espacialização e a uma caracterização mais detalhada e abrangente dos componentes do meio físico e da vegetação natural. Para tanto, foram utilizadas informações compatíveis com a escala 1:100.000 e realizado intenso trabalho de campo.

Neste trabalho, os macropedoambientes foram identificados pelos nomes dos municípios em que ocorrem com expressiva freqüência. Visando a facilitar sua descrição, foram ordenados das áreas mais homogêneas e com solos mais intemperizados (MVS) no sentido dos ambientes de maior complexidade e maior diversidade de solos (MIt) (Figura 18). As áreas de baixadas, que compreendem as planícies aluvionares e as rampas suaves colúvio-aluvionares quaternárias, são também delineadas. Apresentam-se disseminadas por toda a área e se inserem no contexto dos macropedoambientes, com características próprias e relacionadas a cada um deles (Figura 19).

Tendo em vista que a numeração dos macropedoambientes adotada na presente abordagem difere da realizada nos trabalhos anteriores (LUMBRERAS et al., 2004a; MOTTA et al., 2003), na Tabela 3 é apresentada a relação entre eles, assim como alguns aspectos ambientais.

Tabela 3 – Relação entre a numeração dos macropedoambientes adotada nesta pesquisa e nos trabalhos anteriores (Lumbreras et al, 2004a; Motta et al., 2003) e alguns aspectos ambientais.

Macropedoambiente (atual)		Macropedoambiente (anterior)	Solos predominantes	Altitude predominante	Vegetação natural	Clima (Köppen)
	Símbolo			m		
Varre-Sai	MVS	Macropedo-ambiente 3	Latossolos	500-900	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Cwb)*
Miracema	MMi	Macropedo-ambiente 2	Latossolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
Laje do Muriaé	MLM1	Macropedo-ambiente 2	Intermediários entre Latossolos e Argissolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
	MLM2	Macropedo-ambiente 3		400-600	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Aw)*
Itaperuna	MIt	Macropedo-ambiente 1	Argissolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia e caducifólia	Aw

* Ocorre de forma restrita.

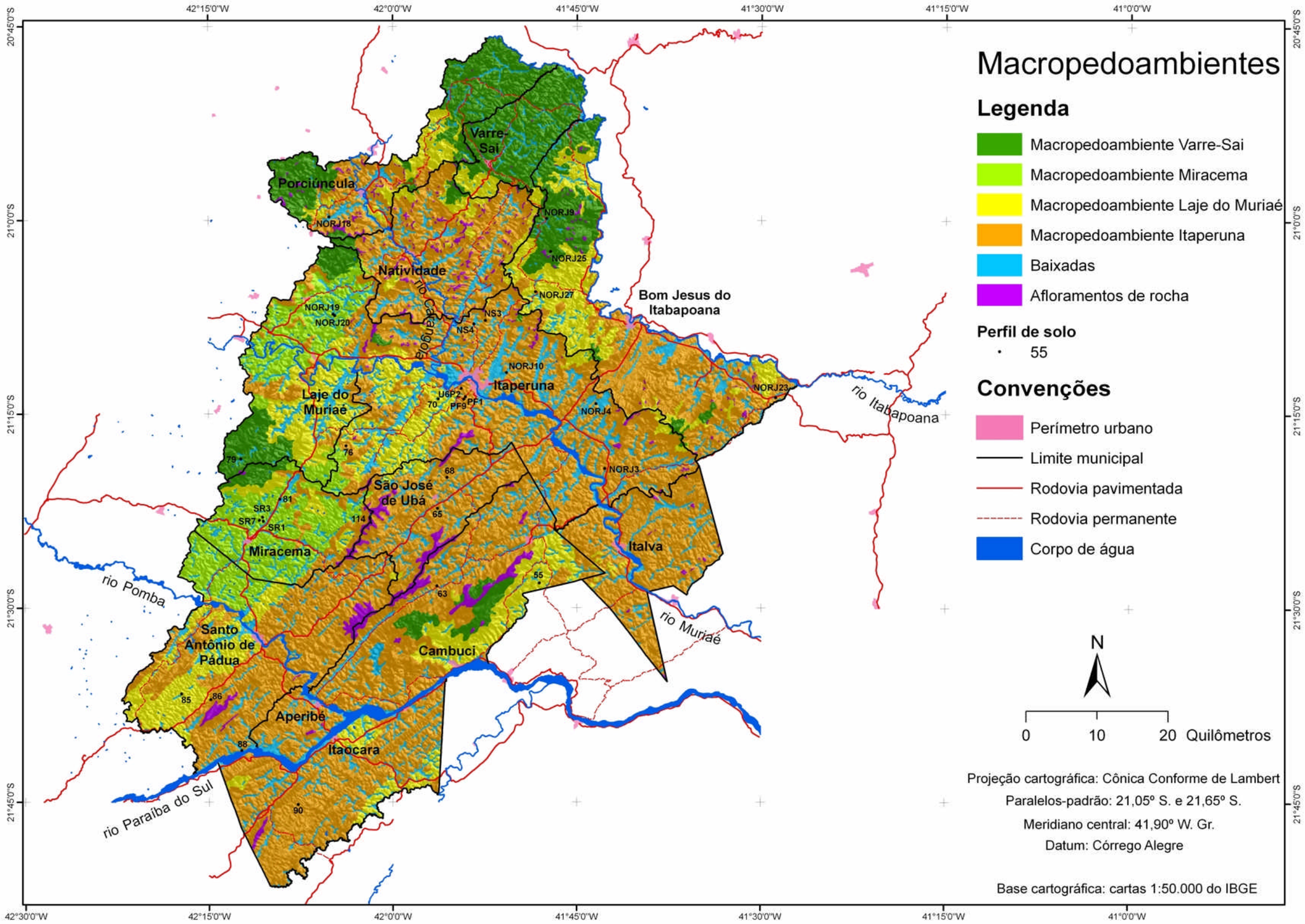


Figura 18 – Macropedoambientes da região noroeste do estado do Rio de Janeiro.

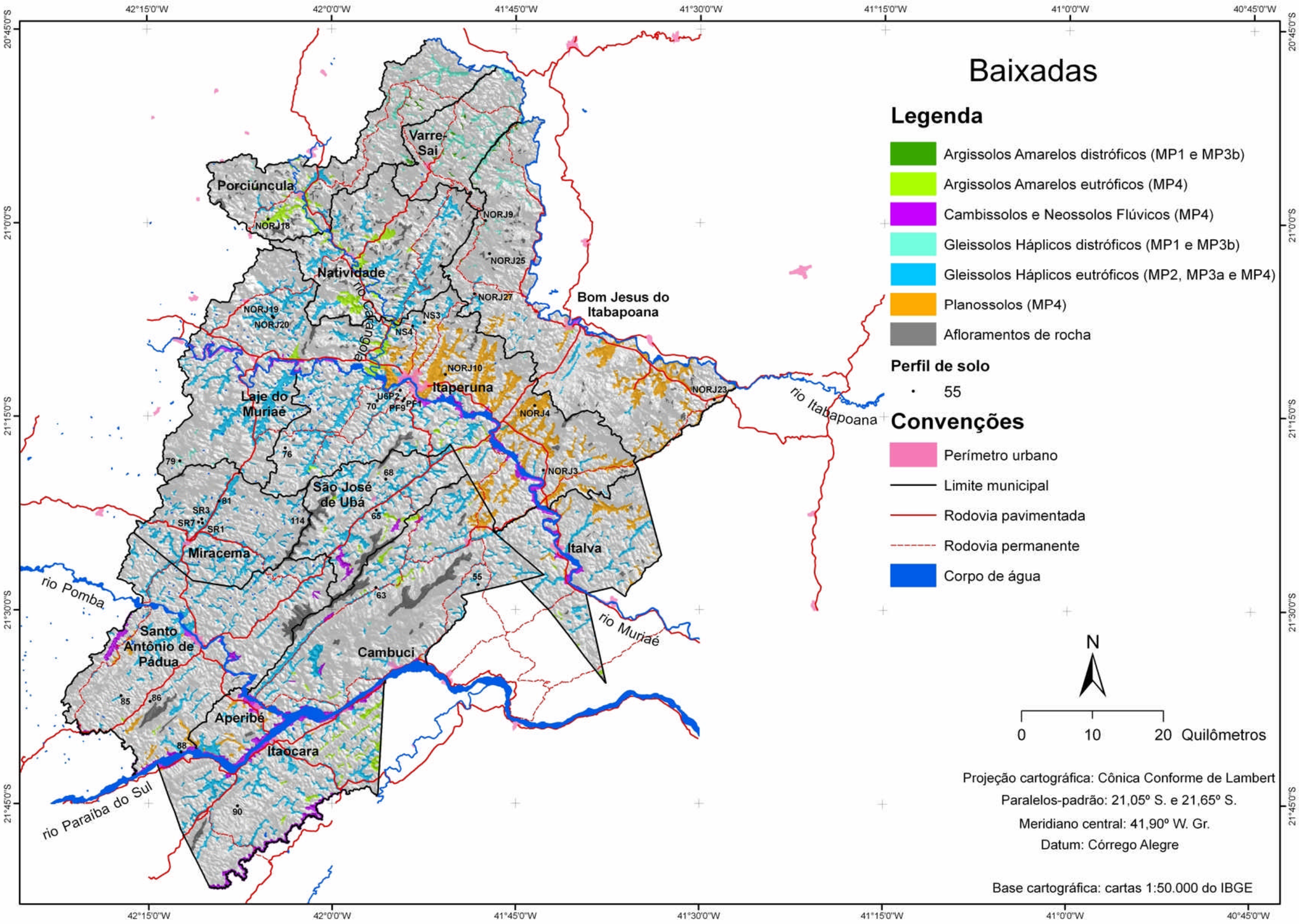


Figura 19 – Baixadas e solos predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro).

Macropedoambiente Varre-Sai (MVS)

Encontra-se inserido no planalto do alto Itabapoana e, em menor proporção, em áreas mais elevadas do domínio geoambiental Norte-Noroeste Fluminense (DANTAS, 2001; DANTAS et al., 2001). O macropedoambiente Varre-Sai compreende áreas planálticas situadas no teto da paisagem regional, em geral posicionadas em altitudes de 500 a 900 m – bastante semelhante a grandes tratos territoriais da Zona da Mata mineira, com o qual guarda relações de proximidade –, muitas vezes contornadas por áreas montanhosas e escarpadas, em alguns locais conformando degraus estruturais que as separam dos demais macropedoambientes. A área total de MVS abrange aproximadamente 634 km^2, representando 11,6% da área de estudo, sendo que as baixadas ocupam cerca de 5% desse macropedoambiente (Figura 20).

Sua paisagem se caracteriza por uma sucessão de elevações que, embora de grande amplitude topográfica (relevo montanhoso ou forte ondulado), apresentam conformação convexa, cuja continuidade é com freqüência interrompida por áreas côncavas, habitualmente mais íngremes (Figura 21). Inclui, todavia, trechos menos acidentados, constituídos por elevações de relevo dominantemente forte ondulado, ou mesmo ondulado; estes, porém, de menor freqüência, além de algumas áreas muito íngremes que, normalmente, sobressaem do nivelamento geral de topos dessa superfície e onde são comuns afloramentos de rocha (atingindo altitudes de até 1.200 m).

Encaixadas entre as elevações, as várzeas tendem a ser estreitas, sob condições de encharcamento durante boa parte do ano. Em algumas situações, apresentam pequenos terraços e rampas suaves adjacentes a várzeas de cursos de água mais expressivos, com destaque para o córrego da Ana-ribeirão Varre-Sai, ou em cabeceiras de drenagem de pequena amplitude, por vezes conformando cones de dejeção.

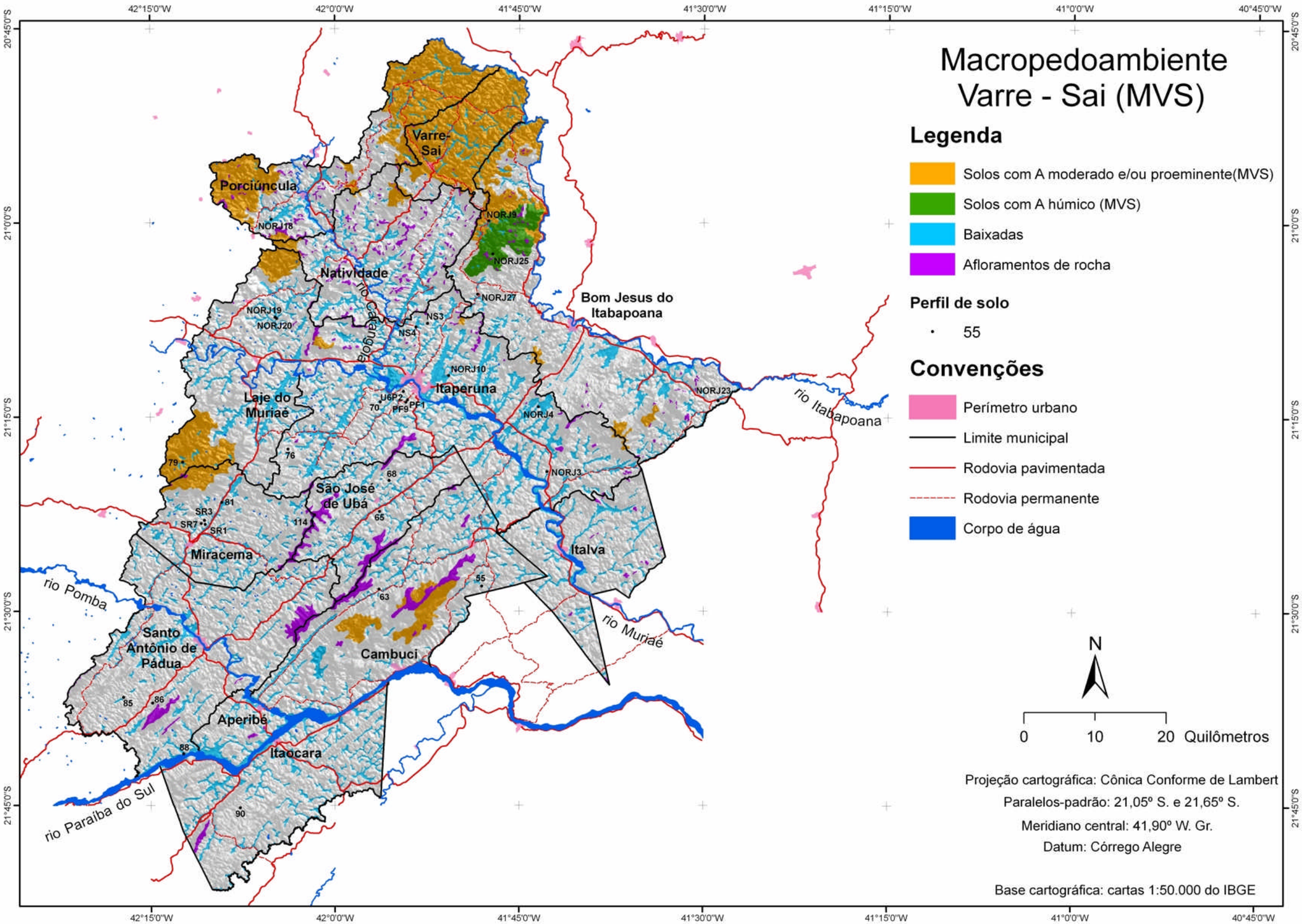


Figura 20 – Macropedoambiente Varre-Sai e tipos de horizontes A predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro).

Figura 21 – Paisagem do macropedoambiente Varre-Sai, próximo à cidade homônima.

O embasamento geológico é composto predominantemente por granulitos quartzo feldspáticos da Unidade Itaperuna, charnockitos e enderbitos da Unidade Comendador Venâncio, correlacionável ao Complexo Juiz de Fora, de idade mesoneoproterozóica, e granitóides das suítes Varre-Sai e Natividade, de idade neoproterozóica, cuja gênese é referida ao Brasiliano (RIO DE JANEIRO, 1978/82a, 1978/1982b; BRASIL, 1983; SILVA e CUNHA, 2001), incluídos na Faixa Ribeira (ALMEIDA et al., 1973). A presença de alguns lineamentos, tais como zonas de desnível topográfico acentuado e drenagens retilíneas, indica certo controle litoestrutural, embora menos expressivo que no restante da área de estudo, com evidências de atividades tectônicas em suas bordas, destacadas por escarpas de falhas e pela presença de pontos de ruptura do relevo (*knickpoints)*, que restringem o recuo erosivo dos canais e, por vezes, propiciam o estabelecimento de várzeas suspensas (CASTANHEIRA et al., 2005; DE SARTI et al., 2005). Em áreas pouco extensas, de várzeas e rampas suaves, ocorrem sedimentos aluvionares, colúvio-aluvionares e coluvionares quaternários.

Nesse ambiente há evidências de fortes transformações ambientais (solos enterrados), possivelmente controladas por alterações climáticas e processos geomorfológicos e tectônicos em nível regional, fato que instiga a condução de pesquisas sobre a evolução do relevo

(Figura 22). Em trabalho realizado no planalto de Viçosa, Zona da Mata mineira, Corrêa (1984) também observou decréscimo irregular do teor de carbono em Latossolos (solos enterrados), assim como linhas de material quartzoso (blocos, matacões e cascalhos), arredondado ou não, inserido na massa edafizada ou no contato desta com o horizonte C, em diversos locais e posições variadas no relevo, o que foi por ele considerado como indicativo de situações de acúmulo em condições ambientais pretéritas distintas da atual.

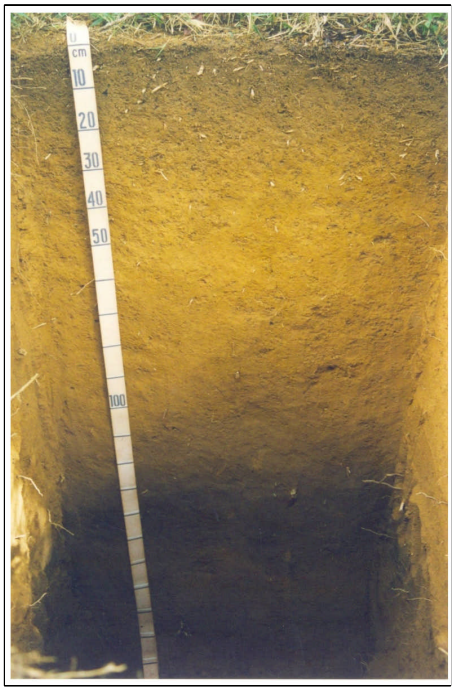


Figura 22 – Perfil de Latossolo sobreposto a solo enterrado (NORJ8), situado em posição de topo de colina (macropedoambiente Varre-Sai).

Peixoto (2002), em estudos de evolução geomorfológica a partir de sedimentação quaternária, conduzidos no município de Bananal, médio vale do rio Paraíba do Sul, estabeleceu três superfícies deposicionais ocorridas no final do Pleistoceno e no Holoceno inicial a médio. Indícios mais antigos de inversão de relevo, supostamente do final do Terciário (CALDERANO et al., 2000), ocorrem em Paty do Alferes, médio vale do Paraíba, e em Recreio, na depressão dos rios Pomba-Muriaé, nessa área em época referente ao Mioceno Superior a Plioceno (ANTONIOLI et al., 2005).

O clima é subtropical (tipo Cwa de Köppen) de caráter úmido (pelo índice hídrico de Thornthwaite) e, em áreas restritas, nas posições mais elevadas do relevo, do tipo Cwb e úmido/superúmido. A temperatura média anual varia de 18 a 22° C, sendo fevereiro o mês mais quente (22 a 25° C) e julho, o mais frio (15 a 18° C), com precipitações pluviométricas anuais de 1.300 a 1.500 mm; há quatro meses de precipitações mensais inferiores a 60 mm (ALFONSI et al., 2003; ANA, 2003; BRANDÃO et al., 2001; MARTORANO et al., 2002, 2003), índice hídrico de Thornthwaite (Im) entre 60 e 20 e deficiência hídrica anual inferior a 60 mm, considerando uma espessura do solo de 100 cm e uma capacidade de retenção de água de 1 mm/cm de solo (LUMBRERAS et al., 2003a).

Em consonância com o clima e em contraste com os demais macropedoambientes, a floresta exibe caráter subperenifólio. Embora fragmentadas e bastante alteradas (em geral sofreram corte seletivo da madeira mais nobre), as terras altas de MVS apresentam o maior percentual relativo de remanescentes florestais da Mata Atlântica da região noroeste, correspondendo a aproximadamente 39,5% (238 km^2), segundo o mapeamento de uso e cobertura realizado por CIDE (2001b) – elaborado utilizando-se imagem TM/LANDSAT-5 do ano de 1994. Predomina a utilização das terras com pastagens de braquiária e de capim-gordura, em muitas áreas infestadas por samambaias. Verifica-se maior proporção de pecuária de leite em relação à de corte. O cultivo de café arábica (*coffea arabica*) é bastante difundido; em áreas localizadas, ocorrem lavouras de milho, feijão e olerícolas (IBGE, 2003) (Figura 23).

Figura 23 – Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subperenifólia, no final do período de estiagem (out. 2007).

O conjunto das elevações se caracteriza por grande espessura do manto de alteração, com predomínio de Latossolos de baixa fertilidade natural e com horizonte B em geral muito espesso (Figura 24), à exceção de áreas íngremes, onde aflora o substrato rochoso.

Figura 24 – Perfil de Latossolo muito profundo (MVS).

A ocorrência de Cambissolos é bem menor, estando relacionados a áreas de relevo com encostas côncavas e plano-inclinadas, de forte declividade, onde a pedogênese é menos expressiva e o horizonte C tende a estar próximo à superfície ou aos trechos mais íngremes, em associação com os afloramentos rochosos (Figura 25).

Figura 25 – Paisagem de relevo acidentado, com solos pouco espessos e afloramentos de rocha.

Em algumas áreas, principalmente nas posições altas da paisagem e, como tendência geral, nas faces de exposição sul e sudeste (face 'noruega'), é relativamente comum a presença de Latossolos, ou mesmo Cambissolos, com expressivo acúmulo de matéria orgânica, indicativa de condições mais úmidas e de temperaturas mais frias, relacionadas ao clima Cwb (Figura 26). A tendência de maior acúmulo de matéria orgânica em posições topográficas mais elevadas foi registrada por muitos autores (DAY e HUANG, 2006; EGLI et al., 2006; ZEHETNER e MILLER, 2006), assim como em vertentes de exposição 'noruega', caracterizadas por temperaturas mais baixas, menor evapotranspiração e, conseqüentemente, maior umidade (FINNEY et al., 1962; LOTSPEICH e SMITH, 1953, citados por BIRKELAND, 1999).

Bem menos freqüentes são os Gleissolos, que ocorrem em várzeas estreitas, nos fundos de vale, sendo habitual a presença de lençol freático aflorante sob vegetação natural de

campo tropical higrófilo de várzea. Em posições contíguas às várzeas, habitualmente delineiam-se rampas suaves e pequenos terraços colúvio-aluvionares, comportando Argissolos Amarelos, intermediários para Cambissolos, e Cambissolos Háplicos, ambos substrato sedimentos colúvio-aluvionares. Ainda que de forma localizada, observou-se, também, a ocorrência de Argissolos latossólicos em sopés de elevações convexas bem rebaixadas, nas proximidades da comunidade de Arraial Novo.

O clima menos quente e seco favorece maior recobrimento vegetal do solo durante a época de estiagem. Em virtude de elevada profundidade e boas características físicas dos solos, que propiciam acentuada taxa de infiltração e armazenamento de água, verifica-se menor incidência de processos erosivos e maior número de córregos e riachos perenes em relação aos demais macropedoambientes (LUMBRERAS et al. 2004a; MOTTA et al., 2003).

Figura 26 – Latossolo Amarelo com horizonte A húmico (perfil NORJ25).

Macropedoambiente Miracema (MMi)

Situa-se no domínio geoambiental norte-noroeste fluminense, também denominado Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé (BRASIL, 1983). Abrange aproximadamente 462 km^2, representando 8,5% da área de estudo. As baixadas ocupam algo em torno de 15% do macropedoambiente (Figura 27).

Compreende paisagem típica dos mares de morros, de relevo forte ondulado e ondulado com encostas convexas e topos suaves e amplos, com colinas do tipo 'meias-laranjas', situadas em altitudes de 150 a 250 m, eventualmente mais elevadas; entremeadas por várzeas de dimensões variadas, por vezes estreitas e encaixadas, com lençol freático aflorante. Apresenta também grande semelhança com extensas áreas das porções rebaixadas da Zona da Mata mineira (Figura 28).

Possui substrato geológico similar ao MVS, com predomínio de charnockitos e enderbitos da Unidade Comendador Venâncio, correlacionável ao Complexo Juiz de Fora (RIO DE JANEIRO, 1978/82a, 1978/1982b). Nas várzeas e rampas suaves ocorrem sedimentos quaternários.

Da mesma forma que em MVS, há evidências de mudanças ambientais que influíram no modelado da paisagem, tais como a grande concordância de topos (Figura 29), também destacado por Corrêa (1984), no planalto de Viçosa (Zona da Mata), e registros de deposição coluvionar de dezenas de metros atribuídos à dissecação em larga escala do planalto da Mantiqueira (ANTONIOLI et al., 2005). Esses autores investigaram, por meio de análises palinológicas, um depósito de cerca de 5 m de espessura em posição de topo em um platô de colina, com cerca de 200 m de altitude, localizado no município de Recreio, próximo a Miracema e Santo Antônio de Pádua, e inferiram uma idade do Mioceno Superior a Plioceno (ANTONIOLI et al., 2005) à época da deposição, evidenciando que esse local já esteve sob regime de sedimentação em determinado período geológico, em posição distinta da atual.

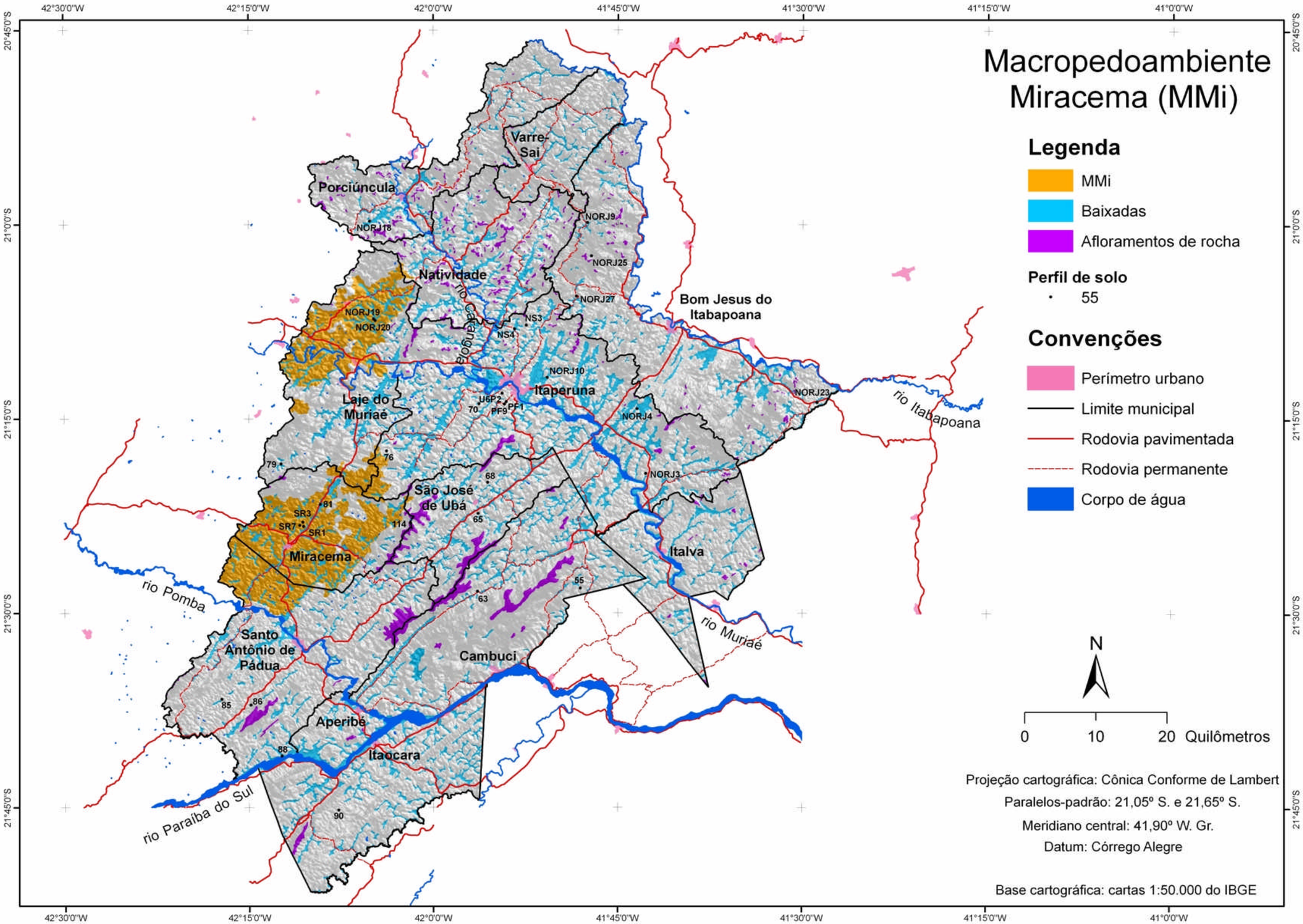


Figura 27 – Macropedoambiente Miracema (região noroeste do estado do Rio de Janeiro).

Figura 28 – Paisagem de MMi, onde se destaca a concordância de topos (próximo a Miracema).

Figura 29 – Paisagem de várzea do ribeirão Santo Antônio e concordância de topos ao fundo, em MMi (próximo a Venda das Flores – Miracema).

Em MMi, o clima é tropical, do tipo Aw de Köppen, seco e subúmido, com temperatura média anual de 23 a 25° C. Fevereiro é o mês mais quente (26 a 27° C) e julho, o mais frio (19 a 21° C). Registram-se precipitações pluviométricas anuais de 1.100 a 1.300 mm, com quatro a cinco meses de precipitações mensais inferiores a 60 mm (ALFONSI et al., 2003; ANA, 2003; BRANDÃO et al., 2001; MARTORANO et al., 2002, 2003), índice hídrico (Im) entre 10 a -10 e deficiência hídrica anual de 100 a 200 mm, considerando a espessura do solo de 100 cm e capacidade de retenção de água de 1 mm/cm de solo (LUMBRERAS et al., 2003a).

Apresenta vegetação natural de floresta tropical subcaducifólia, muito fragmentada e em avançado estágio de degradação, cujos remanescentes florestais compreendem aproximadamente 15% das terras altas do macropedoambiente (60 km^2) (Figura 30). Predomina a utilização das terras com pastagens de braquiária, exploradas com pecuária de corte e de leite e, em áreas pouco extensas, capineiras e lavouras de café robusta (*coffea conephora*) (nas proximidades de Raposo), arroz e tomate (IBGE, 2003). Observam-se melhores condições de conservação em relação ao macropedoambiente Itaperuna (MIt), tanto no que se refere à preservação de remanescentes da vegetação natural, como ao desgaste erosivo menos intenso, no presente caso relacionado principalmente à erosão laminar, em geral ligeira ou no máximo moderada (Figuras 28 e 29). As áreas de várzeas já foram utilizadas para o cultivo de arroz, freqüentemente sob irrigação na forma de pequenos tabuleiros. Atualmente, essa atividade se encontra bastante reduzida.

Os solos dominantes são Latossolos, com baixa reserva de nutrientes e grande espessura do manto de alteração (Figura 31). Ocupando áreas de pequena extensão geográfica, normalmente situados no terço inferior das colinas, ocorrem Argissolos, em geral exibindo caráter latossólico. Nas várzeas, em sua maior parte já drenadas, ocorrem Gleissolos, com vegetação natural de campo tropical higrófilo de várzea e de floresta tropical

superenifólia de várzea. Em pequenas áreas de rampas colúvio-aluvionares suaves, situadas entre as várzeas e as colinas do entorno, principalmente próximo às cabeceiras de drenagem, verifica-se a presença de Cambissolos.

Figura 30 – Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subcaducifólia, no final do período de estiagem (out. 2007).

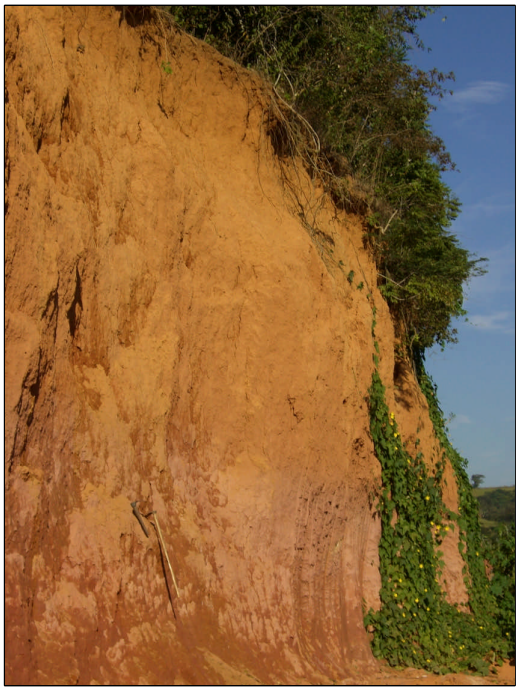


Figura 31 – Perfil de Latossolo em corte de estrada próximo a Miracema (MMi).

O espesso manto de alteração e a boa permeabilidade dos solos dominantes nas elevações, determinada pelas características estruturais do horizonte B, além da pequena diferença textural, o que resulta em menor suscetibilidade à erosão (refletida no melhor estado de conservação das pastagens), determinam maior capacidade de armazenamento de água e recarga de aqüíferos que nas áreas referentes ao macropedoambiente Itaperuna (MIt). Tal condição parece influenciar, inclusive, a própria vegetação natural (CARVALHO FILHO et al., 2003a), que, embora constituída por floresta tropical subcaducifólia, apresenta, sob condições climáticas equivalentes, caráter decíduo bem mais atenuado que naquele macropedoambiente. É provável que tenha reflexos também no próprio regime hídrico dos solos das baixadas, contribuindo, ao lado do relevo plano (com pequena expressão de rampas coluvionares), para a manutenção do lençol freático elevado durante boa parte do ano nessas áreas, como indica a vegetação natural de campo higrófilo e floresta tropical subperenifólia de várzea, assim como propiciando maior perenidade de córregos e riachos.

Macropedoambiente Laje do Muriaé (MLM)

Insere-se no domínio geoambiental norte-noroeste fluminense e, em menor proporção, em áreas menos elevadas do planalto do alto Itabapoana, abrangendo superfície em torno de 951 km^2, que representa 17,5% da área de estudo.

Encontra-se em duas posições fisiográficas distintas: em locais mais rebaixados da paisagem (MLM1), cujo nível de base corresponde aos leitos dos rios Paraíba do Sul e Muriaé, ocupando aproximadamente 75% da área de MLM, e uma superfície mais elevada (MLM2), situada em nível altimétrico de cerca de 400 a 600 m, que se conecta a áreas mais rebaixadas por meio de encostas íngremes, como a noroeste da comunidade de Pirapetinga de Bom Jesus, onde esse ambiente apresenta maior dimensão territorial (Figura 32).

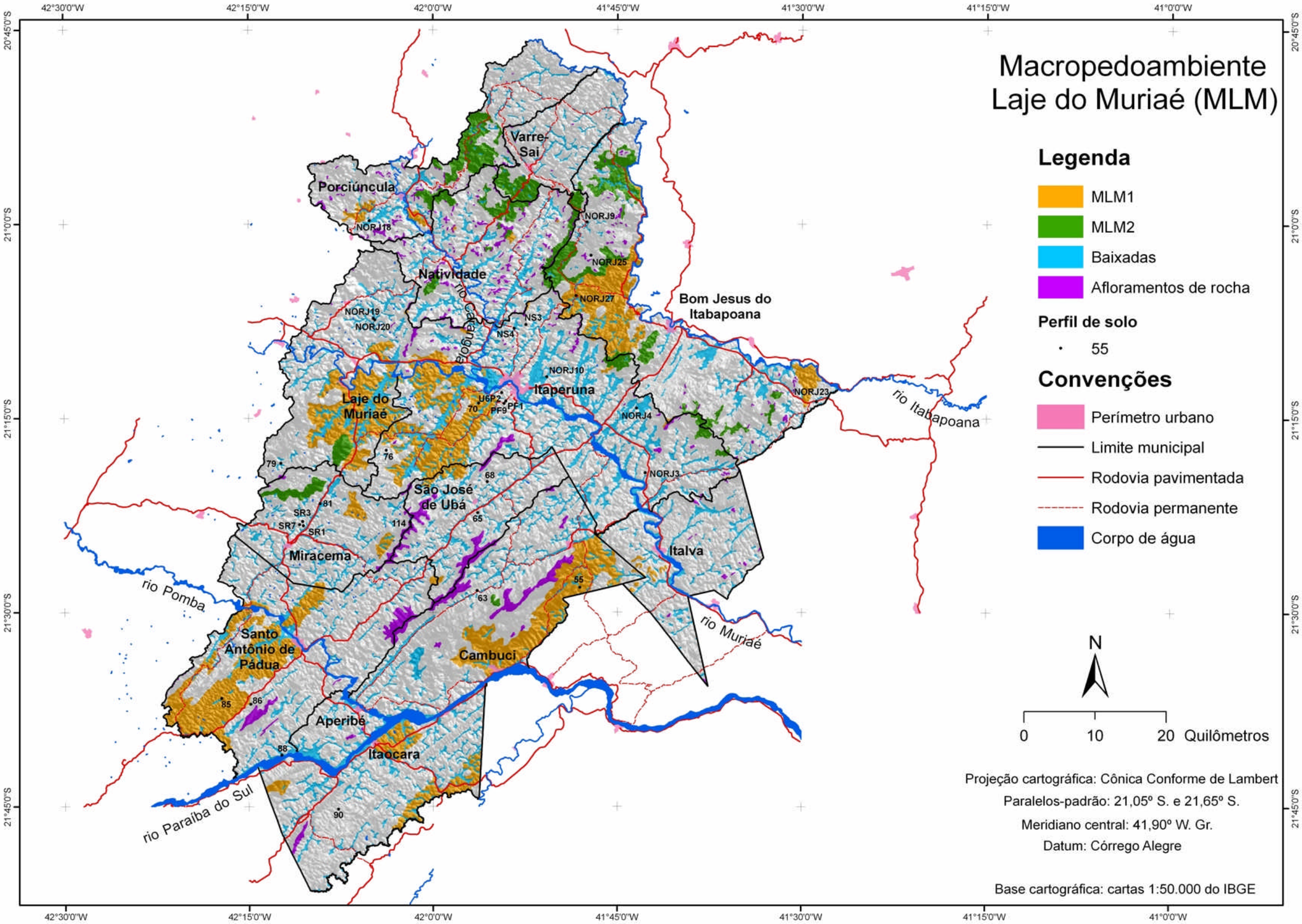


Figura 32 – Macropedoambiente Laje do Muriaé (região noroeste do estado do Rio de Janeiro).

O embasamento geológico apresenta litologia bastante variada – granitóide, gnáissica e migmatítica –, correlacionável ao Complexo Paraíba do Sul. Nas áreas de várzeas e rampas suaves ocorrem sedimentos quaternários.

O MLM1 compreende áreas de relevo colinoso, forte ondulado e ondulado, conformando 'meias-laranjas' com vertentes convexas, típicas do mar de morros, em geral posicionadas entre 150 e 250 m, distribuídas por todo o domínio geoambiental norte-noroeste (Figura 33), assim como restritas áreas mais elevadas, raramente superiores a 400 m de altitude, conformando um conjunto colinoso escalonado transicional para MLM2, situadas a oeste da cidade de Bom Jesus do Itabapoana. À exceção dessas áreas, que apresentam várzeas estreitas e de menor expressão relativa (cerca de 5%), as baixadas, por vezes amplas e interdigitadas com os macropedoambientes vizinhos (MMi e MIt), ocupam aproximadamente 15% da superfície de MLM1.

Em geral, o clima é similar ao de MMi; no entanto, apresenta na parte sul da área locais mais secos e com deficiência hídrica maior, assim como temperaturas mais amenas e condições menos secas nas posições elevadas do relevo (LUMBRERAS et al., 2003a).

Apresenta vegetação natural de floresta tropical subcaducifólia, de caráter atenuado nas posições altimétricas mais elevadas, cujos remanescentes florestais ocupam em torno de 14% das terras altas (91 km^2). Predomina a utilização das terras com pastagens de braquiária, exploradas em geral com pecuária de corte e, nos locais mais elevados, com pecuária de leite. Pontualmente, são cultivadas capineiras e lavouras de arroz (de várzea), milho, feijão e tomate (IBGE, 2003).

Figura 33 – Paisagem de MLM1, próximo a Retiro do Muriaé (Itaperuna).

Tanto pela posição altimétrica, como pelas características de seus solos e da vegetação natural, o MLM2 constitui como que um ambiente intermediário entre o teto da paisagem (MVS) e as áreas baixas, por vezes conformando um degrau suave entre eles. A topografia é constituída por elevações de conformação dominantemente convexa (porém, não muito amplas), com menor incidência de áreas côncavas e plano-inclinadas (expressivas principalmente nos terrenos mais acidentados), que são entremeadas por fundos de vales bastante estreitos. O relevo é mais dissecado que o de MLM1, embora bastante variável, com ocorrência de áreas desde onduladas, em geral de encostas curtas, a montanhosas (Figura 34). Estas tendem a predominar na transição para a superfície mais elevada, ou no limite entre patamares. É representado também por áreas pouco amplas, isoladas e em posição de topo, de algumas serras e maciços interiores dispersos na superfície rebaixada (Figura 32). As baixadas desse ambiente apresentam dimensões bastante reduzidas, ocupando cerca de 5%, restringindo-se a pequenas várzeas e rampas suaves encaixadas entre as elevações.

Figura 34 – Paisagem de MLM2 a noroeste de Pirapitinga de Bom Jesus (município de Bom Jesus do Itabapoana).

O clima é subtropical, do tipo Cwa de Köppen, úmido, e, em menor proporção e nas posições mais baixas do relevo, do tipo Aw, subúmido. Apresenta, em geral, temperatura média anual de 20 a 22° C, sendo fevereiro o mês mais quente (24 a 25,5^{o} C) e julho, o mais frio (16,5 a 18° C), precipitações pluviométricas anuais de 1.200 a 1.400 mm, com quatro a cinco meses de precipitações mensais inferiores a 60 mm (ALFONSI et al., 2003; ANA, 2003; BRANDÃO et al., 2001; MARTORANO et al., 2002, 2003), índice hídrico de Thornthwaite (Im) entre 40 e 10 e deficiência hídrica anual de 30 a 100 mm, considerando uma espessura do solo de 100 cm e uma capacidade de retenção de água de 1 mm/cm de solo (LUMBRERAS et al., 2003).

A vegetação natural é de floresta tropical subperenifólia, com caráter mais decíduo que em MVS, exibindo fragmentos de remanescentes florestais com forte influência antrópica, que ocupam aproximadamente 28% das terras altas de MLM2 (56 km^2). Predomina a utilização das terras com pastagens de braquiária, verificando-se maior proporção de pecuária de leite em relação à de corte. Em pequenas áreas, ocorre o cultivo de café arábica, principalmente nas áreas mais elevadas, e lavouras de milho, feijão e olerícolas (IBGE, 2003).

Os solos predominantes são intermediários entre Latossolos e Argissolos, bastante espessos; em geral, de baixa fertilidade natural. Nas áreas de MLM1, os Latossolos tendem a predominar nas posições de topos amplos e suaves, assim como no terço médio a superior de encostas de maior convexidade, enquanto os Argissolos são mais encontrados em posição de terço médio e inferior das vertentes. Nas várzeas ocorrem Gleissolos, com vegetação natural de campo tropical higrófilo de várzea e de floresta tropical subperenifólia de várzea, que, em geral, já foram drenadas. Em pequenas áreas de rampas colúvio-aluvionares suaves, que margeiam as planícies de inundação, verifica-se a presença de Cambissolos.

Já em superfícies elevadas (MLM2), os Latossolos têm tendência a predominar em níveis topográficos altos, em áreas de perfil convexo de encostas forte onduladas e montanhosas, enquanto os Argissolos ocorrem preferencialmente em pequenas colinas, situadas em nível mais baixo, ou nas partes mais dissecadas e íngremes, onde podem, inclusive, apresentar caráter intermediário com Cambissolos (Argissolos cambissólicos). Em algumas áreas, relacionadas preferencialmente às linhas de drenagem encaixadas, são encontrados ainda blocos de rocha aflorando. Nas pequenas várzeas predominam Gleissolos, sob vegetação de campo higrófilo ou floresta tropical subperenifólia de várzea, em geral com lençol freático elevado. Em áreas estreitas de rampas colúvio-aluvionares suaves, que margeiam as várzeas, verifica-se a presença de Argissolos Amarelos, intermediários para Cambissolos, e Cambissolos Háplicos.

Da mesma forma que em MMi, essas áreas apresentam melhores condições de conservação e menor degradação das terras por processos erosivos, comparativamente a MIt (Figuras 33 e 34).

Macropedoambiente Itaperuna (MIt)

Ocupa a maior parte da região noroeste do estado do Rio de Janeiro, abrangendo aproximadamente 3.231 km^2, relativos a 59,4% da área de estudo (Figura 35). Insere-se no domínio geoambiental norte-noroeste fluminense, também denominado Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé. Apresenta características afins com amplas áreas do estado, situadas próximas aos limites leste e sudeste da área de estudo (predominantemente nos municípios de São Fidélis e Cardoso Moreira), na bacia do rio Grande e a montante do rio Paraíba do Sul, em especial no setor conhecido como faixa de lineamentos desse rio, principalmente em termos de relevo, litoestrutura geológica e solos. As baixadas ocupam cerca de 17% de MIt, abrangendo, portanto, o maior percentual em área dentre todos os macropedoambientes.

A topografia é bastante variável, com predomínio de relevo forte ondulado e ondulado, em geral com topos estreitos e vertentes plano-inclinadas com elevado ravinamento (de origem natural, em sua grande maioria), por vezes com forte controle litoestrutural e com direção predominante NE-SW, principalmente nas áreas da margem direita do rio Muriaé (Figura 36), assim como elevações de conformação convexo-côncava e/ou convexa menos ravinadas (Figura 37), cujos topos se situam em nível de 150 a 300 m de altitude.

Sobressaindo-se no nível geral da paisagem e de importância no contexto pedogeomorfológico regional, configuram-se as bordas íngremes que marcam a transição com as superfícies mais altas, representadas pelos macroambientes MLM2 e MVS. Compreendem os degraus que margeiam o planalto do alto Itabapoana e os bordos dos maciços interiores (serras de Santo Eduardo, Monte Verde, Frecheiras-São Romão-Vista Alegre, Prosperidade-Colosso-Cascata), que apresentam intenso ravinamento e que podem atingir cotas de 500 m, sendo freqüente exposições do substrato rochoso (Figura 38).

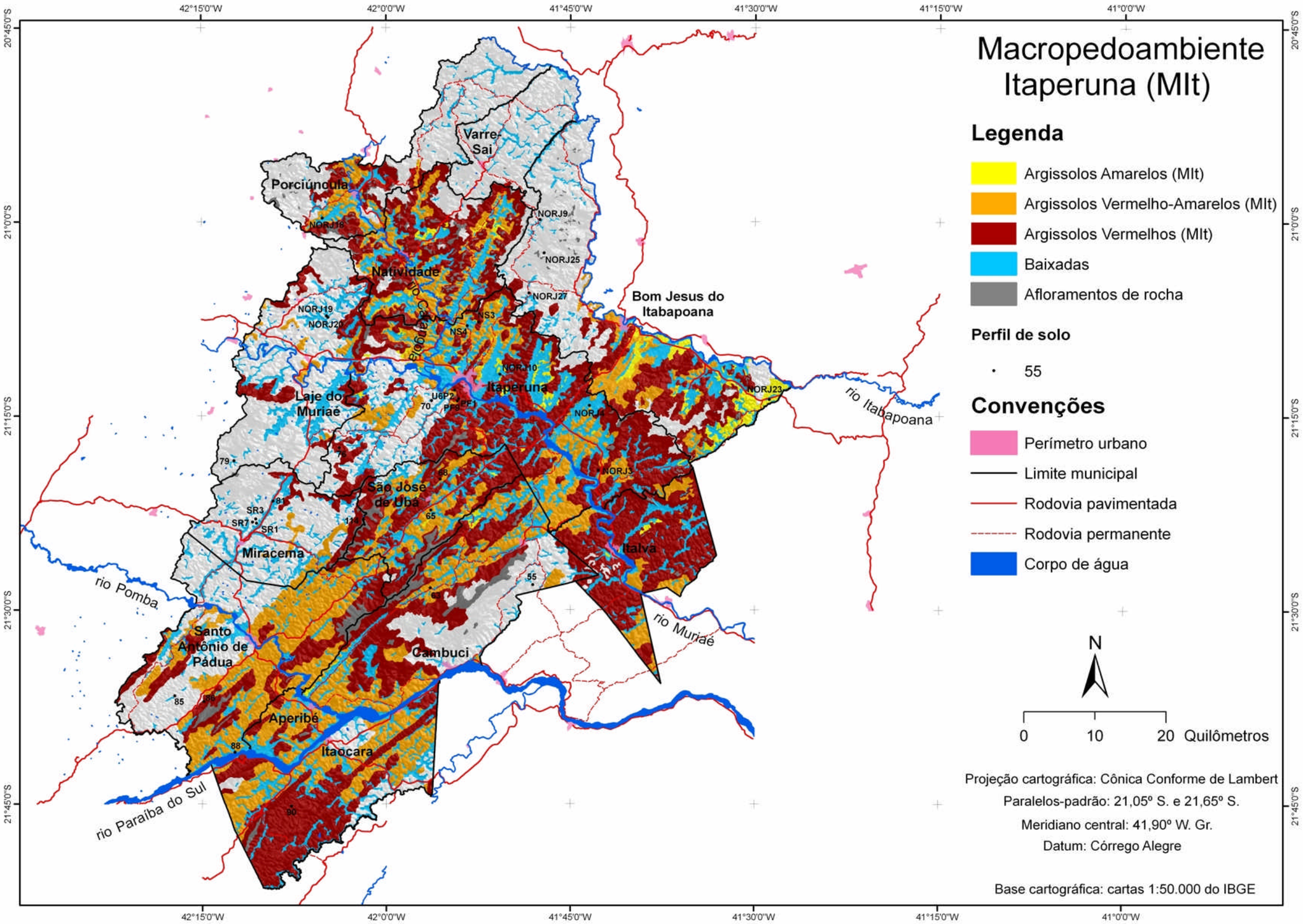


Figura 35 – Macropedoambiente Itaperuna e solos predominantes (região noroeste do estado do Rio de Janeiro).

Figura 36 – Paisagem de MIt, com colinas de vertentes ravinadas, avistando-se o rio Muriaé.

Figura 37 – Paisagem de MIt integrada por Argissolos Vermelhos, com colinas de vertentes convexas e não ravinadas, a sul de Laranjais (município de Itaocara).

Figura 38 – Paisagem de vertente íngreme e ravinada (MIt).

São entremeadas por baixadas de dimensões variáveis, às vezes bastante amplas; estas, em geral, margeadas por colinas baixas, de relevo suave ondulado e ondulado, constituindo uma transição para os terrenos elevados adjacentes. À exceção das planícies fluviais dos principais rios que cortam a área, essas baixadas são resultantes dos intensos processos de desgaste do relevo local, refletindo a atuação de fortes processos erosivos. Compreendem rampas suaves colúvio-aluvionares, em especial no sopé de relevos acidentados, terraços aluvionares e, ocupando áreas mais extensas, as planícies de inundação (Figuras 39 e 40). Por condições particulares ligadas à sua origem, as planícies fluviais ao longo dos rios principais (Paraíba do Sul, Muriaé, Pomba, Carangola, Itabapoana, Negro) apresentam peculiaridades que as diferenciam nos macropedoambientes em que se inserem – em geral, fazem parte de MIt, configurando áreas de ocorrência de terraços aluvionares de maiores dimensões na área de estudo.

Figura 39 – Paisagem de terraços e várzeas margeados por relevo acidentado, próximo a Porciúncula.

Figura 40 – Paisagem de várzea do rio São Domingos (município de São José do Ubá).

A litologia é bastante variada, com milonitos, gnaisses, migmatitos, granulitos, rochas intermediárias da seqüência charnockítica (do Complexo Juiz de Fora), anfibólio-gnaisses, metacalcários (que incluem mármores), anfibolitos (da Unidade Italva), de idades neoproterozóica e mesoproterozóica. Verificam-se granitóides intrusivos e diques de diabásio de localização pontual. O relevo apresenta forte controle litoestrutural em muitos locais, em razão de extensas zonas de cisalhamento, evidenciado por serras alinhadas na parte centro-sul da área (serras do Portela, Gavião, Caledônea, Catete, Bonfim, Monte Alegre, Frecheiras-São Romão-Vista Alegre, Prosperidade-Colosso-Cascata, Alvarenga-Toiama) e pela rede de drenagem (rios Paraíba do Sul, Negro, São Domingos, alguns segmentos do rio Muriaé; ribeirões Frecheiras, Santo Antônio, Salgado, Conceição; córrego Santo Eduardo), com predominante orientação NE-SW, evidenciando uma extensão dos lineamentos do rio Paraíba do Sul (BRASIL, 1983; BRENNER et al., 1980; RIO DE JANEIRO, 1978/82a, 1978/1982b; SILVA e CUNHA, 2001) (Figuras 16 e 41).

Figura 41 – Paisagem de relevo com forte controle litoestrutural, alinhado e com vertentes ravinadas, onde se insere o perfil 86 (Cambissolo Háplico).

Nesses locais de forte controle litoestrutural, verifica-se a presença de pontos de ruptura do relevo (*knickpoints)*, que restringem o recuo erosivo dos canais e, por vezes, propiciam o estabelecimento de várzeas suspensas (CASTANHEIRA et al., 2005; DE SARTI et al., 2005). Nas baixadas ocorrem sedimentos aluvionares e colúvio-aluvionares quaternários.

No geral, o clima é mais quente e menos chuvoso que nas demais áreas, tropical do tipo Aw de Köppen e, segundo o índice hídrico de Thornthwaite, seco; com temperatura média anual de 23 a 25° C, sendo fevereiro o mês mais quente (25,5 a 27,5^{o} C) e julho, o mais frio (19 a 21° C), precipitações pluviométricas anuais de 1.000 a 1.250 mm, com cinco a seis meses de precipitações mensais inferiores a 60 mm (ALFONSI et al., 2003; ANA, 2003; BRANDÃO et al., 2001; MARTORANO et al., 2002, 2003), índice hídrico (Im) entre 0 a -20 e deficiência hídrica anual de 150 a 300 mm, considerando espessura do solo de 100 cm e capacidade de retenção de água de 1 mm/cm de solo (LUMBRERAS et al., 2003). Ocorrem áreas menos chuvosas na metade sudeste do município de Italva, atingindo valores de 900 a 1.000 mm de precipitação anual, refletindo em deficiências hídricas mais elevadas. Já na bacia do rio Carangola, os índices pluviométricos anuais são superiores, na faixa de 1.200 a 1.300 mm, resultando em deficiência hídrica menos acentuada, na faixa de 100 a 200 mm, e caráter subúmido. Por outro lado, nas posições mais elevadas do relevo, onde as temperaturas são amenas, também se verifica o caráter subúmido.

As terras altas apresentam vegetação original de floresta tropical subcaducifólia, de caráter decíduo acentuado, com grande parte de seus componentes perdendo as folhas durante a estiagem, reflexo do acentuado déficit hídrico (Figura 42). Em áreas menores, a caducidade da vegetação é ainda mais intensa, caracterizando floresta tropical caducifólia, que parece refletir a conjunção de condições climáticas bastante secas e baixa capacidade de armazenamento de água dos solos em razão de sua menor espessura, geralmente em vertentes

marcadas por intenso ravinamento, como nas proximidades de Italva (CARVALHO FILHO et al., 2003a) e também nas adjacências das exposições rochosas, em áreas de dimensões reduzidas (Figura 43). Apresentam elevados índices de desmatamento, restando cerca de 8% de remanescentes florestais (140 km^2) nas áreas de relevo forte ondulado ou menos acidentado, e em torno de 20% (210 km^2) nos locais com predomínio de relevo montanhoso.

As áreas de baixadas sofreram os maiores índices de desmatamento da região, restando cerca de 3% de remanescentes florestais (24 km^2). Há dificuldade para se qualificar o tipo de vegetação natural dessas terras, seja pela quase ausência de vegetação ativa, ou pelas modificações em suas condições hídricas devido a obras de drenagem. Desse modo, infere-se que predominam floresta tropical subperenifólia de várzea e campo tropical higrófilo de várzea; em menor proporção, nos locais de rampas suaves colúvio-aluvionares, ocorrem floresta tropical subcaducifólia e caducifólia, de caráter menos decíduo que nas terras altas vizinhas; e floresta tropical subcaducifólia de várzea nos ambientes mais secos próximos a Italva.

Prevalece a utilização das terras com pastagens de braquiária, com freqüência degradadas, exploradas com pecuária de corte e de leite. Em áreas pouco extensas, são cultivadas capineiras, arroz (de várzea), milho, cana-de-açúcar e tomate (IBGE, 2003). As lavouras de arroz, conduzidas em pequenos tabuleiros sistematizados, de milho e de cana-de-açúcar foram bastante exploradas na região. Atualmente, ocupam áreas pouco extensas, em torno de 3.000 ha cada (IBGE, 2003). Já as lavouras de tomate irrigado apresentam certo destaque, embora cultivadas em áreas pouco amplas e descontínuas, abrangendo cerca de 1.000 ha. Os municípios de São José de Ubá e Cambuci estão entre os maiores produtores estaduais de tomate (IBGE, 2003).

Figura 42 – Paisagem de colina com vegetação de floresta tropical subcaducifólia em MIt, no final do período de estiagem (out. 2007).

Figura 43 – Paisagem de morro com vertentes ravinadas e vegetação de floresta tropical caducifólia em MIt, no final do período de estiagem (out. 2007).

Os solos das terras altas são menos intemperizados que os predominantes nas demais áreas da região (Latossolos), apresentando distribuição bastante variada, de difícil espacialização, reflexo da complexidade da topografia e da litoestrutura geológica, alterada ao longo do tempo. Prevalecem Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, marcados por acentuado incremento de argila do horizonte superficial (de textura média ou argilosa) para o B textural (argiloso ou muito argiloso), em geral de alta fertilidade natural e com cerosidade e estrutura em blocos bem desenvolvida (Figuras 44 e 45). Solos de cores amareladas são menos freqüentes, em geral relacionados a relevos rebaixados e suaves adjacentes às várzeas ou a elas entremeados, tendo como característica marcante, embora não exclusiva dessa posição fisiográfica, mudança textural abrupta (CARVALHO FILHO et al., 2003a) (Figura 46).

De localização restrita e comumente relacionados a rochas intermediárias da seqüência charnockítica, anfibólio-gnaisses, metacalcários, anfibolitos ou diques de diabásio, ocorrem Luvissolos, que se diferenciam dos anteriores basicamente por apresentarem argila de atividade alta.

A presença de topos estreitos e aguçados e vertentes ravinadas, plano-inclinadas ou côncavas, com forte influência do controle litoestrutural (relativamente freqüentes em MIt), em geral indica manto de intemperismo pouco espesso e solos de menor evolução pedogenética – a influência do mergulho das camadas litológicas e o seu padrão de fraturamento no regime hídrico e na evolução do solo têm sido destacados em diversos trabalhos (BRASIL, 1960; CHAGAS, 1994; CHAGAS et al., 1997; CORRÊA, 1984; DEJOU et al., 1971, citados por DOBEREINER e PORTO, 1993; GERRARD, 1992; HERALD e RESTITUITO, 1985, citados por DOBEREINER e PORTO, 1993; PALMIERI, 1986). Nesses locais, é habitual a ocorrência de Argissolos intermediários para Cambissolos, como

também, nas áreas mais acidentadas, a presença de Cambissolos; em menor proporção, ocorrem Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e/ou afloramentos de rocha.

Figura 44 – Argissolo Vermelho desenvolvido de metacalcários (mármore) em MIt, próximo a Aré (município de Itaperuna).

Figura 45 – Argissolo Vermelho-Amarelo (perfil 63) em MIt, próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci).

Figura 46 – Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (perfil NOR23) em MIt, próximo a Santo Eduardo (município de Bom Jesus do Itabapoana).

Nas proximidades de Italva, devido a uma condição particular decorrente da natureza do material de origem (rochas intermediárias da seqüência charnockítica e metacalcários), além da influência bioclimática, observa-se também a ocorrência de Chernossolos Argilúvicos e Rêndzicos (EMBRAPA, 1979b). Estes, sobretudo, muito pouco expressivos.

Em direção aos níveis superiores, tanto a vegetação como os solos apresentam caráter um pouco distinto, no que se assemelham às superfícies mais altas, com tendência a predominar Argissolos, de cor tendendo a amarelada, e Cambissolos nas áreas ravinadas, além de alguns Latossolos nos trechos mais elevados, em que a floresta tropical subperenifólia passa a predominar. Essas condições, porém, ocorrem em proporção bem menor.

As baixadas são integradas por solos que apresentam variabilidade espacial alta, reflexo de sua origem deposional, a partir de distintas fontes de sedimentos, e influenciadas por múltiplas condições de drenagem, muitas vezes diferentes das atuais. Predominam Gleissolos, distribuídos por toda a área, que têm sua ambiência nas várzeas maldrenadas (Figuras 40 e 47). No entanto, devido ao rebaixamento do nível de base pela drenagem

artificial, esses solos, atualmente, apresentam drenagem interna tendendo a imperfeita em diversos locais. Nas baixadas amplas dos municípios de Itaperuna e Bom Jesus do Itabapoana, a leste dessas sedes municipais, e também em Italva, os Gleissolos tendem a ocorrer nas posições relativas baixas, de relevo esbatido, em geral adjacentes aos cursos de água, em associação com Planossolos (cujas características principais referem-se à mudança textural abrupta e coloração acinzentada, ou com mosqueados), situados normalmente em posição topográfica ligeiramente elevada. Os Planossolos são de maior expressão territorial nessas baixadas, com freqüência inseridos em rampas suaves colúvio-aluvionares, superpostas ao embasamento cristalino, progredindo em direção às pequenas elevações dispersas na várzea ou a ela adjacentes (Figuras 48 e 49). De forma restrita, ocorrem também Plintossolos, situados em posição relativa ligeiramente mais elevada em relação àquelas dos Planossolos.

Os Argissolos Amarelos e Cambissolos ocorrem nas posições de rampas suaves colúvio-aluvionares e pequenos terraços, por vezes bastante encaixados, em posição relativa ligeiramente elevada dentro da baixada; ocupando superfície mais extensa na planície fluvial do rio Carangola e nas vizinhanças de Porciúncula, assim como pequenas áreas de rampas suaves a jusante das cabeceiras de drenagem mais amplas e de relevos acidentados e nos altos cursos dos ribeirões e córregos que cortam a área. Os Cambissolos e Neossolos Flúvicos distribuem-se pelas planícies fluviais (eventualmente, terraços aluvionares) dos principais rios que cortam a área, ocupando maiores extensões nas planícies dos rios Paraíba do Sul e Muriaé, em geral vizinhos à drenagem principal (Figura 50), assim como em pequenos terraços situados nos altos cursos dos pequenos rios e riachos que drenam as áreas acidentadas.

Figura 47 – Gleissolo Háplico (perfil PF4) em MIt, várzea da microbacia Pau-Ferro (município de Itaperuna).

Figura 48 – Planossolo Háplico (perfil NORJ4) em MIt (município de Itaperuna).

Figura 49 – Paisagem de rampa suave colúvio-aluvionar, próximo ao perfil NORJ4 (município de Itaperuna).

Figura 50 – Paisagem de planície fluvial do rio Paraíba do Sul, a montante de Itaocara.

Esse macropedoambiente apresenta os maiores níveis de degradação das terras da região noroeste fluminense. Juntamente com o médio vale do rio Paraíba do Sul, constitui as áreas que exibem os processos erosivos mais intensos do estado (COSTA et al., 2005; DANTAS et al., 2001; LUMBRERAS et al., 2003a). Predominam processos erosivos laminares, ocorrendo também em sulcos, reflexo das condições de relevo acidentado, estacionalidade pluviométrica e características dos solos (alto gradiente textural e elevado teor de argila em subsuperfície associado à estrutura em blocos, moderada a fortemente desenvolvida), muitas vezes potencializadas por práticas de manejo inadequadas, tais como: aração morro-abaixo; prática de queimadas; condução do gado curraleiro que sucede no sentido de maior declive; superpastejo, este, em especial, no período de estiagem, de tal forma que as primeiras chuvas, geralmente mais intensas, atingem o solo quando este se encontra com uma menor proteção da cobertura vegetal, resultando em incremento da erosão (Figuras 51, 52 e 53). Nesse sentido, sobressaem-se as áreas mais acidentadas, de relevo montanhoso, em especial as que margeiam MVS e MLM2, como as que apresentam os mais intensos processos erosivos e compreendem as áreas de maior fragilidade ambiental do noroeste fluminense (Figura 54).

A acentuada redução na vazão de córregos e riachos, muitos de caráter temporário, durante o período de estiagem, está, possivelmente, relacionada a elevado desmatamento e a maior perda de água do sistema pelo incremento do escoamento superficial, em especial nas áreas degradadas e naquelas de relevo muito acidentado e sem proteção da cobertura florestal nativa.

Figura 51 – Limpeza do terreno com trator de esteira, no sentido morro-abaixo, em área de relevo declivoso.

Figura 52 – Erosão em relevo forte ondulado (Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos), devido à aração do terreno com trator e ao trânsito do gado, ambos no sentido do declive.

Figura 53 – Superpastejo e condução do gado no sentido do declive em área de relevo forte ondulado e ondulado (Argissolos), próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci).

Figura 54 – Processos erosivos em borda íngreme (Argissolos Vermelhos), provocados pelo escoamento concentrado das águas de rodovia e uso com pastagens (próximo a Porciúncula).

4.2. Características dos Solos

Procede-se à descrição das características relevantes dos solos encontrados na área de estudo, classificados segundo o sistema brasileiro de classificação de solos em vigor (EMBRAPA, 2006), bem como são discutidos aspectos ambientais dos locais em que ocorrem, atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos.

Os solos de maior percentual de ocorrência são Argissolos, seguidos de Latossolos; ocupando áreas menos extensas, Cambissolos. Já os de pouca expressão em área são Luvissolos, Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos. Plintossolos Argilúvicos e Chernossolos Rêndzicos são de ocorrência muito restrita.

Dentre os solos de baixada, isto é, desenvolvidos de sedimentos aluvionares e colúvio-aluvionares, ocupando aproximadamente 15% da área total do noroeste fluminense (CARVALHO FILHO et al., 2008), predominam Gleissolos Háplicos, seguidos de Planossolos, Cambissolos Flúvicos, Cambissolos Háplicos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares), Argissolos Amarelos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares); abrangendo áreas menos extensas, encontramos os Neossolos Flúvicos.

Algumas características ambientais e atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de perfis representativos encontram-se nos Apêndices A e B, respectivamente. Ao longo do texto e no Apêndice B são utilizadas as abreviaturas constantes no Quadro 1.

Quadro 1 – Abreviaturas dos minerais identificados nos difratogramas de raios X (DRX) da fração argila

At	anatásio	**Mi**	mica
Ca	caulinita	**Mi/Es**	interestratificado de mica e esmectita
Cl	clorita	**Qz**	quartzo
Es	esmectita	**Rt**	rutilo
Gb	gibbsita	**Td**	tridimita
Gt	goethita	**Ve**	vermiculita
Hl	halita – padrão interno	**VHE**	vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas
Hm	hematita		

Latossolos

Representam os solos de maior evolução pedogenética da área de estudo. São diferenciados em função da cor (amarelos e vermelho-amarelos), saturação por bases (distróficos), caráter ácrico (ácricos), expressiva acumulação de matéria orgânica (húmicos) e por apresentarem características intermediárias com outras classes de solos (Argissolos e Cambissolos).

Predominam Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos distróficos típicos, seguidos de Latossolos intermediários com Argissolos. Em menor proporção, ocorrem Latossolos Amarelos distróficos húmicos e, de forma restrita, Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos ácricos. Ocorrem em MVS e MMi (Figuras 21, 24, 28, 29 e 31); em menor proporção e habitualmente intermediando para Argissolos, em MLM (Figuras 33 e 34).

Apresentam elevada homogeneidade e predomínio de cores amareladas no horizonte B sobreposto a um horizonte C rosado-claro. Esses solos são desenvolvidos a partir da decomposição de granulitos, ortogranulitos e granitóides, que apresentam homogeneidade litológica e onde o controle estrutural é menos destacado, verificando-se evidências de retrabalhamentos em alguns locais. São bem a acentuadamente drenados, muito profundos, em geral com espessura do *solum* superior a 300 cm e saprolito de aspecto homogêneo e friável, de grande espessura (Figuras 24 e 31). Em geral, apresentam estrutura forte pequena granular e/ou fraca a moderada pequena e média em blocos subangulares, textura argilosa e muito argilosa, com valores de 450 a 700 g/kg de argila (de baixa atividade), com pequeno incremento de argila em profundidade, com relação textural menor que 1,3, fortemente a extremamente ácidos, com saturação por alumínio trocável superior a 50%. Os aspectos ambientais e as características morfológicas e analíticas de perfis representativos são apresentados nos Apêndices A e B.

Os Latossolos transicionais para Argissolos diferenciam-se, sobretudo, por características morfológicas (estrutura e cerosidade) do horizonte B e gradiente textural um pouco mais elevado. Possuem estrutura em blocos, por vezes relativamente bem desenvolvida (em grau moderado), associada a cerosidade pouco expressiva, relação textural B/A na faixa de 1,25 a 1,50, insuficientes para caracterizar o horizonte B textural, distintivo de Argissolos (EMBRAPA, 2006). De certa forma, tais características evidenciam menor evolução pedogenética em relação a outros Latossolos.

Como reflexo das diferentes condições bioclimáticas, verifica-se tendência a maior acúmulo de matéria orgânica em locais elevados (MVS e MLM2), de temperaturas amenas e mais chuvosos, por vezes propiciando a formação do caráter húmico (Figura 26). Os estoques de carbono variaram de 40,0 a 55,0 t/ha (0 a 30 cm) e de 75,0 a 120,0 t/ha (0 a 100 cm) nas áreas de menor altitude (em geral, abaixo de 300 m) e menos chuvosas (MMi e MLM1); alcançando valores de 55 a 80 t/ha (0 a 30 cm) e de 120,0 a 160,0 t/ha (0 a 100 cm) em MVS; atingindo valores de 100,0 a 130,0 t/ha (0 a 30 cm) e de 200,0 a 340,0 t/ha (0 a 100 cm) nos locais mais elevados de MVS (Figura 55).

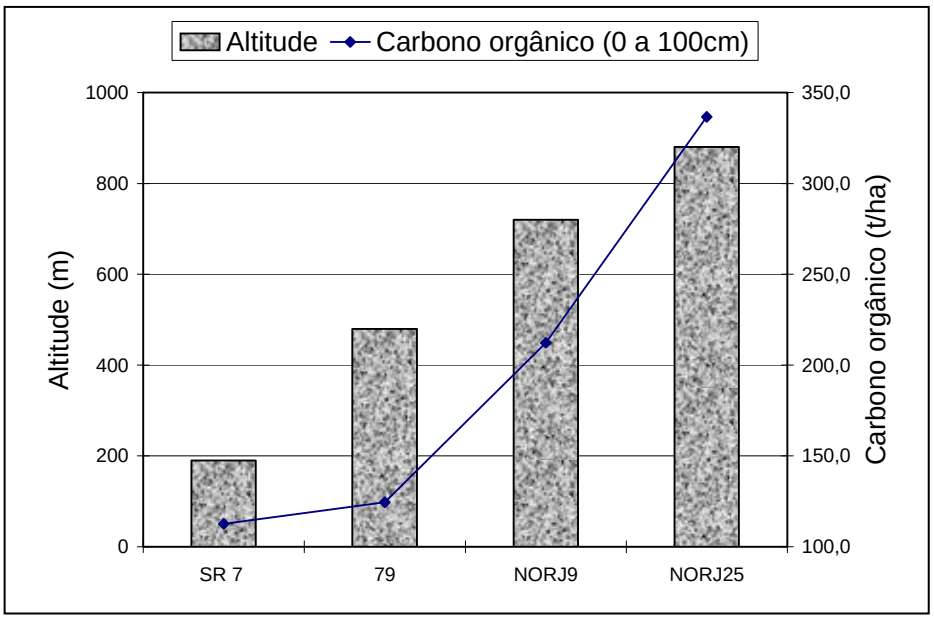


Figura 55 – Estoque de carbono (entre 0 e 100 cm) de Latossolos, em diferentes altitudes.

Em MVS registram-se, de forma generalizada, Latossolos de cores amareladas e brunadas, nos matizes 10YR e 7,5YR, evidenciando maior concentração relativa da goethita, em detrimento da hematita (Figura 56). Tendo em vista que teores elevados de óxidos de ferro favoreceriam a formação da hematita (SCHWERTMANN, 1966; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1977) e que ocorrem valores um pouco mais altos nesses locais – são comuns valores em torno de 150 g/kg (ataque sulfúrico) –, a maior relação goethita/hematita verificada sugere a marcante influência do componente bioclimático. Resultados concordantes com estes foram encontrados por Palmieri (1986) em pesquisa conduzida em solos formados a partir de rochas vulcânicas básicas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde foi registrado aumento na relação goethita/hematita nas posições mais elevadas do relevo, mais úmidas e frias (comparativamente às áreas de menores altitudes e mais secas).

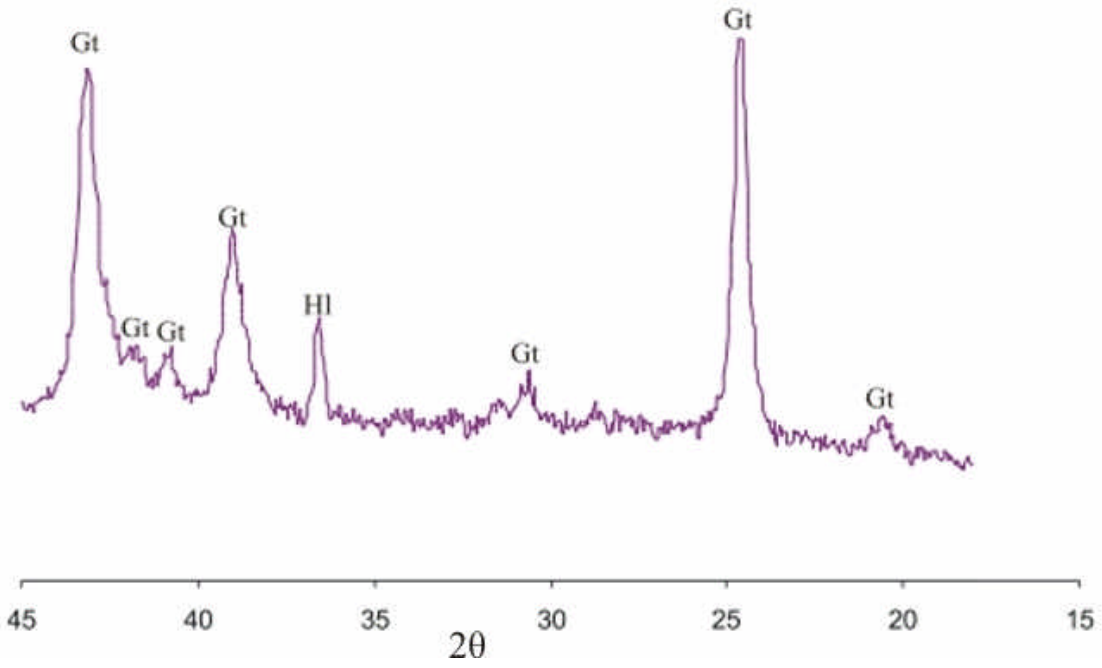


Figura 56 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw4, perfil NORJ9).

Em locais quentes e secos, relacionados a MMi e MLM1, em geral os Latossolos apresentam valores de ferro de 80 a 100 g/kg. Predominam as cores amareladas nos matizes 7,5YR e 10YR. Em menor proporção, ocorrem cores vermelho-amareladas em matiz 5YR e/ou menos amarelo que 7,5YR (Apêndice B).

Os Latossolos de MVS são mais intemperizados e/ou lixiviados, conforme evidenciado pelos valores de ki e kr, de 0,45 a 1,09 e de 0,32 a 0,83, respectivamente, refletindo a mineralogia caulinítica, caulinítico-oxídica e gibbsítico-oxídica da fração argila (EMBRAPA, 2006). Nos Latossolos de MMi e MLM1, predominantemente cauliníticos, embora com tendência a caulinítico-oxídicos em alguns locais, houve menor concentração relativa de óxidos, conforme indicado pelos índices ki, em geral entre 1,20 e 1,70, e kr, com valores de 1,00 a 1,40 (Apêndice B) (Figura 57).

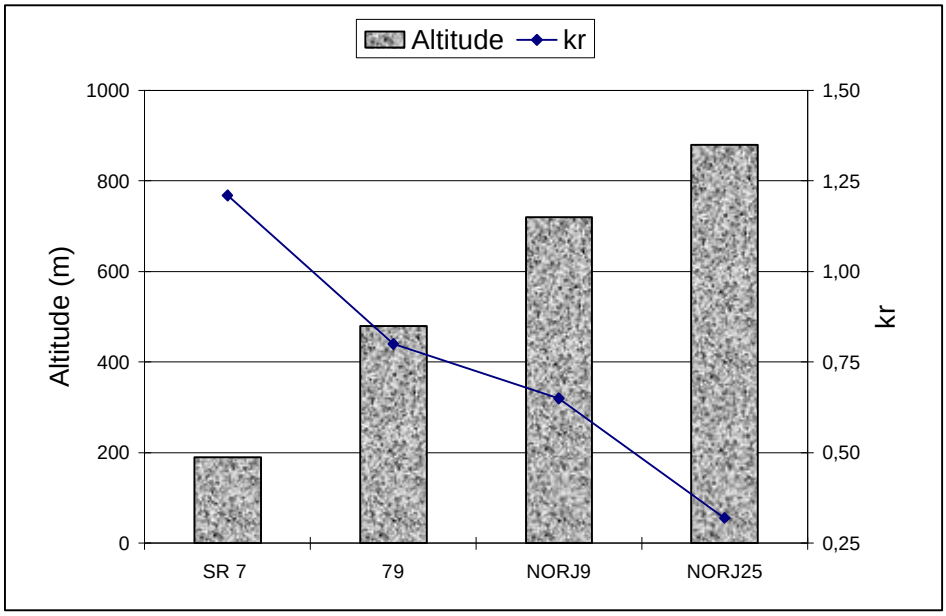


Figura 57 – Valores de kr do horizonte Bw de Latossolos, em diferentes altitudes.

A mineralogia da fração argila dos Latossolos em geral é constituída por caulinita, gibbsita, goethita e, por vezes, com reflexões de pequena magnitude, vermiculita com hidróxi-Al nas entrecamadas, vermiculita e anatásio. No entanto, quando se comparam os DRX dos Latossolos situados nas posições mais elevadas (MVS) com aqueles localizados em MMi e MLM1, verifica-se evidente diferença na proporção desses componentes, reflexo das distintas condições bioclimáticas desses ambientes, além da contribuição do material de origem. Como constatado por Embrapa (1979b) e Rezende e Resende (1996), referindo-se a porções elevadas e úmidas do domínio de mares de morros, de maior atividade bioclimática, nas posições superiores de MVS verifica-se tendência de maior participação da gibbsita, conforme se observa nos DRX relativos aos perfis SR7 (190 m de altitude), 79 (480 m), NOR9 (720 m) e NORJ25 (880 m), que representam um transecto topoclimático das áreas baixas, das regiões de Miracema e Raposo, em direção aos de topo, como nas regiões de Monte Alegre (Laje do Muriaé) e planalto do alto Itabapoana, locais de clima mais chuvoso e temperaturas mais amenas (Figuras 58, 59, 60 e 61).

Em pesquisa conduzida no nordeste da Tailândia, em áreas graníticas e gnáissicas com elevadas quantidades de minerais primários, Herrmann et al. (2007) verificaram que em locais chuvosos e de baixa evaporação (locais acima de 1.000 m de altitude) há predominância de gibbsita na fração argila em todo o perfil, inclusive no horizonte Cr. Argumentam que a gibbsita naquele local pode ser formada diretamente a partir de micas e feldspatos, sem a formação de intermediários, se as condições de livre drenagem são asseguradas. Em contrapartida, quando a drenagem se apresenta restrita, há favorecimento à formação da caulinita, o que pode ser o caso dos Latossolos de MMi e MLM1 (áreas mais quentes e secas).

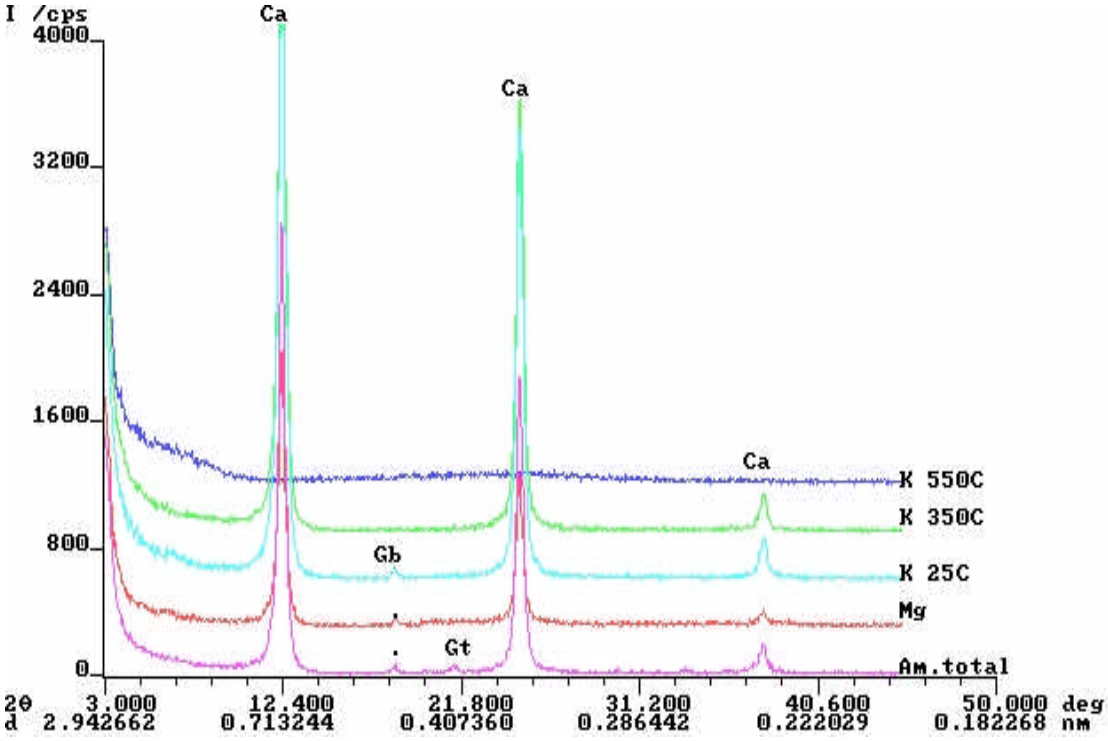


Figura 58 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw2, perfil SR7) (em MMi).

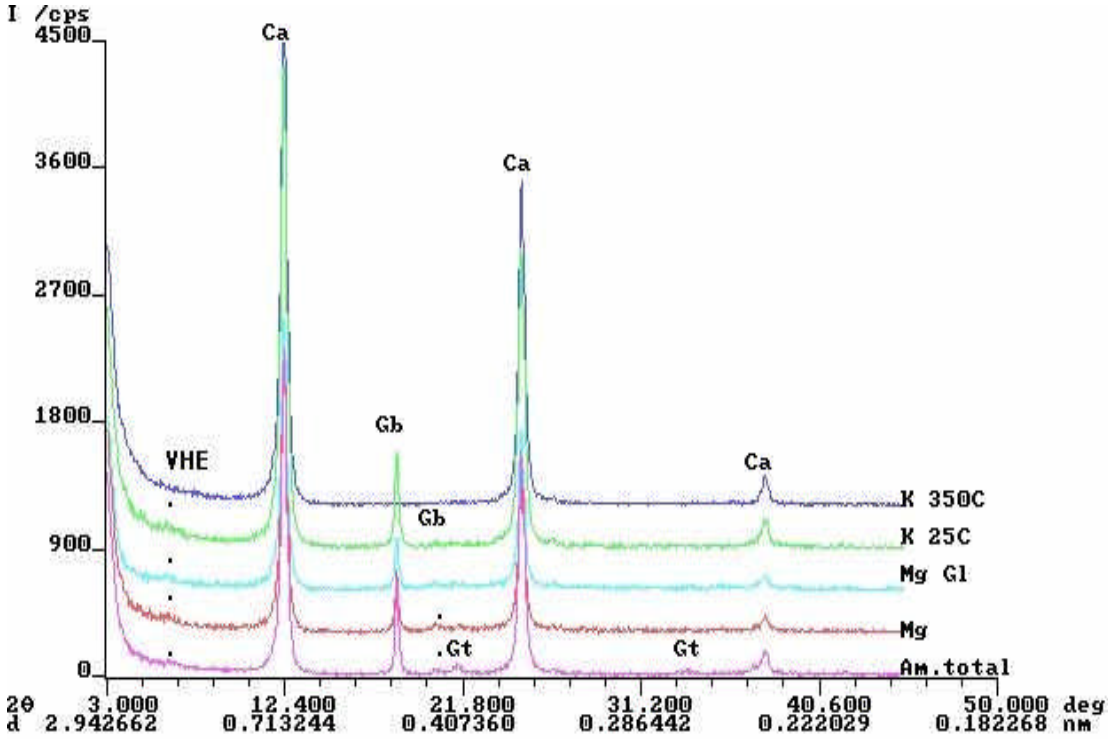


Figura 59 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw2, perfil 79) (em MVS).

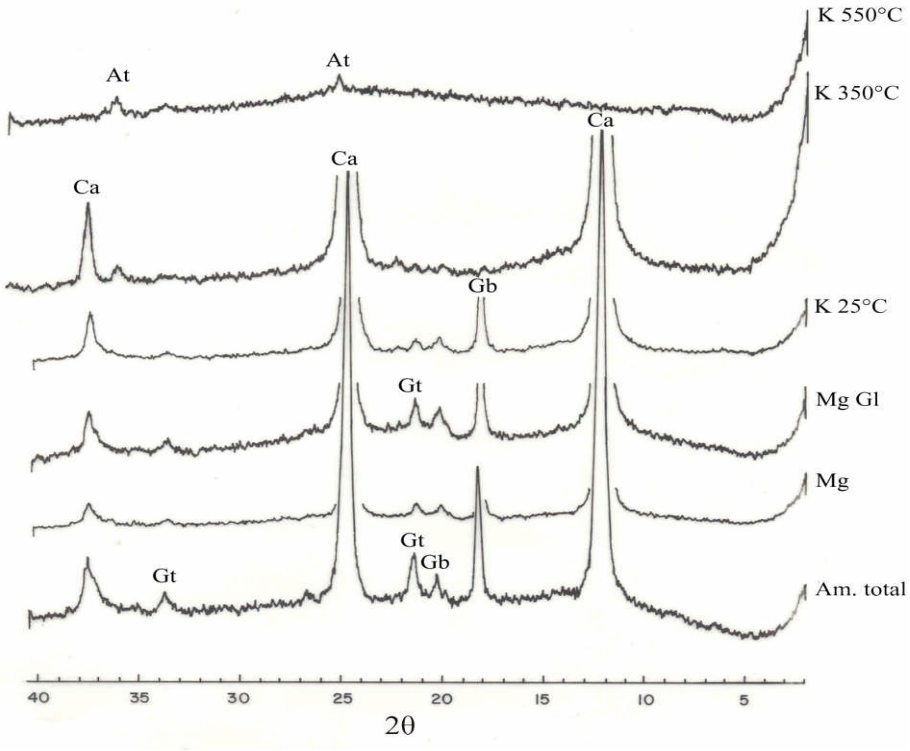


Figura 60 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo distrófico típico (Bw4, perfil NORJ9) (em MVS).

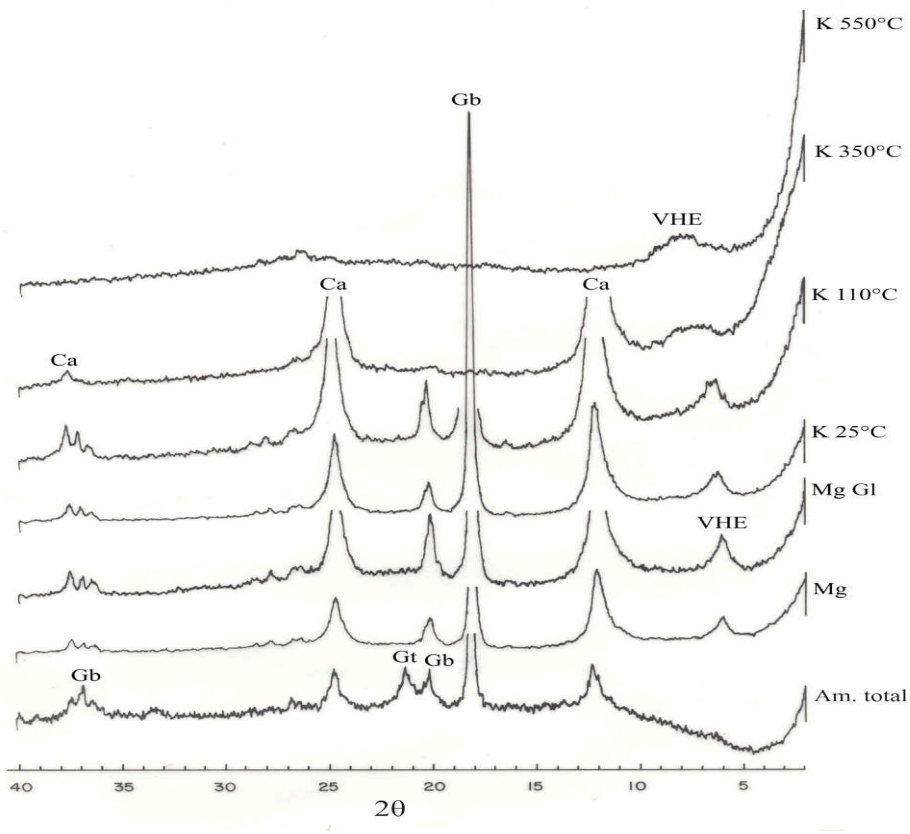


Figura 61 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Latossolo Amarelo ácrico húmico (Bw1, perfil NORJ25) (em MVS).

Argissolos

Ocorre grande variedade de Argissolos, constituindo-se na classe de maior freqüência na região noroeste fluminense. São diferenciados em função da cor (amarelos, vermelhos e vermelho-amarelos), saturação por bases (distróficos e eutróficos), presença de acentuado gradiente textural ao longo do perfil (caráter abrúptico), espessura do solo (léptico e lítico), espessura do *solum* (saprolíticos) e por apresentarem características intermediárias com outras classes de solos (Cambissolos, Latossolos, Luvissolos, Nitossolos, Planossolos e Plintossolos). Caso particular é o dos Argissolos desenvolvidos a partir de sedimentos colúvio-aluvionares, que também são intermediários para Cambissolos.

Dentre esses solos, predominam Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, em geral eutróficos. Com relativa freqüência, ocorrem solos abrúpticos e aqueles intermediários para Latossolos e Cambissolos. Distribuem-se de forma generalizada em MIt; em geral, intermediando para Latossolos em MLM. São de pouca expressão geográfica e de localização muito restrita em MVS e MMi. Em pequena proporção, ocorrem os Argissolos intermediários para Nitossolos e para Luvissolos (esse último subgrupo proposto no presente trabalho), ambos de ocorrência exclusiva em MIt.

Em geral, apresentam evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B e, por conseguinte, marcante diferenciação vertical. São bem drenados, com predomínio de cores vermelho-amareladas e vermelhas no horizonte B, muito profundos, com espessura do *solum* superior a 200 cm superposto a um saprolito friável; eventualmente, pouco profundos nos locais de relevo mais dissecado e/ou com vertentes ravinadas e/ou declivosos. Em geral, a estrutura do horizonte B é moderada a fortemente desenvolvida, em blocos angulares e subangulares, de tamanhos médio e pequeno, por vezes prismática, que se desfaz em blocos; apresentando cerosidade moderada ou forte; a consistência seca é dura ou

muito dura. Os aspectos ambientais e as características morfológicas e analíticas de perfis representativos são apresentados nos Apêndices A e B.

Possuem textura média e argilosa no horizonte A superficial (A1 ou Ap), com teores de 180 a 500 g/kg de argila (valores médios de 320 g/kg), e argilosa e muito argilosa no horizonte diagnóstico B, com valores de 430 a 780 g/kg de argila (valores médios de 630 g/kg), com argila de baixa atividade (média de 9,0 $cmol_c$/kg de argila e amplitude de 3,0 a 25,0 $cmol_c$/kg de argila), com gradiente textural de 1,20 a 3,20 (com valores médios de 1,75), por vezes abrúpticos. Apresentam horizonte B moderadamente e fortemente ácido, habitualmente com pH em água de 5,0 a 6,3, com média a alta saturação por bases, comumente com valores entre 40 a 80% (Apêndices B e C).

Apresentam estoque de carbono de 30,0 a 55,0 t/ha (valores médios de 40,0 t/ha) e de 65,0 a 110,0 t/ha (valores médios de 85,0 t/ha) nas profundidades de 0 a 30 cm, e de 0 a 100 cm, respectivamente, em áreas agrícolas, em sua maior parte, utilizadas com pastagens, e em altitudes que variam de 150 a 300 m. Valores acima destes são observados em posições altimétricas ligeiramente superiores (perfil NORJ27), assim como valores mais baixos são encontrados em locais de altitudes inferiores (NORJ23), evidenciando tendência de menor acúmulo de matéria orgânica nas áreas mais quentes (Apêndices A, B e C).

Apresentam variado grau de evolução pedogenética. São predominantemente cauliníticos, em geral com valores de ki de 1,50 a 1,90 e kr de 1,20 a 1,60, e teores de ferro do ataque sulfúrico de 80 a 100 g/kg (Apêndice B). Os DRX mostram reflexões marcantes de caulinita. Entre os óxidos, predomina a goethita. Nos solos avermelhados, com matizes inferiores a 7,5YR, verificam-se reflexões de hematita (Figuras 62, 63, 64, 65, 66 e 67). Não foram registradas reflexões de gibbsita nos DRX de argila em condições naturais e desferrificada, à exceção de um Argissolo intermediário para Latossolo situado em altitude mais elevada**,** a cerca de 340 m (perfil NORJ27) (Figuras 68 e 69).

Os Argissolos Vermelhos são freqüentes em MIt. Destacam-se na paisagem por sua cor, nos matizes 2,5YR e 10R, observados, em especial, por ocasião das primeiras chuvas da primavera, quando os solos se encontram com menor cobertura vegetal. Normalmente, possuem estrutura desenvolvida, cerosidade moderada a forte e são invariavelmente eutróficos (Figura 43; Apêndice B). Apresentam um variado material de origem, mas são relacionados às rochas intermediárias da seqüência charnockítica, anfibólio gnaisses, metacalcários e anfibolitos, assim como são encontrados nos locais de diques de diabásio, que ocorrem de forma localizada. Nesses locais sucedem, em pequena proporção, Argissolos intermediários para Nitossolos e solos de atividade alta, tais como Luvissolos Crômicos, Chernossolos Argilúvicos e Cambissolos Háplicos.

Os Argissolos intermediários para Nitossolos, de pouca amplitude geográfica, são invariavelmente de cor vermelha e se diferenciam por apresentarem textura argilosa desde a superfície e menor gradiente textural, normalmente possuindo cores vermelho-escuras, por vezes arroxeadas, no matiz 10R. Embora um tanto homogêneos, esses solos não são enquadrados na classe dos Nitossolos, por apresentarem relação textural superior a 1,5 e/ou presença de policromia ao longo do perfil (EMBRAPA, 2006). Aparecem relacionados a rochas de caráter mais básico, em especial metacalcários, anfibolitos e diques de diabásio, presentes por toda a área de MIt, apresentando, portanto, fertilidade natural elevada (Figura 70; Apêndices A, B e C).

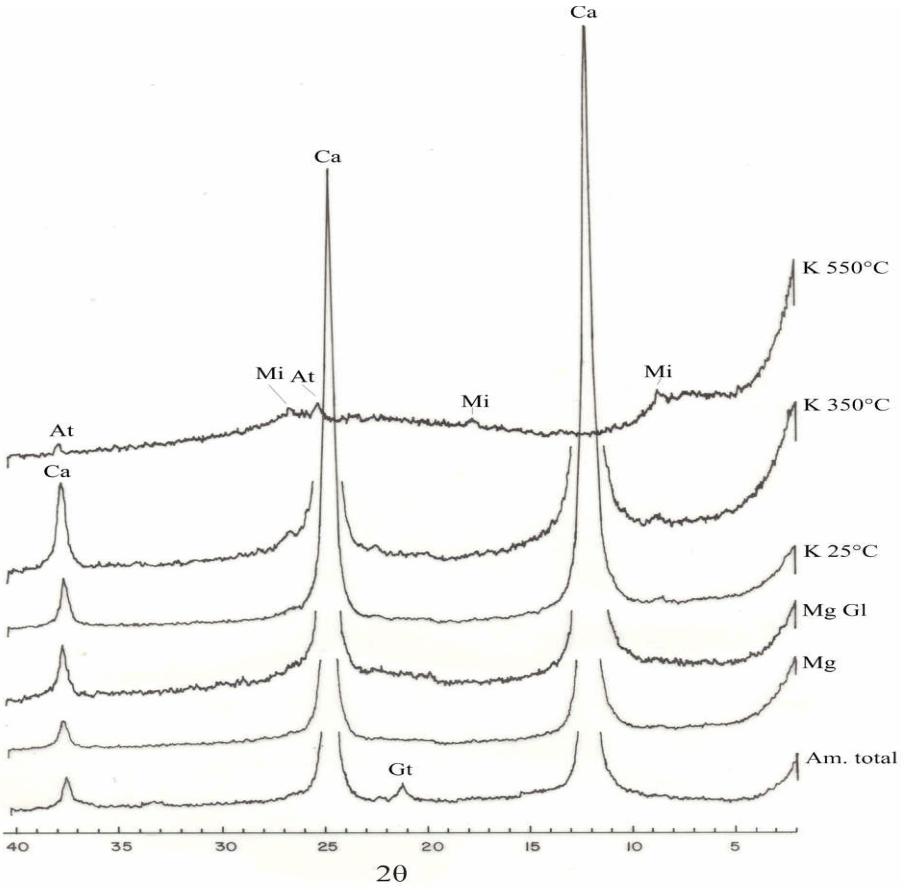


Figura 62 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (Bt2, perfil NORJ3).

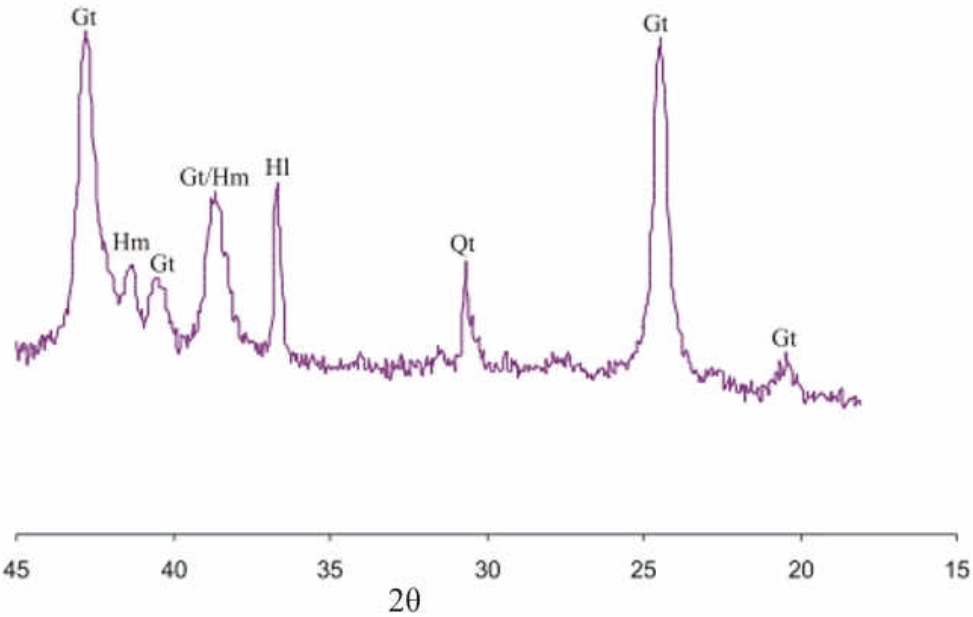


Figura 63 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (Bt2, perfil NORJ3).

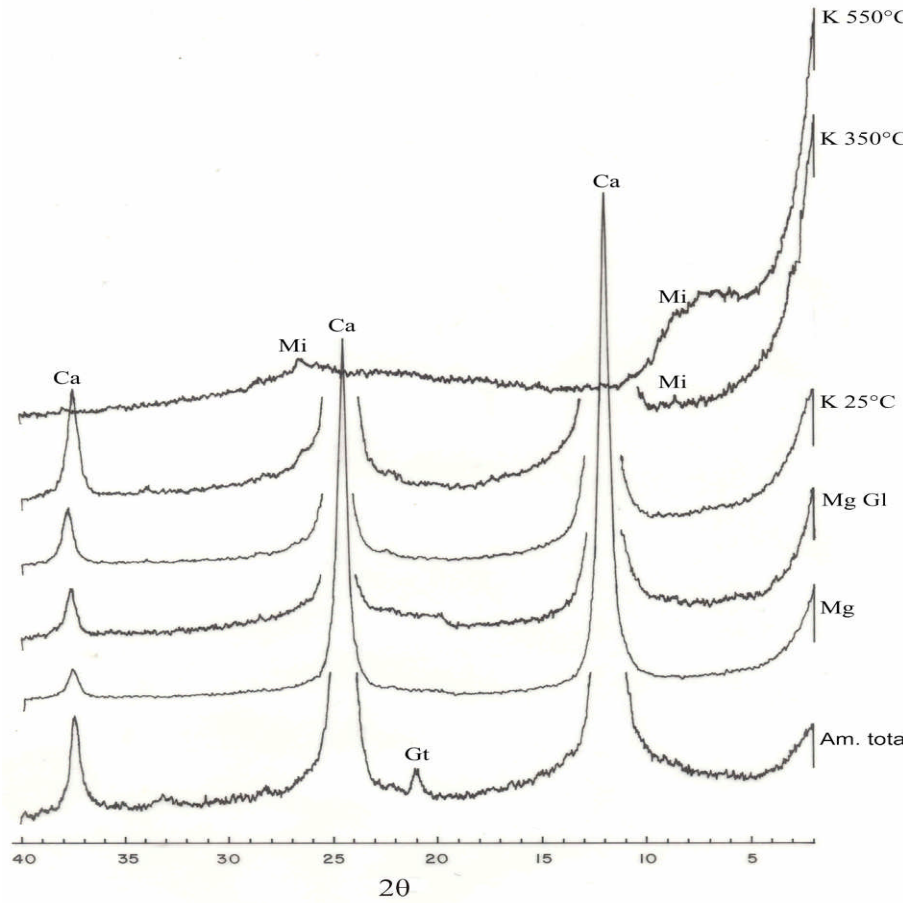


Figura 64 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3).

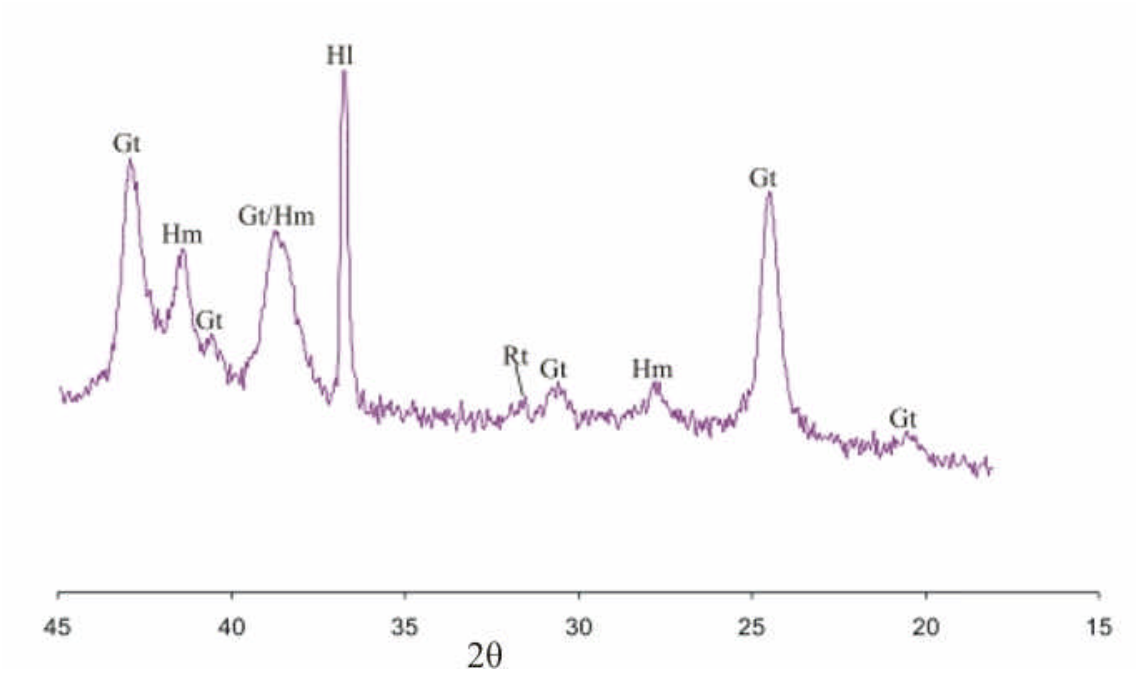


Figura 65 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3).

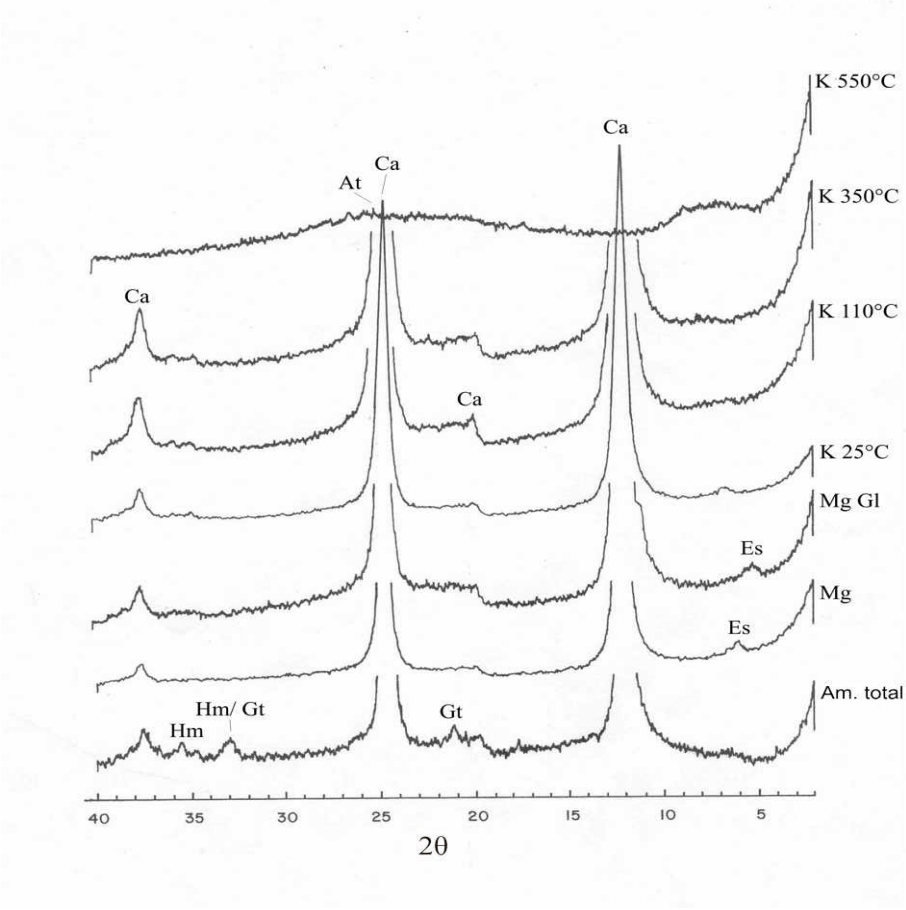


Figura 66 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (Bt1, perfil PF9).

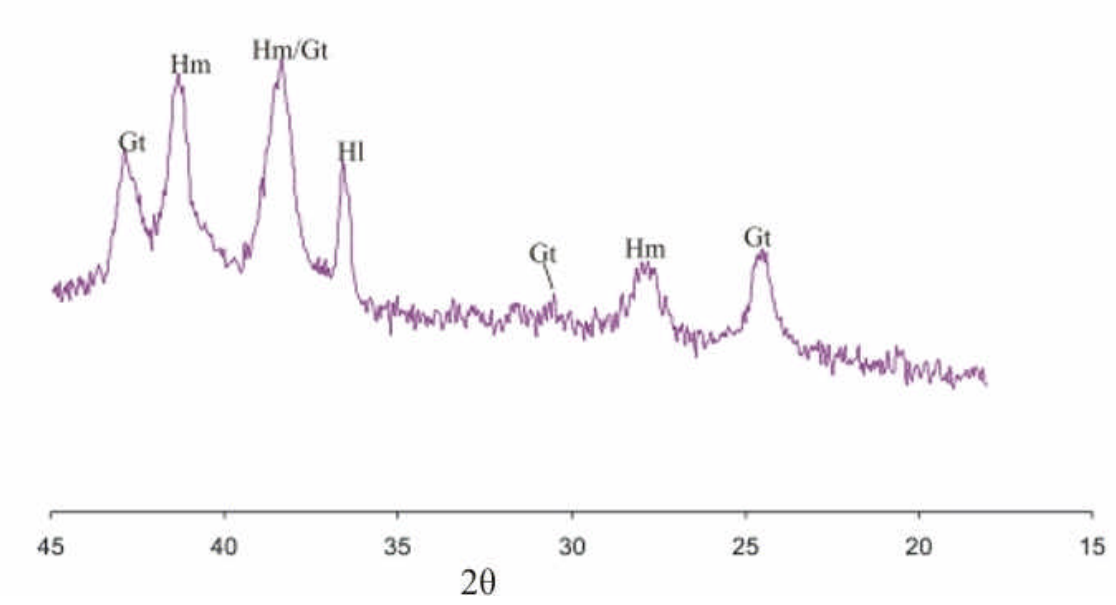


Figura 67 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (Bt1, perfil PF9).

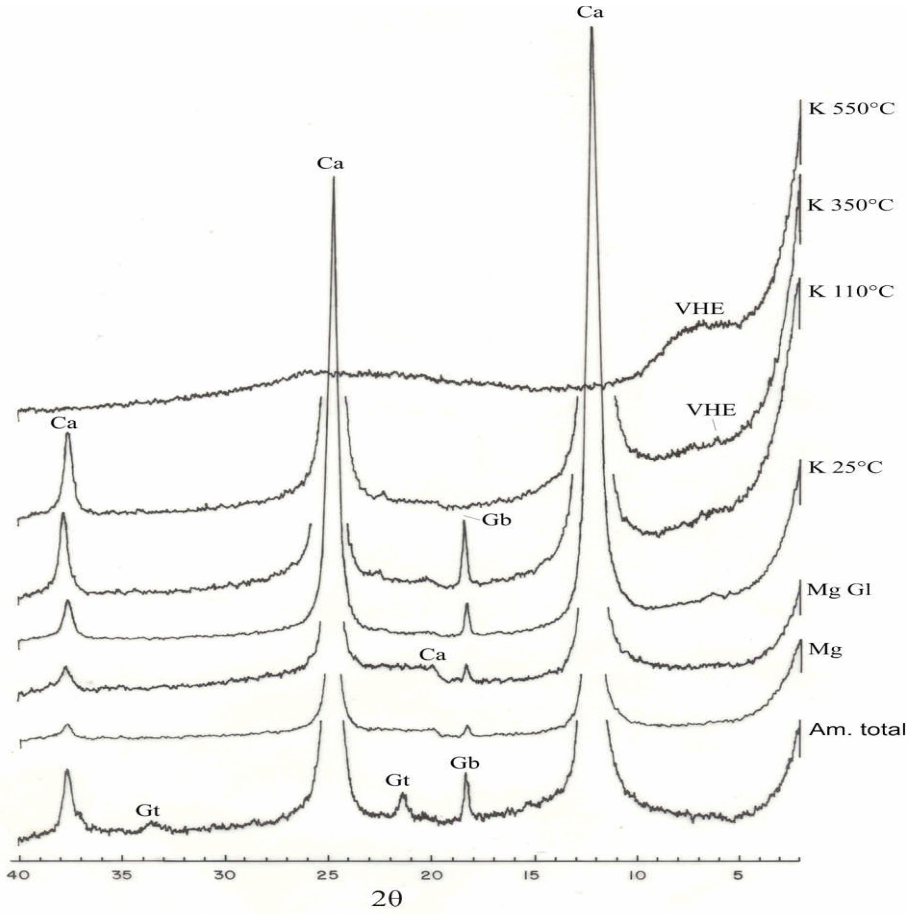


Figura 68 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico (Bt2, perfil NORJ27).

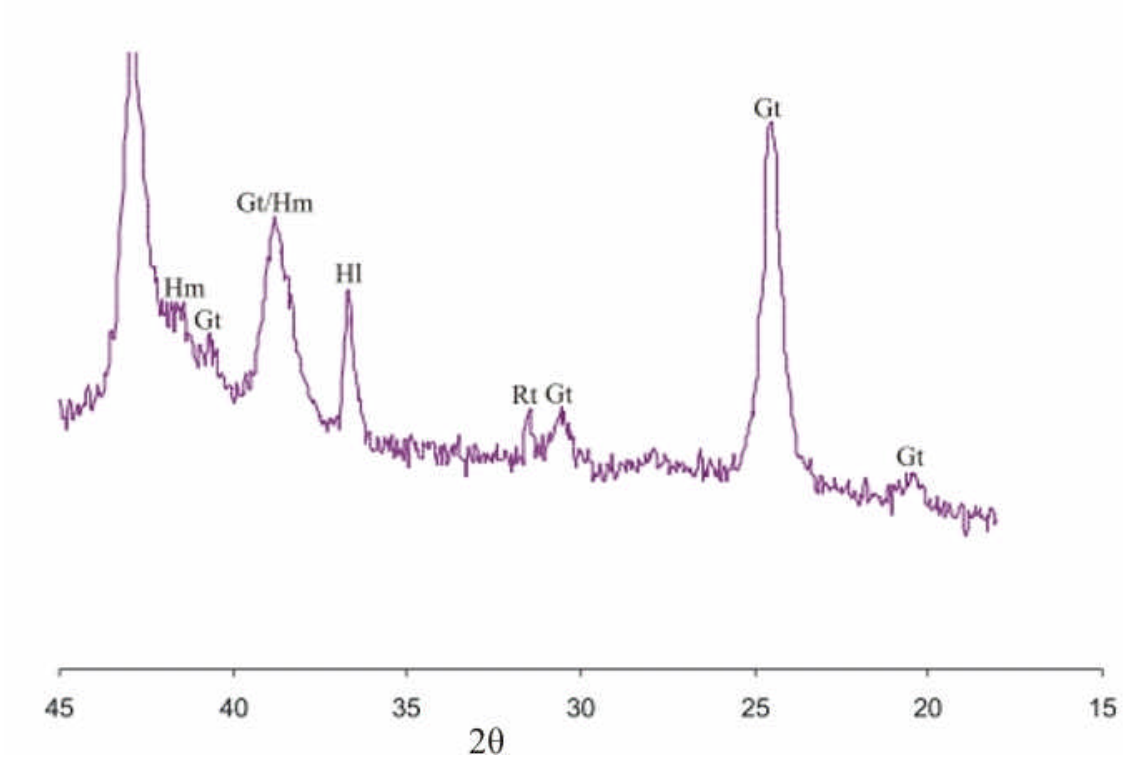


Figura 69 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico (Bt2, perfil NORJ27).

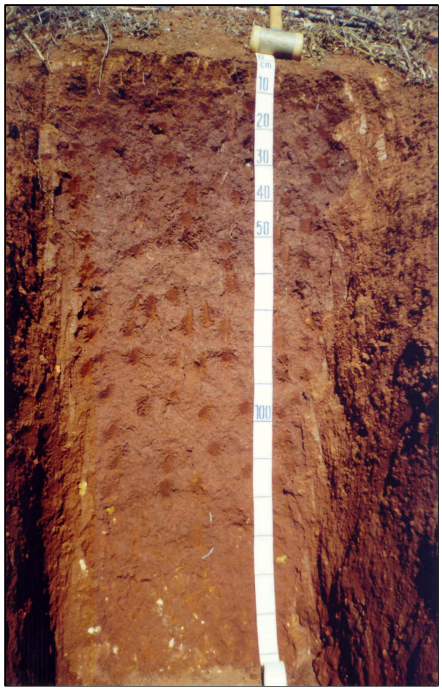


Figura 70 – Argissolo Vermelho eutrófico nitossólico (perfil 95).

Em geral, os Argissolos Vermelhos encontram-se associados a Argissolos Vermelho-Amarelos, mas predominam nos locais secos e com maior déficit hídrico – em áreas de relevo forte ondulado, que, em geral, apresentam vertentes ravinadas – e nas áreas de relevo acidentado (onde o escoamento das águas de chuva é elevado e, por conseguinte, a infiltração da água no solo é menor), sugerindo que, além da influência do material de origem, a condição quente e seca favorece a concentração/preservação da hematita, assim como restringe a lixiviação dos cátions solúveis – de tal modo que, em termos gerais, solos vermelhos em MIt indicam alta disponibilidade de nutrientes.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são os solos mais freqüentes na área, comumente associados a Argissolos Vermelhos, mas, comparativamente a estes, apresentam tendência de ocorrerem em áreas menos ravinadas, com menor controle litoestrutural, em relevo forte ondulado e ondulado com encostas convexas e plano-inclinadas, e em áreas menos secas, tendendo a apresentar solos mais profundos e intemperizados e menos saturados por bases, embora com predomínio dos eutróficos (Figura 45). Entretanto, com relativa freqüência, ocorrem os Argissolos intermediários com Cambissolos, com saprolito entre 80 e 200 cm de

profundidade, presença de minerais facilmente alteráveis no Bt e teores de argila ligeiramente inferiores. Em geral, ocupam colinas com vertentes plano-inclinadas e ravinadas e áreas acidentadas e/ou de relevo alinhado (Apêndices A e B).

Os Argissolos Amarelos (ou de cores relativamente mais amarelas) em MIt apresentam tendência de ocorrerem em locais em que a condição hídrica é menos seca, tais como: relevos rebaixados e suaves – onde é habitual os solos apresentarem considerável incremento de argila, isto é, caráter abrúptico (CARVALHO FILHO et al., 2003a) (Figuras 46, 71 e 72) –, em topos amplos e ondulados e nas faces de menor exposição solar (sul e sudeste). Nos locais de maior trânsito de água no perfil de solo, em especial nos topos amplos e nas faces de menor exposição solar, ocorre tendência de maior lixiviação de cátions solúveis, resultando em solos relativamente menos saturados por bases. Nesses locais, a condição hídrica menos seca do solo favorece amplo predomínio de goethita, em detrimento de hematita (Figuras 73 e 74). Os Argissolos Amarelos são de ocorrência restrita e, em geral, encontram-se associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos. Nos locais de relevo mais suave, que transicionam para as baixadas, eventualmente ocorrem solos que apresentam restrições de drenagem, configurando solos intermediários para Planossolos. Apresentam saturação por bases variada, mas com predomínio dos eutróficos (Apêndices A e B).

A influência da face de exposição solar nas propriedades do solo tem sido destacada por muito autores que, em geral, concordam com a tendência geral de ocorrência de solos mais lixiviados e intemperizados na face ‘noruega’, mais úmida e fria (EGLI et al., 2006; EMBRAPA, 1980; FINNEY et al., 1962, citados por BIRKELAND, 1999; LOPSPEICH et al., 1953, citados por BIRKELAND, 1999; OLIVEIRA et al., 1992).

Figura 71 – Paisagem de relevo suave, típica de Argissolos abrúpticos, próximo à antiga usina Santa Izabel (município de Bom Jesus do Itabapoana).

Figura 72 – Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrúptico (MIt).

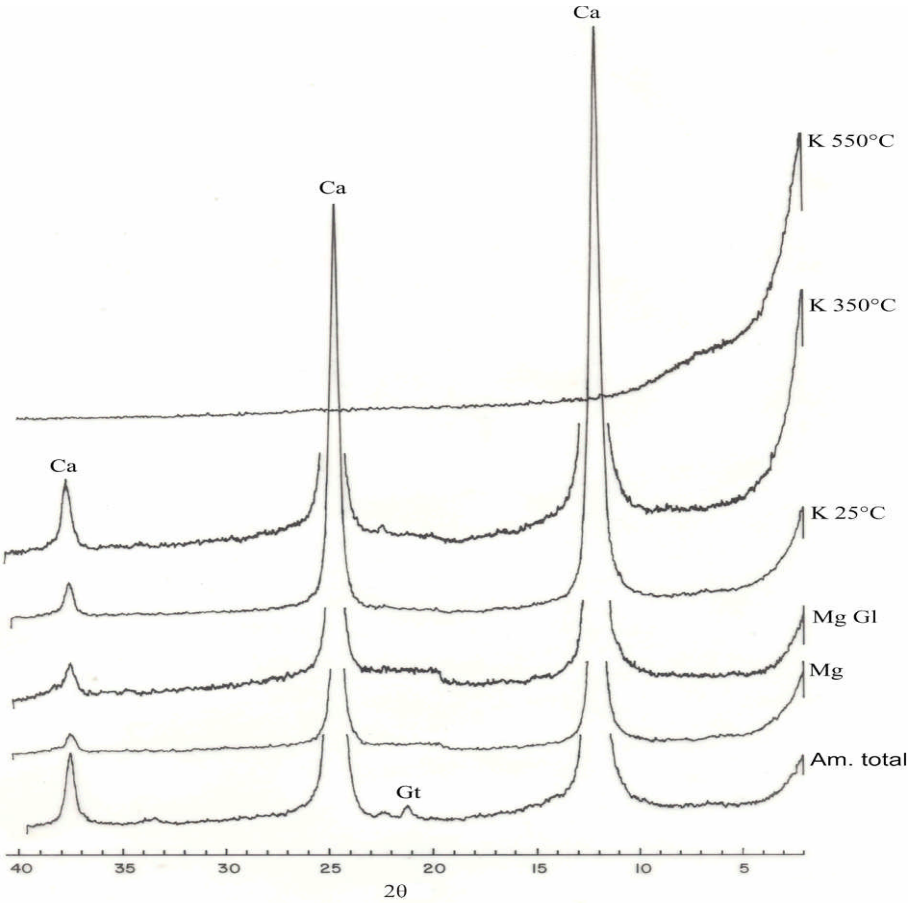


Figura 73 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (Bt3, perfil NORJ23).

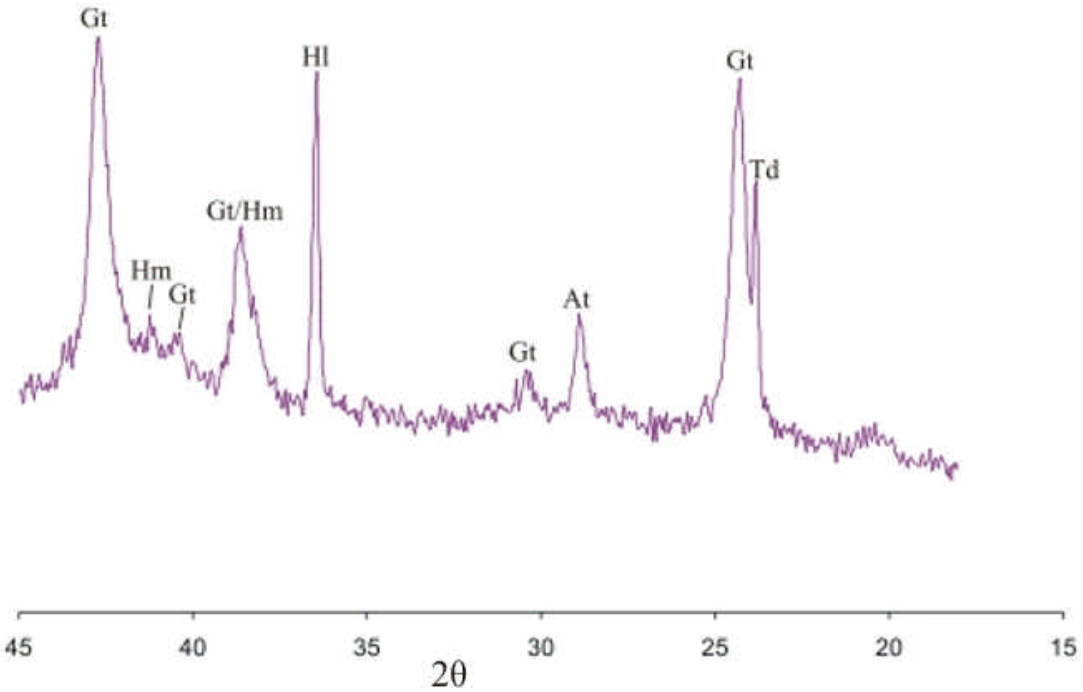


Figura 74 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Argissolo Amarelo eutrófico abrúptico (Bt3, NORJ23).

Outra variedade de Argissolos Amarelos, transicionais para Cambissolos, são os desenvolvidos a partir de sedimentos colúvio-aluvionares que ocorrem nas posições de rampas suaves e pequenos terraços, em posição relativa ligeiramente elevada dentro da baixada. Comumente, estão associados a Cambissolos de origem também sedimentar, distinguindo-se destes por apresentarem gradiente textural e/ou expressiva cerosidade (em grau e quantidade pelo menos comum e moderada) (Figura 75). Distribuem-se por toda a região, ocupando superfície mais extensa na planície fluvial do rio Carangola e nas proximidades de Porciúncula (MIt).

Em geral, possuem cores amareladas, no matiz 10YR; exibem menor incremento de argila em profundidade e são menos argilosos (comparativamente aos solos das terras elevadas circunvizinhas). Suas características refletem as da área-fonte dos sedimentos; portanto, embora em geral eutróficos, podem se apresentar menos saturados por bases quando ocorrem nas áreas de domínio dos Latossolos, em especial em MVS e MLM2.

Figura 75 – Rampa suave colúvio-aluvionar. Pedoambiente de ocorrência de Argissolos Amarelos e Cambissolos Háplicos desenvolvidos de sedimentos (próximo a Aré, Itaperuna).

Os Argissolos transicionais para Latossolos diferenciam-se por apresentarem horizonte Bw abaixo do horizonte B textural, dentro de 150 cm da superfície do solo (perfil 70), ou o horizonte B textural com características intermediárias para Bw (perfil NORJ27). Em geral, são espessos, com saprolito ocorrendo abaixo de 300 cm de profundidade. Apresentam estrutura moderada em blocos subangulares no horizonte Bt; geralmente, são distróficos. De certa forma, tais características evidenciam maior evolução pedogenética em relação aos demais Argissolos. O horizonte B apresenta predomínio de cores vermelho-amareladas, mas ocorre proporção relativamente elevada de cores amareladas. São predominantemente cauliníticos, com reflexões bastante definidas de caulinita, verificando-se, também, a presença de goethita (Figura 76). No DRX do NORJ27, localizado a 340 m de altitude, observa-se gibbsita e vermiculita com hidróxi-Al nas entrecamadas (VHE) (Figura 68).

Ocorrem de forma freqüente em MLM e, de modo localizado, em MIt (preferencialmente em topos amplos e de declives suaves) e MMi (preferencialmente, no terço inferior de encosta), assim como esporadicamente em MVS (em menores altitudes e, preferencialmente, no terço inferior de encosta).

Os Argissolos intermediários com Luvissolos, subgrupo proposto para o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), possuem cores vermelho-amareladas e, em menor proporção, vermelhas. Como característica distintiva, esses solos apresentam horizonte Bt com argila de atividade mais elevada (maior que 17 $cmol_c$/kg de argila), sendo saturados por bases (eutróficos). Tais características são corroboradas com reflexões de mica verificadas no DRX do perfil 76, embora também sejam predominantemente cauliníticos (Figura 77).

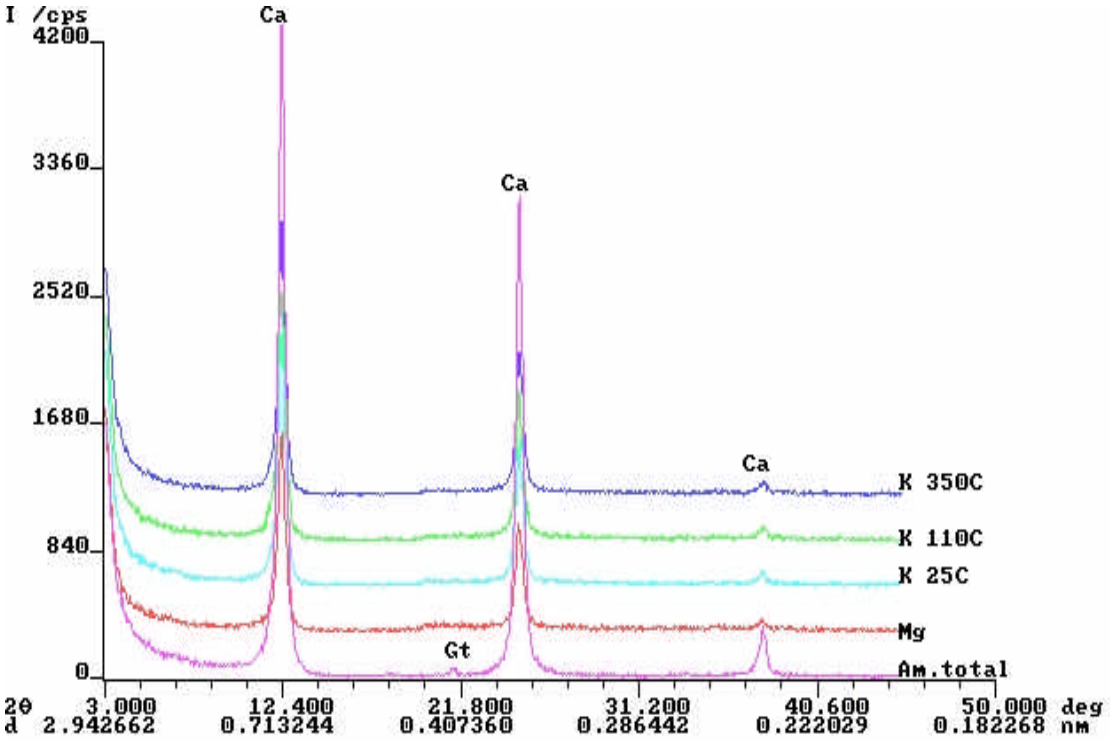


Figura 76 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (Bt2, perfil 70).

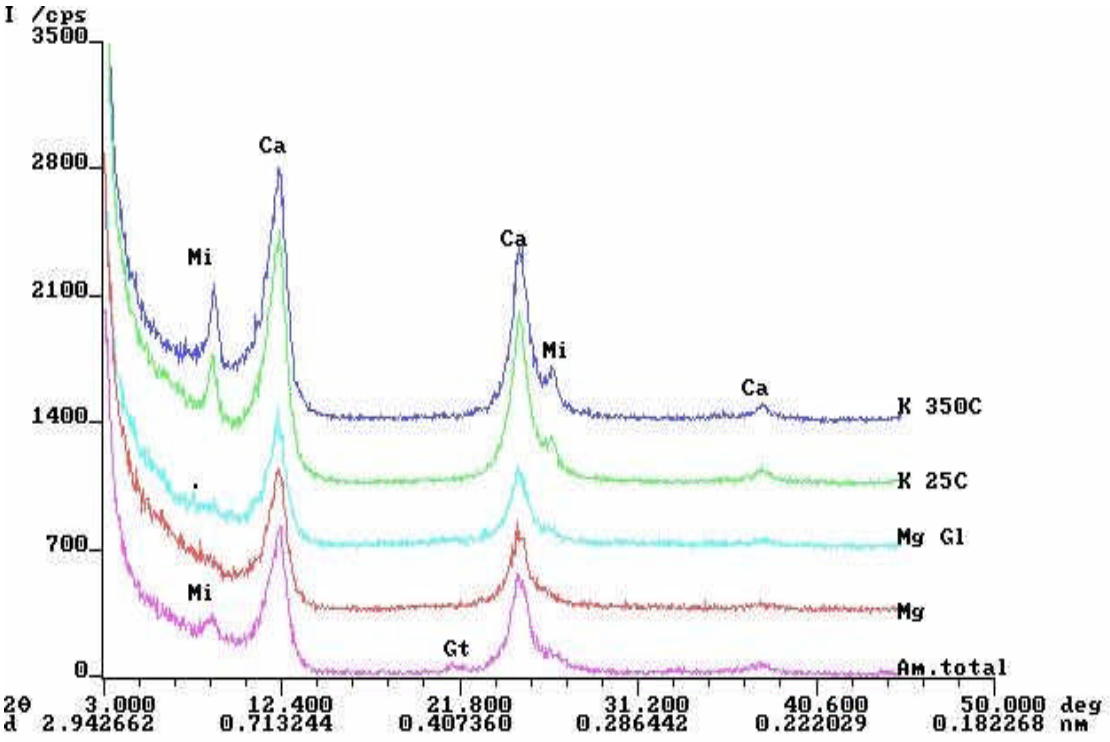


Figura 77 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico luvissólico (Bt2, perfil 76).

Esses solos não são freqüentes; geralmente, ocorrem em áreas íngremes e ravinadas, associados a Argissolos Vermelhos e relacionados a rochas de caráter intermediário, anfibólio gnaisses e metacalcários. São pouco espessos, apresentando saprolito entre 100 e 200 cm da superfície, muitas vezes com características intermediárias para Cambissolos (Apêndices A e B).

Luvissolos

São de pouca ocorrência na área. Em geral, encontram-se associados a Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, dos quais se diferenciam por apresentarem horizonte B textural com argila de atividade alta e com elevada saturação por bases. Ocorrem em MIt, normalmente em áreas de relevo forte ondulado com vertentes ravinadas e em áreas mais acidentadas**,** relacionados a rochas intermediárias da seqüência charnockítica, anfibólio gnaisses, metacalcários, anfibolitos ou diques de diabásio.

De elevada variabilidade espacial, são diferenciados em função da cor (Crômicos e Háplicos), espessura do *solum* (pálicos e órticos), presença de acentuado incremento de argila no perfil (abrúpticos), espessura do solo (léptico e lítico) e por apresentarem características intermediárias com a classe dos Cambissolos. Os Luvissolos Crômicos pálicos estão entre os de maior freqüência.

São bem drenados, com horizonte Bt de cores vermelho-amareladas e vermelhas (nos matizes 5YR, 2,5YR e 10R), com estrutura moderada e forte em blocos, de textura variando de média a muito argilosa, com gradiente textural de 1,20 a 2,20, com argila de elevada atividade, com valores de 28,0 a 64,0 $cmol_c$/kg de argila, neutros a moderadamente ácidos (pH em água de 6,0 a 7,0), com elevada saturação por bases (70 a 90%), pouco espessos, geralmente com *solum* de 70 a 150 cm (Figura 78; Apêndices A, B e C). A mineralogia da fração argila indica serem cauliníticos, mas com reflexões marcantes de vermiculita e de

esmectita, assim como se verificam indícios de goethita, hematita e de interestratificados de vermiculita-esmectita (Figuras 79 e 80).

Figura 78 – Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico luvissólico em MIt, próximo a São João do Paraíso (município de Cambuci).

Chernossolos

Na região ocorrem Chernossolos Argilúvicos e Rêndzicos, localizados em MIt, abrangendo áreas de pequenas dimensões. Os primeiros, em geral, encontram-se associados a Luvissolos, dos quais se diferenciam por apresentarem horizonte A mais espesso (A chernozêmico).

Os Chernossolos Rêndzicos foram registrados somente em um local, nas proximidades de Italva (EMBRAPA, 1979b). Resultam de uma condição particular decorrente da natureza do material de origem (metacalcários) e do clima seco e com elevada deficiência hídrica.

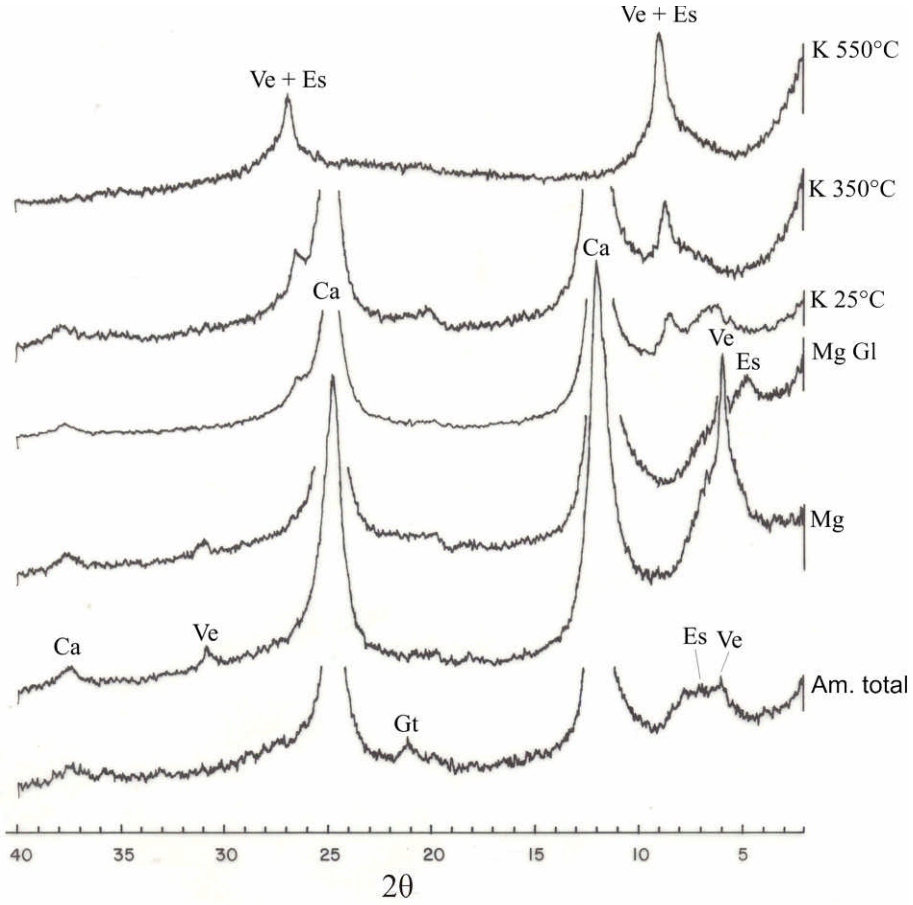


Figura 79 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Luvissolo Crômico pálico cambissólico (Bt, perfil PF1).

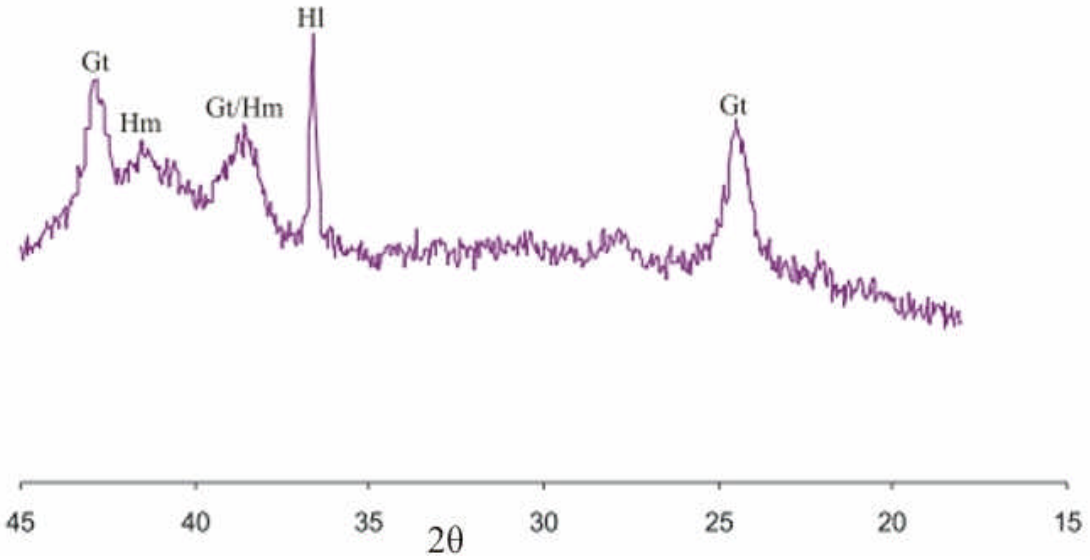


Figura 80 – DRX de óxidos de ferro concentrados da fração argila de Luvissolo Crômico pálico cambissólico (Bt, perfil PF1).

Planossolos

Tipicamente característicos de regiões que apresentam estação seca bem definida, ocorrem de forma expressiva nas baixadas amplas situadas nos municípios de Itaperuna e Bom Jesus do Itabapoana (a leste de ambas as sedes municipais) e Italva, em posições ligeiramente mais elevadas de rampas suaves colúvio-aluvionares e, em menor proporção, nas várzeas. Em geral, desenvolvidos em materiais de cobertura sobrepostos ao saprolito do embasamento cristalino, situado habitualmente entre 65 e 210 cm de profundidade. Ocupam áreas expressivas nas baixadas mais amplas de MIt, só perdendo em extensão para os Gleissolos.

Posicionam-se na paisagem conformando uma pedotopossequência bastante característica, comum, inclusive, a outras áreas do estado do Rio de Janeiro (CARVALHO FILHO et al., 2003a), evidenciada pela associação de solos com mudança textural abrupta em condição hídrica variável, com Argissolos ocupando as colinas rebaixadas de relevo ondulado ou mais suave e Planossolos, as baixadas amplas, progredindo em descenso suave até as áreas mais encaixadas de domínio de Gleissolos (Figuras 48, 81 e 82).

São diferenciados em função da presença de caráter sódico (Nátricos e Háplicos), saturação por bases (eutróficos), caráter sálico (sálicos) e caráter alítico (alíticos); de camadas superficiais de textura arenosa relativamente espessas (arênicos); sais solúveis e de sódio trocável (salinos e solódicos); de características intermediárias com a classe dos Gleissolos e Plintossolos. Os mais freqüentes são Planossolos Háplicos eutróficos gleissólicos, comumente de caráter solódico em subsuperfície, ocorrendo também solos com níveis tóxicos de sais (salino, sálico) e com maior acumulação de sódio (Planossolos Nátricos), principalmente nas áreas mais secas, como próximo a Italva.

Figura 81 – Paisagem de rampa suave onde se insere o perfil NORJ5, próximo à antiga usina Santa Izabel (município de Bom Jesus do Itabapoana).

Figura 82 – Planossolo Nátrico sálico típico, Ta (perfil NORJ5) em MIt.

Apresentam elevada variabilidade espacial e marcante diferenciação vertical, com horizonte A de textura areia-franca ou franco-arenosa, com menos de 150 g/kg de argila, e horizonte Bt, cujo topo situa-se entre 15 e 60 cm da superfície, de textura média ou argilosa, com mudança textural abrupta e gradiente textural de 2,20 a 9,80, com estrutura moderada e forte prismática, que se desfaz em blocos angulares, de consistência dura e muito dura quando seco, em geral com argila de atividade alta, atingindo valores de 22,0 a 82,0 $cmol_c$/kg de argila (Apêndices B e C). O DRX do perfil NORJ4 mostra reflexões expressivas de esmectita e de caulinita, sugerindo processo de bissialitização favorecido em pedoambientes com drenagem restrita, com suprimento de soluções ricas em Si, Al, Mg, Fe e lixiviação mínima (KÄMPF e CURI, 2003; RESENDE et al., 2005) (Figura 83).

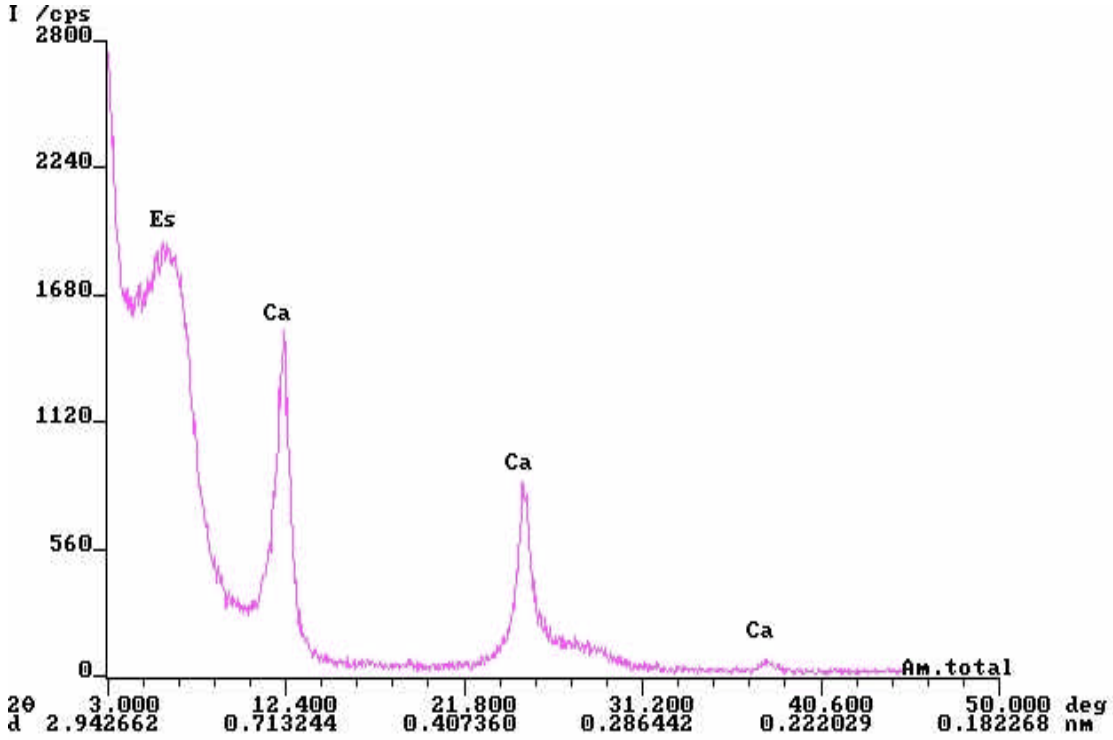


Figura 83 – DRX da fração argila (amostra total) de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico (Btgnz1, perfil NORJ4).

Possuem estoque de carbono de 20 a 40 t/ha (0 a 30 cm) e de 35 a 65 t/ha (0 a 100 cm) (Apêndice B). Tais estoques de carbono são inferiores aos obtidos nos demais solos avaliados (em sua maioria, utilizados com pastagens), destacadamente na seção de 0 a 100 cm.

Presume-se que tal fato seja devido ao menor aporte de material orgânico em função de restrições ao desenvolvimento radicular nos horizontes subsuperficiais, por apresentarem baixa disponibilidade de nutrientes e de água (horizonte E) e/ou por funcionarem como barreira à penetração das raízes (horizonte Bt). Isso se dá tanto por restrições de ordem física (consistência muito dura – quando secos – e baixa aeração – quando molhados), quanto química (presença de elementos tóxicos às plantas); assim como pela maior perda de CO_2 para a atmosfera (volatilização), já que esses solos estão localizados em áreas secas e muito expostas à radiação solar (em função do relevo plano e suave ondulado). Acrescente-se uma maior decomposição do material vegetal e dos compostos orgânicos pela biota do solo, tendo em vista que são de textura leve (mais arejados) e vêm sendo utilizados em sistemas agrícolas (revolvidos e com menor proteção da vegetação).

Mielniczuk et al. (2003) e Silva e Mendonça (2007) comentam que solos argilosos, com elevada área superficial específica, apresentam tendência a formar complexos organominerais que dificultam a decomposição da matéria orgânica e favorecem a formação de agregados estáveis. Presume-se, portanto, que situação oposta ocorra nesses solos, já que essa proteção física e coloidal decorrente dessas reações ocorre com menor intensidade – devido à textura muito leve e, comparativamente, baixa área superficial específica.

Plintossolos

De ocorrência restrita, esses solos (considerados inclusão, mesmo na escala 1:50.000), em geral, ocupam estreita faixa de transição interposta entre os Planossolos e os Argissolos Amarelos situados em áreas de relevo suave de MIt. Geralmente**,** apresentam mudança textural abrupta e são intermediários para Gleissolos. Foram registrados perfis de Plintossolos Argilúvicos eutróficos abrúpticos gleissólicos, por vezes distróficos e/ou arênicos (CARVALHO FILHO et al., 2008).

Cambissolos

Esses solos apresentam pedogênese pouco avançada, de elevada variabilidade espacial e grande variação de atributos que, em geral, refletem as características do material de origem – do embasamento ou do local-fonte do material sedimentar. São diferenciados em função de acumulação de matéria orgânica e presença de caráter flúvico (Háplicos, Húmicos e Flúvicos), elevados níveis de sódio trocável (sódicos), atividade da argila (Ta e Tb), saturação por bases (eutróficos e distróficos), moderada saturação por sódio (solódicos), espessura do solo (léptico e lítico), espessura do *solum* (saprolíticos), características intermediárias com outras classes de solos (Gleissolos e Argissolos) e substrato (substrato de rochas do embasamento e de sedimentos coluvionares e colúvio-aluvionares).

São de freqüência relativamente pouco elevada, mas se distribuem por toda a área de estudo. Predominam Cambissolos Háplicos e Húmicos nas posições elevadas e Cambissolos Flúvicos e Háplicos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares) nas áreas de baixadas.

Os Cambissolos Háplicos apresentam baixas taxas de pedogênese/erosão, verificando-se forte influência do material de origem na matriz do solo, cujo saprolito se encontra próximo à superfície (geralmente entre 70 e 150 cm), evidenciando incipiente evolução pedogenética (Figura 84). Situam-se, preferencialmente, em MIt; em locais com forte controle litoestrutural e elevada densidade de ravinamento (Figura 41). Ocorrem em menor proporção em MVS e MLM2, ocupando áreas íngremes e de encostas côncavas e plano-inclinadas. Nos locais mais declivosos, é habitual a ocorrência de solos rasos (Neossolos Litólicos) e de rochosidade na superfície.

São bem drenados, em geral com horizonte Bi de cores amarelas e vermelho-amareladas (nos matizes 10YR a 5YR). Os Cambissolos situados em MIt apresentam estrutura fraca e moderada em blocos, textura média e argilosa, por vezes cascalhentos, com argila de baixa e de alta atividade, moderadamente ácidos (pH em água de 5,4 a 6,5),

saturados por bases (50 a 85%) (perfil 86; Apêndices A e B). São predominantemente cauliníticos. O DRX do perfil 86 registra também indícios de goethita e de interestratificado de mica-esmectita (Figura 85).

Os Cambissolos Húmicos situam-se nas posições mais elevadas da paisagem, em sua maioria em MVS, relacionados às áreas de relevo com encostas côncavas e plano-inclinadas e de forte declividade. Verifica-se tendência de ocorrerem nas faces de menor exposição solar (sul e sudeste), mais frias e úmidas, onde a atividade biológica é menor, o que restringe a decomposição da matéria orgânica do solo. Encontram-se associados a Latossolos Húmicos e, nos trechos mais íngremes, a afloramentos rochosos e solos rasos (Neossolos Litólicos).

São bem e acentuadamente drenados, com horizonte Bi de cores amarelas e vermelho-amareladas (nos matizes 7,5YR e 10YR), com estrutura fraca e moderada em blocos e forte pequena granular, textura argilosa, com argila de baixa atividade, fortemente ácidos (pH em água de 4,5 a 5,3), com elevada saturação por alumínio (60 a 80%), pouco espessos, geralmente com *solum* de 70 a 150 cm, com estoque de carbono elevado, de 85 a 100 t/ha (0 a 30 cm), e de 160 a 210 t/ha (0 a 100 cm) (Figura 86; Apêndices A e B).

São mais intemperizados e/ou lixiviados em relação aos Cambissolos encontrados em MIt, conforme evidenciado pelos DRX de amostra vizinha ao perfil 114 (Figuras 87 e 88), onde se observam reflexões bem distintas de caulinita e de gibbsita e indícios de goethita e de vermiculita. A presença simultânea de gibbsita e de argilominerais 2:1 sugere que esse óxido pode ter se formado diretamente dos minerais primários do solo (HERRMANN et al., 2007). No entanto, a presença expressiva de gibbsita não deve ser confundida com o elevado grau de evolução pedogenética desses solos (GOMES, 1976; KER, 1995).

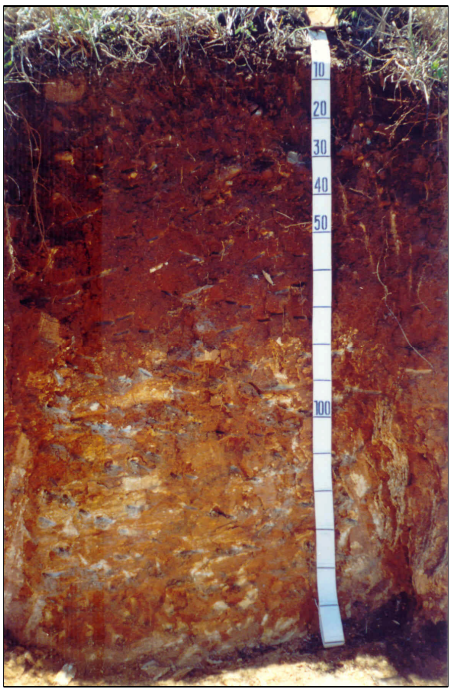


Figura 84 – Cambissolo Háplico Tb eutrófico saprolítico em MIt (perfil 86).

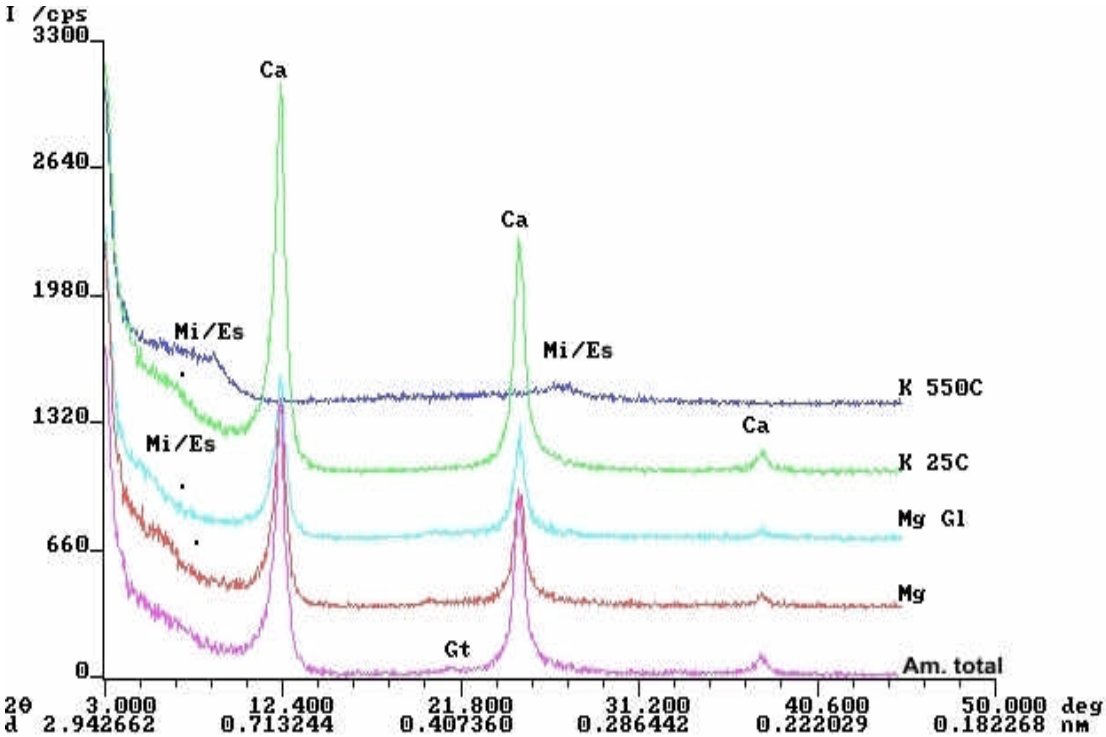


Figura 85 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) de Cambissolo Háplico Tb eutrófico saprolítico (Bi, perfil 86).

Figura 86 – Cambissolo Húmico distrófico típico, epiálico, em MVS (perfil NORJ24).

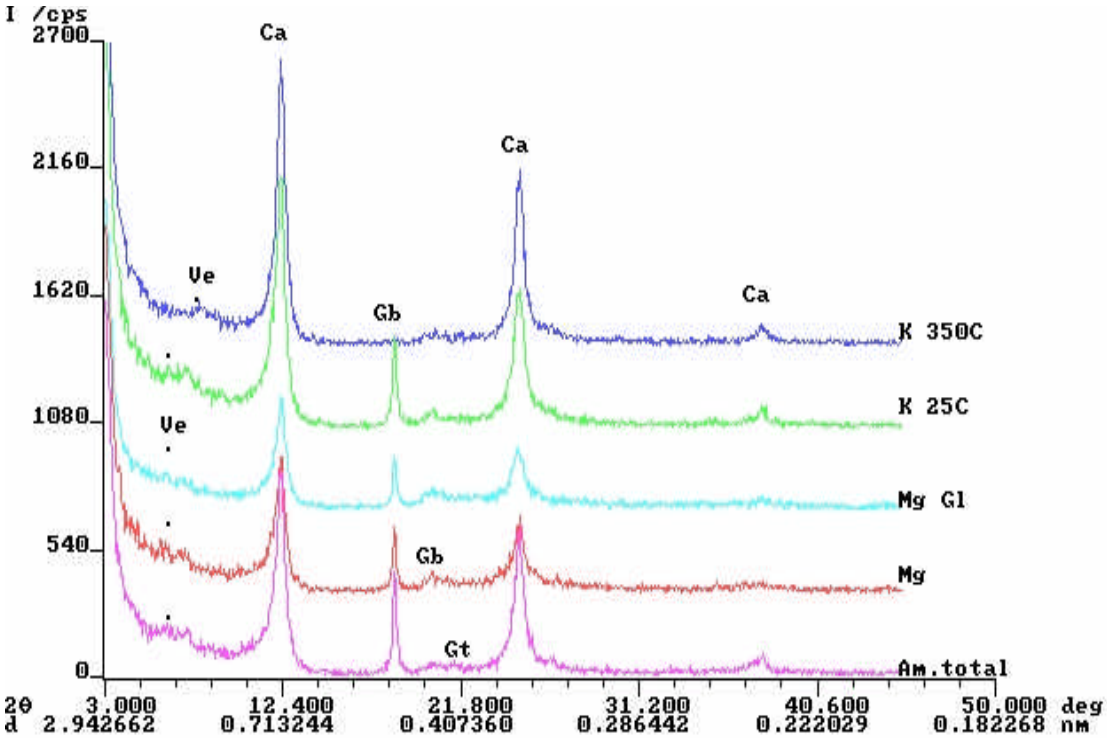


Figura 87 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) do horizonte Bi, vizinho ao perfil 114 (Cambissolo Húmico distrófico típico, álico), em MVS.

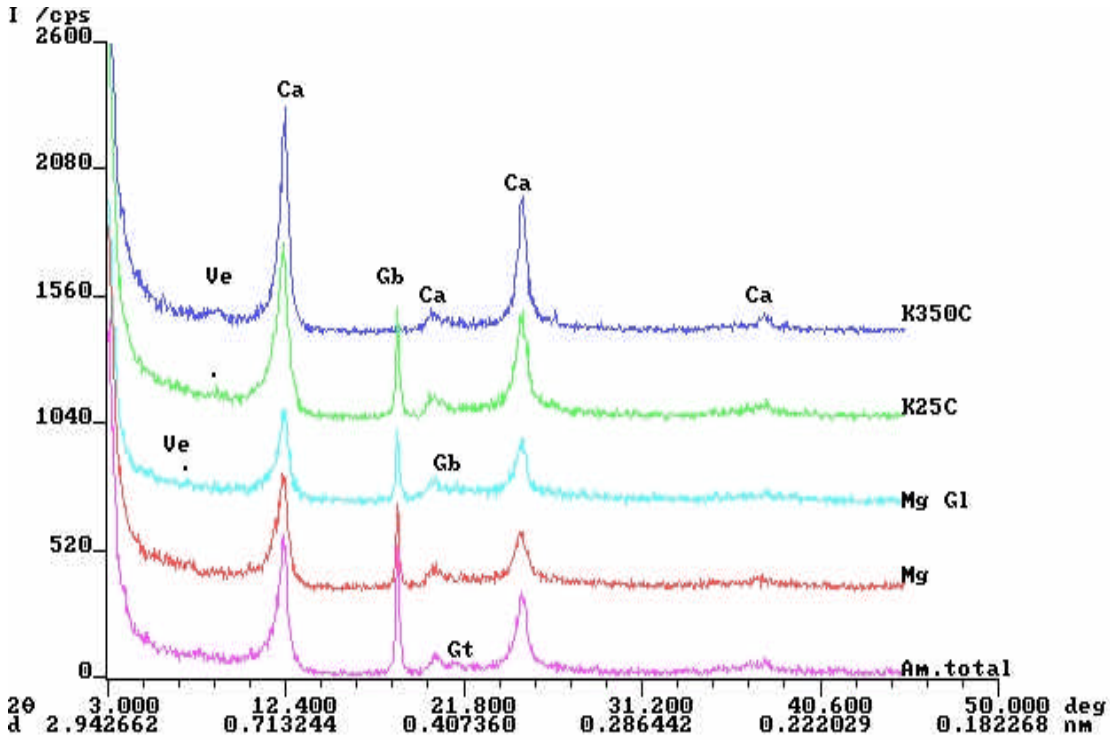


Figura 88 – DRX da fração argila (amostra total e desferrificada) do horizonte CR, vizinho ao perfil 114 (Cambissolo Húmico distrófico típico, álico) em MVS.

Os Cambissolos Háplicos substrato sedimentos colúvio-aluvionares se distribuem por toda a região, ocupando áreas pouco extensas, sendo mais freqüentes em MIt. Situam-se em posições relativas ligeiramente elevadas dentro das baixadas, ocupando rampas suaves, com declives de 2 a 6% (Figura 89), em geral no sopé de elevações com maiores amplitudes altimétricas, por vezes configurando um cone de dejeção (Figura 75). São moderada ou imperfeitamente drenados, de textura média e argilosa, em geral com argila de baixa atividade e eutróficos. Os Cambissolos localizados em MVS e MLM2, de restrita extensão, apresentam menor disponibilidade de nutrientes (distróficos).

Os Cambissolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais e, portanto, são tipicamente de grande variabilidade espacial. Ocorrem, predominantemente, em MIt, nas posições relativas mais elevadas das planícies fluviais dos principais rios que cortam a área, por vezes posicionados em terraços**.** Ocupam maiores extensões nas planícies dos rios Paraíba do Sul e Muriaé e nas várzeas que apresentam melhores condições de drenagem, boa parte

delas drenadas para uso agrícola, mas que, eventualmente, por ocasião de chuvas intensas, podem ser atingidas por inundações de curta duração (Figura 50).

Habitualmente, possuem restrições de drenagem interna (imperfeitamente drenados), configurando solos intermediários com Gleissolos, evidenciado por cores amareladas e oliváceas (matizes 10YR e 2,5Y), muitas vezes constituindo variegados e/ou com mosqueados de redução; são eutróficos. É freqüente a ocorrência de elevados teores de sódio em subsuperfície (caráter solódico e sódico), a exemplo do perfil 88. A textura é variada, em geral média e argilosa, ocorrendo argila de atividade alta e de atividade baixa (Apêndices A e B).

Devido às modificações na condição de drenagem natural das várzeas, houve alteração das características pedológicas, em certos casos suficiente para mudar o enquadramento taxonômico de alguns solos, a exemplo do perfil NORJ20, atualmente classificado como Cambissolo Flúvico Tb eutrófico gleissólico (Apêndices A e B).

Figura 89 – Rampa suave colúvio-aluvionar. Pedoambiente de ocorrência de Cambissolos Háplicos desenvolvidos de sedimentos, próximo à fazenda Toiama (município de Itaperuna).

Gleissolos

São solos com marcante hidromorfia, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, derivados de sedimentos aluvionares e posicionados em várzeas de drenagem restrita, em especial nas encaixadas; nas amplas, tendem a ocorrer nas posições relativas mais baixas, em geral, adjacentes aos cursos de água. Até certo ponto, é um ambiente conservador, capaz de manter os nutrientes oriundos das áreas-fonte, tendo em vista que, em função da baixa permeabilidade dos solos e do relevo plano, as perdas por lixiviação e por erosão são mínimas. Naime (1988), em pesquisa realizada nas Zonas da Mata e Rio Doce (MG), inferiu que solos de terraços representam um sistema altamente conservador de nutrientes.

Esses solos apresentam acentuada variabilidade espacial, e suas características recebem forte influência da área-fonte dos sedimentos e de sua condição de drenagem. Em geral, têm espessura superior a 200 cm, mas, eventualmente, pode ocorrer saprolito do embasamento cristalino em menores profundidades. São diferenciados em função de acumulação de matéria orgânica (Háplicos e Melânicos), atividade da argila (Ta e Tb), saturação por bases (eutróficos e distróficos), presença de elevados níveis de sódio trocável (sódicos), moderados níveis de sódio (solódicos), sais solúveis (salinos) e por apresentarem características intermediárias para outras classes de solos (Cambissolos e Vertissolos).

São os solos de maior ocorrência nas baixadas. Distribuem-se por toda a área de estudo, ocupando as maiores extensões relativas em MIt, MLM1 e MMi, onde predominam Gleissolos Háplicos eutróficos e, em geral, solódicos em subsuperfície, de textura argilosa, média e/ou muito argilosa, com certa estratificação ao longo do perfil.

Nas áreas que apresentam os menores índices pluviométricos, em geral relacionadas a fonte de sedimentos contendo teores mais elevados de nutrientes (MIt), verifica-se tendência de Gleissolos com argila de alta atividade, assim como a ocorrência generalizada de moderados níveis de sódio trocável em subsuperfície (solódicos), eventualmente configurando

solos sódicos ou salinos. Nesses locais, situados abaixo de 200 m de altitude, apresentam estoque de carbono de 30,0 a 55,0 t/ha, e de 50,0 a 90,0 t/ha nas profundidades de 0 a 30 cm e de 0 a 100 cm, respectivamente, em áreas utilizadas com pastagens (Apêndice B).

Áreas expressivas dessas várzeas foram drenadas e sistematizadas para plantio de arroz há cerca de trinta anos, o que resultou em alteração na condição de drenagem interna dos solos, com reflexos nas características pedológicas. Em certos casos, isso foi suficiente para alterar o enquadramento taxonômico de alguns solos que, sob melhores condições de drenagem, podem atualmente apresentar características morfológicas que possibilitam classificá-los como intermediários para Cambissolos ou, até mesmo, Cambissolos Flúvicos (perfil NORJ20; Apêndices A e B). Verifica-se, também, que, devido a essas intervenções antrópicas, o horizonte Ap encontra-se parcialmente decapitado em muitos locais, com reflexos nos teores relativamente baixos de carbono orgânico nesses solos (Figuras 29, 40, 47, 90 e 91).

Em geral estreitas e muito úmidas, as várzeas de MVS e MLM2 são constituídas por Gleissolos que apresentam maior acúmulo de matéria orgânica, baixa saturação por bases (distróficos) e argila de baixa atividade, em consonância com a natureza mineralógica dos solos das elevações, fonte de material, com as quais se entremeiam.

Por se situarem em locais de posição relativa mais baixa na paisagem, essas áreas estão sujeitas a inundação por ocasião de chuvas intensas, que, em geral, ocorrem no final da primavera e início do verão.

Figura 90 – Várzea do ribeirão Campo Grande (MLM1), integrada por Gleissolos (município de Laje do Muriaé).

Figura 91 – Gleissolo intermediário para Cambissolo, com horizonte A pouco espesso (perfil NORJ16), em MIt.

Neossolos

São solos que apresentam reduzida atuação dos processos pedogenéticos, com atributos muito relacionados ao material de origem – embasamento ou sedimentos aluvionares. Na área de estudo, são diferenciados em função da profundidade do contato lítico (Litólicos e Regolíticos), presença de substrato aluvionar (Flúvicos) e saturação por bases (eutróficos e distróficos). Os Neossolos Flúvicos são ainda distinguidos por atividade de argila (Ta e Tb), elevada saturação por sódio (sódicos), moderados níveis de sódio trocável (solódicos) e por apresentarem características intermediárias para Gleissolos. Ocupam pequena superfície territorial.

Os Neossolos Litólicos e Regolíticos são solos rasos e ocorrem de forma localizada, preferencialmente nas posições elevadas e íngremes da paisagem, tais como as bordas dos maciços montanhosos e degraus estruturais em MIt, MLM2 e MVS. Em geral, encontram-se associados a afloramentos de rocha e a Cambissolos, sendo freqüente a ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha na massa do solo, assim como a presença de matacões e afloramentos de rocha na superfície (Figura 92).

Os Neossolos Flúvicos inserem-se em MIt, ocupando pequenos terraços aluvionares, em geral nos altos cursos dos riachos, próximo aos relevos acidentados, e também em áreas restritas das planícies fluviais dos principais rios que drenam a área (Paraíba do Sul, Muriaé, Itabapoana, Pomba, Pirapitinga, Negro), sob relevo plano com declives de 0 a 2%, por vezes com microrrelevo. Apresentam grande variabilidade espacial, tanto lateral quanto verticalmente. São constituídos por camadas aluvionares estratificadas, sem relação pedogenética entre si; moderada e imperfeitamente drenados, com evidências de gleização em subsuperfície, habitualmente constituindo intermediários para Gleissolos.

Em geral, são eutróficos, de textura média que, por vezes, apresenta-se estratificada com camadas de textura arenosa, principalmente nos pequenos terraços localizados no sopé de

grandes elevações, como a sul e sudeste da serra do Monte Verde e a oeste da serra de São Romão-Vista Alegre (Figura 39). Habitualmente, encontram-se associados a Cambissolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. Por ocasião de chuvas intensas de verão, essas áreas podem sofrer inundações por curtos períodos.

Figura 92 – Relevo acidentado, com afloramentos de rocha e solos rasos, em MIt (município de Itaperuna).

4.3. Qualidade do Solo

Tendo em vista que a região apresenta grande diversidade ambiental, com reflexo direto nas características pedológicas, a presente avaliação da qualidade dos solos deve ser considerada como de caráter geral, compatível com a escala 1:100.000 (CARVALHO FILHO et al., 2008).

A seleção de locais para descrição e coleta de perfis que servissem de referência das condições naturais dos solos foi bastante dificultosa em MIt, principalmente nas baixadas, tendo em vista a restrita ocorrência de remanescentes florestais. Tal intento foi alcançado para os Latossolos, predominantes em MVS e MMi, que apresentam os menores percentuais relativos de desmatamento.

A avaliação da qualidade do solo foi realizada para Latossolos (16 perfis de solo), Argissolos (55 perfis), Luvissolos (4 perfis), Cambissolos (4 perfis), Planossolos (7 perfis), Gleissolos (9 perfis), totalizando 95 perfis, sendo 58 com determinações físico-hídricas. Os parâmetros de referência dos indicadores físicos e químicos constam da Tabela 2. Ao final da avaliação por classe, é realizada uma análise comparativa entre os diferentes solos (subitem 4.3.1).

Adicionalmente, são também considerados: espessura do horizonte A; teor de argila do horizonte superficial e do horizonte diagnóstico subsuperficial; atividade da argila desse último; relação textural entre o horizonte B e o horizonte A. Os valores dos indicadores de qualidade física e química dos perfis de solo, organizados por classe pedológica, uso e cobertura vegetal (pastagem – **past**; floresta degradada – **flor**; capoeira – **cap**), macropedoambiente em que se inserem e respectiva análise estatística descritiva (valor médio, desvio-padrão e coeficiente de variação) são apresentados no Apêndice C.

Latossolos

Os perfis de Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos da área de estudo se mostraram similares em termos de atributos físicos e químicos considerados na avaliação; portanto, não foram apreciados em separado.

Foram avaliados dezesseis perfis de Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, distróficos típicos (LAd), com as seguintes coberturas vegetais: nove sob remanescentes florestais em diferentes níveis de degradação, sendo três de floresta tropical subperenifólia (MVS) e seis de floresta tropical subcaducifólia (MMi e MLM1); sete em áreas de pastagens (MMi).

Os resultados evidenciam homogeneidade nas características desses solos, com destaque para as boas propriedades físicas (profundidade ao saprolito muito alta, permeáveis e com elevada porosidade de aeração), embora de textura argilosa e muito argilosa, e com baixa fertilidade natural (Apêndice C).

Confrontando os resultados das áreas sob cobertura florestal (MVS e MMi), verifica-se que em MVS os Latossolos apresentam horizonte A um pouco mais espesso e com maior teor de carbono orgânico (na classe média a alta), condizente com as condições climáticas favoráveis ao maior acúmulo de matéria orgânica do solo (MOS), isto é, temperaturas amenas, com reflexo na menor atividade biológica dos microorganismos que decompõem a matéria orgânica, e índices pluviométricos superiores. Embora a semelhança nos atributos considerados, os solos de MVS apresentam, em relação aos de MP1, capacidade de água disponível (CAD) ligeiramente mais alta na seção de 0 a 100 cm (na classe média e alta), sugerindo que o maior teor de MOS ao longo do perfil do solo pode contribuir para maior retenção hídrica.

De fato, nesses locais verificam-se valores mais elevados de condutividade hidráulica, macroporosidade e capacidade de aeração (índice proposto por REYNOLDS et al., 2002) em

subsuperfície (todos na classe muito alta), que podem ser atribuídos, além da contribuição da MOS, à condição estrutural do solo, resultado da mineralogia da fração argila, com maior participação relativa de gibbsita, favorecendo a estrutura granular (FERREIRA et al., 1999a; RESENDE et al., 2002, 2005) (Figura 60). Esses resultados estão em concordância com os encontrados por Ferreira et al. (1999b), em pesquisa realizada com Latossolos da região Sudeste do Brasil, que constataram que Latossolos gibbsíticos, com estrutura granular no Bw, apresentaram menor densidade do solo, maiores valores de estabilidade de agregados em água, macroporosidade e condutividade hidráulica, quando comparados com Latossolos cauliníticos, com estrutura em blocos.

Em condições naturais, apresentam baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas, com valores médios e baixos de potássio trocável; baixos a muito baixos de pH e soma de bases; muito baixos para saturação por bases e fósforo disponível; altos para acidez trocável (Al^{3+}); altos a muito altos para saturação por alumínio.

No que se refere à utilização com pastagens, quando confrontadas com as áreas de remanescentes de floresta tropical subcaducifólia (MMi e MLM1), mostram uma clara piora nos atributos físicos do horizonte superficial do solo (Ap), embora ainda com boa qualidade física. Pelos perfis analisados, verifica-se que o horizonte Ap se encontra um pouco menos espesso, com valores mais baixos de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e de índice S (DEXTER, 2004), evidenciando ligeira compactação na superfície do solo. Por outro lado, essa redução no volume dos poros de maiores dimensões reflete em ligeiro aumento da CAD na seção de 0 a 30 cm, embora ainda na classe de retenção média (Figuras 93, 94, 95 e 96). Moraes (1993) argumenta que são as práticas inadequadas de manejo das pastagens que culminam com a degradação do solo, haja vista que essa cultura representa uma forma racional de conservação das características e propriedades físicas do solo, quando bem manejadas (com reposição de nutrientes, lotação adequada).

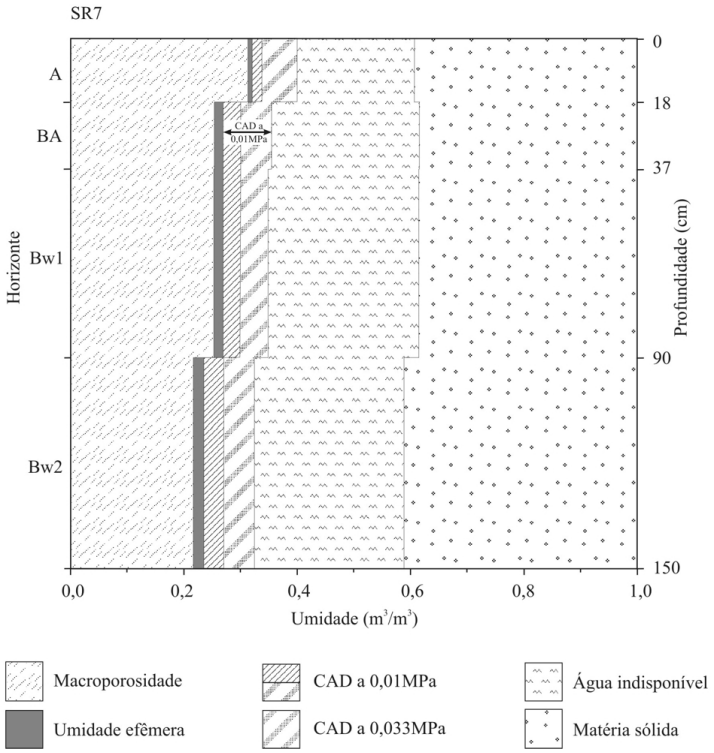
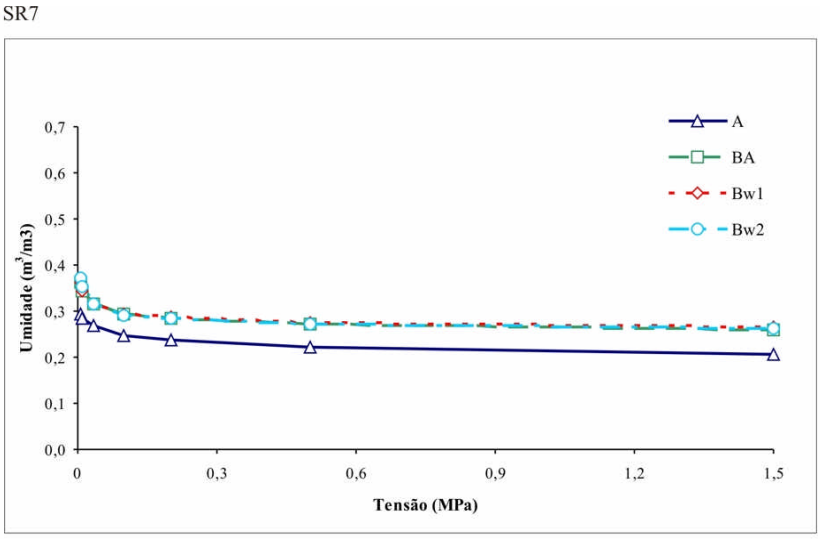


Figura 93 – Diagrama físico-volumétrico de Latossolo Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob floresta degradada (perfil SR7).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)							
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,20	0,50	1,5
A	0-18	>25	0,604	0,293	0,285	0,268	0,246	0,236	0,221	0,206
BA	-37	14,2	0,613	0,361	0,345	0,317	0,295	0,285	0,272	0,260
Bw1	-90	3,2	0,612	0,361	0,344	0,316	0,295	0,286	0,276	0,265
Bw2	-150	0,9	0,586	0,371	0,352	0,317	0,292	0,283	0,273	0,263

Figura 94 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Latossolo Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob floresta degradada (perfil SR7).

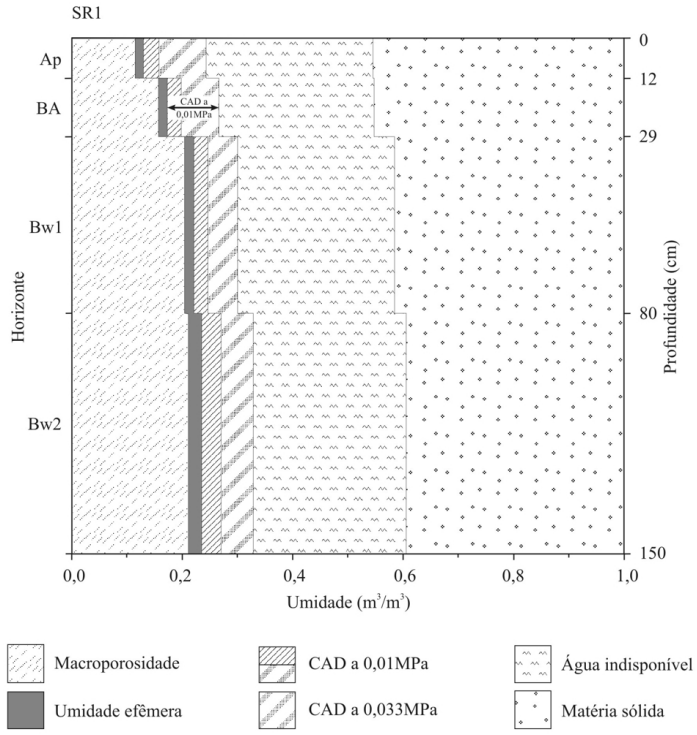
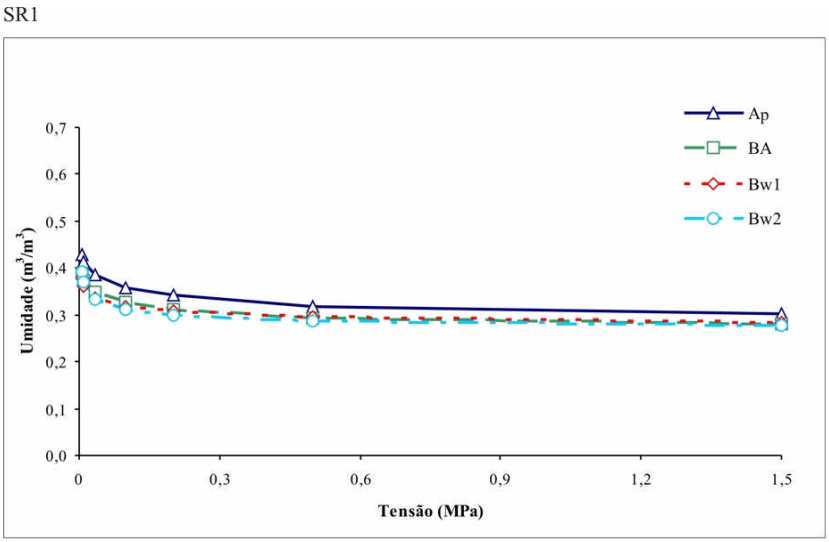


Figura 95 – Diagrama físico-volumétrico de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob pastagem (perfil SR1).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)							
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,20	0,50	1,5
Ap	0-12	5,3	0,543	0,429	0,414	0,386	0,359	0,341	0,319	0,301
BA	-29	3,2	0,545	0,389	0,373	0,348	0,326	0,312	0,294	0,280
Bw1	-80	1,5	0,582	0,379	0,362	0,337	0,319	0,308	0,295	0,284
Bw2	-150	0,8	0,603	0,393	0,369	0,334	0,312	0,299	0,287	0,276

Figura 96 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, álico, em MMi, sob pastagem (perfil SR1).

Os resultados de condutividade hidráulica em subsuperfície mostram elevado coeficiente de variação, sugerindo baixa precisão nessas determinações, já que esses solos apresentam horizonte Bw muito homogêneo em termos de propriedades físicas. Essa variabilidade entre os resultados de condutividade hidráulica, tanto entre as repetições de um mesmo horizonte, quanto entre perfis de solos muito similares, foi também observada em Latossolos de textura muito argilosa na pré-Amazônia maranhense (LUMBRERAS, 1996). Smetten (1986, citado por PAIGE e HILLEL, 1993) comenta que tais variações podem ser devidas à alteração na macroporosidade e na continuidade dos poros quando da coleta das amostras; ou, ainda, devido à variabilidade do solo (NIELSEN et al., 1973; LEE et al., 1985; MOHONTY et al., 1991; citados por PAIGE e HILLEL, 1993). Isso explicaria a variação dos resultados obtidos em subsuperfície nos perfis SR3 e SR4, que não estão condizentes com as características morfológicas e com os demais indicadores de qualidade física. Portanto, com base nesses aspectos, infere-se que a permeabilidade nesses locais é elevada.

Em termos de fertilidade, não se observam alterações expressivas nas áreas sob pastagem. Os valores de carbono são ligeiramente inferiores (embora na categoria média), indicando uma tendência de redução da matéria orgânica do solo (MOS). Esses resultados sugerem que ocorre declínio no estoque da MOS após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas, em concordância com Portugal et al. (2008), Houghton et al. (1991, citados por PORTUGAL et al., 2008) e Freixo et al. (2002). Entretanto, Silva e Mendonça (2007) comentam que pastagens bem manejadas são eficientes no aporte de matéria orgânica, principalmente via atividade radicular. Os níveis de potássio são mais altos nos perfis 82 e U1P2, sendo enquadrados na classe alta e muito alta, sugerindo que esses locais foram adubados com potássio. Os Latossolos Vermelho-Amarelos apresentam tendência de valores ligeiramente mais altos de pH e saturação por bases e mais baixos de alumínio trocável.

Argissolos

Como ocorreu com os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, tendo em vista os parâmetros utilizados e o universo de perfis de solo avaliados, não se observaram diferenças expressivas entre os Argissolos Amarelos e os Vermelho-Amarelos da área de estudo. Portanto, em razão dessa relativa semelhança, esses solos foram avaliados conjuntamente.

Cabe destacar que, anteriormente à publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), esses solos não eram distinguidos em amarelos e vermelho-amarelos pelos critérios utilizados à época, recebendo a denominação Podzólicos Vermelho-Amarelos (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 1988b; OLIVEIRA et al., 1992).

Tendo em vista que a maioria dos Argissolos da região noroeste fluminense possui elevado incremento da fração argila ao longo do perfil, assim como pelo limitado número de perfis disponíveis para avaliação, os solos que apresentam mudança textural abrupta não foram considerados em separado, muito embora tal característica seja importante em termos de erodibilidade e de movimento de água no solo. No entanto, cabe ressaltar que os Argissolos intermediários para Latossolos e os intermediários para Nitossolos, em geral, têm menor gradiente textural.

Foram considerados na avaliação 55 perfis de Argissolos, sendo 13 Vermelhos, 32 Vermelho-Amarelos e 10 Amarelos, todos com análises físicas e químicas completas, sendo 31 com determinações de constantes físico-hídricas. Ocorrem, preferencialmente, nos macropedoambientes Itaperuna (MIt) e Laje do Muriaé (MLM1). Eventualmente, em MMi; em altitudes inferiores a 300 m; portanto, nos locais mais secos e quentes da região, recobertos originalmente com vegetação de floresta tropical subcaducifólia e caducifólia.

A pequena ocorrência de remanescentes florestais nesses pedoambientes, que se situam comumente em locais de relevo acidentado, restringiu a descrição e a coleta de amostras de perfis de Argissolos que servissem de referência de suas condições naturais.

Assim, foram selecionados cinco perfis de referência (três com constantes físico-hídricas), situados em áreas de floresta nativa com diferentes níveis de degradação pelo corte seletivo das árvores de maior porte. Os demais pontos de amostragem situam-se em áreas utilizadas predominantemente com pastagens.

Os Argissolos avaliados apresentam, intrinsecamente, grande variabilidade nos atributos físicos e químicos. Visando a facilitar a interpretação de sua qualidade, esses perfis foram reunidos em sete conjuntos que apresentam relativa similaridade em termos dos parâmetros utilizados. Os cinqüenta perfis que estão sob uso agrícola, em sua maioria com pastagens, apresentam horizonte A com espessura média de 19 cm, com amplitude de 7 a 41 cm, conteúdo médio de argila do horizonte A superficial de 322 g/kg (amplitude de 183 a 491 g/kg) e do horizonte diagnóstico Bt de 629 g/kg (amplitude 434 de 784 g/kg), este com atividade da fração argila de 3,5 a 25,0 $cmol_c$/kg de argila (valor médio de 9,0) e gradiente textural médio de 1,75 (amplitude de 1,23 a 3,21).

Embora tenham sido utilizados somente três perfis de solo situados em área de cobertura florestal (que servem como um referencial) para a avaliação comparativa das alterações nos atributos físico-hídricos provocados pela utilização com pastagens (em geral com superlotação de bovinos e sob pastejo contínuo), os menores valores de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S obtidos na grande maioria dos 28 perfis situados em áreas com uso agrícola indicam piora nas propriedades físicas do horizonte superficial (Ap) desses solos (Apêndice C). Em concordância com esses resultados, Portugal et al. (2008), em pesquisa conduzida em Cambissolos Háplicos Tb distróficos localizados em Visconde do Rio Branco (Zona da Mata mineira), constataram degradação física da pastagem em relação à área de mata, evidenciada por valores mais altos de densidade do solo e resistência à penetração, e redução do espaço poroso e da estabilidade de agregados em água. Portanto, infere-se que a piora nas funções de condução de água e ar se deve ao

superpastejo e à maior exposição do solo (principalmente nos períodos de estiagem), haja vista que a pressão exercida pelo casco de bovinos de 400 a 500 kg varia entre 0,25 e 0,49 MPa, podendo atingir a profundidade de 5 a 10 cm (PROFFIT et al., 1993, citados por PORTUGAL et al., 2008), e que os ciclos de umedecimento e secagem do solo possibilitam o rearranjo das partículas, promovendo o adensamento do solo (OLIVEIRA et al., 1996).

Apresentam naturalmente uma sensível piora nas funções de condução de água e de ar em subsuperfície (quando comparados com o horizonte superficial), que se deve ao elevado gradiente textural e às características estruturais do horizonte Bt (com menores teores de MOS e predomínio de estrutura em blocos), como indicado pelos baixos valores de macroporosidade e de capacidade de aeração, baixos e médios valores de condutividade hidráulica, assim como mostrado pelo índice S, com valores baixos a muito baixos (Apêndices B e C). Em que pese a piora nos atributos físicos em subsuperfície, à exceção dos Argissolos intermediários para Planossolos e alguns solos abrúpticos situados nas posições relativas mais baixas da paisagem, os atributos morfológicos indicam solos de boa drenagem interna, sugerindo suficiente aeração para a grande maioria das plantas. Já a capacidade de armazenamento de água disponível para as plantas (CAD) é alta, entre 0 e 30 cm , e média, entre 0 e 100 cm.

Os Argissolos Vermelhos eutróficos típicos e/ou abrúpticos mostram tendência de piora na qualidade química nas áreas sob uso agrícola, quando confrontados com locais de remanescentes florestais, mas, devido à restrita amostragem nas áreas florestais, esses resultados precisam ser confirmados com trabalhos de maior detalhe. Nos demais Argissolos, tendo em vista a grande variabilidade nos atributos químicos e a restrita amostragem nas áreas de remanescentes florestais, não se alcançaram resultados conclusivos quanto às alterações na qualidade química devido ao uso das terras com os indicadores utilizados.

Conquanto apresentem níveis de fertilidade bastante variada, em MIt predominam Argissolos de elevada disponibilidade de nutrientes. Nas áreas sob agricultura, principalmente em MLM1 e MIt, foram encontrados valores de carbono orgânico de 6,0 a 15,3 g/kg (valor médio de 10,2 g/kg), pH de 4,6 a 6,3 (média de 5,5), potássio trocável de 0,04 a 0,62 $cmol_c/dm^3$ (média de 0,18 $cmol_c/dm^3$), soma de bases de 1,5 a 13,5 $cmol_c/dm^3$ (média de 5,1 $cmol_c/dm^3$), saturação por bases de 19 a 85% (média de 56%) e valores muito baixos de acidez trocável (Al^{3+}) e de fósforo disponível (Apêndice C).

A avaliação dos sete conjuntos de classes de Argissolos é apresentada a seguir. Visando a evitar informações repetitivas, será realizada a descrição completa da classe dos Argissolos Vermelhos, que apresentam certa homogeneidade de características. Adiante, são destacadas as diferenças mais marcantes com relação às outras classes avaliadas, em termos dos indicadores utilizados.

Argissolos Vermelhos eutróficos típicos e/ou abrúpticos (PVe)

Foram avaliados sete perfis situados exclusivamente em MIt: um localizado em área de remanescente florestal e seis em locais utilizados com pastagens. Destes, em dois perfis não foram analisadas as constantes físico-hídricas. Apresentam alta e muito alta profundidade ao saprolito, mas, eventualmente, pode ocorrer a menos de 200 cm, como é o caso do perfil NORJ2.

Os locais sob uso agrícola apresentam grande variabilidade nos resultados dos indicadores de qualidade física – como evidenciado pelo elevado coeficiente de variação (CV). No horizonte Ap predominam valores altos de condutividade hidráulica (com média de 8,80 cm/h e CV de 113%), eventualmente baixos; valores médios e altos de macroporosidade (com média de 0,19 m^3/m^3 e CV de 20%), alta e muito alta capacidade de aeração (média de 0,39, com CV de 12%); índice S com valores médios e altos (com média de 0,039 e CV de 47%). Os resultados de capacidade de aeração, que apresentam menor coeficiente de variação,

sugerem que esse indicador é menos sensível em evidenciar alterações nos poros de maiores dimensões, sejam aquelas presentes no solo ou as provocadas por ocasião de sua amostragem.

Nos horizontes subsuperficiais, predominam valores médios de condutividade hidráulica (média de 2,25 cm/h e CV de 137%), por vezes muito baixos; valores baixos e muito baixos de macroporosidade (com média de 0,13 m^3/m^3 e CV de 51%); baixa a média capacidade de aeração (média de 0,26 e CV de 39%); índice S baixo e muito baixo (média de 0,020 e CV de 34%). A CAD é alta, entre 0 e 30 cm (valor médio de 33,8 mm e CV de 31%), e média, entre 0 e 100 cm (valor médio de 92,6 mm e CV de 18%).

Presume-se que o baixo valor de condutividade hidráulica em subsuperfície obtido no perfil NORJ2, como também o baixo valor do índice S, seja devido à sua pior condição estrutural, com contribuição da argila de atividade mais elevada. Não se descarta, entretanto, a possibilidade de compactação da amostra por ocasião da coleta, tendo em vista que, adicionalmente, esse horizonte apresenta teor de argila elevado – 493 g/kg.

Esses solos apresentam relativa homogeneidade em termos dos indicadores utilizados para avaliação da qualidade química, à exceção do potássio trocável. Com valores adequados de pH (categoria média), médio nível de carbono, potássio médio e alto, mas com elevada variabilidade (CV de 60%), SB alta a muito alta, alta saturação por bases, ausência de alumínio trocável e fósforo disponível muito baixo, configurando, portanto, solos de alta disponibilidade de nutrientes. Pelos valores altos de potássio e de fósforo, depreende-se que o perfil NORJ2 já foi adubado (Apêndice C).

Quando se confronta a área de remanescentes florestais com as áreas de pastagens, evidencia-se clara piora na qualidade física do horizonte superficial do sistema agrícola, em termos da condução de água e de ar, conforme os indicadores condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S. No tocante ao armazenamento de água para as plantas, os valores de CAD se mostram próximos (Figuras 97 a 100; Apêndice C).

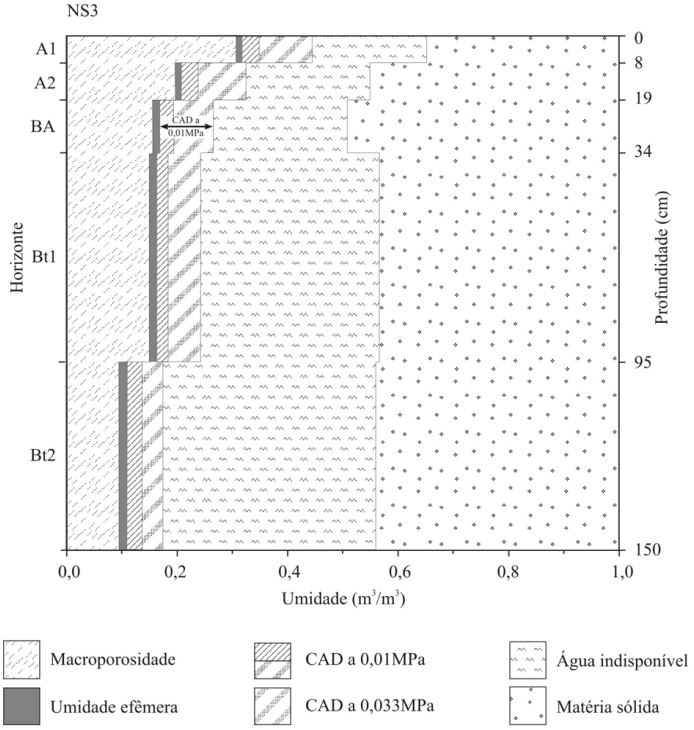
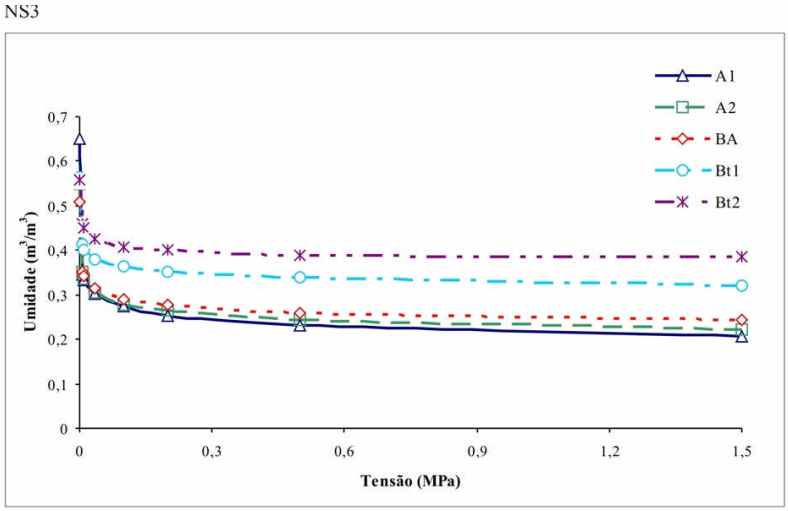


Figura 97 – Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob floresta degradada (perfil NS3).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)							
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,20	0,50	1,5
A1	0-8	>25	0,651	0,346	0,333	0,303	0,275	0,254	0,232	0,207
A2	-19	10,4	0,548	0,352	0,337	0,305	0,278	0,264	0,244	0,223
BA	-34	5,5	0,509	0,353	0,341	0,315	0,290	0,278	0,260	0,243
Bt1	-95	8,7	0,565	0,414	0,402	0,380	0,363	0,353	0,339	0,322
Bt2	-150	0,1	0,559	0,461	0,450	0,425	0,408	0,402	0,390	0,384

Figura 98 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob floresta degradada (perfil NS3).

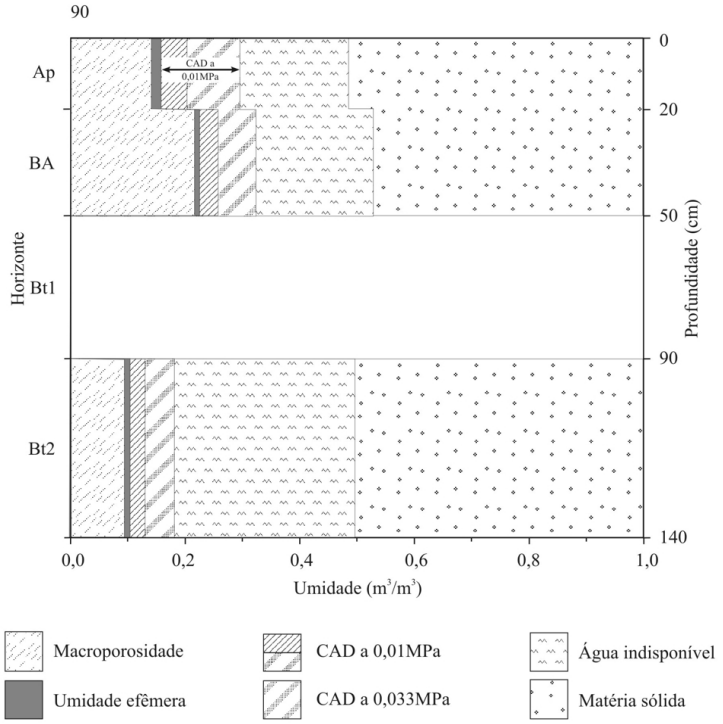
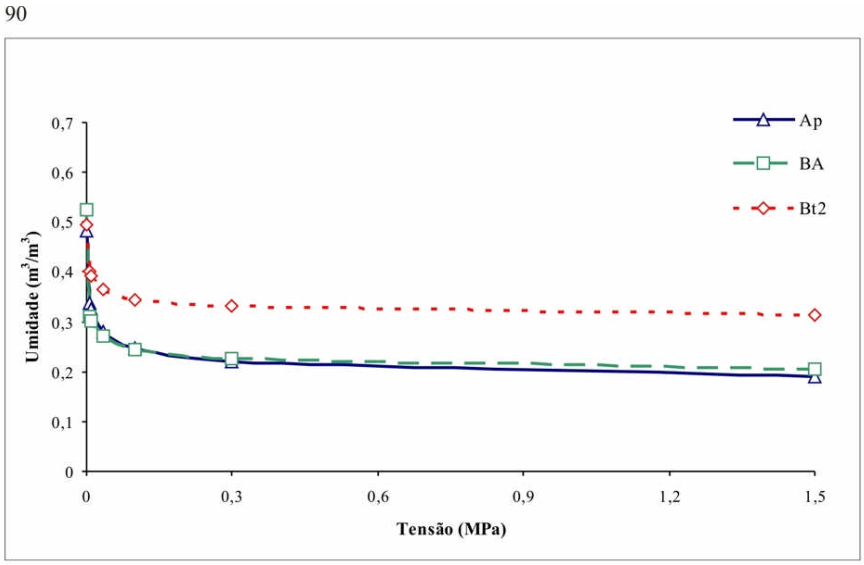


Figura 99 – Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil 90).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)						
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,30	1,5
Ap	0-20	3,9	0,483	0,339	0,326	0,281	0,246	0,219	0,189
BA	20-50	>25	0,526	0,312	0,303	0,271	0,245	0,225	0,204
Bt2	90-140	1,9	0,494	0,401	0,391	0,365	0,344	0,331	0,314

Figura 100 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil 90).

Verifica-se tendência de melhor qualidade química no sítio florestal, com valores ligeiramente mais altos de carbono orgânico, pH, potássio trocável (à exceção do PF2), soma de bases e valor V. O perfil de referência da área florestal é considerado representativo dessa classe, tendo em vista seus atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. No entanto, os resultados da avaliação da qualidade química precisam ser balizados por um universo maior de amostras (Apêndice C).

Argissolos Vermelhos eutróficos nitossólicos (PVe nitos)

Foram avaliados cinco perfis situados em áreas de pastagens de MIt. As determinações das constantes físico-hídricas foram realizadas em dois desses perfis. Os solos apresentam homogeneidade de características, com profundidade do saprolito alta e muito alta, situado abaixo de 200 cm. Possuem textura argilosa no horizonte Ap e, habitualmente, muito argilosa no Bt, apresentando, em relação aos demais Argissolos, menor gradiente textural, entre 1,23 e 1,42.

Em termos de indicadores de qualidade física utilizados, em que pese o restrito número de perfis, verifica-se elevada semelhança com os Argissolos Vermelhos descritos anteriormente. No entanto, embora também apresentem ligeira tendência de piora na qualidade física em subsuperfície (quando comparado ao horizonte superficial), os resultados analíticos mostram os melhores resultados dentre os Argissolos avaliados, nas classes média e alta para todos os indicadores. Tais resultados endossam a impressão que se tem no campo: um solo com boas propriedades físicas (que se baseiam nas características morfológicas desses solos), expressas por estrutura moderada a fortemente desenvolvida, pequena e média em blocos subangulares, podendo ocorrer, secundariamente, blocos angulares, de consistência friável e muito friável, sendo comum elevada atividade biológica (formigas e cupins) ao longo do perfil (Apêndices A, B e C).

Esses indicadores, quando relacionados às características mineralógicas desses solos – que possuem a maior relação hematita/goethita entre os solos da área de estudo, como indicado no DRX do perfil PF9 e evidenciado pelas cores do horizonte Bt, no matiz 10R, com menos freqüência 2,5YR (KÄMPF et al., 1988; KÄMPF e CURI, 2000; PALMIERI, 1986; PALMIERI e LARACH, 2000; RESENDE, 1976; RESENDE et al., 2005) – sugerem a influência de óxidos de ferro nas relativamente boas propriedades físicas desses solos (Figuras 66 e 67).

No que diz respeito aos indicadores de qualidade química, comparativamente aos Argissolos Vermelhos eutróficos típicos e/ou abrúpticos, diferenciam-se basicamente por apresentarem valores muito altos de soma de bases e percentuais superiores de saturação por bases (embora também na classe alta), configurando solos de fertilidade alta.

Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos eutróficos típicos e/ou abrúpticos (PVAe)

Foram avaliados quinze perfis situados em MIt e MLM1: um localizado em área de remanescente florestal, um em sítio de capoeira e os demais em pastagens, sendo que as determinações das constantes físico-hídricas foram realizadas no perfil sob capoeira e em seis perfis sob pastagem. Em geral, têm profundidade ao saprolito alta e muito alta; eventualmente, podem ocorrer a menos de 200 cm, como é o caso do perfil NORJ3.

Comparativamente aos Argissolos Vermelhos, são ligeiramente mais argilosos e apresentam argila de atividade mais baixa (valores médios de 6,0 $cmol_c$/kg de argila, com CV de 20%). Verificam-se valores próximos na maioria dos indicadores de qualidade física e valores mais baixos dos indicadores de qualidade química em relação aos Argissolos Vermelhos (Apêndice C).

No horizonte Ap, predominam condutividade hidráulica (CV de 136%) e capacidade de aeração alta e média, macroporosidade média e índice S baixo e médio; em subsuperfície, predominam condutividade hidráulica (CV de 158%) e capacidade de aeração média e baixa,

macroporosidade baixa e muito baixa; e índice S baixo e muito baixo. Os valores de CAD são médios a altos entre 0 e 30 cm e médios entre 0 e 100 cm (Figuras 101 e 102).

Pelos indicadores utilizados, a fertilidade é média e alta. Predominam valores adequados de pH (valor médio de 5,5), valores baixos a médios de carbono orgânico, potássio solúvel com valores médios a altos, mas com elevada variabilidade (CV de 88%), soma de bases alta, eventualmente média ou muito alta, valor V nas classes alta e média, alumínio trocável e fósforo assimilável com valores muito baixos.

Os perfis de referência, situados em área com remanescente florestal e com capoeira, apresentam menor teor de argila no horizonte superficial. O perfil 110, considerado como melhor representativo da classe, não foi analisado na parte físico-hídrica. Ele apresenta indicadores de qualidade química similares aos valores médios dos perfis sob pastagem, mas com soma de bases ligeiramente mais elevada. O perfil 51 apresenta horizonte A com espessura de 10 cm, muito abaixo dos valores obtidos para os demais Argissolos sob cobertura florestal, na faixa de 16 a 21 cm de amplitude. Tal fato sugere que esse solo perdeu parte desse horizonte em função de processos erosivos, bastante intensos nas áreas circunvizinhas. O solo apresenta valores ligeiramente mais baixos de pH, soma de bases e valor V (Apêndice C).

Os valores dos indicadores de qualidade física do perfil de referência, situado em área de capoeira, são todos mais elevados que os obtidos nas áreas utilizadas com pastagens, sugerindo piora na qualidade física do horizonte superficial nesses locais. No entanto, quando se confrontam os valores obtidos em subsuperfície com os resultados dos outros seis perfis desse conjunto de classes de solos, que apresentam determinações físico-hídricas, verifica-se que estão muito elevados, da mesma forma que os valores dos indicadores químicos estão baixos, sugerindo que esse perfil é diferente dos demais; portanto, a comparação entre as diferentes formas de uso não deve ser considerada conclusiva.

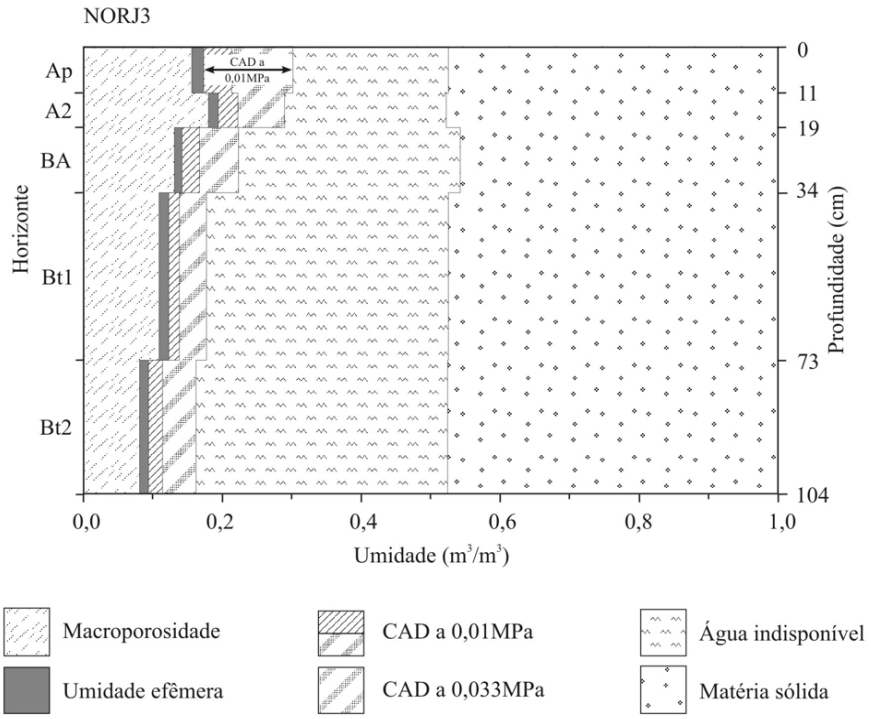
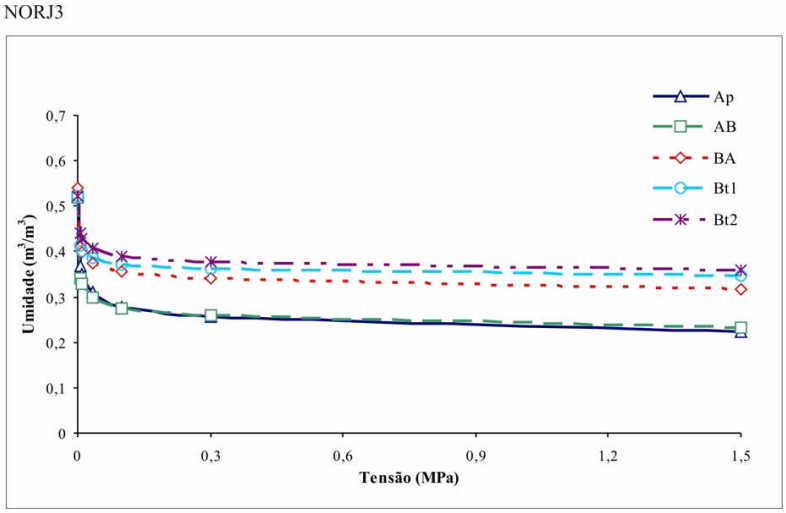


Figura 101 – Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil NORJ3).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)						
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,30	1,5
Ap	0 - 11	3,8	0,522	0,367	0,350	0,310	0,278	0,255	0,222
AB	- 19	>10,9	0,520	0,341	0,328	0,299	0,275	0,258	0,232
BA	- 34	1,4	0,540	0,410	0,399	0,374	0,356	0,341	0,318
Bt1	- 73	1,7	0,523	0,415	0,401	0,386	0,371	0,361	0,347
Bt2	- 104	0,3	0,522	0,442	0,429	0,408	0,389	0,376	0,360

Figura 102 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico em MIt, sob pastagem (perfil NORJ3).

Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos eutróficos e distróficos (epieutróficos), cambissólicos ou abrúpticos cambissólicos (PVAe camb)

Foram avaliados seis perfis situados em áreas de pastagens, todos localizados em MIt. Destes, três contêm determinações físico-hídricas. Esses solos, juntamente com Argissolos intermediários com Luvissolos, apresentam elevada variabilidade e marcante influência do material de origem. Os perfis avaliados apresentam baixa e média profundidade ao saprolito, entre 88 e 180 cm da superfície, eventualmente com profundidade alta. Em relação aos demais Argissolos, são de textura menos argilosa e apresentam argila de atividade mais elevada, com valores de 8,3 a 16,4 $cmol_c$/kg de argila (menor somente que os intermediários para Luvissolos), sendo freqüente a ocorrência de acentuado gradiente textural (solos abrúpticos).

Os indicadores de qualidade física do solo, condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S mostram certa similaridade com os resultados obtidos nos Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos eutróficos anteriormente descritos. No entanto, cabe ressaltar que o saprolito (Cr) não foi avaliado – inclusive, por dificuldades de amostragem; por exemplo, a presença de cascalhos e calhaus. Portanto, tendo em vista a baixa qualidade física dessas camadas (Cr), pouco porosas e, muitas vezes, com praticamente ausência de coerência entre as unidades estruturais e/ou frações granulométricas, pode-se afirmar que esses solos apresentam restrições mais altas nessas camadas (por exemplo, à condução de água e ar, ao desenvolvimento radicular). Embora apresentem valores desde médios a muito altos de CAD entre 0 e 30 cm e valores médios entre 0 e 100 cm, devido à menor espessura desses solos, as culturas perenes (que exploram maior volume de solo) estão sujeitas a maior deficiência hídrica, como indicado pela vegetação natural, de caráter mais decíduo nesses locais.

Apresentam alta disponibilidade de nutrientes para as plantas, sendo similares aos Argissolos Vermelhos em termos de indicadores de qualidade química (Apêndice C).

Devido à forte influência do material de origem, com reflexos nas propriedades estruturais, à presença de elevado gradiente textural e à restrita profundidade ao saprolito, esses solos são mais suscetíveis à erosão.

Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos luvissólicos (PVAe luv)

Avaliaram-se quatro perfis dessa classe, situados em MIt e sob vegetação de pastagem; sendo que dois deles possuem análises físico-hídricas. Esses solos apresentam marcante influência do material de origem, sendo registrada a presença do saprolito entre 105 e 160 cm da superfície (média profundidade) e argila de atividade mais elevada, entre 18,5 e 25,3 $cmol_c$/kg de argila.

Os valores de capacidade de aeração e índice S do horizonte Bt do perfil 76 são considerados elevados, tendo em vista seus atributos: estrutura forte grande prismática que se desfaz em blocos angulares; consistência extremamente dura; presença de rachaduras e superfícies de compressão, evidenciando o elevado teor de argila e a sua mais alta atividade – de mineralogia caulinítica, mas com expressivas reflexões de mica, como mostrado no DRX (Figura 77). Cabe ressaltar que a amostragem com anéis de Uhland é dificultosa em horizontes com tais características, estando sujeita a alterações em sua integridade por ocasião da coleta. Portanto, diante dos resultados obtidos, presume-se que houve alteração no espaço poroso dessas amostras, seja durante a coleta ou posteriormente (já que fendilham quando secam). Os resultados físico-hídricos do horizonte Bt do perfil NS8 são considerados condizentes com essa classe e apreciados nesta avaliação (Apêndice C).

Em termos de qualidade do solo, diferenciam-se da classe anterior (Argissolos intermediários com Cambissolos) por apresentarem valor inferior de índice S em subsuperfície (baixo); CAD mais elevada, alta a muito alta, entre 0 e 30 cm; média a alta,

entre 0 e 100 cm; maior disponibilidade de nutrientes, com soma de bases muito alta; valor V alto e muito alto; níveis médios e baixos de potássio trocável. São também considerados de maior erodibilidade, tendo em vista suas propriedades estruturais, reflexo de sua mineralogia, com maior expressão dos argilominerais 2:1. Esses solos são os mais férteis; em contrapartida, os de pior qualidade física entre os Argissolos avaliados (Apêndice C).

Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, distróficos típicos e/ou abrúpticos (PVAd)

Foram avaliados seis perfis, situados em MIt e MLM1, todos utilizados com pastagens, bem como realizadas determinações físico-hídricas em cinco destes. Em geral, a profundidade ao saprolito é muito alta.

Em termos de indicadores de qualidade física, apresentam similaridade com os Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos (eutróficos típicos e/ou abrúpticos) descritos anteriormente. Diferenciam-se destes por apresentarem, no horizonte Ap, valores altos de condutividade hidráulica (a mais alta entre os Argissolos) e de macroporosidade, que, em geral, é alta. Os valores de CAD também são um pouco mais elevados: nas classes alta e muito alta – entre 0 e 30 cm; e alta, entre 0 e 100 cm (Apêndice C).

Os indicadores de qualidade química apontam para menor disponibilidade de nutrientes, no geral considerados como de média fertilidade. Diferenciam-se pelos menores valores de pH, classificados como baixos; potássio trocável médio e baixo; soma de bases e valor V, classificados como médios; e valores baixos de alumínio trocável.

Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, distróficos latossólicos (PVAd lat)

Foram avaliados doze perfis, situados em MIt, MLM1 e MMi: dois localizados em área de remanescente florestal e os demais, em pastagens. As determinações físico-hídricas foram realizadas em apenas um perfil sob floresta e em seis sob uso agrícola. Em geral, têm profundidade muito alta até o saprolito.

Também apresentam similaridade nos valores dos indicadores de qualidade física, comparativamente aos Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos (eutróficos típicos e/ou abrúpticos) descritos anteriormente, porém com menor incremento de argila ao longo do perfil. No entanto, no horizonte Ap exibem valores ligeiramente mais elevados de condutividade hidráulica, classificada como alta, e de macroporosidade, média e alta.

Os valores de CAD são médios e altos, entre 0 e 30 cm; médios, entre 0 e 100 cm (Apêndice C). Cabe destacar que os resultados, em geral indicando baixa qualidade física em subsuperfície, não retratam as características dos horizontes profundos (mas dentro de 200 cm da superfície), que compreendem horizontes Bw (ou intergradacional para Bw), porosos e permeáveis; tendo em vista o critério utilizado (o menor valor do IQF em subsuperfície), e a seção de controle adotada neste trabalho, de 150 cm da superfície. Diante disso, na interpretação da qualidade física desses solos (intermediários com Latossolos), deve-se também levar em conta estes atributos favoráveis – presença de horizonte Bw abaixo do Bt e saprolito abaixo de 300 cm (Figuras 103 e 104).

Apresentam média e baixa fertilidade. Diferenciam-se pelos menores valores de pH, classificados como baixos, soma de bases e valor V, classificados como médios e baixos, e valores mais variados de alumínio trocável nas classes desde baixas até altas.

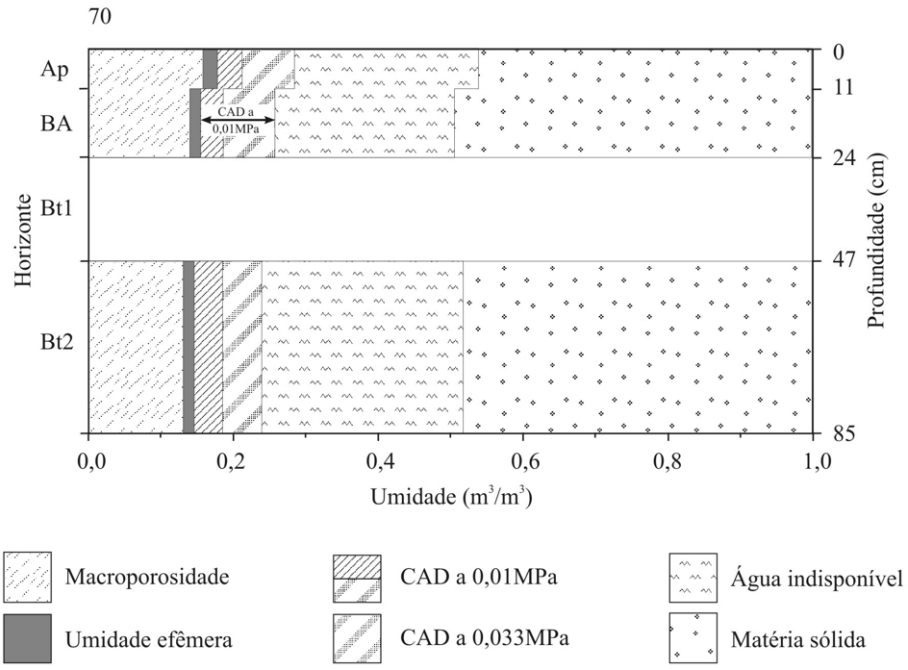
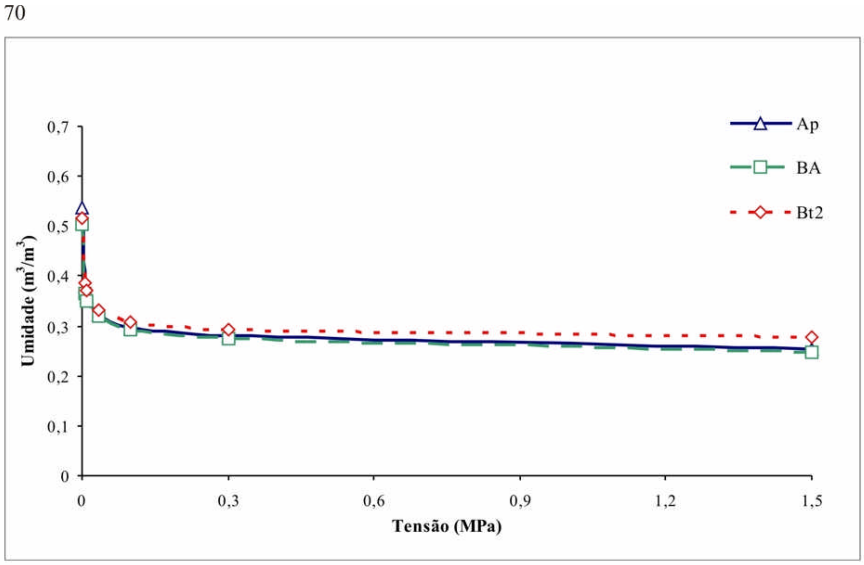


Figura 103 – Diagrama físico-volumétrico de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico em MLM1, sob pastagem (perfil 70).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)						
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,30	1,5
Ap	0-11	4,2	0,536	0,379	0,359	0,324	0,297	0,282	0,253
BA	11-24	2,2	0,503	0,365	0,349	0,319	0,291	0,275	0,247
Bt2	47-85	0,3	0,515	0,385	0,370	0,331	0,308	0,293	0,277

Figura 104 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico em MLM1, sob pastagem (perfil 70).

Vale ressaltar que, anteriormente à publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), esses solos, hoje reunidos como distróficos no terceiro nível categórico, eram distinguidos em distróficos e álicos pelos critérios utilizados à época (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 1988b; OLIVEIRA et al., 1992), então denominados Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos e/ou álicos. Essa alteração, embora tenha simplificado a composição da legenda do mapa de solos, reuniu, em um mesmo grupo (distróficos), solos que possuem fertilidades distintas**.** Esse é o caso, por exemplo, dos perfis 89, NS10 e TH1, de baixa fertilidade, que, atualmente, são classificados nesse nível hierárquico juntamente com os demais perfis (que são de média fertilidade, em sua maioria) e somente distinguidos nesse aspecto no quinto nível categórico – em álicos (89 e TH1) e epiálicos (NS10).

O perfil situado na área florestal apresenta no horizonte A valores mais elevados de condutividade hidráulica (na classe alta a muito alta), macroporosidade (classe muito alta), capacidade de aeração (muito alta) e valor ligeiramente mais elevado de índice S (média a alta), sugerindo que possui melhor qualidade em termos das funções de condução de água e ar. No entanto, os valores de CAD são menores entre 0 e 30 cm e entre 0 e 100 cm, ambos na classe baixa a média, o que, em tese, deve-se à ocorrência de ligeira compactação no horizonte superficial dos perfis sob pastagem, que propiciaria redução na porosidade de maior dimensão e, em conseqüência, maior retenção de umidade.

Os valores dos indicadores de qualidade química dos dois perfis de floresta mostram resultados diferentes: os valores do perfil 115 são similares aos valores médios da área de pastagem, mas os do perfil 109 apresentam valores menores. Portanto, tendo em vista a restrita amostragem nas áreas de remanescentes florestais e a variabilidade na fertilidade desses solos, esses resultados precisam ser balizados por uma amostragem mais abrangente.

Luvissolos

Foram avaliados quatro perfis de solo sob uso com pastagem, localizados em MIt (sendo dois com constantes físico-hídricas), classificados como *Luvissolos Crômicos pálicos* ou *órticos*, ambos *abrúpticos* ou *cambissólicos* ou *saprolíticos* e/ou, menos freqüentemente, *solódicos* (TCp). Apresentam similaridades com os Argissolos que transicionam para Luvissolos e com os intermediários para Cambissolos (quando situados em MIt), também fortemente influenciados pelo material de origem, diferenciando-se por possuírem argila de atividade alta, entre 28,0 e 60,6 $cmol_c$/kg de argila.

Os dois perfis avaliados na parte físico-hídrica, de textura menos argilosa que os demais, apresentam resultados distintos. O perfil PF1, com fração argila com atividade de 60,6 $cmol_c$/kg de argila e destacadas reflexões de vermiculita e esmectita (Figura 79), tem resultados considerados muito elevados, principalmente em subsuperfície, onde a influência condicionadora da matéria orgânica é menos expressiva. Conforme comentado anteriormente, esses horizontes com argilas expansivas, por apresentarem considerável alteração de volume com a variação no teor de umidade, são problemáticos com relação a determinações físico-hídricas. Embora apresentando médios níveis de sódio trocável no horizonte Bt (com 6% de saturação), os resultados analíticos do perfil PF6 são considerados na avaliação da qualidade física. Nesse sentido, Jackson (1964) comenta que conteúdos de sódio superiores a 15% tendem a dispersar a argila e desenvolver propriedades físicas adversas no solo.

Têm baixa a média profundidade ao saprolito – entre 92 e 120 cm da superfície. Apresentam no horizonte Ap valor alto de condutividade hidráulica, baixo de macroporosidade e médio de capacidade de aeração e de índice S, que contrastam com os resultados mais adversos do horizonte Bt, com condutividade hidráulica e índice S baixos e macroporosidade muito baixa (Apêndice C). A CAD é muito alta na parte superficial (0 a 30 cm) e alta, entre 0 e 100 cm. No entanto, tendo em vista a restrita espessura desses solos, é

previsível que as culturas perenes sejam afetadas devido a maior deficiência hídrica nesses solos (nos períodos prolongados de estiagem) que naqueles profundos, mas com CAD menos elevada. Os Luvissolos com maiores teores de argila, presumivelmente, apresentam valores menores de água disponível para as plantas.

Esses solos estão entre os de maior disponibilidade de nutrientes da área de estudo, com destaque para os valores muito altos de soma de bases, com saturação alta e muito alta e potássio trocável médio e alto (Apêndice C). Tendo em vista os indicadores apreciados, a alta disponibilidade de nutrientes e a restrita qualidade física, esses solos apresentam elevado risco de degradação, caso não tenham um manejo adequado.

Cambissolos

Esses solos apresentam grande variabilidade espacial. A título de comparação, são avaliados perfis de Cambissolos que ocorrem em diferentes macropedoambientes: dois perfis de *Cambissolos Húmicos distróficos típicos* (CHd) (MVS) e dois perfis de *Cambissolos Háplicos Tb eutróficos argissólicos ou saprolíticos* (CXbe) (MIt), sendo um representante de cada macropedoambiente com determinações de constantes físico-hídricas, ambos situados em áreas de pastagens.

Apresentam valores altos, e próximos entre si, dos indicadores de qualidade física no horizonte superficial Ap, e valores de condutividade hidráulica inferiores no horizonte Bi (na categoria média) (Apêndice C). Em subsuperfície, os CHd possuem valores altos de macroporosidade, capacidade de aeração e índice S de magnitude similar aos do horizonte superficial (Figuras 105 e 106), embora esse horizonte apresente cerca de 40% a mais de argila que o Bi do CXbe avaliado, evidenciando influência da composição mineralógica, com marcante presença de gibbsita (Figuras 84, 87 e 88). Nos CXbe ocorre, em subsuperfície, piora na qualidade física, evidenciada por todos os indicadores, com valores na classe baixa. Apresentam CAD muito alta, entre 0 e 30 cm e alta, entre 0 e 100 cm.

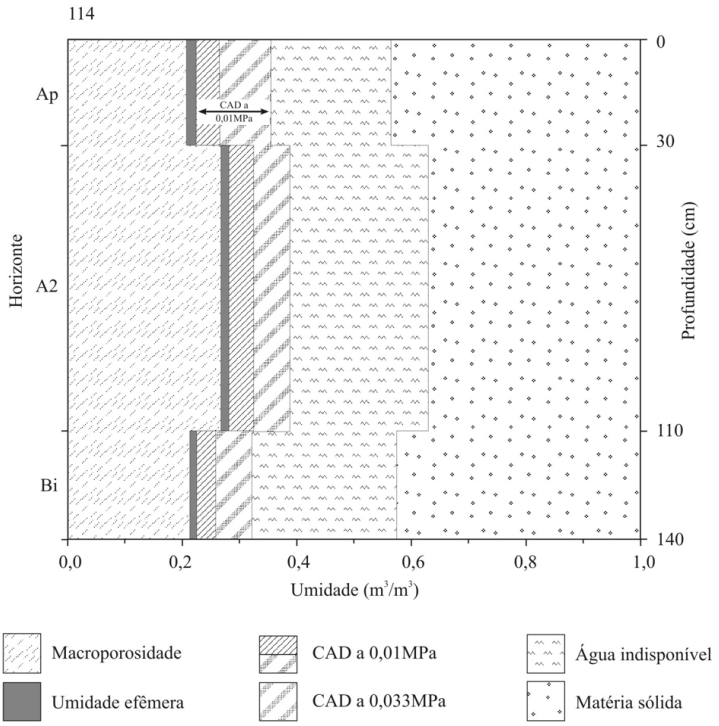
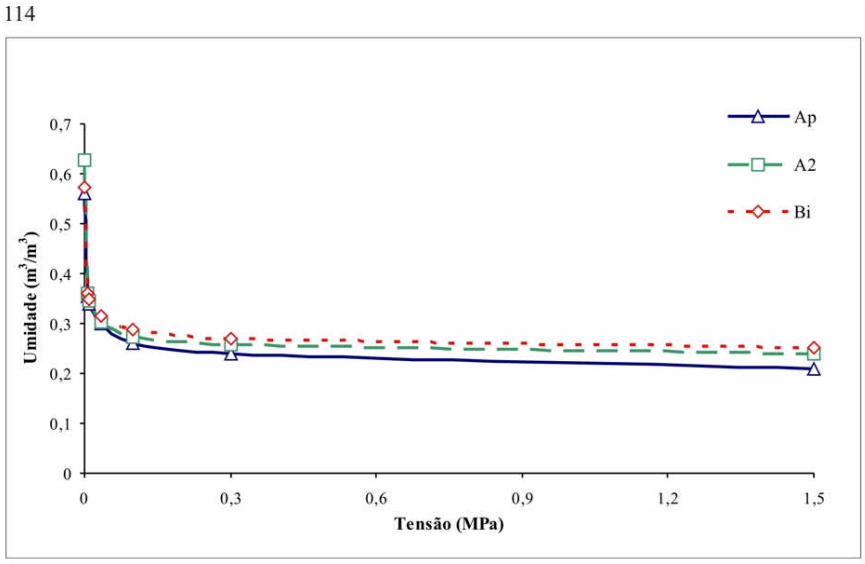


Figura 105 – Diagrama físico-volumétrico de Cambissolo Húmico distrófico típico, álico, em MVS, sob pastagem (perfil 114).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)						
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,30	1,5
Ap	0-30	11,4	0,562	0,356	0,339	0,299	0,260	0,239	0,208
A2	-110	6,8	0,627	0,361	0,347	0,304	0,273	0,258	0,241
Bi	-140	0,5	0,572	0,359	0,347	0,314	0,287	0,270	0,251

Figura 106 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Cambissolo Húmico distrófico típico, álico, em MVS, sob pastagem (perfil 114).

O teor de carbono é muito alto nos Cambissolos Húmicos, cerca do dobro do encontrado nos Cambissolos Háplicos. No entanto, os CHd são de baixa fertilidade, com baixo e médio teor de potássio assimilável, valores baixos e muito baixos de soma de bases, muito baixos de valor V, altos de alumínio trocável e saturação por alumínio. Já os CXbe apresentam elevada disponibilidade de nutrientes, com destaque para os valores muito altos de soma de bases, com saturação alta e muito alta e potássio trocável alto e médio. O perfil de CXbe sob cobertura de remanescentes florestais apresenta valores de indicadores de qualidade química próximos aos obtidos no perfil de pastagem.

Os Cambissolos Húmicos apresentam boas condições físicas para o desenvolvimento radicular até maiores profundidades, assim como podem absorver maior volume de água das precipitações pluviométricas, já que o horizonte Bi (que apresentou valores mais baixos de condutividade hidráulica) encontra-se mais profundo, resultando com isso em um menor escoamento superficial, quando comparado com os Cambissolos Háplicos. Em contrapartida, a baixa fertilidade e o elevado poder tampão do espesso horizonte A (devido ao alto teor de matéria orgânica) constituem restrições ao desenvolvimento radicular. Embora os Cambissolos Húmicos apresentem melhor qualidade física que os Cambissolos Háplicos, a restrita profundidade desses solos – com saprolito entre 80 a 150 cm da superfície – e a má qualidade física do horizonte Bi os tornam muito vulneráveis à erosão.

Planossolos

Foram avaliados sete perfis situados em áreas de pastagens, todos localizados em MIt. Cinco contêm determinações físico-hídricas. Apresentam elevada variabilidade espacial e foram avaliados conjuntamente, compreendendo *Planossolos Háplicos eutróficos* ou *sálicos* ou *alíticos*, *gleissólicos* e/ou *solódicos* e/ou *arênicos* e/ou *plínticos* e *Planossolos Nátricos órticos gleissólicos* (SXe).

São os solos de maior diferenciação vertical da área de estudo. Os perfis avaliados possuem horizonte A com espessura de 14 a 34 cm, com Ap de textura areia-franca ou franco-arenosa, contendo 40 a 121 g/kg de argila, com gradiente textural de 2,24 a 9,74, e horizonte diagnóstico subsuperficial (Btg) de textura variada, contendo 246 a 622 g/kg de argila, com atividade da argila variando de 22,0 a 82,0 $cmol_c$/kg de argila, evidenciando a presença de argilas 2:1, muitas vezes expansivas, conforme o DRX do perfil NORJ4 (Figura 83; Apêndices B e C).

Apresentam muito baixa a média profundidade ao horizonte B plânico (entre 14 e 58 cm); em geral, baixa a média profundidade ao saprolito (entre 65 e 210 cm). O horizonte superficial possui valores médios e altos de condutividade hidráulica e de macroporosidade, muito altos de capacidade de aeração e médios e muito altos de índice S. Em contrapartida, o horizonte B plânico apresenta a pior qualidade física dentre os solos avaliados da área de estudo, com valores muito baixos de todos esses indicadores, em concordância com os atributos morfológicos desses solos: estrutura (forte prismática ou em blocos angulares) e consistência desfavoráveis (muito dura e extremamente dura, muito firme; em geral, muito plástica e muito pegajosa). Apresentam CAD variando de média a alta, entre 0 e 30 cm de profundidade (Apêndice C). Por sua textura superficial leve, embora com alta relação silte/argila (em geral com valores entre 1,15 a 2,37), esperava-se que apresentassem valores muito altos de condutividade hidráulica, macroporosidade e índice S, assim como baixos valores de CAD. Diante disso, infere-se que ocorra certo grau de compactação no horizonte superficial, haja vista que a matéria orgânica, que poderia propiciar efeito condicionante, através da formação de agregados estáveis e contribuindo para uma adequada relação entre macro e microporos, encontra-se em baixos teores. A CAD entre 0 e 100 cm é média e alta, refletindo a contribuição do maior armazenamento em superfície (Figuras 107 e 108).

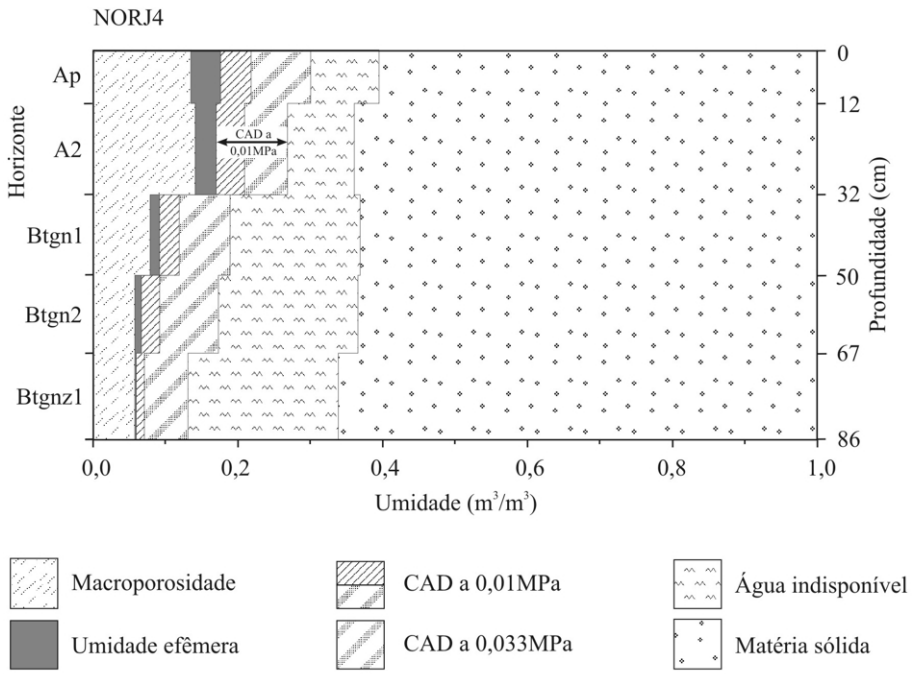
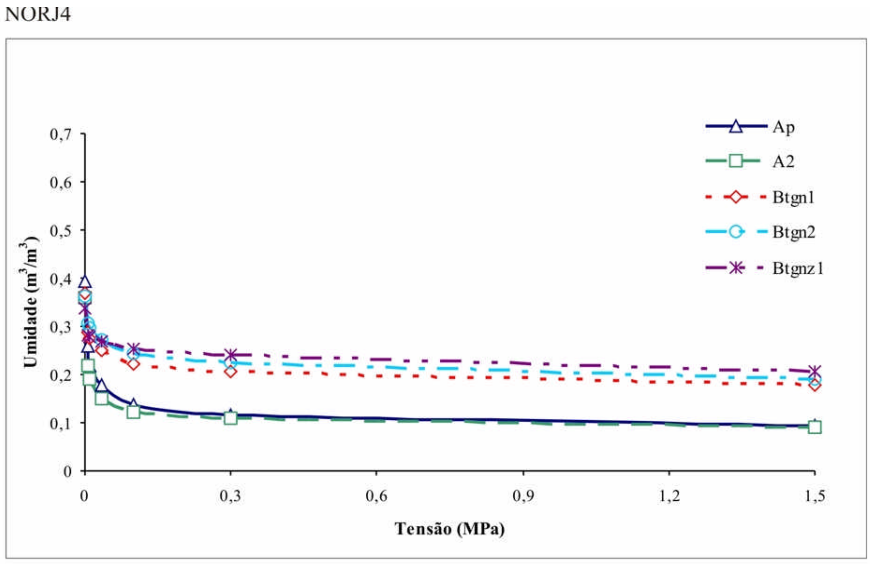


Figura 107 – Diagrama físico-volumétrico de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico, em MIt, sob pastagem (perfil NORJ4).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)						
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,30	1,5
Ap	0 - 12	1,1	0,393	0,259	0,218	0,177	0,137	0,115	0,094
A2	- 32	0	0,359	0,219	0,190	0,151	0,122	0,109	0,092
Btgn1	- 50	0	0,367	0,289	0,276	0,250	0,223	0,207	0,179
Btgn2	- 67	0	0,364	0,307	0,297	0,273	0,245	0,225	0,191
Btgnz1	- 86	0	0,337	0,280	0,278	0,268	0,254	0,241	0,207

Figura 108 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico, em MIt, sob pastagem (perfil NORJ4).

Os valores mais altos de alguns indicadores de qualidade química (nos perfis 71, NORJ5 e NORJ15), como é o caso da soma de bases e do valor V, são devidos ao cômputo dos valores analíticos de parte do horizonte B plânico no cálculo da média ponderada, tendo em vista que nesses perfis o Bt se inicia a menos de 30 cm da superfície. Apresentam valores de carbono orgânico muito baixos e baixos, os menores dentre os solos avaliados na região, pH adequado (classe média), potássio trocável baixo e médio, eventualmente muito altos, sugerindo o aporte de adubos nesses locais (perfil NORJ4); soma de bases média e alta, eventualmente baixa ou muito alta; saturação por bases média e alta; alumínio trocável e saturação por alumínio muito baixos, valores de fósforo disponível predominantemente muito baixos e baixos, por vezes médios ou até muito altos, indicando que esses locais já foram adubados (perfis NORJ5 e NS9).

Apresentam níveis variados de sódio trocável e de sais solúveis em diferentes profundidades no perfil, por vezes em níveis baixos, ora com valores altos em profundidades muito baixas ou baixas (Apêndice C). Portanto, a qualidade química desses solos é variável, principalmente em função do teor e da profundidade de ocorrência de sais solúveis e/ou de sódio trocável. Adicionalmente, a alta saturação por sódio em alguns locais pode estar contribuindo para a degradação física desses solos, já que causa dispersão das argilas, propiciando entupimento do espaço poroso e adensamento do horizonte Bt (DEXTER, 2004; ESTADOS UNIDOS, 1989; JACKSON, 1964; OLIVEIRA et al., 1992).

Esses solos apresentam importante contraste nas propriedades do horizonte superficial, de textura leve, que se sobrepõe subitamente ao horizonte Btg adensado e praticamente impermeável, de tal modo que, mesmo ocorrendo em áreas de declives suaves, são suscetíveis à erosão.

Gleissolos

Foram avaliados nove perfis, situados em áreas de pastagens: um localizado em MMi, com análise físico-hídrica; os demais, em MIt, sendo seis com constantes físico-hídricas. A avaliação foi realizada para todos os perfis conjuntamente, compreendendo *Gleissolos Háplicos Ta* ou *Tb eutróficos*, *solódicos* e/ou *vertissólicos* e/ou *cambissólicos* e/ou *salinos*, e *Gleissolos Háplicos Sódicos vertissólicos* (GXe).

Devido à origem aluvionar, esses solos apresentam grande variabilidade nas características morfológicas e analíticas, tanto ao longo do perfil quanto lateralmente. Em geral, têm alta profundidade ao saprolito, acima de 200 cm da superfície, mas ocorrem também solos mais rasos, como é o caso do perfil NORJ13, com saprolito a 85 cm de profundidade. Apresentam horizonte A com espessura de 4 a 38 cm sobreposto a horizontes hidromórficos (gleizados); por terem sofrido forte influência antrópica, em geral drenados, por vezes sistematizados para o cultivo de arroz, é comum a presença de Ap de espessura restrita (o que impossibilitou a sua amostragem com anéis de Uhland em alguns locais); muitas vezes apresentam condição de drenagem interna tendendo a imperfeita, conquanto em condições naturais apresentavam-se mal e muito maldrenados. Apresentam textura média, argilosa e/ou muito argilosa, com frações granulométricas distribuídas de modo bastante desuniforme ao longo do perfil, com atividade da argila de 23,0 a 53,0 $cmol_c$/kg de argila (eventualmente menor), indicando a presença freqüente de argilas 2:1, muitas vezes expansivas (Apêndice C).

Os valores dos indicadores de qualidade física do horizonte superficial são variados; predominam valores baixos de condutividade hidráulica, ocorrendo também altos e muito altos, macroporosidade baixa e média, eventualmente muito alta, capacidade de aeração e índice S desde muito baixos até muito altos. Em subsuperfície, a maioria dos valores é muito baixa para esses indicadores, conferindo má qualidade física a esses solos nas funções de

condução de água e ar, que são potencializadas pelas fortes restrições de drenagem interna logo abaixo do horizonte A, por vezes de escassa espessura. Possuem valores de CAD médios a muito altos – entre 0 e 30 cm – e médios e altos – entre 0 e 100 cm (Figuras 109 e 110).

Em geral, apresentam boa qualidade química entre 0 e 30 cm. Possuem carbono orgânico na categoria média, eventualmente baixo, valores adequados de pH (classe média), ocasionalmente baixos ou altos, potássio trocável médio e alto, por vezes muito alto, indicando efeitos de adubação (perfis NORJ16, 64 e 93), soma de bases muito alta e saturação por bases alta e muito alta, alumínio trocável e saturação muito baixos. O perfil 81, situado em MMi, apresenta fertilidade um pouco menor, com pH baixo, saturação por bases média e alumínio trocável baixo. Todos os perfis avaliados apresentam níveis médios de sódio (solódicos), que ocorrem em profundidades variadas, dentro de 75 cm a partir da superfície. Eventualmente, podem ocorrer solos com níveis altos de sódio trocável ou sais solúveis, em profundidades variadas (Apêndice C).

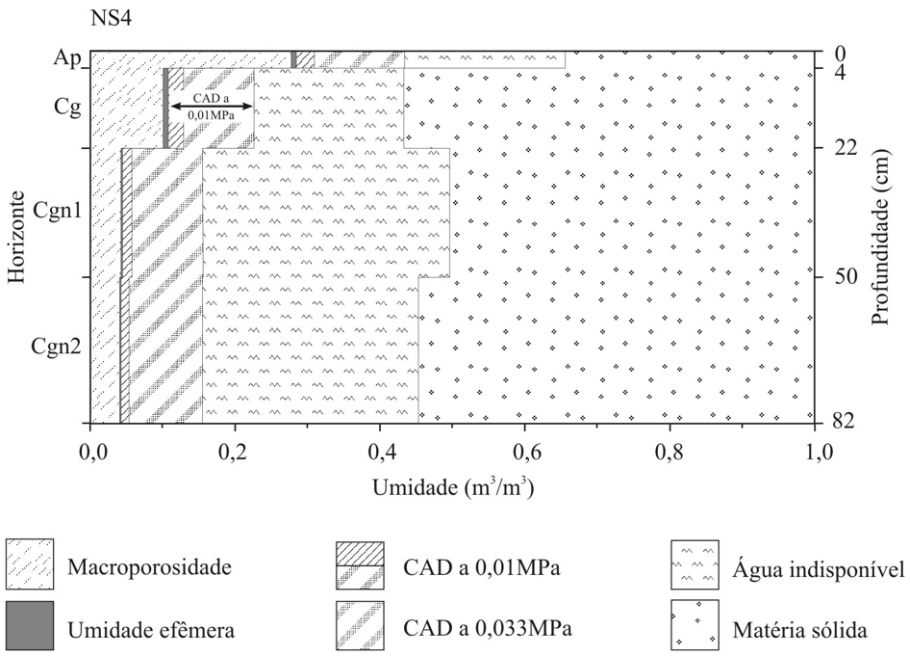
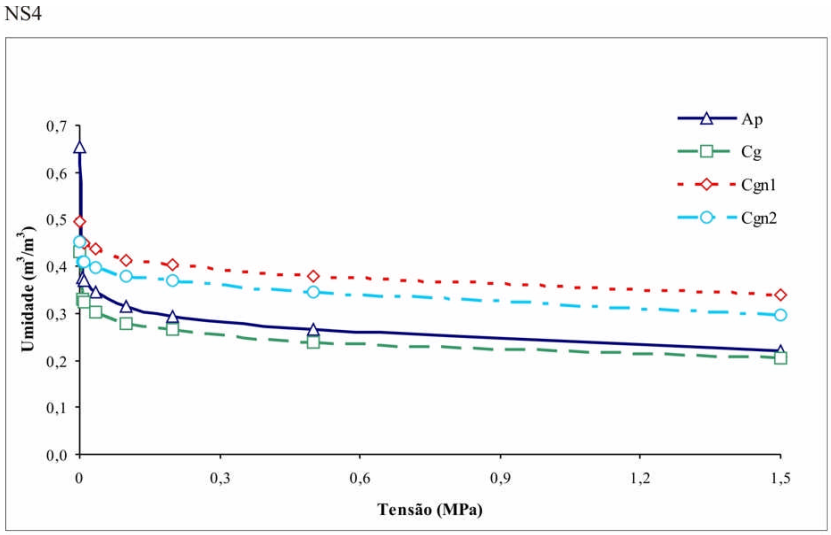


Figura 109 – Diagrama físico-volumétrico de Gleissolo Háplico Ta eutrófico solódico vertissólico em MIt, sob pastagem (perfil NS4).



			Retenção de umidade (m^3/m^3)							
Horizonte	Profund. (cm)	Cond. hidr. (cm/h)	0	0,006	0,010	0,033	0,10	0,20	0,50	1,5
Ap	0-4	>23,5	0,653	0,377	0,370	0,345	0,314	0,294	0,265	0,221
Cg	-22	0	0,431	0,331	0,324	0,303	0,279	0,266	0,238	0,206
Cgn1	-50	0	0,494	0,452	0,450	0,437	0,414	0,404	0,379	0,339
Cgn2	-82	0	0,451	0,410	0,409	0,398	0,378	0,370	0,345	0,297

Figura 110 – Curvas características de umidade e condutividade hidráulica de Gleissolo Háplico Ta eutrófico solódico vertissólico em MIt, sob pastagem (perfil NS4).

4.3.1. Análise comparativa da qualidade dos solos

Os indicadores de qualidade física (IQF) e química (IQQ) se mostraram adequados e complementares, para a avaliação da qualidade dos solos, tendo em vista as funções consideradas: condução de água e ar e elementos químicos, armazenamento de água, suscetibilidade à erosão, crescimento radicular, fertilidade do solo, suprimento de nutrientes para as plantas, atividade biológica e química, retenção de contaminantes, estabilidade do solo, seqüestro de carbono. Os valores mais elevados de coeficiente de variação ocorreram no indicador condutividade hidráulica, seguido de potássio trocável, por vezes ultrapassando 100%.

A qualidade física e química dos solos é distinta entre os macropedoambientes. Em MVS, MMi e MLM predominam solos relativamente homogêneos, com boa qualidade física e baixo nível de fertilidade, enquanto em MIt predominam solos com acentuada variação nas propriedades ao longo do perfil, com regular a má qualidade física em subsuperfície (principalmente relacionada à condução de água e de ar e suscetibilidade à erosão) e elevada disponibilidade de nutrientes.

Dentre os solos avaliados, a profundidade ao saprolito (que tem marcante influência no movimento de água no solo e na erodibilidade) habitualmente é muito alta nos Latossolos, seguidos dos Argissolos intermediários para Latossolos; alta e muito alta nos Argissolos, nos Argissolos intermediários para Nitossolos e nos Gleissolos; média e baixa nos Argissolos intermediários para Luvissolos, nos transicionais para Cambissolos, nos Luvissolos, nos Cambissolos e nos Planossolos – há que se ressaltar que esses solos, além de menos profundos, em geral também apresentam argila de atividade mais elevada (de alta atividade nos Luvissolos e Planossolos), com reflexos nas propriedades estruturais, resultando em solos mais suscetíveis à erosão.

Os IQFs condutividade hidráulica saturada (CH), macroporosidade, capacidade de aeração e índice S apresentam valores enquadrados em classes que têm certo grau de concordância entre si (Tabela 2; Apêndice C).

O índice S (DEXTER, 2004) possui grande sensibilidade às alterações no espaço poroso do solo, principalmente nos poros de maiores dimensões (macroporos). Esse autor destaca que em determinadas situações esse índice pode não funcionar adequadamente, tais como em solos de textura arenosa, com elevados teores de sódio (sódicos) e/ou presença de argilas expansivas. Na área de estudo, os resultados obtidos nos horizontes de textura areia-franca (Planossolos) e naqueles sódicos (Planossolos e Gleissolos) estão condizentes com os demais IQFs e com as características morfológicas desses horizontes. No entanto, para alguns solos que apresentam argilas expansivas e argilominerais 2:1, como é o caso dos Luvissolos (perfil PF1) e Argissolos intermediários para Luvissolos (perfil 76), os resultados não foram considerados adequados (tendo em vista que foram altos), da mesma forma que não o foram os valores obtidos dos demais indicadores (CH, macroporosidade, capacidade de aeração e CAD), sugerindo alteração na integridade dessas amostras.

Na Figura 111 são apresentadas as curvas características de umidade e os respectivos valores dos índices S, de horizontes diagnósticos subsuperficiais de três solos com propriedades físicas distintas: Planossolo Háplico sálico gleissólico (perfil NORJ4, horizonte Btgzn1), Argissolo Vermelho eutrófico típico (perfil NS3, horizonte Bt1) e Latossolo Amarelo distrófico típico, álico (perfil SR7, horizonte Bw2).

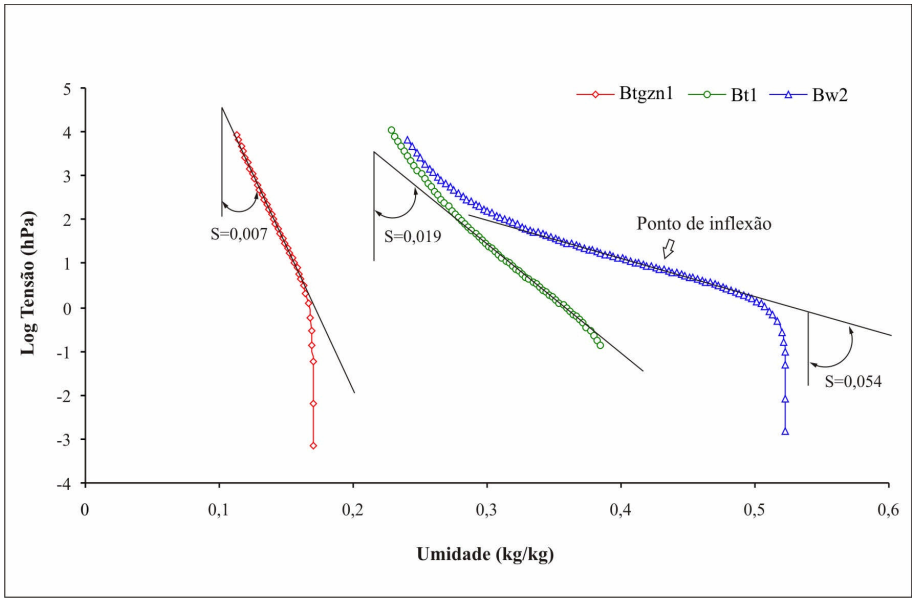


Figura 111 – Curva característica de umidade e índice S (Dexter, 2004) de Planossolo Háplico sálico solódico, Ta, epieutrófico (Btgzn1, perfil NORJ4), Argissolo Vermelho eutrófico típico (Bt1, perfil NS3) e Latossolo Amarelo distrófico típico, álico (Bw2, perfil SR7).

Quando se avaliam os solos em suas condições naturais, obtém-se a dimensão de suas propriedades intrínsecas. Nesse sentido, os valores dos indicadores de qualidade física apontam:

- No horizonte superficial: Os Latossolos e Argissolos sob cobertura de remanescente florestal (floresta: **flor**; capoeira: **cap**) apresentam boa qualidade física, com valores de IQFs (CH, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S) muito altos para os Latossolos e muito altos e altos para os Argissolos, evidenciando marcante contribuição da matéria orgânica nas propriedades físicas desses horizontes.
- No horizonte subsuperficial: Presumidamente pouco afetado pelos sistemas de produção, ocorre grande variabilidade nos IQFs condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S, reflexo das distintas propriedades estruturais e mineralógicas. Os Latossolos de MVS (de composição mineralógica gibbsítico-oxídica e caulinítico-oxídica, com predomínio de estrutura granular) apresentam valores muito altos e altos desses indicadores, seguidos dos Latossolos localizados nas áreas de clima seco (em MMi e MLM1, abaixo de 300 m de altitude) (de composição caulinítica e tendendo a

caulinítico-oxídica, com estrutura granular e em blocos subangulares), com valores altos. Nos Argissolos intermediários para Nitossolos (MIt), observam-se valores médios e altos desses indicadores; já os demais Argissolos (MIt e MLM1, eventualmente MMi), cauliníticos, com predomínio de estrutura em blocos subangulares e angulares, apresentam marcante piora na qualidade física em subsuperfície, com predominância de valores médios e baixos desses IQFs, eventualmente com macroporosidade e índice S muito baixos. Nos Luvissolos e Cambissolos Háplicos (MIt) – ambos com saprolito entre 80 e 150 cm da superfície, não avaliado, mas que em tese apresenta valores muito baixos de IQFs – verifica-se horizonte subsuperficial B com valores médios e baixos desses indicadores. Os Cambissolos Húmicos (MVS) apresentam melhor qualidade física que os Cambissolos Háplicos (MIt), com valores médios de condutividade hidráulica e altos para os demais indicadores. Os Gleissolos (MIt, eventualmente MMi) e Planossolos (MIt) – este o de pior qualidade física em subsuperfície da área de estudo –, ambos cauliníticos e com argilominerais do tipo 2:1, com predomínio de estrutura em blocos angulares, por vezes prismática, apresentam valores predominantemente muito baixos. Dexter (2004) comenta que solos sódicos representam um caso extremo da degradação física (Figuras 112, 113, 114 e 115).

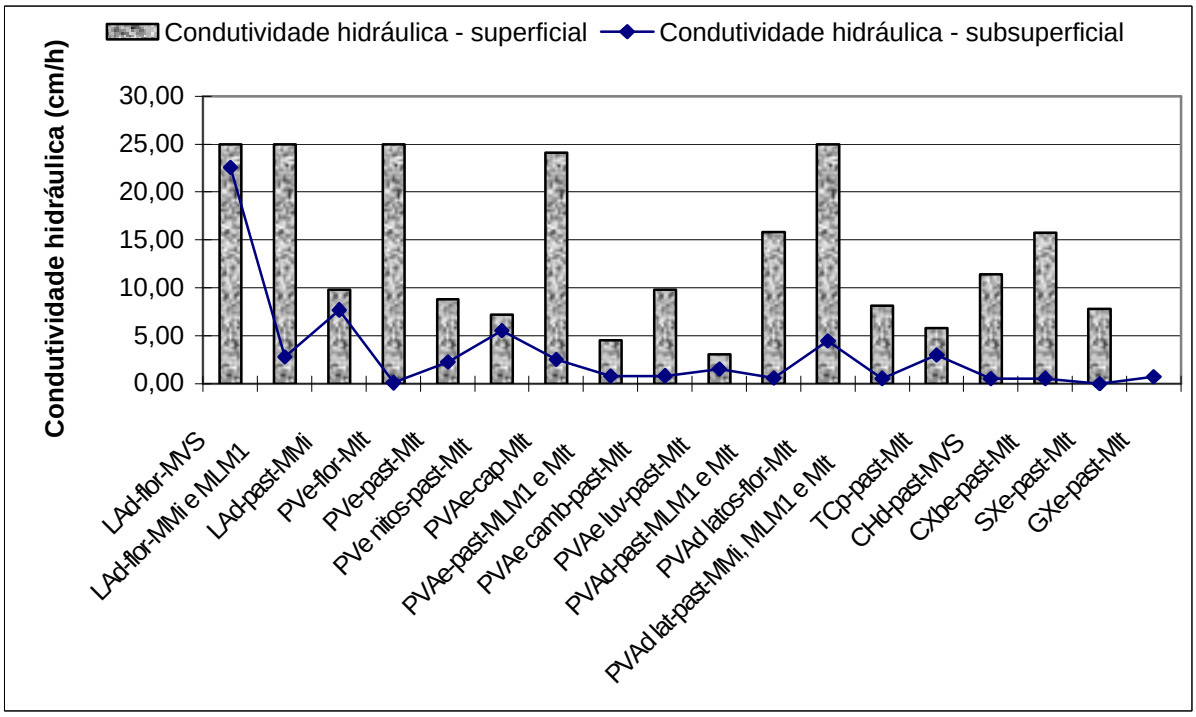


Figura 112 – Condutividade hidráulica (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

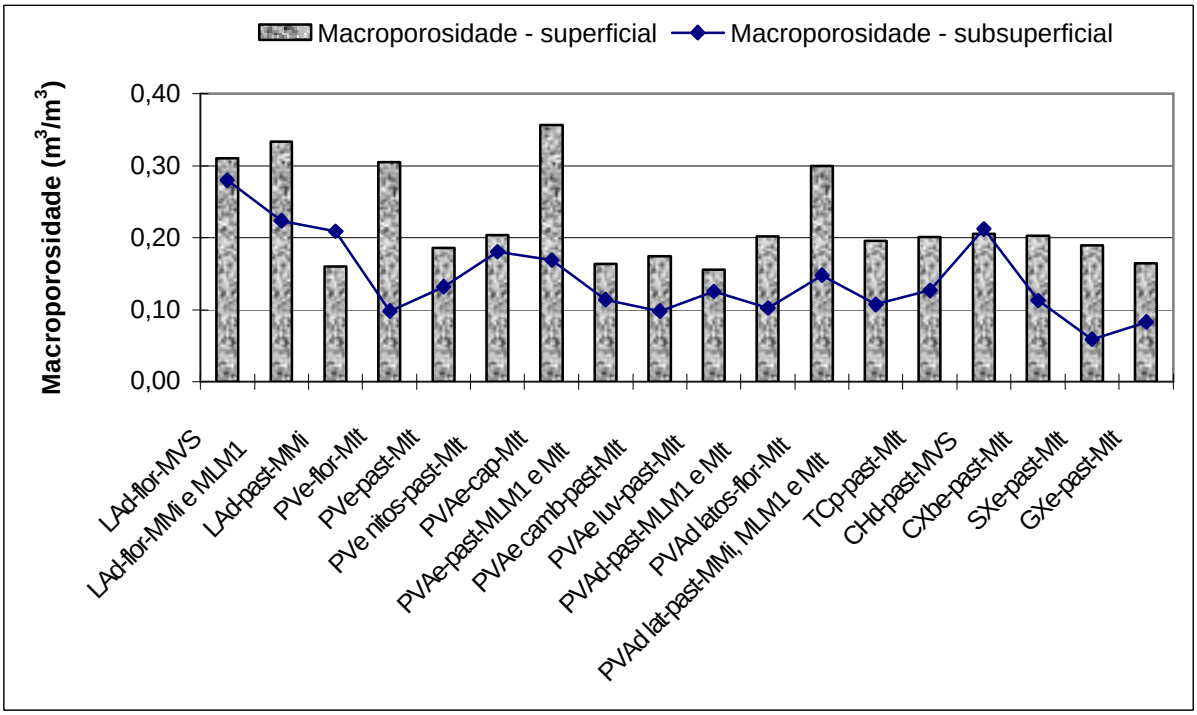


Figura 113 – Macroporosidade (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

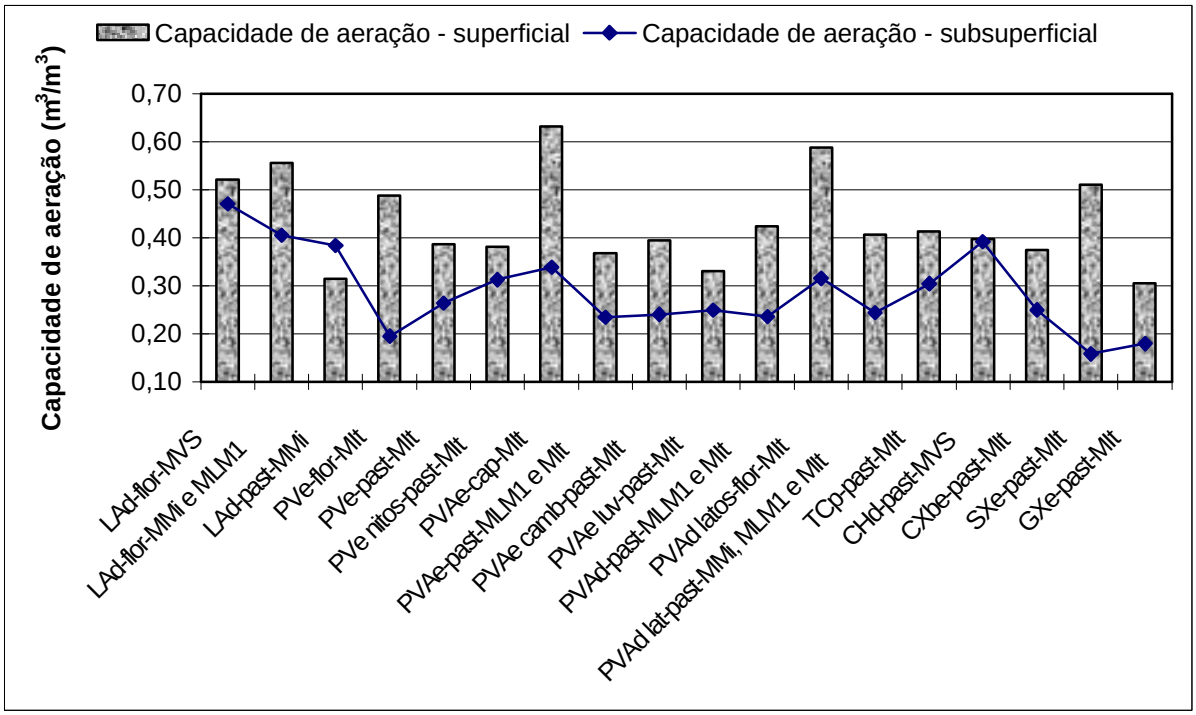


Figura 114 – Capacidade de aeração (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

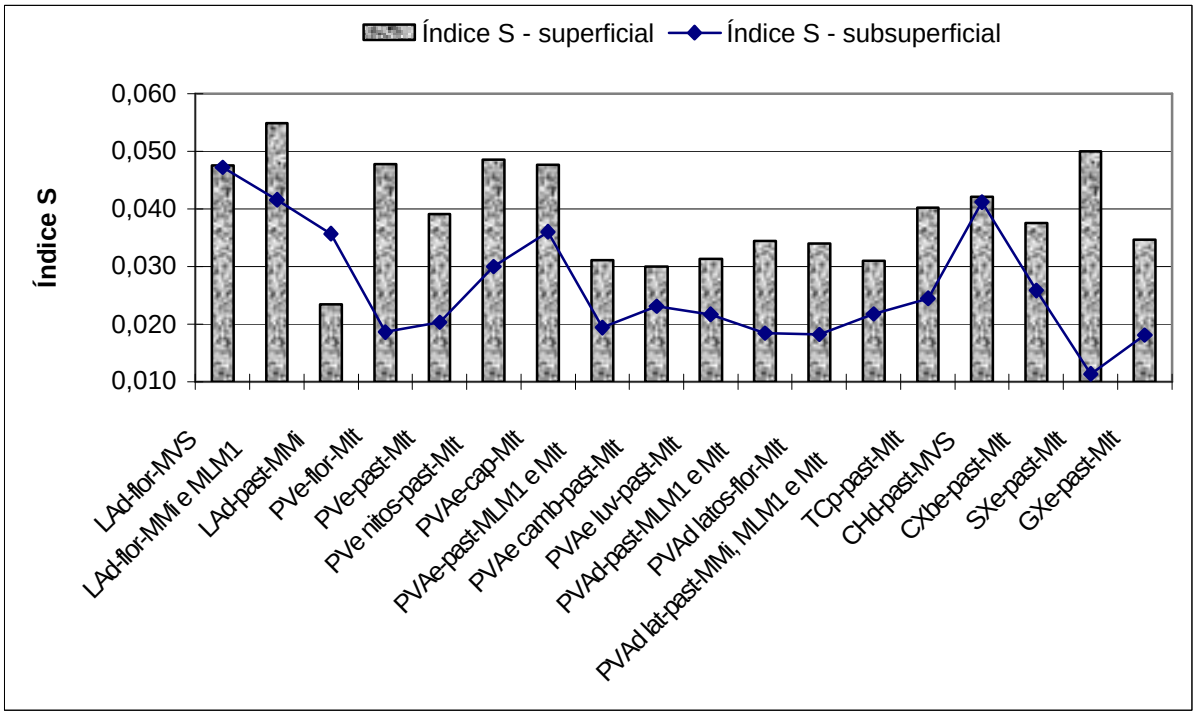


Figura 115 – Índice S (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Em decorrência da utilização com pastagens (**past**), ocorreu franca piora na qualidade física do horizonte superficial dos Latossolos e Argissolos, como evidenciado pelos menores valores dos IQFs (condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S), comparativamente aos locais de remanescentes florestais. Embora com grande variabilidade nos valores desses indicadores, ocorrem situações distintas entre os solos dos diferentes macropedoambientes: os Latossolos (MMi e MLM1) e Cambissolos Húmicos (situados em MVS) apresentam valores altos desses IQFs; seguem os Planossolos com valores médios e altos (possuem textura superficial arenosa), eventualmente com capacidade de aeração e índice S muito altos; Argissolos, Luvissolos e Cambissolos Háplicos (todos em MIt) com valores médios e altos, eventualmente com valores baixos de macroporosidade e índice S; com grande variabilidade nos valores desses indicadores, desde baixos até muito altos, os Gleissolos – ressalte-se que ocorre com freqüência horizonte Ap pouco espesso e que o horizonte subsuperficial apresenta valores desses IQFs predominantemente muito baixos (Figuras 112, 113, 114 e 115).

Em termos de armazenamento de água, entre 0 e 30 cm e entre 0 e 100 cm, predominam valores de capacidade de água disponível (CAD) na classe média para os Latossolos de MMi e MLM1 e média a alta para os Latossolos de MVS e os Planossolos (MIt). Os demais solos apresentam tendência de valores mais elevados nas camadas superficiais (dentro da seção de 0 a 100 cm), presumivelmente devido ao maior teor de matéria orgânica e ao menor teor de argila. Os Argissolos apresentam valores altos entre 0 e 30 cm, ocorrendo em menor proporção valores médios ou muito altos; entre 0 e 100 cm, observam-se valores médios, eventualmente altos. Verifica-se nos horizontes superficiais dos Latossolos e Argissolos tendência de valores de CAD ligeiramente mais elevados nos locais sob uso agrícola, comparativamente às áreas dos remanescentes florestais. Os Luvissolos e Cambissolos apresentam CAD muito alta em superfície e alta entre 0 e 100 cm. Os Gleissolos

(MIt) apresentam valores médios a muito altos na seção superficial e médios e altos entre 0 e 100 cm (Figura 116).

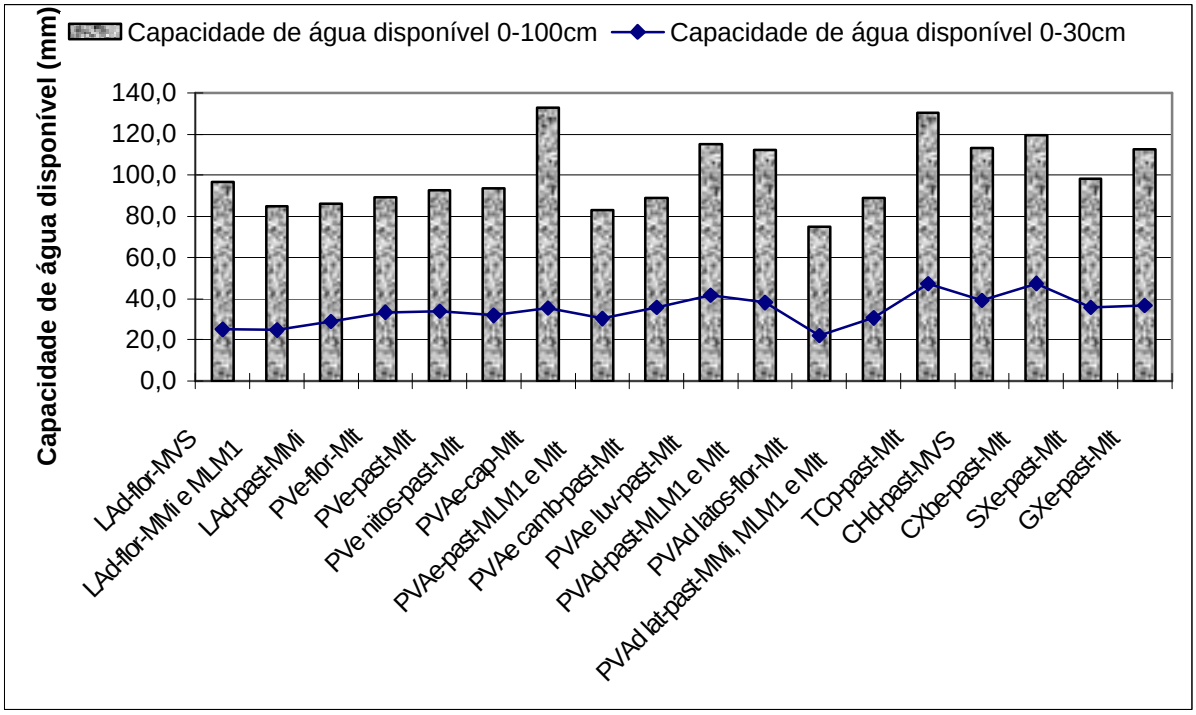


Figura 116 – Capacidade de água disponível (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Tendo em vista a restrita amostragem em áreas de remanescentes florestais e a grande variabilidade dos solos, não se obtiveram resultados conclusivos com relação às alterações na qualidade química, devido à utilização das terras em sistemas agrícolas. Em termos de carbono orgânico, os Latossolos e os Argissolos situados nas áreas com remanescentes florestais apresentam tendência de teores ligeiramente mais elevados que nas áreas com pastagens.

Os valores mais elevados de carbono orgânico ocorreram em MVS, situado no teto da paisagem regional, na classe muito alta, para os Cambissolos Húmicos (e Latossolos Amarelos distróficos húmicos), seguidos pelos Latossolos, na classe média a alta. Em outro extremo, os menores valores desse indicador – nas classes baixa e muito baixa – ocorreram nos Planossolos. Nos demais solos, os valores foram médios e médios a baixos (Figura 117).

Os valores de pH são muito baixos e baixos para os Latossolos (MVS, MMi e MLM1) e Cambissolos Húmicos (MVS); baixos para os Argissolos distróficos e médios (adequados) para os demais solos, todos eutróficos (Figura 117).

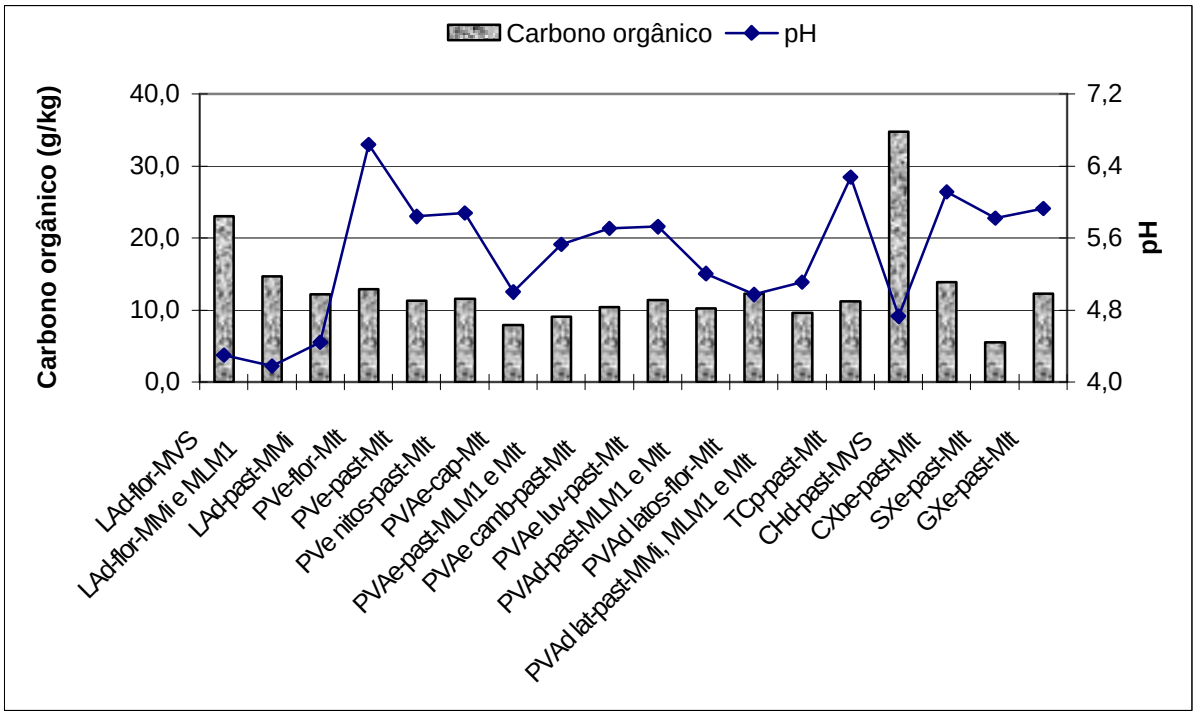


Figura 117 – Carbono orgânico e pH (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

O potássio trocável, de elevado coeficiente de variação, ocorre em níveis médios e baixos nos Latossolos, Argissolos intermediários para Luvissolos, Argissolos distróficos, Cambissolos Húmicos e nos Planossolos; em níveis médios e altos, nos demais solos avaliados (todos eutróficos). Em alguns locais, ocorrem em níveis muito altos, assim como o fósforo disponível, principalmente nos Gleissolos e Planossolos, indicando que esses locais já foram adubados (Figura 118).

Os valores de soma de bases (SB) são baixos e muito baixos nos Latossolos (MVS, MMi e MLM1) e Cambissolos Húmicos (MVS); médios e baixos nos Argissolos distróficos intermediários para Latossolos (MLM1 e MIt); médios nos Argissolos distróficos (MLM1 e MIt); médios e altos nos Planossolos, eventualmente baixos ou muito altos (MIt); altos para os Argissolos eutróficos (PVAe), eventualmente médios ou muito altos (MLM1 e MIt); altos

e muito altos para os Argissolos Vermelhos e Argissolos intermediários para Cambissolos; muito altos, em escala crescente de valor, para: Argissolos intermediários para Nitossolos, Cambissolos Háplicos eutróficos, Argissolos intermediários para Luvissolos, Gleissolos eutróficos e os que apresentam os valores mais elevados, Luvissolos (Figura 118).

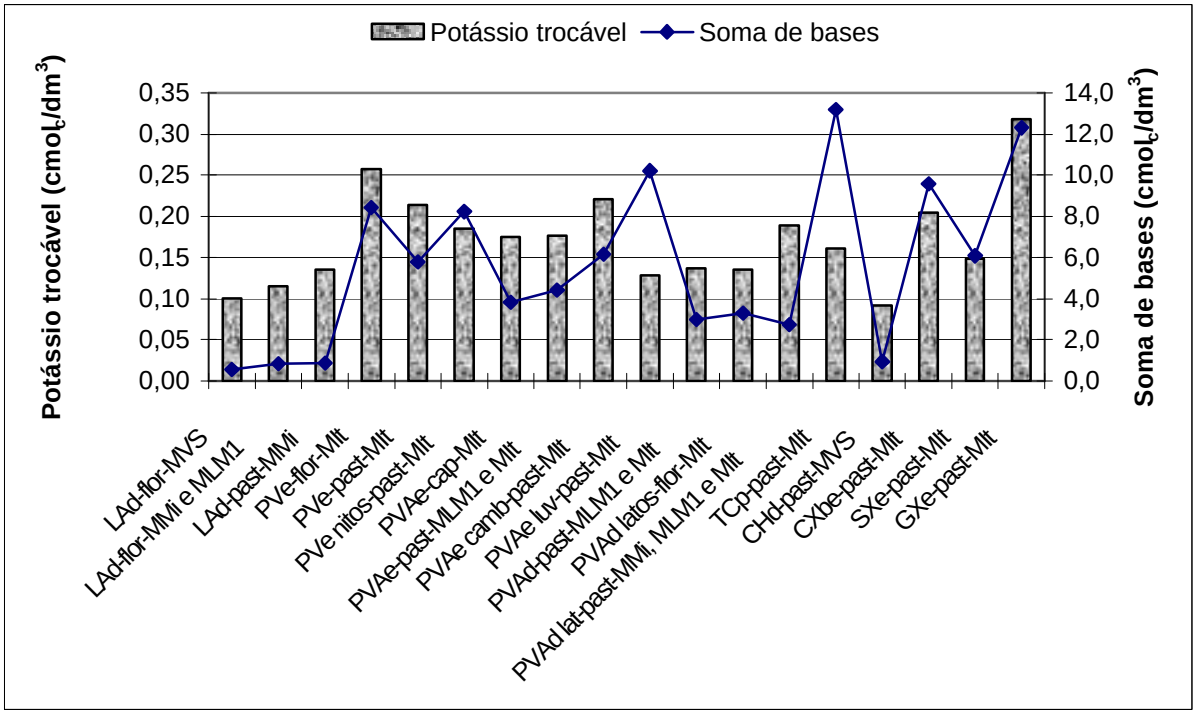


Figura 118 – Potássio trocável e soma de bases (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Ocorrem valores muito baixos de saturação por bases e altos de alumínio trocável nos Latossolos (MVS e MMi) e Cambissolos Húmicos (MVS); médios e baixos de valor V e baixos a altos de alumínio nos Argissolos distróficos intermediários para Latossolos; médios de valor V e baixos de alumínio nos Argissolos distróficos (PVAd). Nos demais solos (eutróficos), os teores de alumínio são muito baixos; a saturação por bases é alta e média nos Argissolos eutróficos (PVAe) e Planossolos; alta e/ou muito alta nos demais solos (Figura 119).

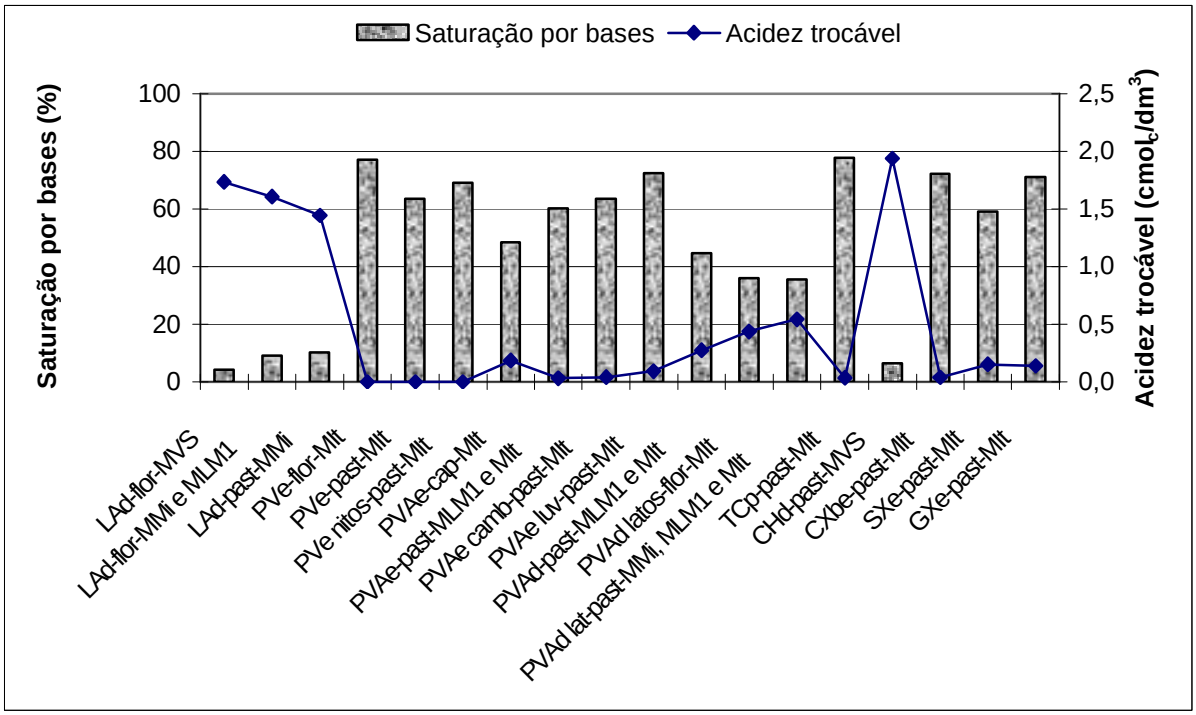


Figura 119 – Saturação por bases e acidez trocável (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Salvo alguns poucos locais que foram adubados, principalmente nas baixadas e áreas de relevo mais suave, a grande maioria dos solos apresenta valores de fósforo disponível muito baixos. Segundo Van Raij (1991), a deficiência de fósforo ocorre de forma generalizada no país.

Os valores dos indicadores pH em água, potássio trocável, soma de bases, saturação por bases, acidez trocável e saturação por alumínio evidenciam alta disponibilidade de nutrientes nos solos (em ordem decrescente de fertilidade): Luvissolos, seguidos dos Argissolos intermediários para Luvissolos; Cambissolos Háplicos eutróficos; Argissolos intermediários para Nitossolos; Argissolos Vermelhos; Argissolos eutróficos intermediários para Cambissolos; Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos eutróficos; de média disponibilidade de nutrientes: Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos. De média a baixa disponibilidade de nutrientes: Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos e intermediários para Latossolos. De baixa disponibilidade de nutrientes: Latossolos e Cambissolos Húmicos (Figuras 117, 118 e 119).

Os Gleissolos possuem alta disponibilidade de nutrientes, mas contêm níveis moderados de sódio trocável (solódicos) dentro de 75 cm da superfície; eventualmente, podem conter valores mais elevados de sódio e níveis tóxicos de sais solúveis em subsuperfície. Enquanto os Planossolos, com disponibilidade de nutrientes variada (em geral média e alta), podem conter, com certa freqüência, níveis elevados de sódio trocável e sais solúveis em subsuperfície.

4.4. Classificação Pedológica

Objetivando contribuir para a evolução do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), são propostas novas classes de solos, assim como a inclusão de critérios distintivos, baseados em perfis que compõem o estudo em questão, para serem avaliados, conjuntamente com uma amplitude maior de solos de outros locais, quanto à pertinência de serem incorporados ao SiBCS.

Terceiro nível categórico (grandes grupos)

Com base nas características do perfil PF3 (Apêndice C), sugere-se a distinção, em nível de grande grupo, dos *Gleissolos Háplicos Sódicos* e *Gleissolos Melânicos Sódicos*, conforme o seguinte critério: "solos com caráter sódico, em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm a partir da superfície", em analogia à classe Gleissolos Sálicos Sódicos (EMBRAPA, 2006, p. 148).

Quarto nível categórico (subgrupos)

Com base nas características dos perfis PRJ6 (EMBRAPA, 1979b), TH1 (SANTOS, 1986) e NORJ27 (Apêndices A, B, C), sugere-se a distinção, em nível de subgrupo, dos *Argissolos ... latossólicos*, conforme o seguinte critério: "solos intermediários para Latossolos, ou seja, com horizonte Bw ou horizonte Bt intermediário para Bw, com estrutura e cerosidade em grau não muito desenvolvidos, ambos abaixo do horizonte B textural e dentro de 200 cm da superfície do solo". Em analogia à classe Latossolos ... argissólicos (EMBRAPA, 2006, p. 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175).

Com base nas características dos perfis 67, 68, 87, NS6, NS7 e U6P1 (Apêndices A, B e C), sugere-se a distinção, em nível de subgrupo, dos *Argissolos ... cambissólicos*, conforme o seguinte critério: "solos com propriedades intermediárias para Cambissolos, ou seja, apresentando minerais primários alteráveis visíveis no perfil, a olho nu ou com o auxílio de uma lente de 10 X, e/ou fragmentos de rocha no horizonte B (exclusive BC ou B/C), porém

em porcentagens estimadas inferiores aos limites para definir horizonte B câmbico, dentro de 100 cm a partir da superfície do solo; ou com percentuais iguais ou maiores que 4% de minerais primários alteráveis e/ou 5% ou mais de fragmentos de rocha abaixo de 100 cm, mas dentro de 150 cm de profundidade". Em analogia à classe Luvissolos Crômicos Pálicos cambissólicos (EMBRAPA, 2006, p. 179). Critério aplicável também a Argissolos derivados de sedimentos coluvionares, colúvio-aluvionares e aluvionares.

Com base nas características dos perfis 59, 76, NORJ1 e NS8 (Apêndices A, B e C), sugere-se a distinção, em nível de subgrupo, dos *Argissolos ... luvissólicos*, conforme o seguinte critério: "solos que apresentam horizonte B (exclusive BC ou B/C) com argila de atividade maior que 17 $cmol_c$/kg de argila, associado a saturação por bases maior ou igual a 50%, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA)". Essa proposta de subgrupo não é análoga à outra.

Com base nas características do perfil 86 (Apêndices A, B e C), sugere-se a distinção, em nível de subgrupo, dos *Cambissolos Háplicos ... saprolíticos*, conforme o seguinte critério: "solos com horizonte Cr (brando) dentro de 100 cm da superfície do solo e sem contato lítico dentro de 150 cm da superfície do solo". Em analogia à classe Cambissolos Háplicos Carbonáticos saprolíticos (EMBRAPA, 2006, p. 125).

Sugere-se suprimir o subgrupo dos *Gleissolos ... neofluvissólicos*, tendo em vista que a grande maioria dos Gleissolos é desenvolvida de sedimentos aluvionares e atende ao critério: "solos intermediários para Neossolos Flúvicos, com caráter flúvico dentro de 100 cm a partir da superfície" (EMBRAPA, 2006, p. 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159).

Quinto nível categórico (família)

Com base nas características dos perfis NORJ4, NORJ6 e NORJ15 (Apêndices A, B e C), sugere-se a distinção, em nível de família, dos *Planossolos ...*, *endossalinos* (ou *endossálicos*, ou *endossódicos*, ou *endoalíticos*), conforme o seguinte critério: "solos que

apresentam caráter salino (ou sálico, ou sódico, ou alítico), abaixo de 30 cm, mas dentro de 120 cm da superfície do solo”. Em analogia à seção de controle utilizada pela FAO (1997) para os solos sálicos (dentro de 30 cm a partir da superfície).

Com base nas características do perfil NORJ13 (Apêndices A, B e C), sugere-se a distinção, em nível de família, dos *Gleissolos ...*, *endossalinos*, (ou *endossálicos*, ou *endossódicos*, ou *endoalíticos*), conforme o seguinte critério: “solos que apresentam caráter salino (ou sálico, sódico, alítico) abaixo de 30 cm, mas dentro de 120 cm da superfície do solo”. Em analogia à seção de controle utilizada pela FAO (1997) para os solos sálicos (dentro de 30 cm a partir da superfície).

4.5. Potencialidades e Limitações das Terras

São abordadas as vocações e restrições dos solos em sua ambiência, em especial relacionadas ao potencial agrícola, hidrológico, comportamento geotécnico e à vulnerabilidade a processos erosivos.

Tendo em vista as distintas características das terras, a presente avaliação foi realizada segundo a compartimentação da área em terras altas, isto é, aquelas posicionadas nas elevações e baixadas, que compreendem as planícies fluviais e as rampas suaves colúvio-aluvionares e aluvionares quaternárias.

4.5.1. Terras altas

Essas áreas apresentam relevo variado, predominando formas onduladas e forte onduladas, em geral cobertas por pastagens, restando somente 18% de remanescentes florestais da Mata Atlântica (CIDE, 2001b), concentrados principalmente nos locais mais elevados e íngremes, que, em geral, comportam solos de baixa fertilidade. As terras altas abrangem a maior parte da região noroeste fluminense, representando 85% de sua superfície (CARVALHO FILHO et al., 2008).

Apresentam restrições para utilização devido ao relevo, em geral acidentado, com implicações na suscetibilidade à erosão das terras. Em termos de agricultura, tais limitações, somadas à má distribuição das chuvas, restringem de forma significativa a exploração com lavouras anuais, ou mesmo com espécies perenes não adaptadas à deficiência hídrica, em especial quando não se pratica a irrigação.

Os principais solos das terras altas compreendem Argissolos e Latossolos. Ocupando áreas menos extensas, os Cambissolos e, de ocorrência restrita, Luvissolos, Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos.

O ordenamento seqüencial da descrição dos solos segue no sentido dos de maior evolução para os de menor evolução pedogenética.

Latossolos

O relevo predominantemente acidentado e a estacionalidade climática, com período seco pronunciado, constituem fatores restritivos à utilização agrícola das terras, além da baixa fertilidade natural dos solos.

Compreendem solos com baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas, com baixa a muito baixa soma de bases trocáveis, pH baixo e muito baixo e saturação por alumínio alta. Os Latossolos com teores mais elevados de matéria orgânica (húmicos), em que pese a grande contribuição desta na melhoria das propriedades físicas, apresentam elevada capacidade de troca catiônica e, em conseqüência, elevado poder tampão, o que os torna de manejo difícil no que se refere à correção de sua acidez (Apêndice C).

A deficiência hídrica, regionalmente acentuada no período de estiagem e por ocasião dos veranicos, constitui importante fator limitante à exploração agrícola. Nos locais de temperaturas mais amenas e com maiores índices pluviométricos, como é o caso de MVS, as deficiências hídricas são menores (Figura 120). Embora apresentem média capacidade de água disponível, é de se esperar que culturas de sistema radicular profundo e adaptadas à deficiência de fertilidade possam explorar maior volume de solo para suprir as necessidades hídricas, tendo em vista a elevada friabilidade e facilidade de penetração das raízes, em parte pelo predomínio da estrutura em pequenos grânulos (Apêndices B e C).

Embora esses solos possuam elevados teores de argila, suas propriedades estruturais condicionam grande espaço poroso e atributos físico-hídricos favoráveis, reflexo de sua composição mineralógica, em especial da gibbsita (FERREIRA et al., 1999a, 1999b; RESENDE et al., 2002, 2005), induzindo a um comportamento como se fossem de textura menos argilosa, de tal forma que apresentam boa permeabilidade à água e relativamente baixa suscetibilidade à erosão (Apêndice C). No entanto, o relevo acidentado, freqüente na área, é fator agravante, em especial quando o solo não se encontra protegido pela cobertura vegetal

e/ou ocorre escoamento concentrado das águas, o que pode provocar erosão, em especial na forma de sulcos. Em termos gerais, as boas características físicas dos solos (profundos, muito porosos, permeáveis, bem e acentuadamente drenados), aliadas à conformação convexa das encostas, contribuem para que esses locais estejam atualmente com o menor nível de degradação das terras altas da região (Figura 121).

A limitação para o uso de motomecanização constitui forte condicionante à utilização dessas terras de forma mais intensiva. O relevo tem um papel restritivo determinante, tendo em vista o predomínio de colinas (mar de morros) e montanhas, geralmente com declives elevados. As áreas de relevo ondulado e suave ondulado – em geral, situadas nos topos e no sopé das encostas – são descontínuas e pouco extensas, dificultando sua mecanização de forma intensiva. Em contrapartida, os solos apresentam boas condições intrínsecas para a utilização de maquinarias agrícolas, ou seja, são bem drenados, profundos e friáveis. Tendo em vista que a mecanização deve ser utilizada respeitando-se os preceitos conservacionistas, a aração morro-abaixo, comumente utilizada na região, não é aqui considerada.

Figura 120 – Lavoura de café arábica em MVS, próximo ao perfil NORJ9 (município de Bom Jesus do Itabapoana).

Figura 121 – Paisagem de Latossolos em relevo forte ondulado e montanhoso, drenada pelo rio Itabapoana, em MLM2, entre Bom Jesus do Itabapoana e Rosal.

Os Latossolos apresentam elevada homogeneidade nos atributos morfológicos e químicos e destacada qualidade nos atributos físicos. Portanto, nas áreas de relevo mais suave (suave ondulado e ondulado), que, em geral, são pouco amplas e descontínuas, apresentam potencialidade ao uso agrícola em sequeiro com culturas anuais ou perenes tolerantes à deficiência hídrica estacional, sendo necessária a aplicação de adubos e corretivos (Figura 120). Nos locais de clima mais seco, do tipo Aw, a garantia de sucesso da produção agrícola está condicionada, conforme a cultura, ao emprego da irrigação (principalmente no período de estiagem).

As áreas de relevo mais acidentado (forte ondulado) devem ser utilizadas com culturas perenes que ofereçam boa cobertura e proteção ao solo frente aos processos erosivos, adotando-se técnicas de conservação de solos. A pecuária deve ser praticada utilizando-se forrageiras que ofereçam bom recobrimento ao solo – em especial as estoloníferas – e adequado manejo das pastagens.

Em termos gerais, os locais de relevo mais suave são adequados para urbanização e obras viárias (apresentam boas condições de trafegabilidade pouco tempo após as chuvas). Segundo Oliveira (2001), a baixa atividade da fração argila desses solos (horizonte Bw) os torna um excelente material para piso de estradas. Por serem fáceis de cavar e porosos, os locais de solos espessos podem comportar cemitérios, assim como fossas sépticas de pequeno porte. Em virtude de sua permeabilidade e baixa capacidade adsortiva, esses solos são pouco filtrantes; portanto, apesar de sua espessura, há elevado risco de contaminação dos aqüíferos pela deposição de material tóxico (OLIVEIRA, 1999, 2001).

Argissolos

A estacionalidade das precipitações pluviométricas, a impraticabilidade da motomecanização nas áreas mais declivosas e a elevada suscetibilidade à erosão constituem as principais restrições ao uso agrícola.

Esses solos apresentam desde baixa a alta disponibilidade de nutrientes, de acordo com as suas diferentes classes. Os que possuem alta fertilidade compreendem: Argissolos intermediários para Luvissolos; Argissolos Vermelhos, intermediários para Cambissolos (todos no MIt); seguidos dos Vermelho-Amarelos eutróficos e Amarelos eutróficos. Os de média reserva de nutrientes, eventualmente baixa, são os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e os Amarelos distróficos (Apêndice C).

Como já comentado, a estacionalidade pluviométrica constitui uma forte limitação à utilização das terras com agricultura na área de estudo. Presume-se que a deficiência hídrica para as plantas perenes seja um pouco mais rigorosa nesses solos (em relação aos Latossolos), como evidenciado pela vegetação natural mais decídua, embora apresentem predomínio de valores de CAD na classe alta entre 0 e 30 cm de profundidade (Apêndice C). Adicionalmente, a penetração das raízes é restringida devido às características físicas do horizonte Bt dos Argissolos (principalmente naqueles com argila de atividade um pouco mais

elevada), em especial pela estrutura moderada a forte em blocos e consistência dura quando seco, reflexo da menor participação da matéria orgânica do solo (MOS), do seu elevado teor de argila e de sua mineralogia predominantemente caulinítica (com restrita presença de gibbsita e outros óxidos) (Apêndices A, B e C).

Por outro lado, a menor permeabilidade desses solos, principalmente em subsuperfície, pode se constituir em vantagem em termos de disponibilidade hídrica. Além da menor perda de nutrientes por lixiviação – haja vista que esses solos perdem umidade de forma lenta (VAN LIER, 2000) –, conservam água para as plantas por um período maior (em relação aos Latossolos).

Tal deficiência é mais sentida nos locais secos de MIt e nas áreas de relevo acidentado e ravinado, onde a penetração das águas das chuvas é menor e os solos tendem a ser menos profundos (cambissólicos e/ou luvissólicos), como habitualmente indicado pela vegetação natural de floresta tropical caducifólia. Nas posições mais elevadas (MLM2), o clima é ameno e os Argissolos, em geral, profundos (latossólicos), apresentam menor deficiência hídrica, como evidenciado pela vegetação natural de floresta tropical subperenifólia. Nas áreas de relevo suave, a utilização da prática da irrigação apresenta-se como alternativa para contornar tal restrição.

Habitualmente, são bem drenados, com boa aeração, podendo haver pequena deficiência de oxigênio para as plantas no topo do horizonte Bt, mas por curtos períodos de tempo, em especial nos solos com mudança textural abrupta. Exceção se verifica nas restritas áreas de Argissolos intermediários para Planossolos, em geral vizinhas às baixadas, onde pode ocorrer excesso de água em subsuperfície por ocasião de chuvas mais intensas.

Os Argissolos apresentam elevada suscetibilidade aos processos erosivos. O acentuado gradiente textural, típico desses solos, assim como o elevado teor de argila dos horizontes subsuperficiais, conjugado à estrutura em blocos moderadamente desenvolvida, restringem a

percolação das águas das chuvas, favorecendo o escoamento superficial e a erosão do solo, sobretudo do tipo laminar. Tal fato é mais acentuado onde ocorre, com relativa freqüência, uma ligeira compactação da parte superficial do solo provocada pelo pisoteio do gado.

Os processos erosivos mais intensos são observados nos locais íngremes, onde ocorre concentração de águas das chuvas oriundas de estradas e caminhos, por vezes conformando voçorocas profundas quando se atinge o saprolito friável (Figura 54). Do mesmo modo, ocorre nos locais em que os currais de gado de leite estão posicionados no sopé de elevações declivosas, onde o rebanho é forçado a transitar regularmente no sentido do declive, provocando a compactação do solo e estabelecendo caminhos preferenciais de escoamento das águas, que, com o tempo, provocam erosão em sulcos que podem evoluir para ravinas (Figura 122).

Os Argissolos Vermelhos eutróficos típicos ou abrúpticos são muito afetados pelos processos erosivos, tanto por suas características estruturais, reflexo de sua mineralogia, alto teor de argila, habitualmente com elevado incremento em profundidade, quanto por seu posicionamento, em geral em relevos acidentados e com vertentes ravinadas (evidenciando, nesses locais, forte influência da litoestrutura geológica). Tais características, somadas ao fato de ocorrerem em áreas secas e serem utilizados de forma relativamente mais intensiva, por sua alta fertilidade natural, resultam em elevado grau de degradação, em especial nas áreas de relevo acidentado, como os bordos dos maciços montanhosos e os degraus íngremes que em geral margeiam MVS e MLM2 (Figura 54). Esses locais compreendem as áreas de maior fragilidade ambiental de toda a região, devendo, em sua maioria, ser destinadas à preservação da vegetação nativa, com possibilidade de exploração restrita aos terrenos menos declivosos, mesmo assim com uso intensivo de práticas conservacionistas (Figura 123).

Figura 122 – Processos erosivos provocados pelo manejo do gado em Argissolos Vermelhos situados em relevo forte ondulado e ondulado (MIt) (próximo a São José de Ubá).

Figura 123 – Borda da serra do Monte Verde, integrada por Argissolos (MIt) e afloramentos de rocha, a sudoeste de Monte Verde (município de Cambuci).

Os Argissolos intermediários com Luvissolos e com Cambissolos apresentam vulnerabilidade ainda mais alta aos processos erosivos. Em geral, situam-se em áreas acidentadas e com vertentes plano-inclinadas e ravinadas, com marcante influência

litoestrutural. Possuem saprolito menos profundo (habitualmente a cerca de 70 a 180 cm da superfície), em geral friável, que, quando exposto, pode favorecer a incisão de grandes ravinas (Figura 124).

Os Argissolos intermediários para Latossolos apresentam menor incremento de argila ao longo do perfil e possuem propriedades estruturais nos horizontes profundos (Bw) que condicionam maior porosidade e permeabilidade, de tal modo que, em consonância com o relevo de topos ondulados e encostas convexas em que ocorrem, são menos vulneráveis aos processos erosivos que os demais Argissolos (Figuras 33 e 34).

O relevo declivoso e a fisiografia irregular impõem fortes restrições à mecanização de boa parte dessas terras. No entanto, verifica-se de forma relativamente freqüente a prática da aração com trator no sentido morro-abaixo em áreas declivosas, constituindo-se em um dos fatores responsáveis pelo agravamento dos problemas de erosão na região (Figuras 51 e 52).

Conquanto possuam elevada variabilidade nas características dos solos, com restrições nas propriedades físicas, nas áreas de relevo mais suave (suave ondulado e ondulado com baixa densidade de ravinamento), que normalmente conformam polígonos descontínuos e pouco extensos, os Argissolos apresentam boa potencialidade ao uso agrícola em sequeiro com espécies anuais e perenes tolerantes à elevada deficiência hídrica estacional. No entanto, a garantia da produção agrícola em níveis elevados e de forma continuada é dependente da utilização da prática da irrigação (Figura 125).

Figura 124 – Processos erosivos provocados pelo uso da terra em Argissolos Vermelhos intermediários para Luvissolos (MIt) (serra Vermelha, município de Itaocara).

Figura 125 – Lavoura de tomate irrigado em área de Argissolo Vermelho-Amarelo (MIt), próximo ao perfil 67 (município de São José de Ubá).

As áreas de relevo acidentado (ondulado com elevada densidade de ravinamento e forte ondulado), em sua maioria de elevada vulnerabilidade aos processos erosivos, devem ser utilizadas com forrageiras e cultivos que ofereçam boa cobertura ao solo, adotando-se técnicas de conservação de solos e manejo adequado. A manutenção das rodovias é bastante problemática e a trafegabilidade é dificultada por ocasião das chuvas, verificando-se fortes processos erosivos lineares nos locais em que o saprolito é exposto.

Em termos gerais, os locais de relevo suave são adequados à urbanização e a obras viárias. Tendo em vista que são relativamente pouco permeáveis em subsuperfície, o que resulta em maior tempo de residência da água, nos locais em que possuem média a alta capacidade adsortiva e onde o saprolito se encontra a maiores profundidades, esses solos têm a capacidade de reter compostos orgânicos, herbicidas e pesticidas (LAIRD e SAWHNEY, 2002; citados por KÄMPF e CURI, 2003).

Luvissolos

São pouco freqüentes, em geral situados em locais de relevo forte ondulado com vertentes ravinadas e em áreas acidentadas, de clima mais seco. São menos intemperizados e espessos (saprolito entre 70 e 150 cm da superfície) que os Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, aos quais se encontram associados, apresentando restrições ao uso mais elevadas que estes.

Estão entre os solos mais férteis da região. No entanto, a alta capacidade de expansão, de contração e de adsorção de água, pela presença expressiva de esmectita na fração argila, confere a esses solos efeitos físicos que dificultam o seu manejo, em especial com relação à consistência: quando secos, são muito duros e fendilham; quando úmidos, são muito plásticos e pegajosos, de tal forma que é estreita a faixa de umidade ótima para trabalhá-los (Apêndices A, B e C). Stammel (1996) comenta que a expansão e a fácil dispersão da esmectita em água conferem aos solos esmectíticos alta suscetibilidade à degradação e à erosão hídrica.

Quando situados em áreas de relevo declivoso, como bastante freqüente, esses solos apresentam elevada suscetibilidade à erosão; por serem relativamente mais utilizados, devido a sua alta fertilidade natural, em geral se encontram bastante degradados, da mesma forma como ocorre com os Argissolos Vermelhos e os Argissolos intermediários com Luvissolos. O emprego de mecanização se restringe a algumas práticas culturais e à tração animal. O revolvimento do solo deve ser evitado, de modo a não expô-lo a agentes erosivos.

Quando situados em áreas de relevo suave – o que é incomum na área de estudo –, em que pesem as restrições nos atributos físicos e a necessária adoção de práticas de controle dos processos erosivos, esses solos apresentam elevada potencialidade ao uso agrícola e são adequados para irrigação. Devido à presença de argilominerais do tipo 2:1, por vezes com presença expressiva de esmectita, esses solos têm capacidade de reter compostos orgânicos, herbicidas e pesticidas (LAIRD e SAWHNEY, 2002, citados por KÄMPF e CURI, 2003). Em decorrência dos fenômenos de contração e expansão são, também, impróprios para obras de engenharia, tais como tubulações enterradas, edificações e obras viárias.

Chernossolos Argilúvicos

São de ocorrência restrita. Apresentam elevada similaridade com os Luvissolos, com os quais se encontram associados, diferenciando-se por apresentarem horizonte A mais espesso (A chernozêmico). São relativamente equivalentes em termos de potencialidades e limitações.

Cambissolos Háplicos e Húmicos

Situados em áreas acidentadas e de elevada vulnerabilidade aos processos erosivos, apresentam restrições muito fortes ao uso.

Têm fertilidade natural variada. Os Cambissolos Háplicos situados em MIt possuem alta disponibilidade de nutrientes, enquanto os localizados nas posições elevadas de MLM2 e

MVS, assim como os Cambissolos Húmicos, são mais lixiviados e menos férteis (Apêndice C).

Em geral, em altitudes inferiores a 400 m, a deficiência hídrica é acentuada, agravada pela menor espessura desses solos, como indicado pela vegetação natural de floresta tropical caducifólia e subcaducifólia. Em locais elevados do relevo (MLM2 e MVS), a deficiência hídrica é menos acentuada, como inferido a partir da menor caducidade da vegetação natural (floresta tropical subperenifólia); quando mais espessos e/ou com altos teores de matéria orgânica (Cambissolos Húmicos), apresentam maior CAD.

A suscetibilidade à erosão é muito elevada em razão do relevo acidentado em que ocorrem, além da pequena profundidade do saprolito, geralmente entre 70 e 150 cm da superfície. Os Cambissolos Háplicos de MIt apresentam como fator agravante fraco grau de agregação do horizonte Bi, que se encontra próximo da superfície. Em muitos desses locais, ocorre elevado ravinamento, indicando forte influência do controle litoestrutural nos processos erosivos lineares.

O uso de mecanização se restringe a algumas práticas culturais e à tração animal, tendo em vista que, além de ocorrerem em áreas declivosas, apresentam freqüentemente pedregosidade e/ou rochosidade. Tais problemas, considerados conjuntamente, conferem a esses solos reduzido potencial de utilização.

Neossolos Litólicos e Regolíticos

Em função da elevada declividade das áreas em que ocorrem, da pequena espessura – com freqüente ocorrência de cascalhos, pedras e rochas – e da reduzida capacidade de armazenamento de água, essas terras são consideradas inadequadas para a agricultura e pecuária, sendo indicadas para preservação da flora e fauna.

4.5.2. Baixadas

São áreas de elevada importância em termos ambientais e de potencial de utilização, principalmente em termos agronômicos e hidrológicos. Configuram relevo plano e suave ondulado, com declives inferiores a 6%, abrangendo 15% da região noroeste fluminense (CARVALHO FILHO et al., 2008).

Essas terras sofreram intenso desmatamento, restando atualmente menos de 5% de remanescentes florestais de Mata Atlântica (CIDE, 2001b). Atualmente, são utilizadas predominantemente com pastagens. A maior parte dos núcleos urbanos da região está aí localizada.

As principais limitações estão relacionadas à drenagem deficiente, tanto interna ao perfil do solo quanto pelo risco de encharcamento superficial e de inundação nas posições mais baixas (muitas delas drenadas e sistematizadas no final da década de 1970), somadas à má distribuição das chuvas. Verificam-se também, em diversos locais, principalmente em subsuperfície, camadas de reduzida aeração e de permeabilidade muito baixa, de argilas expansivas, bem como de elementos corrosivos e tóxicos às plantas (sais e sódio).

Embora possuam declividades baixas, as camadas estratificadas, somadas às propriedades estruturais desfavoráveis, tornam essas áreas vulneráveis a processos erosivos em alguns locais, como é o caso das baixadas situadas próximas aos relevos íngremes – principalmente onde o nível de base foi rebaixado – que apresentam risco de erosão linear conectada à rede de drenagem.

No geral, possuem elevada potencialidade ao uso agrícola. No entanto, pelo risco de contaminação do lençol freático, geralmente situado a pouca profundidade, apresentam sérias limitações como local para receber resíduos industriais ou urbanos, tornando-se inadequadas a aterros sanitários e cemitérios.

As características desses solos, tipicamente de elevada variabilidade espacial, guardam estreita relação com as áreas-fonte dos sedimentos e com a sua condição de drenagem. Predominam Gleissolos Háplicos, seguidos de Planossolos, Cambissolos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares ou aluvionares), Argissolos Amarelos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares) e, abrangendo áreas menos extensas, Neossolos Flúvicos. O ordenamento da descrição se dá dos solos de melhor drenagem para os tipicamente hidromórficos.

Argissolos Amarelos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares)

Situam-se em rampas suaves colúvio-aluvionares, em posição relativa ligeiramente elevada dentro da baixada, em geral com declives inferiores a 6%, e em pequenos terraços.

Em geral, possuem adequada disponibilidade de nutrientes nas áreas quentes da região, onde ocorrem com maior freqüência (MIt, MLM1, MMi) (Apêndices A e B). A deficiência de água está relacionada às razões de ordem climática já mencionadas, sendo que apresentam uma melhor oferta hídrica para as plantas que as áreas elevadas do entorno.

Nas áreas elevadas e de temperaturas amenas (MVS e MLM2), esses solos possuem fertilidade natural baixa a média. No entanto, a deficiência hídrica é menor, em consonância com a menor caducidade da vegetação natural nesses locais.

Apresentam-se bem ou moderadamente drenados; por conseguinte, a deficiência de oxigênio não é habitual, podendo ocorrer em um curto período de tempo por ocasião de chuvas mais intensas, afetando principalmente as camadas subsuperficiais do solo.

Em geral, são de baixa suscetibilidade à erosão. Embora ocorram em áreas de declives suaves, quando situados no sopé de elevações íngremes e quando o nível de base está rebaixado, esses solos são vulneráveis a processos erosivos lineares (conectados ou não à rede de drenagem), por estarem sujeitos a elevado escoamento das águas pluviais e apresentarem estratificação de camadas ao longo do perfil – entre as quais, algumas possuem reduzida

coesão entre as partículas, que podem ser carreadas com certa facilidade (Figura 126).

Apresentam baixa restrição à mecanização, embora muitas vezes ocorram em áreas pouco extensas e descontínuas, o que reduz o rendimento das máquinas.

Esses solos são adequados a lavouras anuais e perenes tolerantes a eventual deficiência de aeração em subsuperfície, com a utilização de culturas adaptadas ao clima seco e adoção de práticas de controle de erosão nos locais vulneráveis. São áreas de boa aptidão para a prática da irrigação (Figura 127). Nos locais de melhor condição de drenagem, são adequados a edificações e obras viárias.

Cambissolos Háplicos (substrato sedimentos colúvio-aluvionares)

Em termos de potencialidade ao uso, esses solos são bastante similares aos Argissolos Amarelos de origem sedimentar descritos anteriormente, aos quais geralmente se encontram associados na paisagem (Apêndices A e B).

Diferenciam-se daqueles por apresentarem tendência de maior estratificação de camadas ao longo do perfil, o que pode torná-los instáveis aos processos erosivos.

Por vezes, localizam-se em posições relativas baixas no relevo, isso implicando maior restrição de drenagem interna (imperfeitamente drenados), o que pode ocasionar deficiência de oxigênio para lavouras não adaptadas ao excesso de água, principalmente no período chuvoso (Figura 89).

Cambissolos Flúvicos

Ocorrem nas posições relativas mais elevadas das planícies fluviais, por vezes em terraços e, eventualmente, em várzeas com melhor condição de drenagem, situados predominantemente em MIt (Figura 50).

Possuem elevada disponibilidade de nutrientes; no entanto, é freqüente a ocorrência de elevados teores de sódio em subsuperfície (caráter solódico e sódico), como é o caso do perfil 88 (Apêndices A e B).

Figura 126 – Erosão em sulcos em rampa suave de cone de dejeção, pedoambiente de Argissolos e Cambissolos substrato sedimentos colúvio-aluvionares (MIt) (município de Cambuci).

Figura 127 – Lavoura de tomate irrigado em rampa suave integrada por Argissolos e Cambissolos substrato sedimentos colúvio-aluvionares, avistando-se ao redor colinas com Latossolos (MMi), próximo a Comendador Venâncio (município de Itaperuna).

As limitações por deficiência de água estão relacionadas principalmente às razões de ordem climática, já mencionadas. A deficiência de oxigênio (arejamento) dá-se em profundidade, devido a restrições de drenagem interna, já que são moderada ou imperfeitamente drenados, sendo mais generalizada por ocasião das eventuais inundações.

Por se situarem em áreas planas, com declives entre 0 e 2%, a suscetibilidade à erosão é baixa. Apresentam baixa restrição à mecanização; no entanto, pode haver restrições por consistência desfavorável devido à presença de argilas expansivas.

São de boa potencialidade agrícola para culturas adaptadas ao clima seco, ao eventual excesso de umidade e à presença de níveis elevados de sódio em subsuperfície, embora sujeitos a inundações eventuais. São aptos para irrigação nos locais em que os elementos tóxicos às plantas se encontram em maiores profundidades (Figura 128). Nos locais de melhor condição de drenagem, são adequados a edificações e obras viárias.

Neossolos Flúvicos

Em termos de potencialidade ao uso, esses solos são bastante similares aos Cambissolos Flúvicos descritos anteriormente, aos quais habitualmente se encontram associados na paisagem.

Em geral, apresentam maior estratificação de camadas ao longo do perfil, por vezes de textura média, entremeadas com camadas arenosas, o que pode torná-los suscetíveis à erosão, como é o caso das baixadas de dimensões restritas (algumas conformando terraços) localizadas no sopé de grandes elevações, como a sul e sudeste da serra do Monte Verde e a oeste da serra de São Romão-Vista Alegre (Figura 39). Nesses locais, observam-se processos erosivos nos canais de drenagem provocados pela força das águas por ocasião de enchentes (Figura 129).

Figura 128 – Lavoura de quiabo irrigado em área de Cambissolo Flúvico (MIt), em terraço do rio Paraíba do Sul, a montante de Itaocara.

Figura 129 – Processos erosivos em canal de drenagem, provocados pela força das águas por ocasião de enchentes (MIt) (alto curso do rio São Domingos, município de São José de Ubá (MIt)).

Planossolos

As principais limitações desses solos estão relacionadas a drenagem interna (são mal ou imperfeitamente drenados), propriedades físicas e presença de elementos tóxicos às plantas em subsuperfície.

Ocorrem nas áreas quentes e secas de MIt, em rampas suaves colúvio-aluvionares, sobrepostas ao saprolito do embasamento cristalino (em geral, entre 65 e 210 cm da superfície), com declives inferiores a 6% (Figuras 48, 49, 81 e 82). Eventualmente, situam-se em áreas de várzea.

Apresentam horizonte superficial de textura areia-franca ou franco-arenosa (com menos de 15% de argila) sobreposto a horizonte B plânico (Bt), cujo topo situa-se entre 15 e 60 cm da superfície, adensado, com baixo percentual de macroporos, praticamente impermeável (Figuras 107 e 108), de acentuada concentração de argila, muitas vezes de alta atividade e mineralogia esmectítica (Figura 83; Apêndices A e B).

Apresentam média disponibilidade de nutrientes em superfície. Muitas vezes, possuem elevados níveis de sódio trocável (solódicos ou sódicos) e sais solúveis (salinos ou sálicos) localizados em profundidades variadas no horizonte Bt (Apêndice C).

Embora com média a alta capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais, pode ocorrer deficiência hídrica para as culturas, mesmo durante curtos períodos de estiagem, tendo em vista que secam rapidamente devido à textura leve, como evidenciado pela vegetação natural de floresta tropical subcaducifólia e caducifólia. Por outro lado, a baixa permeabilidade em subsuperfície pode se tornar vantajosa nessas ocasiões, já que o tempo de estadia da água é maior. Quando situados nas várzeas, a restrição hídrica é menor.

No período chuvoso, podem apresentar elevada saturação com água imediatamente acima do horizonte Bt, por vezes com a presença ocasional de lençol freático suspenso e, com isso, restringir a aeração para as raízes, principalmente quando situados nas posições relativas

mais baixas da paisagem. Apresentam, também, risco de inundação ocasional e por curtos períodos quando posicionados nas várzeas.

Embora situados em áreas de relevo plano e suave ondulado, a baixa agregação do horizonte superficial e o forte contraste textural, com horizonte subsuperficial de reduzida permeabilidade, tornam esses solos suscetíveis a processos erosivos.

Apresentam ligeiras limitações para a mecanização, devido à textura superficial leve. Tendo em vista que o horizonte Bt possui consistência desfavorável (são muito duros quando secos e plásticos e pegajosos quando molhados), deve-se realizar um preparo mais superficial nos locais em que esse horizonte se apresentar menos profundo.

Conquanto situados em locais de relevo suave, o potencial agrícola desses solos é apenas razoável. Quando apresentam o horizonte B plânico profundo e livre de elementos tóxicos às plantas, são adequados a culturas adaptadas a clima seco e tolerantes ao temporário excesso de umidade em subsuperfície. São aptos para irrigação nessas situações.

Quando situados nas posições de rampas suaves, possuem alta capacidade de carga, boa trafegabilidade e são adequados à urbanização e obras viárias, com técnicas apropriadas para superar a baixa permeabilidade em subsuperfície, a presença de argilas expansivas e a ocorrência de elementos corrosivos. São impróprios para obras de engenharia sanitária e obras enterradas.

Constituem potencial mineral para areia (areola) nas camadas superficiais. Entretanto, em alguns locais onde ocorre a extração desse material, verifica-se grande agressão ao meio ambiente, haja vista que as áreas não são recuperadas. Com a exposição do horizonte B plânico, tornam-se desprovidas de vegetação e improdutivas, propiciando o acúmulo de água no período das chuvas, o que pode acarretar problemas de saúde pública. Portanto, a relação custo/benefício não se mostra atraente.

Gleissolos

Localizam-se nas planícies de inundação (várzeas), em relevo plano, com declives inferiores a 2%, formados a partir da deposição aluvionar de granulometria fina. Os principais fatores limitantes compreendem a drenagem interna (já que são maldrenados ou imperfeitamente a maldrenados) e o risco de inundação (Figuras 39, 40, 47 e 90). São muito profundos e, eventualmente, apresentam saprolito do embasamento cristalino em profundidades inferiores a 100 cm.

Nas áreas quentes (MIt, MLM1, MMi), apresentam-se bem providos de nutrientes (eutróficos); no entanto, freqüentemente verificam-se níveis moderados de sódio trocável (solódicos) dentro de 75 cm da superfície. Eventualmente, podem apresentar níveis mais elevados de sódio trocável (sódicos) e sais solúveis (salinos) em subsuperfície (Apêndices A, B e C). Nas áreas de temperaturas amenas (MVS e MLM2), predominam Gleissolos mais ricos em matéria orgânica, com menor disponibilidade de nutrientes (distróficos) e com argila de baixa atividade, condizente com as características da área-fonte dos sedimentos.

Esses solos são maldrenados, naturalmente sob influência do lençol freático, e adicionalmente recebem elevado aporte de água dos locais mais elevados. Como boa parte dessas terras foi drenada para uso agrícola, alterando-se a sua condição original – muitas, atualmente, com drenagem interna tendendo a imperfeita (Figura 91) –, elas apresentam pequena deficiência de água no período das chuvas. No entanto, no período de estiagem, a deficiência hídrica ocorre com maior intensidade, fazendo com que aqueles solos com textura superficial argilosa e com argila de atividade alta (situados principalmente em MIt) apresentem forte contração e se tornem de consistência muito dura**,** fendilhando e provocando a ruptura das raízes.

Verifica-se deficiência de aeração, baixa permeabilidade (Figuras 109 e 110) e alta capacidade de adsorção, devido à presença de elevados teores de argila e a sua constituição

mineralógica, muitas vezes esmectítica. Adicionalmente, ocorre encharcamento por ocasião de chuvas mais intensas, assim como, eventualmente, estão sujeitas a inundação, que pode perdurar alguns dias.

São de baixa suscetibilidade à erosão por ocorrerem em áreas planas. No entanto, o rebaixamento do nível de base nessas terras, caso drenadas, poderá promover e/ou acelerar os processos erosivos conectados à rede de drenagem nos terraços e rampas colúvio-aluvionares situados próximos aos relevos acidentados.

Apesar de o relevo plano favorecer a prática de mecanização agrícola, os altos teores de argila, assim como a presença expressiva de argilas expansivas, comum a muitos solos de várzea das áreas quentes, principalmente situadas em MIt, oferecem dificuldades para o preparo da terra, em especial quando encharcados. Nestas situações, requerem elevada força de tração para o preparo (por isso, chamados de ‘pesados’), aderem aos implementos agrícolas e têm a sua trafegabilidade dificultada, podendo induzir à formação de camada compactada (‘pé-de-arado’).

Esses solos são considerados de boa potencialidade agrícola (quando não ocorrem níveis elevados de sódio trocável e/ou sais solúveis próximos à superfície), o que se deve, em grande parte, à sua condição natural de maior umidade e fertilidade, assim como por ocuparem áreas de relevo plano. São também adequados para irrigação nessas condições. No entanto, são poucas as culturas adaptadas à elevada deficiência de aeração que esses solos apresentam. A título de exemplo, têm-se as lavouras de arroz e pastagens adaptadas ao excesso de umidade (Figura 130).

As condições de drenagem restrita e a habitual presença de argilas expansivas (que podem comprometer a estabilidade das construções) constituem restrições à urbanização e obras viárias (as rodovias não-pavimentadas demoram a restabelecer as condições de

trafegabilidade após as chuvas). São impróprios para obras de engenharia sanitária e obras enterradas.

Funcionam como um reservatório hídrico natural. Por sua importância ambiental, em especial relacionada a aspectos hidrológicos e a risco de poluição dos corpos de água e dos aqüíferos (com os quais têm grande conexão) e considerando-se que a região sofre de acentuada deficiência hídrica estacional, as várzeas deveriam ser preservadas ao máximo, evitando-se a retirada excessiva de água do sistema e observando-se extremo rigor conservacionista em sua utilização, em especial daquelas de condição de drenagem restrita, comum nos locais onde se encontram encaixadas e com menor expressão geográfica, como é o caso das situadas em posições altimétricas elevadas (MVS e MLM2).

Figura 130 – Várzea integrada por Gleissolos e cultivada com arroz, às margens da rodovia Natividade-Tombos (MIt).

5. CONCLUSÕES

Com base em avaliações do meio físico e vegetação natural, compatíveis com a escala 1:100.000, foram identificados e caracterizados quatro macropedoambientes da região noroeste do estado do Rio de Janeiro: Varre-Sai (MVS); Miracema (MMi); Laje do Muriaé (MLM); Itaperuna (MIt).

As relações solo-paisagem e qualidade do solo são distintas entre os macropedoambientes e a fase de vegetação natural se mostrou de capital importância nessa diferenciação, em termos de condições climáticas, potencialidade agrícola e de evolução pedogenética.

Os indicadores de qualidade física e química se mostraram adequados e complementares para a avaliação da qualidade dos solos, tendo em vista as funções consideradas: condução de água e ar e elementos químicos, armazenamento de água, suscetibilidade à erosão, crescimento radicular, fertilidade do solo, suprimento de nutrientes para as plantas, atividade química, estabilidade do solo, seqüestro de carbono. O índice S (DEXTER, 2004) possui grande sensibilidade às alterações no espaço poroso do solo, principalmente nos poros de maiores dimensões (macroporos).

O enquadramento taxonômico dos perfis de solo da área de estudo ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) se mostrou adequado à grande maioria dos solos, assim como permitiu distinguir, de maneira satisfatória, solos que apresentam diferentes qualidades físicas e químicas. No entanto, foram identificados perfis de solos com características distinguíveis para o terceiro, quarto e quinto níveis categóricos do SiBCS. Em decorrência, são sugeridas classes de solos de acordo com os critérios distintivos estabelecidos.

Os solos de maior percentual de ocorrência são Argissolos, seguidos de Latossolos e, ocupando áreas menos extensas, os Cambissolos. Já os de pouca expressão em área são

Luvissolos, Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos; Plintossolos Argilúvicos e Chernossolos Rêndzicos são considerados de ocorrência muito restrita. Dentre os solos de baixada, ocupando aproximadamente 15% da área total, predominam Gleissolos Háplicos, seguidos de Planossolos, Cambissolos Flúvicos, Cambissolos Háplicos e Argissolos Amarelos, ambos substrato sedimentos colúvio-aluvionares; abrangendo áreas menos extensas, encontramos os Neossolos Flúvicos.

Os Latossolos apresentam uma diferenciação por condições bioclimáticas influenciadas pela altitude. À medida que a altitude aumenta, tendendo a condições mais úmidas e frias, o teor de carbono orgânico aumenta, os solos são mais amarelados e menores os valores de ki e kr, refletindo a mineralogia caulinítico-oxídica e gibbsítico-oxídica (nas posições topográficas mais elevadas). Da mesma forma, verifica-se uma melhoria na qualidade física do solo nas funções de condução de água e ar, conforme evidenciado por valores mais altos de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S.

Considerando-se as terras altas, em MVS, MMi e MLM predominam solos relativamente homogêneos, com boa qualidade física e baixo nível de fertilidade. Em MIt, há predominância de solos com acentuada variação nas propriedades ao longo do perfil, com regular a má qualidade física em subsuperfície (principalmente relacionada à condução de água e de ar e suscetibilidade à erosão) e elevada disponibilidade de nutrientes.

Em termos de suprimento de nutrientes para as plantas, os solos que apresentam alta disponibilidade de nutrientes compreendem: Luvissolos, seguidos dos Argissolos intermediários para Luvissolos, Cambissolos Háplicos eutróficos, Argissolos intermediários para Nitossolos, Argissolos Vermelhos, Argissolos eutróficos intermediários para Cambissolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos eutróficos; solos de média disponibilidade de nutrientes: Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos;

solos de média a baixa disponibilidade de nutrientes: Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos e intermediários para Latossolos; solos de baixa disponibilidade de nutrientes: Latossolos e Cambissolos Húmicos. À exceção dos poucos locais que já foram adubados, os solos apresentam baixa disponibilidade de fósforo.

Em áreas utilizadas com pastagens, ocorreu degradação física no horizonte superficial de Latossolos e Argissolos, comparativamente aos locais de remanescentes florestais, conforme evidenciado por menores valores de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S. No entanto, verifica-se tendência de valores de CAD ligeiramente mais elevados no horizonte superficial (aumento na porosidade capilar) – em locais sob uso com pastagens, comparativamente às áreas dos remanescentes florestais.

Nas terras altas, a estacionalidade das precipitações pluviométricas, a impraticabilidade da motomecanização nas áreas mais declivosas e a suscetibilidade à erosão constituem as principais restrições ao uso agrícola. Conquanto possuam elevada variabilidade nas características dos solos, muitas vezes com restrições nas propriedades físicas, nas áreas de relevo mais suave (suave ondulado e ondulado com baixa densidade de ravinamento), que normalmente conformam polígonos descontínuos e pouco extensos, apresentam potencialidade para fins geotécnicos e ao uso agrícola para sequeiro e irrigação.

As baixadas apresentam limitações relacionadas à drenagem deficiente, tanto interna ao perfil do solo, quanto pelo risco de encharcamento superficial e de inundação nas posições mais baixas, somadas à má distribuição das chuvas. Verificam-se, também, em diversos locais, principalmente em subsuperfície, camadas de reduzida aeração e de permeabilidade muito baixa, de argilas expansivas e de elementos corrosivos e tóxicos às plantas (sais e sódio). Em termos gerais, são considerados de boa potencialidade agrícola e adequados para irrigação (quando não ocorrem níveis elevados de sódio trocável e/ou sais solúveis próximos à superfície), para culturas adaptadas ao eventual excesso de umidade. A drenagem restrita e a

habitual presença de argilas expansivas (que podem comprometer a estabilidade das construções) constituem restrições ao uso geotécnico.

Os resultados obtidos evidenciam grande complexidade na distribuição espacial dos solos e elevada variabilidade em seus atributos, principalmente no macropedoambiente Itaperuna (MIt) e nas áreas de baixada, implicando comportamentos diversos frente às interferências antrópicas e aos fenômenos naturais. Diante disso, conclui-se que o conhecimento da qualidade do solo e das inter-relações dos fatores pedoambientais efetivamente pode contribuir para a melhoria na formulação de alternativas de uso sustentável das terras da região noroeste do estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 1-18.

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007. 160p.

ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; CORAL, G.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; LOPES, T. S. de S.; MARRA, E.; BEZERRA, H. S.; HISSA. R. H.; FIGUEIREDO, A. F. de; SILVA, G. G. da; SUCHAROV, E. C.; ALVES, J.; MARTORANO, L. G.; BOUHID ANDRÉ, R. G.; BASTOS ANDRADE, W. E. de. **Zoneamento climático da cultura do café (*coffea arabica*) no estado do Rio de Janeiro**. Campinas: IAC/UNICAMP; Brasília: Embrapa Cerrados; Niterói: Pesagro-Rio; Rio de Janeiro: SIMERJ/Embrapa Solos, 2003. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/cafe/RJ_menu.html>. Acesso em: 25 jun. 2007.

ALMEIDA, D. L. de; SANTOS, G. de A.; De-POLLI, H. (Coord.); CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A. da; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 1988. 179p. (Coleção Universidade Rural. Série Ciências Agrárias; n. 2).

ALMEIDA, F. F. M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.; KAWASHITA, K. The precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazon river. In: NAIRN, E. M.; STEHLI, F. G. (Eds.). **The ocean basin and margins**. Nova York: Plenum, 1973, p. 411-416.

ALMEIDA, J. R. **Cronocromosseqüência de solos originários de rochas pelíticas do grupo Bambuí**. 1979. 150f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

ANA. 2003. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 25 jun. 2007.

ANTONIOLI, L.; TUPINAMBÁ, M.; GARCIA, M. J.; DINO, R. Palinologia e idade de sedimentos neógenos (mioceno superior/plioceno) da depressão do rio Pomba-Muriaé (MG). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 9.; SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 13., Niterói (RJ), 2005, **Anais**... Niterói: Sociedade Brasileira de Geologia.

ANTUNES, F. S; BARROSO, J. A.; PEDROTO, A. E. S.; POLIVANOVA, H. A importância da utilização de levantamentos pedológicos para a elaboração de mapas geotécnicos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA RJ-ES, 1., 1987, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1987. v. 1, p. 227-235.

AWETO, A. O. Effects of shifting cultivation on a tropical rain forest soil in southwestern Nigeria. **Turriaba,** San José, v. 38, n.1, p. 19-22, 1988.

AZEVEDO, A. C. de; PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. A evolução da vida e as funções do solo no ambiente. In: CERETTA, C. A; SILVA, L. S. da; REICHERT, J. M. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 5. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-47.

BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J. V.; HEDDDLESON, M. R. **Soil surveys and land use planning**. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1966. 196p.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Física de suelo**. México: Union Tipografica Editorial Hispano-Americana, 1973. 529p.

BENNEMA, J. **Report to the government of Brazil on classification of brazilian soils**. Rome: FAO, 1966. 83p. (FAO. EPTA Report, 2197).

BERTOLINI, D.; LOMBARDI, F. N. **Manual técnico de manejo e conservação do solo e água**. Campinas: CATI, 1993. 15p. (Manual Técnico, 38).

BHERING, S. B. **Influência do manejo do solo e da dinâmica da água no sistema de produção do tomate de mesa:** subsídios a sustentabilidade agrícola do noroeste fluminense. 2007. 211f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

BHERING, S. B.; PEREIRA, N. P.; MACEDO, J. R.; CHAGAS, C. da S.; SILVA, E. F. da; PRADO, R. B.; NETO, N. C. S. Caracterização edafoambiental das microbacias de Cambiocó e Santa Maria no município de São José do Ubá, região noroeste do estado do Rio de Janeiro para fins de planejamento conservacionista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental**. Recife: Embrapa Solos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

BIE, C. A.; BEEK, K. J.; DRIESSEN, P. M.; ZINCK, J. A. Em direção à operacionalização das informações de solos para um manejo sustentável das terras. In: ALVAREZ, V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 335-352.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3, Maringá (PR), 1985, **Anais.**.. Maringá: ABGE/ADEA, 1985. 240p.

BIRKELAND, P. W. **Soils and geomorphology**. 3. ed. New York: Oxford University Press, Inc., 1999. 430p.

BLOOM, A. L. **Geomorphology**: a systematic analysis of late cenozoic landforms. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1978. 510p.

BRANDÃO, A. N. P. M.; SILVEIRA JUNIOR D. R.; TAVARES, J. C.; DANTAS, M. E. Mapa de isoietas totais anuais: bacias dos rios Paraíba do Sul, Itabapoana e Litorâneas do estado do Rio de Janeiro, período 1968-1995. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. 634p. (SNPA, Boletim 12).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas**. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 780p. il. 6 mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

BRASIL. Presidência da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **O desafio do desenvolvimento sustentável**: relatório do Brasil para a conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Brasília: Cima, 1991. 204p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Mapa geológico do estado do Rio de Janeiro**: escala 1:400.000. Rio de Janeiro, 1998. 1 mapa color.

BRASIL. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. **Agenda 21 brasileira**: ações prioritárias. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 28 jun. 2007.

BRENNER, T. L.; FERRARI, L. F.; PENHA, H. M. Lineamentos estruturais do nordeste do estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário de Camboriú-SC. **Anais...** Balneário de Camboriú: SBG, v. 5, p. 2551-2564.

BREWER, R. Voids. In: BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. New York: Robert E. Krieger Publishing, 1976. 482p. p. 179-193.

BRINDLEY, G. W.; BROWN, G. (Eds.). **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification**. London: Mineralogical Society, 1980. 495p.

CALDERANO FILHO, B.; CHAGAS, C. da S.; PRADO, R. B.; PEREZ, D. V.; GONÇALVES, A. O.; SOUZA, J. S. de. **Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia do Barro Branco, no município de São José de Ubá, região noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Contém texto e mapa color., escala 1:10.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). No prelo.

CALDERANO, S. B. **Delineamento geoambiental do município de Santo Antônio de Pádua, RJ.** Potencialidades e limitações ao uso da terra. 2005. 215f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

CALDERANO, S. B.; PALMIERI, F.; LUMBRERAS, J. F.; OLMOS ITURRI LARACH, J.; CUNHA, T. J. F.; CARVALHO JÚNIOR, W.; LEMOS, A. L. Relict tertiary sediments in Paty do Alferes country, mountainous region of the state of Rio de Janeiro, Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Abstracts**... Rio de Janeiro: CPRM, 2000. CD-ROM.

CAMARGO, M. N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.

CAMARGO, O. A. de. **Compactação no solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, 1995.

CARVALHO, S. R. de; CAMARGO FILHO, S. T.; ARONOVICH, S.; PALMIERI, F.; BLANCANEAUX, P.; DIAS, P. F.; SILVA, J. N. da. **Recuperação de áreas degradadas através da introdução de gramíneas forrageiras e de leguminosas arbóreas no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 42p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 18).

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos.; LEMOS, A. L.; CALDERANO FILHO, B.; WITTERN, K. P.; CALDERANO, S. B.; OLIVEIRA, R. P. de; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E.; SOUZA, F. da S.; PEDROZA, G. da S. Os solos do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001a. Cap. 6. Contem texto e mapa color., escala 1:500.000. CD-ROM.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos; LEMOS, A. L.; CALDERANO FILHO, B.; WITTERN, K. P.; CALDERANO, S. B.; OLIVEIRA, R. P. de; SOUZA, F. B. Os solos nos grandes ambientes do estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001b, Londrina. **Ciência do solo**: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade. Londrina: Embrapa Soja: Instituto Agronômico do Paraná: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001b.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; AMARAL F. C. S. do; NAIME, U. J.; CUNHA, T. J. F. da C.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L.; SOUZA, F. da S.; OLIVEIRA, R. P. da; PEDROZA, G. da S. Aptidão agrícola das terras do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001c. Cap. 7. Contem texto e mapa color., escala 1:500.000. 1 CD-ROM.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; MOTHCI, E. P.; LARACH, I. O. J.; CONCEIÇÃO, M. da; TAVARES, N. P.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, J. B. V.; CALDERANO, S. B.; GONÇALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; SANTOS, L. C. de; BARRETO, W. de O.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L. de; SOUZA, J. L. R. de; LIMA, T. da C.; ANTONELLO, L. L.; LIMA, P. C. de; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003a. 197p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32). Contém texto e mapa color., escala 1:250.000 (no prelo).

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; CALDERANO, S. B.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Mapa de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003b. 1 mapa, color., escala 1:250.000. Disponível em: <http://mapoteca.cnps.embrapa.br>.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; AMARAL F. C. S. do; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D. **Aptidão agrícola das terras do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003c. 21p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30). Contém texto e mapa color., escala 1:250.000 (no prelo).

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; AMARAL F. C. S. do; NAIME, U. J. SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Mapa de aptidão agrícola das terras do estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003d. 1 mapa, color., escala 1:250.000. Disponível em: <http://mapoteca.cnps.embrapa.br>.

CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J.; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. Contém texto e mapa color., escala 1:100.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento) (no prelo).

CARVALHO JUNIOR, W. **Classificação supervisionada de pedopaisagens do domínio de mares de morros utilizando redes neurais artificiais**. 2005. 143f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

CARVALHO JUNIOR, W.; BARROS, R. C. Mapa de uso do solo de uma área no município de Paty do Alferes, RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. Comunicações, 12., 1994, Rio Claro (RJ). **Resumos...** Rio Claro: UNESP, 1994.

CASTANHEIRA, M. V. e S.; NINA, I. P.; COELHO, L. P.; MENDONÇA, L. F.; COUTO, D. L. N.; DE SARTI, T. P. de; FREITAS, M. M. de; ALMEIDA, J. C. H. de. Evolução da rede de drenagem no estreitamento de Sapucaia e controles litológicos e estruturais na ocorrência de *knickpoints*, médio vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 9.; SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 13., Niterói (RJ), 2005, **Anais**... Niterói: SBG.

CHAGAS, C. da S. **Associação de Latossolo Variação Una e Latossolo Vermelho-Escuro**: efeito diferencial da orientação dos extratos de rochas pelíticas pobres. 1994. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

CHAGAS, C. da S. **Mapeamento digital de solos por correlação ambiental e redes neurais em uma bacia hidrográfica no domínio de mar de morros**. 2006. 223f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CHAGAS, C. da S.; CURI, N.; DUARTE, M. N.; MOTTA, P. E. F. da; LIMA, J. M. de. Orientação de camadas de rochas pelíticas pobres na gênese de Latossolos sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 539-546, 1997.

CHORLEY, R. J.; SCHUMM, S. A.; SUGDEN, D. E. **Geomorphology**. London: Methuen & Co. Ltd., 1984. 606p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p. il.

CIDE**. Anuário estatístico do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2001a.

CIDE. **Mapas interativos I**: informações básicas do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001b. CD-ROM.

CIDE. **Índice de qualidade dos municípios** – verde (IQM-Verde). 2. ed. ampl. rev. Rio de Janeiro,: 2003. CD-ROM.

COCKROOFT, B; OLSSON, K. A. Case study of soil quality in south-eastern Australia: management of structure for roots in duplex soils. In: GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R. (Ed.). **Soil quality for crop production and ecosystem health developments in soil science**. New York: Elsevier, 1997. p. 339-350.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 93-148.

CORRÊA, G. F**. Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87f. Tese (Magister Scientiae em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

COSTA, J. B. da. **Caracterização e constituição do solo**. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991. 527p.

COSTA, T. C. e C. da; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J.; UZEDA, M. C.; GUIMARÃES, S. P. **Estimativa de perdas de solo para microbacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 78). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 89p.

DAI, W.; HUANG, Y. Relation of soil organic matter concentration to climate and altitude in zonal soils of China. **Catena**, v. 65, n. 1, p. 87-94, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 21 nov. 2007.

DANIELS, R. B.; HAMMER, R. D. **Soil geomorphology**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992. 236p.

DANTAS, M. E. Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. de M.; SILVA, C. R. da; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B.; CARVALHO FILHO, A. de. Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. Cap. 11; CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000.

DEMATTÊ, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Fotointerpretação de padrões de drenagem em amostras circulares na caracterização de solos basálticos do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 109-115, 1996.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. **Controle de erosão no Paraná, Brasil**: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, Fundação IAPAR, 1991. 272p.

DE SARTI, T. P. de; NINA, I. P.; FREITAS, M. M. de; ALMEIDA, J. C. H. de. Condicionantes litológicos e estruturais na formação de capturas de drenagem: médio vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 9.; SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 13., Niterói (RJ), 2005, **Anais**... Niterói: SBG.

DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v. 120, n. 3-4, p. 201-214, jun. 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 11 dez. 2007.

DOBEREINER, L.; PORTO, C. G. Considerations on the weathering of gneissic rocks. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ENGINEERING GROUP OF THE GEOLOGICAL SOCIETY: the engineering geology of weak rocks, 26., 1990, Leeds. **Proceedings**... Rotterdam: A. A. Balken, 1993. p. 193-206.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J. W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, v. 49, p. 25-37, 1996.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. **Advanced in Agronomy**, San Diego, v. 56, p. 1-54, 1996.

EGLI, M.; MIRABELLA, A.; SARTORI, G.; ZANELLI, R.; BISCHOF, S. Effect of north and south exposure on weathering rates and clay mineral formation in alpine soils. **Catena**, v. 67, n. 3, p. 155-174, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 21 nov. 2007.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA–SNLCS. 1979a. 271p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS, 1., Rio de Janeiro, 1979. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SBCS, 1979b. 276p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979c. 83p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos do município do Rio de Janeiro, RJ**. Rio de Janeiro, 1980. 389p. (Embrapa–SNLCS. Boletim Técnico, 66).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo.** Rio de Janeiro, 1988a. 54p. (Embrapa–SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988b. 67 p. (Embrapa–SNLCS. Documentos, 11).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA–SPI, 1995. 101p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa–CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA–SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA–SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. de; SANTOS, F. C. dos. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ESTADOS UNIDOS. Bureau of Reclamation. Division of Planning Technical Services. **Diretrizes técnicas para classificação das terras para irrigação**: princípios e procedimentos: aplicações e adaptações. Denver, 1989. 185p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soil survey manual**. Washington, 1951. 503p. (Handbook, 18).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. **Soil classification**: a comprehensive system, 7th approximation. Washington, 1960. 265p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soil taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Washington, 1975. 754p. (Handbook, 436).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soil survey manual**. Rev. enlarg. ed. Washington, 1993. 437p. (Handbook, 18).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Keys to soil taxonomy**. 8. ed. Washington, 1998. 326p.

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil**: morphology, genesis and classification. New York: John Wiley & Sons, 1989. 395p.

FAO. **Soil survey investigations for irrigation**. Rome: Publications Division, 1979. (FAO Soils Bulletin, 42).

FAO. **Zonificación agro-ecológica**: guia general. Roma, 1997. 82p. (FAO. Boletin de Suelos, 73).

FAO. **Guidelines**: land evaluation for rainfed agriculture. Rome: FAO, 1983. 237p. (FAO. Soils Bulletin, 52).

FAO. **Guidelines**: land evaluation for irrigated agriculture. Roma: FAO, 1985. 231 p. (FAO. Soils Bulletin, 55).

FAO-UNESCO. **Soil map of the world**. Paris: FAO/UNESCO, 1974. 59p. Mapa, escala 1:5.000.000.

FAO-UNESCO. **Mapa dos solos do mundo**. Roma: FAO, 1997. 142p. (Relatório dos Recursos de Solos do Mundo, 60).

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 507-514, 1999a.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 515-524, 1999b.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A. Homogeneidade da qualidade física do solo nas entrelinhas de um pomar de laranjeiras com sistemas de manejo da vegetação permanente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 637-645, 2007.

FONTES, M. P. F. Vermiculita ou esmectita com hidroxi nas entrecamadas: proposição de nomenclatura**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 24-28, 1990.

FREIRE, M. B. G. dos; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 929-954.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo de cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 425-434, 2002.

GAVANDE, A. G. **Física de suelos**: principios y aplicaciones. 5. ed. México: Limusa, 1986. 351p.

GERRARD, J. **Soil geomorphology**: an integration of pedology and geomorphology. London: Chapman & Hall, 1992. 269p.

GIBBS, R. J.; REID, J. B. A conceptual model of changes in soil structure under different cropping systems. **Advances in Soil Science**, New York, v. 8, p. 123-149, 1988.

GOLFARI, L.; MOOSMAYER, H. **Manual de reflorestamento do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Estadual de Florestas, 1980.

GOMES, I. A. **Oxisols and inceptisols from gneiss in a subtropical area of Espírito Santos state, Brazil**. 1976. 115p. Thesis (Master of Science). Purdue University, West Lafayette, 1976.

GREENLAND, D. J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, Oxford, n. 32, p. 301-322, 1981.

GROHMANN, F. Compacidade. In: MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 93-99.

HERRMANN, L.; ANONGRAK, N.; ZAREI, M.; SCHULER, U.; SPOHRER, K. Factors and processes of gibbsite formation in northern Thailand. **Catena**, v. 71, n. 2, p. 279-291, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 21 nov. 2007.

HILLEL, D. **Solo e água**, fenômenos e princípios físicos. Tradução: Convênio UFRGS-USAID/Wisconsin. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1970, 119p.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IBGE. 2003. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2 jul. 2007.

JACKSON, M. L. Chemical composition of soils. In: BEAR, F. E. (Ed.). **Chemistry of the soil**. New York: Reinhold Publishing Co., 1964. p. 71-141.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw-Hill, 1941. 281p.

JUNGERIUS, P. D. Soils and geomorphology. In: **Catena Supplement**, v. 6, p. 1-18, Braunschweig, 1985.

JORGE, J. A. Matéria orgânica. In: MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 169-177.

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. The 5M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. **Clays and Clay Minerals,** v. 30, n. 6, p. 401-408, 1982.

KÄMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Óxidos de ferro em latossolos do Brasil sudeste e sul. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: EMBRAPA–SNLCS/SBCS, 1988. p. 153-183. (EMBRAPA–SNLCS. Documentos, 12).

KÄMPF, N.; AZEVEDO, A. C.; COSTA JUNIOR, M. I. Estrutura básica de argilomineral 2:1 com hidróxi-Al entrecamadas em latossolo bruno do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 19, p. 185-190, 1995.

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V, H.; SCHAEFER, C. E. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 1. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 107-138.

KÄMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; VENEGAS, V. H. A. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 1-54. 430p.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. **Soil Sci. Soc. Am. J**., Madison, v. 61, p. 4-10, 1997.

KLAMT, E. Pesquisa em ciência do solo na região sul do Brasil: diagnóstico, perspectivas e prioridades. In: ALVAREZ, V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 411-421.

KER, J. C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de latossolos do Brasil**. 1995. 181f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

KIRKBY, M. J.; CHORLEY, R. J. Throughflow, overland flow and erosion. **Bull. Int. Assoc. Hydrol**., v. 12, p. 5-21, 1967.

KOHNKE, H. **Soil physics**. New York: McGraw-Hill, 1968. 224p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.

KUTILEK, M; NIELSEN, D. R. **Soil hydrology**. Cremlingen Destedt: Catena Verlag, 1994. 370p.

LAGACHERIE, P. From soils surveys to soil information systems: the french experience. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo**. Rio de Janeiro: SBCS, 1997.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: Embrapa–CNPS, 1996. 83p.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 277-294, 1985.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera**. Piracicaba: CENA/USP, 1984. 232p.

LIMA, M. I. C. de. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belém, PA, 2002. CD-ROM.

LIU, C. C. A geologia estrutural do estado do Rio de Janeiro vista através de imagens MSS do Landsat. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL RJ-ES, 1., 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1987. p. 164-188.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Trad. e adapt. de LOPES, A. S. (Soil Fertility Manual. EUA: Potash & Phosphate Institute (PPI), 1978). São Paulo: ANDA/POTAFOS/ Gráfica NAGY Ltda, 1989. 156p. il.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

LUMBRERAS, J. F. **Regime hídrico do solo sob cobertura de floresta e de eucalipto na pré-amazônica maranhense**. 1996. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; CALDERANO FILHO, B.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO, S. B.; AMARAL, F. C. S. do; LEMOS A. L.; WITTERN, K. P.; GOMES, I. A.; MARTORANO, L. G.; REBELLO, E. R. G.; BERTOLOCCI, R.; ALMEIDA JUNIOR, P. B.; BARRETO, W. de O.; ANDRADE, A. G. de; OLIVEIRA, R. P. de; CHAFFIN, C. E.; AGLIO, M. L. D.; MEDEIROS, C. D. F. de; NAPOLEÃO, R. P.; SOUZA, F. da S.; ROXO, M. F. de O. **Levantamento pedológico, vulnerabilidade e potencialidade ao uso das terras**: quadrículas de Silva Jardim e Rio da Ostras, estado do Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. Contém texto e mapa color., escala 1:100.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 23). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; CARVALHO FILHO, A. de; WITTERN, K. P.; SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; PALMIERI, F.; FIDALGO, E. C. C.; CALDERANO, S. B.; MEDINA, A. I. de M.; PIMENTEL, J.; CHAGAS, C. da S.; GONÇALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; TÔSTO, S. G.; BRANDÃO, E. S.; AMARAL, F. C. S. do; LIMA, J. A. de S.; VALLE, L. da C. S.; PEREIRA, N. P.; BARUQUI, A. M.; PRADO, R. B.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D.; SANTOS, L. C. de O.; ANJOS, G. T. dos. **Zoneamento agroecológico do estado do Rio de Janeiro**: ano 2003. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003a. 148p. Contém texto e mapa color., escala 1:250.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; NAIME, U. J.; AMARAL F. C. S. do; WITTERN, K. P.; SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D.; CHAFFIN, C. E. **Mapa do zoneamento agroecológico do estado do Rio de Janeiro**: ano 2003b. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003b. 1 mapa, color., escala 1:250.000. Disponível em: <http://mapoteca.cnps.embrapa.br>.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; PEREIRA, N. P.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. **Macropedoambientes da região noroeste fluminense**: uma contribuição ao planejamento ambiental. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004a. (Embrapa Solos. Documentos, 64). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

LUMBRERAS, J. F.; ANDRADE, A. G.; CALDERANO, S. B.; PALMIERI, F.; GOMES, J. B. V.; OLIVEIRA, R. P. de; BHERING, S. B.; AGLIO, M. L. D. Vulnerabilidade ambiental para planejamento de uso das terras do município do Rio de Janeiro, RJ. In: LUMBRERAS, J. F.; BOSCO, J. B. V. (Ed.). **Mapeamento pedológico e interpretações úteis ao planejamento ambiental do município do Rio de Janeiro, RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Sergipe: Tabuleiros Costeiros, 2004b. Cap. 3. Contém texto e mapa color., escala 1:75.000. (Embrapa Solos. Livro). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F.; PALMIERI, F.; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; MOREIRA, D. M.; ABREU, M. B. de. Solos da bacia hidrográfica do rio São Domingos, municípios de São José de Ubá e Itaperuna, RJ. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO AQÜÍFEROS, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. CD-ROM.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; MOREIRA, D. M.; ABREU, M. B. de; MOURA, I. B. Aspectos gerais dos solos da bacia hidrográfica do rio São Domingos, municípios de São José de Ubá e Itaperuna, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Conquistas & Desafios da Ciência do Solo Brasileira**. Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da bacia hidrográfica do rio São Domingos, municípios de São José de Ubá e Itaperuna, estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008a. Contém texto e mapa color., escala 1:50.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L.; PALMIERI, F.; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia Santa Rosa, município Miracema, estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008b. Contém texto e mapa color., escala 1:10.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L.; PALMIERI, F.; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia Pau-Ferro, município Itaperuna, estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008c. Contém texto e mapa color., escala 1:10.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

MACHADO, J. A.; BRUM, A. C. R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 81-84, 1978.

MAFRA, N. M. C. **Esquema metodológico para la planificación de usos del suelo en zonas tropicales húmedas**: aplicación a la región norte del estado de Rio de Janeiro, Brasil. 1997. 229p. Tese (Doutorado) – Facultat de Geogràfia i História, Universitat de València, Valencia, 1997.

MARTORANO, L. G.; ROSSIELLO, R. O. P.; PALMIERI, F.; MENEGUELLI, N. do A.; LUMBRERAS, J. F.; VALLE, L. S. S.; REBELLO, E. R. G.; ALMEIDA JUNIOR, P. B. de; COSTA, A. R. C.; MAIA, C. P. Regime termo-pluviométrico de parte da região noroeste do estado do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO DE METEOROLOGIA DO RIO DE JANEIRO, 1., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia/Núcleo RJ, 2002. 1 CD-ROM.

MARTORANO, L. G.; ROSSIELLO, R. O. P.; MENEGUELLI, N. do A.; LUMBRERAS, J. F.; VALLE, L. S. S.; MOTTA, P. M. F.; REBELLO, E. R. G.; SAID, U. P.; MARTINS, G. S. **Aspectos climáticos do noroeste fluminense, RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 31p. (Embrapa Solos. Documentos, 43). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.

MCFADDEN, L. D.; KNUEPFER, P. L. K. Soil geomorphology: the linkage of pedology and surficial processes. **Geomorphology**, v. 3, p. 197-205, 1990.

MEDINA, B. F.; OLIVEIRA, Jr. R. C. Relações entre capacidade de campo determinada *in situ* e em laboratório em latossolo amarelo muito argiloso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 11, p. 91-95, 1987.

MEHRA, J. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7. **Proceedings…** New York: Pergamon Press, 1960. p. 317-327.

MEIS, M. R.; MIRANDA, L. H. G.; FERNANDES, N. F. Desnivelamento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982. v. 4, p. 1489-1509.

MELLO FILHO, J. F. de; SOUZA, A. L. V.; SOUZA, L. da S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um latossolo amarelo coeso dos tabuleiros costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1599-1608, 2007.

MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; SANTOS, H. G. dos; COELHO, M. R.; PARES, J. G. **Caracterização de paisagens e solos representativos do estado do Rio de Janeiro para fins de estimativas de estoques de carbono no solo.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 80p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 66).

MIELNICZUK, C.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio no solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; VENEGAS, V. H. A. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 209-248. 430p.

MOLION, L. C. B. Influência da floresta no ciclo hidrológico. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11., Curitiba, 1984. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1984, p. 1-7. (Documento, 16).

MOORE, D. M.; REYNOLDS, Jr., R. C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1997. 378p.

MORAES, A. Pastagens como fator de recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais**... Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 191-215.

MOTTA, P. E. F. da. **Fósforo em Latossolos com diferentes mineralogias, cultivados e não cultivados**: fracionamento, sorção e disponibilidade para soja e braquiária com e sem micorriza. 1999. 158p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MOTTA, P. E. F. da; LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. Macropedoambientes do estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto (SP). **Solo:** alicerce dos sistemas de produção. Ribeirão Preto: UNESP/Ilha Solteira: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.

MOTTA, P. E. F.; NAIME, U. J.; LUMBRERAS, J. F.; PALMIERI, F.; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; MOREIRA, D. M.; ABREU, M. B. de; MOURA, I. B. Potencialidades e limitações das terras da bacia hidrográfica do rio São Domingos, municípios de São José de Ubá e Itaperuna, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado (RS). **Conquistas & Desafios da Ciência do Solo Brasileira**. Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J.; LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; FIDALGO, E. C. C. **Aptidão agrícola das terras da região noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. Contém texto e mapa color., escala 1:100.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

NAIME, U. J. **Caracterização de solos de terraços nas zonas da Mata e Rio Doce, Minas Gerais** 1988. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F. da; LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; FIDALGO, E. C. C. **Aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do rio São Domingos, municípios de São José de Ubá e Itaperuna, estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008a. Contém texto e mapa color., escala 1:50.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

NAIME, U. J.; LUMBRERAS, J. F.; LEMOS, A. L.; PALMIERI, F.; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia Nossa Senhora das Graças, município Itaperuna, estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008b. Contém texto e mapa color., escala 1:10.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). (no prelo).

NORRISH, K.; TAYLOR, R. M. The isomorphous replacement of iron by aluminum in soil goethites. **J. Soil. Sci**., Oxford, v. 12, n. 2, p. 294-306, 1961.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA, J. B. de. Os solos do estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico**, 45, Campinas. Instituto Agronômico de Campinas, 1999. 112p.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414p.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINI, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para seu conhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

OLIVEIRA, T. S.; COSTA, L. M. da; FIGUEIREIDO, M. S.; REGAZZI, A. J. Efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem sobre a estabilidade de agregados em água de quatro latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 509-515, 1996.

OLLIER, C.; PAIN, C. **Regolith, soils and landforms**. Chichester: John Wiley & Sons, 1995. 316p.

PAIGE, G. B.; HILLEL, D. Comparison of three methods for assessing soil hidraulic properties. **Soil Sci**., Baltimore, v. 155, n. 3, p. 175-189, 1993.

PALMIERI, F. **A study of a climosequence of soils derived from volcanic parent material in Santa Catarina and Rio Grande do Sul states, Brazil**. 1986. 259p. Tese (Ph.D.). Purdue University, West Lafayette, 1986.

PALMIERI, F.; LARACH, I. O. J. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 59-122.

PALMIERI, F.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, I. A.; LUMBRERAS, J. F.; AGLIO, M. L. D. The brazilian soil classification system. In: ESWARAN, H.; RICE, T.; AHRENS, R.; STEWART, B.A. (Ed.). **Soil classification**: a global desk reference. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 127-146. 362p.

PEIXOTO, M. N. O. **Estocagem de sedimentos em cabeceiras de drenagem em anfiteatro**: médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ). 1993. 192f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

PEIXOTO, M. N. O. **Evolução do relevo, coberturas sedimentares e formação de solos em superfícies geomorfológicas**: médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ). 2002. 212f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

PLA SENTÍS, I. Future of soil science. In: HARTEMINK, A. E. (Ed.). **The future of soil science**. Wageningen: IUSS International Union of Soil Sciences, 2006. p. 110-112.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. da; SANTOS, B. C. M. do. Atributos químicos e físicos de um cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 249-258, 2008.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 211-216, 1988.

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

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the central plateau of Brazil**. 1976. 238p. Tese (Ph.D.) – Purdue University, Lafayette.

RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 3-25, set. 1983.

RESENDE, M.; CARVALHO FILHO, A.; LANI, J. L. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 33-67. (Série Técnico-Científica, 177).

RESENDE, M.; KER, J. C.; BAHIA FILHO, A. F. C. Desenvolvimento sustentado do cerrado. In: ALVAREZ, V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 169-199.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p., il.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C.; REZENDE, S. B. de. **Mineralogia de solos brasileiros**: interpretação e aplicações. Lavras: UFLA, 2005. 192p.

REZENDE, S. B.; RESENDE, M. Solos dos mares de morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 261-288.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, n. 1-2, p. 131-146, nov. 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 21 dez. 2007.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; TAN, C. S. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**, v. 146, n. 3-4, p. 466-474, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science>.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, **1999**. 359p.

RICHARDS, L. A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil. Sci.**, Baltimore, n. 68, p. 95-112, 1949.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. 5. ed. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de America. Personal del laboratorio de salinidad de los E. U. A. México: Editorial Limusa, 1977. 172p.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. **Mapa geológico das folhas Cambuci, Italva, Renascença, Santa Maria Madalena, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis e São João do Paraíso.** Niterói: Departamento de Recursos Minerais, 1978/82a. 7 mapas coloridos 75 x 75 cm. Escala: 1:50.000.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. **Mapa geológico das folhas Bom Jesus do Itabapoana, Eugenópolis, Itaperuna, Guaçuí, Miracema, Palma, Porciúncula, Recreio e Varre-Sai.** Niterói: Departamento de Recursos Minerais, 1978/82b. 9 mapas 75x75cm. Escala 1:50.000. Não publicado.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais. **Reserva da biosfera da mata atlântica do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBAMA/Instituto Estadual de Florestas, 1994. Mapa colorido. 79 x 113 cm. Escala: 1:400.000.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2. ed. Santa Maria: EDUFSM, 1991. 181p.

RUELLAN, A. Pedologia e desenvolvimento: a ciência do solo a serviço do desenvolvimento. In: MONIZ, A. C., FURLANI, A. M. C., FURLANI, P. R., FREITAS, S. S. (Eds.). **A responsabilidade social da ciência do solo**. Campinas, SBCS, 1988. p. 69-74.

RUHE, R. V. **Geomorphology**: geomorphic processes and surficial geology. Boston: Houghton-Mifflin Co., 1975. 246p.

SÁNCHEZ, P. A. **Suelos del tropico**: caracteristicas y manejo. San José: IICA, 1981. 633p.

SANTANA, D. P. Qualidade do solo: uma visão holística. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 15-18, 2002.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. **Soil quality and agriculture sustainability in the brazilian cerrado**. s. n. p. 1998 (mimeo.).

SANTOS, H. G. dos. **Solos intermediários entre Latossolos Vermelho-Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos argila de atividade baixa**: conceituação e distinção. 1986. 239f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1986.

SAUER, C. O. The morphology of landscape. **Publications in Geography,** University of California, v. 2, n. 2, p. 19-54. 1925.

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A.; CHARMELO, L. L.; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B. Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 20-44, 2000.

SCHWERTMANN, U. Inhibitory effect of soil organic matter on the crystallization of amorphous ferric hydroxide. **Nature**, London, v. 212, p. 645-646, 1966.

SCHWERTMANN, U. The effect of pedogenic environments on iron oxide minerals. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 171-200, 1985.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S.B. (Ed.)**. Minerals in soil environments**. Madison, Soil Sci. Soc. of Amer., 1977. p. 145-180.

SHERMAN, G. D. The genesis and morphology of the alumina-rich laterite clays. In: Problems in clay and laterite genesis: **Amer. Inst. of Mining and Metallurgical Engr**., New York, 1952. p. 154-161.

SILVA, I. R. da; MENDONÇA, E. de S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, L. C. da; CUNHA, H. C. da S. (Orgs.). Geologia do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000.

SILVA, T. M. da. **A estruturação geomorfológica do planalto atlântico no estado do Rio de Janeiro**. 2002. 264f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SIMONSON, R. W. Outline of a generalized theory of soil genesis. In: DREW, J. V. (Ed.) **Selected Papers in Soil Formation and Classification**. Madison: Soils Science Society of America, 1967. (SSSA Special Publication Series n. 1).

SIMONSON, R. W. Soil classifications in the past: roots and philosophies. In: **Annual Report 1984**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1984. p. 6-18.

SIVAKUMAR, M. V. K.; MANU, A.; VIRMANI, S. M.; KANEMASU, E. T. Relation between climate and soil productivity in the tropics. Myths and science of soil of the tropics. **Proceedings…** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. Las Vegas, Nevada: World Association of Soil and Water Conservation Society, 1992. (SSSA Special Publication n. 29).

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. A acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

STAMMEL, J. G. Desenvolvimento sustentado do pampa. In: ALVAREZ, V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Org.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 325-333.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**: an introduction to the study of landforms. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1991. 537p.

TAYLOR, S. A.; ASHCROFT, G. L. (Eds.). **Physical edaphology**: the physics of irrigated and no irrigated soils. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. 533p.

TEIXEIRA, W. G. Land **use effects on soil physical and hydraulic properties of a clayey ferralsol in the central Amazon**. 2001. 267p. Tese (Ph.D.) – Universität Bayreuth, Bayreuth, 2001.

THOREZ. J. **Practical identification of clay minerals**. Liége State University, Mineralogical Institute. 1976. 90p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. New Jersey, **Publications in Climatology**, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1955. 104p.

THURLER, A. M. **Estimativa da macro e microporosidade do solo através da granulometria e densidades de partículas e do solo**. 1989. 66f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, Piracicaba.

TOLEDO, M. C. M. de; OLIVEIRA, S. M. B. de; MELFI, A. J. Intemperismo e formação de solos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.) **Decifrando a terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 139-166. 568p.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; ALMEIDA, J.; DUARTE, B. P.; NOGUEIRA, J. R.; GERALDES, M.; ALMEIDA, C. G. de; MIRANDA, A.; MEDEIROS, F.; MANSUR, K. Base geológica do rio São Domingos, Itaperuna (RJ): metodologia e resultados. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NO ÂMBITO DO PROJETO AQÜÍFEROS, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 1 CD-ROM.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; NOGUEIRA, J. R.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J.; SILVA, L. G. do E.; MEDEIROS, S. R. de; ALMEIDA, C. G. de; MIRANDA, A.; RAGATKY, C. D.; MENDES, J.; LUDKA, I. Geologia da faixa Ribeira setentrional: estado da arte e conexões com a faixa Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 67-79, 2007.

UNEP. **Agenda 21.** Disponível em: <http://www.unep.org>. Acesso em: 28 jun. 2007.

VAN DER KEVIE, W. (Ed.). **Land suitability classification for agriculture**. Part II. Guidelines for soil survey party chiefs. Wad Medani: FAO/UNDP Project, 1976.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J**., Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VAN LIER, Q. de J. Índices de disponibilidade de água para as plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V, H.; SCHAEFER, C. E. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 1. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 95-106.

VAN RAIJ B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343p.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO S. S. de. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P. da; CARDOSO, E. J. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 4. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 145-192. 470p.

VITTI, G. C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. M. do. (Coord.). **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 303-348.

VON DER WEID, J. Conceitos de sustentabilidade e sua aplicação nos modelos de desenvolvimento agrícola. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Org.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 353-366.

WINOGRAD, M. Indicadores ambientales para Latinoamerica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. San José, Costa Rica: **GASE/IICA/GTZ,** 1995. 85p.

ZEHETNER, F.; MILLER, W. P. Soil variations along a climatic gradient in an andean agro-ecosystem. **Geoderma**, v. 137, n. 1-2, p. 126-134, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 21 nov. 2007.

ZHOU, J. The future of soil science. In: HARTEMINK, A. E. (Ed.). **The future of soil science**. Wageningen: IUSS International Union of Soil Sciences, 2006. p. 158-160.

Apêndice A - Aspectos ambientais de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Clima (Köppen)	Vegetação natural	Relevo regional	Altitude	Relevo local	Densidade de ravinamento	Forma da encosta em planta	Forma da encosta em perfil	Situação	Declive	Face de exposição
						metros						%	
79	MVS	LAd típico, álico	Cwa	floresta tropical superenifólia	forte ondulado	480	forte ondulado	não ravinada	convexa	convexa	terço médio a superior	34 a 40	sul
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Cwa	floresta tropical superenifólia	ondulado e forte ondulado	720	ondulado	não ravinada	linear	convexa	terço superior	12	sudeste
NORJ25	MVS	LAw húmico	Cwa/Cwb	floresta tropical superenifólia	montanhoso	880	montanhoso	baixa	linear	plano-inclinada a convexa	terço superior	60 a 70	sudeste
114	MVS	CHd típico, álico	Cwa	floresta tropical subperenifólia	montanhoso	760	montanhoso	média	convexa	plano-inclinada	terço superior	40 a 45	leste a nordeste
SR3	MMi	LAd típico, álico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e forte ondulado	220	ondulado	não ravinada	convexa	convexa	terço superior	15 a 20	oeste
SR7	MMi	LAd típico, álico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e forte ondulado	190	forte ondulado	não ravinada	linear	plano-inclinada a convexa	terço médio	23 a 28	nordeste
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e forte ondulado	200	forte ondulado	não ravinada	convexa	convexa	terço inferior	20 a 25	nordeste
SR1	MMi	LVAd típico, álico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e forte ondulado	180	forte ondulado	não ravinada	linear a convexa	plano-inclinada	terço médio	30	sudoeste a oeste
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	Aw	campo tropical higrófilo de várzea	ondulado e forte ondulado	175	plano	n/a	n/a	n/a	várzea	0 a 1	n/a
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	Aw	floresta tropical superenifólia de várzea	ondulado e forte ondulado	155	plano	n/a	n/a	n/a	área plana baixa de várzea	0 a 1	n/a
55	MLM1	LAd argis, álico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	208	forte ondulado	não ravinada	convexa	plano-inclinada a convexa	terço médio	30	norte a nordeste
85	MLM1	LVAd argissólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado	200	forte ondulado	não ravinada	linear	plano-inclinada a convexa	terço médio	35 a 45	noroeste
70	MLM1	PVAd latossólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	206	forte ondulado	não ravinada	convexa	convexa	terço médio a superior	30 a 32	noroeste

Apêndice A

Perfil	Material de origem	Formação geológica	Uso atual	Erosão	Drenagem (interna)	Observações
79	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	floresta degradada	não aparente	acentuada	
NORJ9	granulitos quartzo-feldspáticos	Unidade Itaperuna	floresta secundária	não aparente	boa a acentuada	
NORJ25	granulitos quartzo-feldspáticos	Unidade Itaperuna	pastagem, com grande infestação por samambaias	não aparente	acentuada	
114	granulitos	Unidade Itaperuna	pastagem	não aparente	acentuada	afloramentos de rocha nas imediações
SR3	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	floresta degradada	não aparente	acentuada	muitos termiteiros e formigueiros nas imediações do perfil
SR7	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	floresta degradada	não aparente	acentuada	
NORJ19	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	floresta secundária	laminar ligeira	acentuada	
SR1	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	pastagem	laminar moderada	acentuada	
NORJ20	sedimentos aluviais	_	pastagem	não aparente	imperfeita	várzea drenada e sistematizada em 1978 para o cultivo de arroz
81	sedimentos aluvionares, argilossiltosos e argiloarenosos	_	pastagem	não aparente	imperfeita a má	área já cultivada com arroz
55	gnaisses e migmatitos	Unidade Italva	floresta degradada	não aparente	boa	
85	gnaisses e migmatitos	Unidade Santo Eduardo	floresta degradada	não aparente	boa a acentuada	termiteiros nas proximidades
70	gnaisses e migmatitos	Unidade Santo Eduardo	pastagem de capim-guiné e braquiária	laminar ligeira	boa	

Apêndice A - Aspectos ambientais de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Clima (Köppen)	Vegetação natural	Relevo regional	Altitude	Relevo local	Densidade de ravinamento	Forma da encosta em planta	Forma da encosta em perfil	Situação	Declive	Face de exposição
						metros						%	
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e montanhoso	340	forte ondulado	não ravinada	linear	plano-inclinada a convexa	terço médio	30	nordeste
90	MIt	PVe típico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado	140	forte ondulado	baixa a média	convexa	plano-inclinada a convexa	terço médio	32 a 38	noroeste
NS3	MIt	PVe típico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado	280	forte ondulado	baixa	convexa	plano-inclinada a convexa	terço médio	40 a 45	sudoeste
U6P2	MIt	PVe abrúptico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado	208	forte ondulado	baixa	linear a convexa	plano-inclinada	terço médio/superior	40 a 50	nordeste a leste
PF9	MIt	PVe nitossólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	190	forte ondulado	baixa	linear	plano-inclinada	terço médio	30 a 35	norte
63	MIt	PVAd típico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	220	forte ondulado	baixa	convexa	plano-inclinada a convexa	terço superior	40	sudoeste
NORJ3	MIt	PVAe típico	Aw	floresta tropical caducifólia	forte ondulado	165	ondulado	alta	n/a	n/a	topo de elevação	15	n/a
65	MIt	PVAe abrúptico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado	170	forte ondulado	média	convexa	plano-inclinada a convexa	terço médio/superior	42 a 50	nordeste
68	MIt	PVAe cambissólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e forte ondulado	179	forte ondulado	alta	linear	plano-inclinada	terço médio	42 a 48	noroeste
76	MIt	PVAe luvissólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	montanhoso	278	montanhoso	alta	linear	plano-inclinada	terço médio/superior	50 a 55	noroeste
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	ondulado e suave ondulado	95	suave ondulado	baixa	n/a	n/a	topo de elevação	6 a 7	n/a
PF1	MIt	TCp cambissólico	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	170	forte ondulado	alta	linear	plano-inclinada a convexa	terço superior	40 a 45	noroeste
86	MIt	CXbe saprolítico	Aw	floresta tropical caducifólia	montanhoso	250	montanhoso	muito alta	linear	plano-inclinada	terço superior	50 a 60	sudeste

Apêndice A

Perfil	Material de origem	Formação geológica	Uso atual	Erosão	Drenagem (interna)	Observações
NORJ27	charnockitos e enderbitos	Unidade Comendador Venâncio	pastagem de braquiária	laminar ligeira	boa	
90	gnaisses	Unidade Macuco	pastagem de braquiária	laminar ligeira (laminar e sulcos fortes nas redondezas)	boa	
NS3	granulitos	Unidade Itaperuna	floresta degradada	não aparente	boa	
U6P2	biotita-gnaisse	Unidade Santo Eduardo	pastagem de capim-jaraguá e braquiária	forte em sulcos e laminar	boa	aparentemente a área foi arada com trator morro-abaixo, o que acentuou a erosão
PF9	rochas intermediárias da seqüência charnockítica	Unidade Itaperuna	pastagem de braquiária	laminar moderada (forte em sulcos e laminar nas proximidades)	boa	dique de rochas intermediárias nas proximidades
63	gnaisses e migmatitos	Unidade Santo Eduardo	pastagem de braquiária	laminar ligeira	boa	trincheira localizada em colina que apresenta topo suavizado (com menos de 20% de declive)
NORJ3	gnaisses	Unidade Catalunha	pastagem de braquiária	laminar moderada	boa	paisagem com algumas elevações de relevo montanhoso e topos estreitos e outras de relevo mais suave
65	granulitos	Unidade São José de Ubá	pastagem	laminar ligeira e sulcos ligeira	boa	
68	granulitos	Unidade São José de Ubá	pastagem	laminar ligeira	boa a moderada	
76	rochas intermediárias da seqüência charnockítica	Unidade Comendador Venâncio	pastagem de capim-colonião, infestado por ervas daninhas	laminar moderada	moderada	
NORJ23	gnaisses e migmatitos	Unidade Santo Eduardo	pastagem	laminar moderada	boa	
PF1	rochas intermediárias da seqüência charnockítica	Unidade Itaperuna	pastagem de braquiária	laminar moderada	moderada	
86	milonitos quartzo-feldspáticos com intercalações de anfibolitos	Unidade Santo Eduardo	pastagem	laminar moderada	boa	terreno ligeiramente pedregoso e lig. rochoso; mineração nas proximidades

Apêndice A - Aspectos ambientais de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Clima (Köppen)	Vegetação natural	Relevo regional	Altitude	Relevo local	Densidade de ravinamento	Forma da encosta em planta	Forma da encosta em perfil	Situação	Declive	Face de exposição
						metros						%	
NORJ18	MIt	PAe cambissólico, subst sed colúvio-aluvionares	Aw	floresta tropical subcaducifólia	forte ondulado e ondulado	213	plano	n/a	n/a	n/a	rampa suave	0 a 3	n/a
NORJ10	MIt	SXe gleissólico, Ta	Aw	floresta tropical subperenifólia de várzea	plano e suave ondulado	120	plano	n/a	n/a	n/a	várzea (na parte mais baixa desta)	0 a 2	n/a
NORJ4	MIt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Aw	floresta tropical caducifólia	plano e suave ondulado	112	plano	n/a	n/a	n/a	terço médio de rampa suave	3	n/a
88	MIt	CYn típico, Tb	Aw	floresta tropical subperenifólia de várzea	forte ondulado e ondulado	65	plano	n/a	n/a	n/a	terraço aluvial	0 a 2	n/a
NS4	MIt	GXve solódico vertissólico	Aw	floresta tropical subperenifólia de várzea	forte ondulado e ondulado	138	plano	n/a	n/a	n/a	várzea	0 a 2	n/a

[1] LA - Latossolo Amarelo, LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo, PA - Argissolo Amarelo, PV - Argissolo Vermelho, PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo, TC - Luvissolo Crômico, CH - Cambissolo Húmico, CX - Cambissolo Háplico, CY - Cambissolo Flúvico, GX - Gleissolo Háplico, SX - Planossolo Háplico, e - eutr., d - distr., w - ácrico, b - arg. de ativ. baixa (Tb), v - arg. de ativ. alta (Ta), p - pálico, n - sódico, z - sálico

Apêndice A

Perfil	Material de origem	Formação geológica	Uso atual	Erosão	Drenagem (interna)	Observações
NORJ18	sedimentos colúvio-aluvionares	_	pastagem	não aparente	boa	
NORJ10	sedimentos colúvio-aluvionares sobre granulitos	Unidade Itaperuna	pastagem	não aparente	imperfeita	
NORJ4	sedimentos colúvio-aluvionares sobre gnaisses e migmatitos	Unidade São João do Paraíso	pastagem	não aparente	imperfeita	
88	sedimentos aluviais	-	pastagem	não aparente	moderada	esta área foi cultivada com hortaliças até há cerca de 12 anos
NS4	sedimentos aluviais	_	pastagem de grama-barbante e angola	não aparente	má	a área foi cultivada com arroz há mais de 30 anos, evidenciando-se ainda os tabuleiros de arroz

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
79	MVS	LAd típico, álico	A	0 - 19	7,5YR 3/3	ausente	argila	mod peq e med gran	n/a	macia	mui fri	pl e pg	pl e grad
79	MVS	LAd típico, álico	BA	- 35	7,5YR 4/4	ausente	argila	fo peq e med gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
79	MVS	LAd típico, álico	Bw1	- 53	7,5YR 4/6	ausente	argila	fr a mod peq bsa e fo peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e dif
79	MVS	LAd típico, álico	Bw2	- 117	7,5YR 4/6	ausente	argila	fr a mod peq bsa e fo peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
79	MVS	LAd típico, álico	Bw3	- 160	7,5YR 5/6	ausente	argila	fr a mod peq bsa e fo peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	
79	MVS	LAd típico, álico	Bw3	- 200	7,5YR 5/6	ausente	argila		ausente			pl e pg	
79	MVS	LAd típico, álico	Bw4	-300+	7,5YR 6/8	ausente	argila		ausente			pl e pg	
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	A1	0 - 5	7,5YR 3/2	ausente	argila	fo med, peq e mui peq gran	n/a		fri	pl e pg	pl e ab
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	A2	- 16	10YR 3/3	ausente	argila	fo peq, mui peq e med gran	n/a		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	AB	- 31	10YR 4/4	ausente	muito argilosa	fo peq, mui peq e med gran	n/a		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Bw1	- 50	10YR 3/4	ausente	muito argilosa	fo peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e cl
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Bw2	- 77	10YR 3/3	ausente	muito argilosa	fo peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Bw3	- 98	10YR 3/4	ausente	muito argilosa	fo peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Bw4	- 130	10YR 4/6	ausente	muito argilosa	fo peq e mui peq gran e fr peq e med bsa	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
NORJ9	MVS	LAd típico, álico	Bw5	- 200+	10YR 4/6	ausente	muito argilosa	fo med e peq bsa e fo peq e mui peq gran	ausente		fri	pl e pg	
NORJ25	MVS	LAw húmico	Ap	0 - 29	9YR 3/3	ausente	franco-argilosa	fo med e peq gran	n/a		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	A2	- 46	8,5YR 3/2	ausente	franco-argilosa	fo mui peq, peq e med gran	n/a		mui fri	pl e pg	pl e grad
NORJ25	MVS	LAw húmico	A3	- 70	10YR 2/2	ausente	franco-argilosa	fo peq e mui peq gran	n/a		mui fri	pl e pg	ond e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	A4	- 94	10YR 3/3	ausente	argila	fo peq e mui peq gran e fr peq bsa	n/a		mui fri	pl e pg	ond e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	AB	- 109	10YR 3/6	ausente	argila	fr peq bsa e fo peq e mui peq gran	n/a		mui fri	pl e pg	ond e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	BA	- 130	10YR 4/6	ausente	argila	fr peq e med bsa e fo peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	ond e grad

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
79	490	1,12	0,28	4,1	3,9	0,6	6	74	<1		55,7	124,5	109	1,07	0,79	21,4	Bw2 - Ca, Gb, Gt, indícios de VHE (Ve com hidroxi-Al nas entrecamadas) e de At		muita atividade biológica ao longo do perfil; sondagem a trado a partir de 160cm (não amostrado); vestígios de saprolito no final da tradagem
79	510		0,24	4,3	4,1	0,4	6	73	<1				114	1,09	0,81	12,9			
79	571		0,17	4,4	4,2	0,1	2	90	<1				121	1,13	0,83	9,1			
79	570		0,19	4,5	4,2	0,2	3	80	<1				123	1,09	0,80	10,4			
79	589		0,17	4,6	4,2	0,1	2	87	<1				121	1,06	0,78	7,8			
79																			
79																			
NORJ9	517	1,14	0,37	4,3	3,9	2,8	11	46	<1		95,6	212,3	123	0,87	0,63	50,3	Bw4 - Ca, Gb, Gt e indícios de At	Bw4 - Gt	se considerar do Bw1 para baixo seria A, BA e Bw; a partir de 170cm ocorre horizonte mais claro e com estrutura tendendo a predominar a forma de blocos
NORJ9	553		0,25	4,3	4,1	0,8	5	73	<1				128	0,94	0,68	31,1			
NORJ9	616		0,19	4,7	4,4	0,3	2	82	<1				129	0,97	0,71	20,0			
NORJ9	638		0,15	4,9	4,6	0,1	1	90	<1				133	0,99	0,71	16,1			
NORJ9	635		0,17	4,9	4,5	0,1	1	90	<1				139	0,96	0,69	16,4			
NORJ9	653		0,15	4,9	4,5	0,1	1	87	<1				144	0,86	0,63	11,5			
NORJ9	673		0,12	5,0	4,6	0,1	2	80	<1				147	0,89	0,65	8,2			
NORJ9	671		0,11	5,1	4,9	0,1	3	50	<1				147	0,81	0,58	5,2			
NORJ25	293	1,47	1,25	5,4	4,6	1,0	6	37	<1		127,7	336,7	117	0,47	0,34	57,0	Bw1 - Gb, Ca, Gt e VHE	Bw1 - Gt, Qt	perfil descrito e amostrado em corte de estrada; ocorrência de alguns blocos de rocha intemperizada na massa do solo, aparentemente inferior a 5%
NORJ25	272		1,33	5,2	4,7	0,4	3	56	<1				112	0,43	0,32	58,1			
NORJ25	273		1,23	5,3	4,7	0,2	1	33	<1				114	0,43	0,32	52,4			
NORJ25	434		0,54	5,3	4,7	0,2	2	71	<1				124	0,42	0,31	24,4			
NORJ25	532		0,24	5,2	4,7	0,1	1	75	<1				132	0,43	0,31	13,5			
NORJ25	532		0,32	5,2	4,8	0,2	4	50	<1				119	0,40	0,30	10,0			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NORJ25	MVS	LAw húmico	Bw1	- 181	8,5YR 6/8	ausente	argila	fr peq e med bsa e fo peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e dif
NORJ25	MVS	LAw húmico	Bw2	- 228	8,5YR 6/8	ausente	argila	fr a mod med e peq bsa	ausente		fri	pl e pg	desc e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	BC	-248	6,5YR 5/8	ausente	argila	fr peq e med bsa	ausente		fri	pl e pg	desc e cl
NORJ25	MVS	LAw húmico	CR	- 265+	var 8,5YR 5/8, 10YR 6/8, 5YR 5/8 e 10YR 7/6	ausente	argila	estrutura original da rocha	n/a				
114	MVS	CHd típico, álico	Ap	0 - 30	10YR 2/1	ausente	argila	mod a fo peq e med gran	n/a		mui fr	pl e pg	pl e grad
114	MVS	CHd típico, álico	A2	- 110	7,5YR 3/2	ausente	argila	mod a fo peq e med gran	n/a		mui fr	pl e pg	pl e cl
114	MVS	CHd típico, álico	Bi	- 140	10YR 6/8	ausente	argila	mod peq gran	ausente		mui fr	pl e pg	
114	MVS	CHd típico, álico	Bi	-150	10YR 6/8	ausente	argila						
114	MVS	CHd típico, álico	CR/B	- 180+									
SR 3	MMi	LAd típico, álico	A1	0 - 12	10YR 3/2	ausente	argila	mod mui peq gran	n/a		mui fri	pl e pg	pl e grad
SR 3	MMi	LAd típico, álico	A2	- 35	10YR 4/2	ausente	argila	mod peq gran	n/a		mui fri	pl e pg	pl e grad
SR 3	MMi	LAd típico, álico	BA	- 54	10YR 4/4	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
SR 3	MMi	LAd típico, álico	Bw1	- 90	9YR 4/6	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e dif
SR 3	MMi	LAd típico, álico	Bw2	- 150	9YR 4/6	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	
SR 3	MMi	LAd típico, álico	Bw2	-200	9YR 4/7	ausente	muito argilosa					pl e pg	
SR 3	MMi	LAd típico, álico	Bw3	-300+	10YR 6/8	ausente	muito argilosa					pl e pg	
SR 7	MMi	LAd típico, álico	A	0 - 18	10YR 3/2	ausente	argila	mod mui peq e peq gran	n/a		mui fri	pl e pg	pl e grad
SR 7	MMi	LAd típico, álico	BA	- 37	10YR 4/4	ausente	argila	mod peq e mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e grad
SR 7	MMi	LAd típico, álico	Bw1	- 90	7,5YR 5/4	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	pl e dif
SR 7	MMi	LAd típico, álico	Bw2	- 150	7,5YR 6/4	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fri	pl e pg	
SR 7	MMi	LAd típico, álico	Bw2	-200	7,5YR 6/4	ausente	muito argilosa		ausente				
SR 7	MMi	LAd típico, álico	Bw3	-300+	10YR 6/8	ausente	muito argilosa		ausente				
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	A1	0 - 6	7,5YR 4/4	ausente	argila	mod a fo med e gr gran	n/a		fri	pl e pg	pl e grad

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NORJ25	531		0,32	5,6	5,4	0,3	9	0	1				138	0,45	0,32	6,4			
NORJ25	532		0,29	5,5	6,0	0,1	6	0	1				150	0,46	0,33	3,2			
NORJ25																			
NORJ25																			
114	477	1,08	0,39	4,8	4,0	1,5	9	64	<1		85,4	184,1	79	1,34	1,05	35,8			poucos calhaus de saprolito no A2 e Bi; sondagem a trado a partir de 140cm (não amostrado); entre 150 e 180cm ocorrem muitos calhaus e pouco material terroso; pedras impedem a continuação da tradagem
114	451		0,43	5,0	4,0	0,7	6	79	<1				95	1,15	0,90	27,7			
114	499		0,32	5,1	4,2	0,6	9	67	1				106	1,05	0,81	12,8			
114																			
114																			
SR 3	529	1,16	0,20	4,0	3,7	0,6	5	79	<1		53,4	120,7	74	1,27	1,03	22,1	Bw2 - Ca, Gb, Gt e indícios de VHE e de At		serrapilheira de 1cm de espessura; muita atividade biológica ao longo do perfil; sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
SR 3	569		0,17	4,2	3,9	0,3	3	86	<1				80	1,22	0,97	15,8			
SR 3	629		0,11	4,5	4,0	0,1	1	93	<1				87	1,31	1,04	10,8			
SR 3	629		0,12	4,5	4,0	0,1	2	92	<1				89	1,45	1,14	8,7			
SR 3	650		0,09	4,8	4,2	0,1	2	90	<1				96	1,52	1,18	7,1			
SR 3																			
SR 3																			
SR 7	489	1,27	0,19	4,0	3,6	0,6	6	75	<1		50,6	112,6	70	1,65	1,31	21,7	Bw2 - Ca, Gb, Gt		serrapilheira com 3 a 4cm de espessura; muita atividade biológica no perfil (formigas); sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
SR 7	591		0,20	4,2	3,8	0,3	4	84	<1				80	1,53	1,24	12,4			
SR 7	652		0,10	4,4	3,9	0,1	2	93	<1				85	1,53	1,23	8,4			
SR 7	652		0,12	4,4	4,0	0,1	2	91	<1				84	1,50	1,21	7,4			
SR 7																			
SR 7																			
NORJ19	466	1,16	0,21	4,3	3,9	2,3	22	28	<1		38,0	74,5	82	1,55	1,17	22,5			o horizonte Bw3 é mais adensado que os demais horizontes

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	A2	- 20	7,5YR 4/6	ausente	argila	mod peq e med bsa	n/a		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	BA	- 39	6,5YR 4/6	ausente	argila	fr a mod peq e med bsa e peq e med gr	ausente		fri	pl e pg	pl e grad
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	Bw1	- 68	6,5YR 4/6	ausente	muito argilosa	fr peq e med bsa e mod peq gr	ausente		fri	pl e pg	pl e dif
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	Bw2	- 142	5YR 4/6	ausente	muito argilosa	fr peq e med bsa e fo peq e mpeq gr	ausente		fri	pl e pg	pl e dif
NORJ19	MMi	LVAd típico, epiálico	Bw3	- 200+	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa	fr med e peq bsa	ausente		fri	pl e pg	
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	Ap	0 - 12	7,5YR 3/3	ausente	argila	fr a mod peq gran e bsa	n/a		mui fr	pl e pg	pl e grad
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	BA	- 29	7,5YR 5/4	ausente	argila	fr a mod peq bsa e gran	ausente		mui fr	pl e pg	pl e grad
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	Bw1	- 80	6YR 5/6	ausente	argila	fo mui peq gran	ausente		mui fr	pl e pg	pl e dif
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	Bw2	- 150	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa	fo mui peq gran	ausente		mui fr	pl e pg	
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	Bw2	-200	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa					pl e pg	
SR 1	MMi	LVAd típico, álico	Bw3	- 300+	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa					pl e pg	
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	Ap	0 - 4	10YR 4/3	ausente	argila	fr peq gr	n/a		fri	pl e pg	pl e ab
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	BAg	- 19	var 2,5Y 5/3, 10YR 4/4 e 7,5YR 4/4	ausente	argila	fr med e gr bsa	ausente		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	Bi1	- 32	var 10YR 6/6, 10YR 5/6 e 10YR 2/1	ausente	argila	fr gr bsa	ausente		fir	pl e pg	pl e grad
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	Bi2	- 70	var 10YR 6/6, 2,5Y 6/4, 10YR 5/6 e 10YR 4/4	ausente	franco-argilosa	fr a mod med e gr bsa	ausente		fir	pl e pg	pl e cl
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	2BC	- 89	var 2,5Y 6/4, 10YR 5/6, 9YR 4/6 e 10YR 3/3	ausente	franco-argiloarenosa	fr med e gr bsa	ausente		fri a fir	pl e pg	ond e cl (19 a 29cm)
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	2C1	- 130	10YR 7/2	ab md proe 10YR 2/1 e co md dif 10YR 6/6	franco-arenosa	fr med e gr bsa	ausente		fri	n pl e n pg	ond e cl (0 a 50cm)
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	2C2	- 152	10YR 5/6	co gr proe 2,5Y 6/2 e co gr dif 10YR 5/8	franco-arenosa	fr peq e med bsa	ausente		fri	n pl e n pg	pl e cl
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	2C3	-169	2,5Y 5/6	co md dif 10YR 5/6 e po gr proe 2,5Y 6/2	franco-arenosa	fr peq e med bsa	ausente		fri	lig pl e lig pg	pl e cl
NORJ20	MMi	CYbe gleissólico	3Cg	- 180+	5B 7/1	ab gr proe 1,5Y 5/4 e co pq proe 5YR 4/6	franco-argiloarenosa		ausente		fir	lig pl a pl e lig pg a pg	
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	Apg	0 - 27	2,5Y 4/1	co md proe 2,5YR 4/6	argila	mod med e peq bsa e ba	n/a		fri	pl e pg	pl e ab
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	2Cg1	- 57	10YR 4/4 e 5Y 5/2		franco-argiloarenosa	fr peq e med bsa	ausente		mui fri	lig pl e lig pg	pl e cl

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NORJ19	567		0,11	4,2	3,9	0,8	11	65	<1				91	1,46	1,11	12,9			
NORJ19	588		0,17	4,4	4,0	0,2	4	87	<1				99	1,55	1,17	9,0			
NORJ19	608		0,14	4,6	4,2	0,2	5	80	<1				103	1,58	1,20	6,6			
NORJ19	650		0,09	4,6	4,3	0,2	5	71	<1				100	1,65	1,24	5,7			
NORJ19	649		0,08	4,9	4,8	0,2	8	33	<1				110	1,55	1,17	3,9			
SR 1	446	1,21	0,30	4,7	3,9	1,2	17	43	<1		44,8	99,3	74	1,39	1,09	15,5	Bw1 - Ca, Gb e Gt, vestígios de Ve e de At		topo do horizonte Ap ligeiramente compactado; sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
SR 1	507		0,24	4,7	3,9	0,4	9	75	<1				79	1,38	1,09	9,3			
SR 1	569		0,19	4,8	4,1	0,2	6	83	<1				91	1,43	1,12	6,2			
SR 1	610		0,15	5,1	4,2	0,2	7	75	<1				83	1,39	1,10	4,4			
SR 1																			
SR 1																			
NORJ20	410	1,07	0,77	5,0	4,2	4,3	28	12	2		47,4	68,1	45	1,81	1,52	37,3			
NORJ20	406		0,49	5,5	4,5	2,8	44	7	2				59	1,63	1,32	15,8			
NORJ20	470		0,58	6,6	5,6	3,7	65	0	4				74	1,49	1,21	12,1			
NORJ20	386		0,61	6,6	5,6	2,5	58	0	4				71	1,43	1,14	11,1			
NORJ20	202		0,25	6,5	5,5	1,3	45	0	2				44	1,53	1,14	14,4			
NORJ20	141		0,51	6,6	5,4	1,5	60	0	2				34	1,75	1,30	17,7			
NORJ20	161		0,56	6,2	5,5	1,5	58	0	2				52	1,72	1,19	16,1			
NORJ20																			
NORJ20	304		0,65	6,0	4,5	3,1	57	3	2				52	1,64	1,35	17,8			
81	541	n/a	0,56	5,2	4,1	7,9	52	6	2	0,24	48,3	81,8				27,9			topo do horizonte Apg compactado (até 5 a 7cm); parte inferior do Apg com cores mais escuras (abaixo de 18cm); presença de mica no 2Cg1; poucas concreções médias e grandes de ferro e manganês no final do 3Cgn1; sondagem a trado a partir de 135cm (não amostrado)
81	204		0,65	5,2	4,5	4,5	74	2	5	0,55						29,9			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn1	- 80	2,5Y 6/1	co md dif 2,5Y 6/3	muito argilosa	mod peq e med bsa	ausente		fri	mui pl e mui pg	pl e grad
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn2	- 135	N 6/	co md proe 10YR 4/4	muito argilosa	mod med ba e bsa	ausente		fir	mui pl e mui pg	
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn2	-150	N 6/	co 10YR 4/5	muito argilosa					mui pl e mui pg	
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn3	-200	var 5B 6/1 e 5YR 5/6		muito argilosa					mui pl e mui pg	
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn4	-250	5G 7/1	mui proe 10YR 5/4	muito argilosa					mui pl e mui pg	
81	MMi	GXve solódico, endossolódico	3Cgn5	- 270+	5G 6/2	po dif 2,5Y 4/3	argiloarenosa					mui pl e mui pg	
55	MLM1	LAd argissólico, álico	A	0 - 14	10YR 4/2	ausente	argiloarenosa	mod peq e med gr e bsa	n/a	lig du	mui fri	pl e pg	pl e cl
55	MLM1	LAd argissólico, álico	BA	- 31	10YR 4/6	ausente	argila	mod peq e med bsa	ausente	du	fri	mui pl e pg	pl e grad
55	MLM1	LAd argissólico, álico	Bw1	- 62	9YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	ausente	du	fri	mui pl e pg	pl e dif
55	MLM1	LAd argissólico, álico	Bw2	- 110	7,5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	po e fr	du	fri	mui pl e pg	pl e grad
55	MLM1	LAd argissólico, álico	Bt	- 150	7,5YR 6/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	po e mod	mui du	fri	mui pl e pg	
55	MLM1	LAd argissólico, álico	Bt	-190	7,5YR 6/6	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
55	MLM1	LAd argissólico, álico		-300+	7,5YR 6/8	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
85	MLM1	LVAd argissólico	A	0 - 9	7,5YR 3/2	ausente	argila	mod peq e med gran	n/a	macia	fri	pl e pg	pl e cl
85	MLM1	LVAd argissólico	BA	- 34	7,5YR 4/4	ausente	argila	med peq e med gran e bsa	ausente	lig du	fri	pl e pg	pl e grad
85	MLM1	LVAd argissólico	Bw1	- 87	5YR 5/6	ausente	muito argilosa	fr a mod peq gran e bsa	po e fr	lig du a du	fri	pl e pg	pl e dif
85	MLM1	LVAd argissólico	Bw2	- 155	5YR 5/8	ausente	muito argilosa	fr a mod peq gran e bsa	po e fr	lig du a du	fri	pl e pg	
85	MLM1	LVAd argissólico	Bw2	-200	5YR 5/8	ausente	muito argilosa						
85	MLM1	LVAd argissólico	Bw3	-300+	6YR 5/6	ausente	muito argilosa						
70	MLM1	PVAd latossólico	Ap	0 - 11	7,5YR 3/2	ausente	argiloarenosa	mod peq e med gran e bsa	n/a	du	fri	pl e pg	pl e cl
70	MLM1	PVAd latossólico	BA	- 24	7,5YR 4/4	ausente	argila	mod med e peq bsa	ausente	mui du	fri	pl e pg	pl e grad
70	MLM1	PVAd latossólico	Bt1	- 47	5YR 4/4	ausente	muito argilosa	mod med e peq bsa	co e mod	mui du	fri	pl e pg	pl e grad
70	MLM1	PVAd latossólico	Bt2	- 85	5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod med e peq bsa	co e fo	du	fri	pl e pg	pl e dif

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
81	607		0,50	4,9	4,0	8,3	59	7	7	0,49						23,2			
81	726		0,34	5,0	3,6	7,1	49	26	8	0,46						19,8			
81																			
81																			
81																			
81																			
55	447	1,34	0,17	4,2	3,8	1,7	18	39	<1		42,9	78,2	56	1,70	1,35	21,0	Bw2 - Ca, indícios de Gt e de VHE		muita atividade biológica no perfil (cupins)
55	590		0,10	4,0	3,8	0,4	6	80	<1				71	1,62	1,31	10,8			
55	611		0,10	4,0	3,8	0,3	6	83	<1				82	1,62	1,29	7,7			
55	611		0,09	4,2	3,9	0,2	5	87	<1				74	1,61	1,30	6,5			
55	631		0,07	4,2	3,9	0,2	5	87	<1				77	1,68	1,34	6,8			
55																			
55																			
85	491	1,25	0,20	4,8	4,5	4,5	45	2	<1		46,0	91,5	69	1,40	1,10	20,4	Bw2 - Ca, Gb, Gt e indícios de Ve		serrapilheira de 3 a 5cm de espessura; muita atividade biológica no perfil (cupins); sondagem a trado a partir de 155cm (não amostrado)
85	550		0,08	4,2	4,0	1,1	18	42	<1				75	1,33	1,04	10,9			
85	673		0,04	4,4	4,1	0,9	19	44	<1				91	1,34	1,04	7,1			
85	671		0,04	5,1	4,3	1,0	24	23	<1				97	1,28	0,98	6,1			
85																			
85																			
70	425	1,41	0,25	5,5	4,6	3,4	52	3	<1		36,1	73,2	55	1,74	1,39	15,3	Bt2 - Ca, indícios de Gt		topo do Ap ligeiramente compactado (pisoteio de gado); muita atividade biológica no perfil (cupins e formigas); sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
70	569		0,16	4,8	4,2	2,0	38	13	<1				73	1,59	1,29	9,3			
70	631		0,14	4,4	4,0	1,3	27	35	<1				84	1,73	1,36	7,6			
70	650		0,06	4,5	4,0	0,9	20	44	<1				86	1,74	1,37	6,9			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
70	MLM1	PVAd latossólico	Bt3	- 120	5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e mod	du	fri	pl e pg	pl e dif
70	MLM1	PVAd latossólico	Bw	- 150	5YR 5/6	ausente	muito argilosa	fr peq e med bsa e gr	po e fr	lig du	mui fri	pl e pg	
70	MLM1	PVAd latossólico	Bw	-200	5YR 5/6	ausente	muito argilosa					pl e pg	
70	MLM1	PVAd latossólico	Cr	-300+	7,5YR 5/6		muito argilosa					pl e pg	
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Ap	0 - 12	6,5YR 3/4	ausente	argila	fo med e gr gran	n/a		fir	pl e pg	pl e cl
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	AB	- 18	5YR 3/4	ausente	argila	fo med e gr gran e med bsa	n/a		fir	pl e pg	pl e ab
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	BA	- 38	5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod a fo peq, med e gr bsa	ausente		fri a fir	pl e pg	pl e grad
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Bt1	- 70	4YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod a fo med e gr bsa	ausente		fri a fir	pl e pg	pl e grad
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Bt2	- 107	6YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod a fo med e peq bsa e ba	co e fr a mod		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Bt3	- 138	6,5YR 5/8	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e fr		fri	pl e pg	pl e dif
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Bt4	- 188	7,5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e fr		fri	pl e pg	pl e dif
NORJ27	MLM1	PVAe latossólico	Bt5	- 200+	7,5YR 5/6	ausente	muito argilosa	fr a mod peq e med bsa e ba	co e fr		fri	pl e pg	
90	MIt	PVe típico	Ap	0 - 20	5YR 3/3	ausente	argiloarenosa	fra mod peq gr e bsa	n/a	lig du	fri	pl e pg	pl e cl
90	MIt	PVe típico	BA	- 50	2,5YR 3/6	ausente	argiloarenosa	mod peq bsa	po e fr	lig du	fri	pl e pg	pl e grad
90	MIt	PVe típico	Bt1	- 90	2,5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e mod	du	fri	pl e pg	pl e dif
90	MIt	PVe típico	Bt2	- 140	2,5YR 4/8	ausente	muito argilosa	mod a fo peq e med bsa	ab e mod	du	fri	pl e pg	
90	MIt	PVe típico	Bt2	-200	2,5YR 4/8	ausente	muito argilosa					pl e pg	
90	MIt	PVe típico	Bt2	- 300+	2,5YR 5/8	ausente	muito argilosa					pl e pg	
NS3	MIt	PVe típico	A1	0 - 8	5YR 3/2	ausente	franco-argiloarenosa	mod peq gr e bsa	n/a		fri	pl e pg	pl e grad
NS3	MIt	PVe típico	A2	- 19	5YR 3/3	ausente	franco-argilosa	mod peq bsa e gr	n/a		fri	pl e pg	pl e cl
NS3	MIt	PVe típico	BA	- 34	2,5YR 4/4	ausente	argila	mod peq e med bsa	po e fr		fri	mui pl e mui pg	pl e grad
NS3	MIt	PVe típico	Bt1	- 95	1YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod a fo peq e med bsa	co e mod		fri	mui pl e mui pg	pl e dif
NS3	MIt	PVe típico	Bt2	- 150	2,5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e mod		fri	mui pl e mui pg	
NS3	MIt	PVe típico	Bt2	-200	2,5YR 4/6	ausente	muito argilosa					mui pl e mui pg	

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
70	610		0,10	4,9	4,2	1,4	36	22	<1				80	1,64	1,31	6,4			
70	609		0,12	5,3	4,4	1,5	43	12	<1				80	1,70	1,36	5,7			
70																			
70																			
NORJ27	491	1,28	0,33	6,1	5,4	6,6	64	0	<1		61,4	119,7	98	1,32	0,98	21,0	Bt2 - Ca, Gb, Gt, vestígios de VHE	Bt2 - Gt, vestígios de Rt (Rutilo) e de Hm	
NORJ27	531		0,28	6,2	5,4	6,0	82	0	<1				100	1,36	1,00	13,7			
NORJ27	611		0,18	6,4	5,6	4,6	67	0	<1				115	1,44	1,04	11,3			
NORJ27	694		0,13	6,3	5,7	3,7	64	0	<1				114	1,52	1,13	8,4			
NORJ27	735		0,10	6,4	5,9	2,9	62	0	<1				126	1,59	1,16	6,4			
NORJ27	735		0,07	6,3	6,2	2,5	71	0	<1				116	1,46	1,10	4,8			
NORJ27	714		0,09	6,2	6,3	2,3	70	0	<1				123	1,51	1,10	4,6			
NORJ27																			
90	366	1,47	0,33	6,0	5,7	5,3	72	0	<1		52,0	112,4	59	1,71	1,31	20,2	Bt2 - Ca e indícios de Gt		topo do horizonte Ap compactado; muita atividade biológica ao longo do perfil (cupins e formigas)
90	467		0,16	6,0	5,3	3,4	63	0	<1				65	1,68	1,30	11,6			
90	611		0,11	5,9	5,1	3,2	56	0	<1				90	1,59	1,23	9,3			
90	612		0,24	6,0	5,3	2,6	59	0	<1				99	1,52	1,17	7,2			
90																			
90																			
NS3	306	1,79	0,65	6,6	6,0	10,2	83	0	<1		48,2	101,1	67	1,85	1,29	40,2	Bt1 - Ca, Gt, vestígios de Mi	Bt1 -Gt, Hm, vestígios de Rt (Rutilo); Gt predominante	serrapilheira de 2 a 3cm de espessura; sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
NS3	366		0,52	6,7	5,8	5,9	75	0	<1				74	1,65	1,20	21,6			
NS3	488		0,32	6,6	5,7	4,8	75	0	<1				84	1,68	1,25	13,1			
NS3	717		0,10	6,6	5,8	4,4	73	0	<1				115	1,81	1,35	8,4			
NS3	717		0,12	6,1	5,8	3,1	66	0	<1				112	1,73	1,29	6,6			
NS3																			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NS3	Mlt	PVe típico	Bt3	- 300+	10R 3/6	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Ap	0 - 21	5YR 3/3	ausente	argiloarenosa	mod med e peq bsa e ba	n/a	du	fri	pl e pg	ond e cl (18 a 32cm)
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	BA	- 49	2,5YR 4/4	ausente	argila	mod peq bsa	po e fr	du	fri	mui pl e pg	pl e grad
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Bt1	- 71	2,5YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e mod	du	fri	mui pl e pg	pl e grad
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Bt2	- 103	2,5YR 4/8	ausente	muito argilosa	mod a fo peq bsa e ba	ab e mod	du	fri	mui pl e pg	pl e grad
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Bt3	- 145	2,5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq bsa e ba	co e mod	du	fri	mui pl e pg	
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Bt3	-210	2,5YR 5/6	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	Bt4	-270	2,5YR 5/6	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
U6P2	Mlt	PVe abrúptico	BC	- 300+	5YR 5/6	co 2,5Y 7/4	muito argilosa					pl e pg	
PF9	Mlt	PVe nitossólico	Ap	0 - 7	2,5YR 3/2	ausente	franco-argilosa	mod med e peq bsa e gr	n/a		fri	pl e pg	pl e grad
PF9	Mlt	PVe nitossólico	BA	- 29	10R 3/3	ausente	franco-argilosa	mod a fo med e peq bsa	co e fr		fri	mui pl e pg	pl e dif
PF9	Mlt	PVe nitossólico	Bt1	- 70	10R 3/4	ausente	muito argilosa	fo peq e med bsa e ba	ab e fo		fri	mui pl e pg	pl e dif
PF9	Mlt	PVe nitossólico	Bt2	- 130	10R 3/4	ausente	muito argilosa	fo peq e med bsa e ba	ab e fo		fri	mui pl e pg	
PF9	Mlt	PVe nitossólico	Bt2	- 280+	10R 3/4	ausente	muito argilosa					mui pl e pg	
63	Mlt	PVAd típico	Ap	0 - 12	7,5YR 3/2	ausente	franco-argiloarenosa	mod peq gr e bsa	n/a	du	fri	pl e pg	pl e cl
63	Mlt	PVAd típico	Bt1	- 35	5YR 4/6	ausente	argila	mod peq e med bsa e ba	po e fr	mui du	fri	pl e pg	pl e grad
63	Mlt	PVAd típico	Bt2	- 84	5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	co e mod	du	fri	pl e pg	pl e grad
63	Mlt	PVAd típico	Bt3	- 140	4YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	ab e mod	du	fri	pl e pg	
63	Mlt	PVAd típico	Bt3	-200	4YR 5/6	ausente	muito argilosa					pl e pg	
63	Mlt	PVAd típico	Bt4	-280	2,5YR 5/6	ausente	muito argilosa					pl e pg	
63	Mlt	PVAd típico	BC	- 300+	10R 4/8	ausente	argilossiltosa					pl e pg	
NORJ3	Mlt	PVAe típico	Ap	0 - 11	5YR 3/3	ausente	argiloarenosa	fr peq e med bsa e peq gr	n/a	du	fri	pl e pg	ond e cl (9 a 13cm)
NORJ3	Mlt	PVAe típico	AB	- 19	5YR 3/4	co pq dif 5YR 4/4	argila	fr peq e med bsa	n/a	du	fri	pl e pg	ond e cl (8a 9cm)

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NS3																			
U6P2	366	1,76	0,49	5,7	4,9	4,1	64	0	<1		43,6	100,5	73	1,73	1,28	17,5	Bt2 - Ca, índicios de Gt		topo do horizonte Ap compactado (até 5cm de profundidade); Ap apresenta mistura com o BA em alguns locais; muita atividade biológica ao longo do perfil (cupins); sondagem a trado a partir de 145cm (não amostrado)
U6P2	592		0,23	6,2	5,3	4,1	69	0	<1				91	1,59	1,23	10,0			
U6P2	696		0,19	6,4	5,6	3,9	75	0	<1				108	1,69	1,29	7,5			
U6P2	737		0,16	6,8	6,0	3,6	71	0	<1				107	1,79	1,38	6,9			
U6P2	757		0,12	6,9	6,2	3,4	77	0	<1				110	1,76	1,35	5,8			
U6P2																			
U6P2																			
U6P2																			
PF9	369	1,39	0,71	6,1	5,3	10,0	68	0	<1		52,3	101,8	94	1,86	1,23	39,8	Bt1 - Ca, Hm, Gt, indícios de Es e de At	Bt1 - Hm e Gt, Hm predominante	muita atividade biológica ao longo do perfil (cupins e formigas); sondagem a trado a partir de 130cm (não amostrado)
PF9	367		0,60	6,1	5,1	5,1	67	0	<1				94	1,73	1,14	20,7			
PF9	657		0,21	6,7	5,5	7,2	82	0	<1				113	1,77	1,30	13,4			
PF9	717		0,18	7,2	6,0	6,3	89	0	1				117	1,89	1,40	9,9			
PF9																			
63	345	1,68	0,43	5,0	4,2	2,9	45	6	<1		35,3	73,1	61	1,94	1,44	18,6			sondagem a trado a partir de 140cm (não amostrado)
63	508		0,20	4,8	4,0	1,2	30	37	<1				76	1,71	1,32	7,9			
63	652		0,14	5,0	4,1	1,1	30	39	<1				100	1,77	1,34	5,7			
63	672		0,10	5,0	4,2	0,7	23	36	<1				116	1,72	1,28	4,5			
63																			
63																			
63																			
NORJ3	366	1,54	0,42	6,1	5,3	6,5	72	0	<1		45,6	73,6	61	1,93	1,43	24,6	Bt2 - Ca, Gt, vestígios de Mi em degradação e indícios de At	Bt2 -Gt, Hm, Qt; Gt predominante	linha de pedras descontínua no limite entre os horizontes Bt2 e Bt3, constituída por calhaus de quartzo
NORJ3	467		0,30	6,2	5,1	4,4	66	0	<1				67	1,81	1,39	14,3			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NORJ3	MIt	PVAe típico	BA	- 34	5YR 4/4	ausente	muito argilosa	mod peq e med bsa	ausente	du	fri	mui pl e mui pg	pl e grad
NORJ3	MIt	PVAe típico	Bt1	- 73	5YR 4/6	po pq dist 5YR 4/4	muito argilosa	fo peq e med bsa e ba	ab e mod	du	fri	mui pl e mui pg	pl e dif
NORJ3	MIt	PVAe típico	Bt2	- 104	5YR 4/6	po pq e md dist 9YR 5/8	argila	fo peq e med bsa e ba	ab e mod	du	fri	mui pl e mui pg	pl e cl
NORJ3	MIt	PVAe típico	Bt3	- 134	2,5YR 4/6	co pq, md e gr proe 10YR 6/6	argila	mod a fo peq e med bsa e ba	co e mod	du	fri	mui pl e mui pg	pl e cl
NORJ3	MIt	PVAe típico	BC	- 164	2,5YR 4/6	co md e gr proe10YR6/6	argila pouco cascalhenta	mod peq e med bsa	ausente	lig du	fri	lig pl e lig pg	pl e cl
NORJ3	MIt	PVAe típico	Cr	- 172+	2,5YR 4/6	ausente	franco-argiloarenosa pouco cascalhenta	fr peq e med bsa	n/a	lig du	fri	lig pl e lig pg	
65	MIt	PVAe abrúptico	Ap	0 - 14	7,5YR 3/3	ausente	argiloarenosa	mod peq e med gran e bsa	n/a	du	fri	pl e pg	pl e cl
65	MIt	PVAe abrúptico	BA	- 34	4YR 4/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med gran e bsa	po e fr	mui du	fri	pl e pg	pl e grad
65	MIt	PVAe abrúptico	Bt1	- 60	4YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med gran e bsa	co e mod	du	fri	pl e pg	pl e dif
65	MIt	PVAe abrúptico	Bt2	- 108	5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med gran e bsa	co e mod	mui du	fri	pl e pg	pl e dif
65	MIt	PVAe abrúptico	Bt3	- 145	5YR 5/6	ausente	muito argilosa	mod peq e med gran e bsa	po e fr	mui du	fir	pl e pg	
65	MIt	PVAe abrúptico	Bt3	- 300+	5YR 5/6	ausente	muito argilosa					pl e pg	
68	MIt	PVAe cambissólico	Ap	0 - 18	7,5YR 3/3	ausente	franca	mod peq e med gran e bsa	n/a	lig du	fri	pl e pg	pl e cl
68	MIt	PVAe cambissólico	BA	- 29	4YR 4/4	ausente	franco-argiloarenosa	mod peq bsa	ausente	du	fri	mui pl e pg	pl e cl
68	MIt	PVAe cambissólico	Bt1	- 50	4YR 4/6	ausente	argila	mod med e peq bsa e ba	po e fr	mui du	fir	mui pl e pg	pl e grad
68	MIt	PVAe cambissólico	Bt2	- 101	3,5YR 4/6	ausente	argila	mod a fo peq e med ba e bsa	co e fo	mui du	fri	mui pl e pg	pl e grad
68	MIt	PVAe cambissólico	BC	- 150	2,5YR 4/6	co gr proe 5YR 8/1, relacionado ao material de origem	argila	mod peq e med ba e bsa	co e mod	mui du	fri	mui pl e pg	
68	MIt	PVAe cambissólico	BC	-180	2,5YR 4/6	co 5YR 8/1, relacionado ao material de origem	argila					mui pl e pg	
68	MIt	PVAe cambissólico	Cr1	-210	5YR 5/6		franca					pl e lig pg	
68	MIt	PVAe cambissólico	Cr2	- 250+	2,5YR 4/8		franco-argilosa					pl e pg	

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NORJ3	632		0,18	5,8	4,9	3,7	59	0	<1				93	1,68	1,30	10,0			
NORJ3	653		0,20	5,3	5,2	2,8	58	0	<1				117	1,76	1,31	7,4			
NORJ3	592		0,25	5,1	5,0	2,0	53	0	1				112	1,69	1,28	6,4			
NORJ3	550		0,30	4,9	5,0	1,5	45	0	<1				133	1,56	1,09	6,0			
NORJ3	427		0,43	4,8	4,7	1,1	35	8	<1				93	1,74	1,29	7,3			
NORJ3	243		0,84	5,0	4,4	0,5	28	29	1				74	1,93	1,40	7,4			
65	386	1,82	0,38	5,3	4,5	3,6	58	3	<1		35,1	67,0	91	1,91	1,34	16,1	Bt2 - Ca, indícios de Gt		perfil de consitência muito dura; topo do horizonte Ap ligeiramente compactado; sondagem a trado a partir de 145cm (não amostrado)
65	693		0,15	5,4	4,9	2,9	66	0	<1				110	1,78	1,34	6,3			
65	713		0,13	5,5	5,3	2,5	71	0	<1				114	1,81	1,36	4,9			
65	714		0,12	5,6	5,3	2,5	71	0	<1				111	1,84	1,39	4,9			
65	672		0,15	5,8	5,4	2,7	77	0	<1				107	1,75	1,34	5,2			
65																			
68	203	2,00	1,40	5,6	4,9	3,7	65	0	<1		31,2	65,1	72	2,18	1,29	28,1	Bt2 - Ca, indícios de Gt e de Mi		comuns fragmentos de saprolito no BC e poucos ao longo do perfil; sondagem a trado a partir de 150cm (não amostrado)
68	263		1,03	5,3	4,5	2,3	53	4	<1				70	1,90	1,24	16,3			
68	407		0,65	5,4	4,5	3,1	60	3	<1				91	1,89	1,29	12,8			
68	551		0,34	5,7	4,5	2,5	54	0	1				80	1,71	1,35	8,3			
68	509		0,36	5,6	4,2	2,2	46	0	1				75	1,66	1,32	9,4			
68																			
68																			
68																			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
76	MIt	PVAe luvissólico	Ap	0 - 14	5YR 3/2	ausente	franca	mod e fo peq e med bsa	n/a	lig du	fri	mui pl e pg	pl e cl
76	MIt	PVAe luvissólico	BA	- 29	3,5YR 3/4	ausente	franco-argiloarenosa	fo gr e med ba	co e mod	ext du	mui fir	mui pl e pg	pl e grad
76	MIt	PVAe luvissólico	Bt1	- 66	3,5YR 3/6	ausente	argila	fo gr pri que se desfaz em ba	ab e fo	ext du	mui fir	mui pl e pg	pl e dif
76	MIt	PVAe luvissólico	Bt2	- 117	3,5YR 4/6	ausente	muito argilosa	fo gr pri que se desfaz em ba	ab e fo	ext du	mui fir	mui pl e pg	pl e cl
76	MIt	PVAe luvissólico	BC	- 160	5YR 4/6 e 10YR 4/6	ausente	franco-argilosa	maciça que se desfaz em ba	ausente	lig du	fir	mui pl e pg	
76	MIt	PVAe luvissólico	Cr	-190	5YR 4/6 e 2,5YR 3/1	ausente	areia-franca					lig pl e n pg	
76	MIt	PVAe luvissólico	R (?)	- 190+									
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Ap	0 - 13	10YR 4/4	co md e pq dist 7,5YR 5/6	franco-argiloarenosa	fr a mod med e gr bsa	n/a	lig du	fir a fri	pl e pg	pl e grad
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	A2	- 24	10YR 4/3	co gr e md proe 7,5YR 5/6	franco-argiloarenosa	fr a mod med e gr bsa	n/a	lig du	fir a fri	pl e pg	ond e abr (9 a 13cm)
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt1	- 47	8,5YR 5/6	ausente	argila	mod a fo med, peq e gr ba e bsa	co e fr		fir a fri	pl e pg	pl e grad
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt2	- 71	7,5YR 5/6	ausente	muito argilosa	fo med, peq e gr ba e bsa	co e mod		fir	pl e pg	pl e grad
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt3	- 105	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa	fo med e gr ba e bsa	co e mod		fir	pl e pg	pl e dif
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt4	- 145	7,5YR 5/8	ausente	muito argilosa	mod a fo peq e med ba e bsa	co e mod		fir	pl e pg	pl e grad
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt5	- 174	6YR 5/8	ausente	argila	mod med e peq bsa e ba	co e fr		fir a fri	pl e pg	pl e pg
NORJ23	MIt	PAe abrúptico	Bt6	- 200+	5YR 5/8	ausente	argila	fr a mod med e peq bsa	po e fr		fir a fri	pl e pg	
PF1	MIt	TCp cambissólico	Ap	0 - 12	5YR 3/1	ausente	franca pouco cascalhenta	mod peq e med gran e bsa	n/a		fri	pl e lig pg	pl e cl
PF1	MIt	TCp cambissólico	BA	- 45	5YR 3/2	ausente	franca	mod peq e med bsa	ausente		fri	pl e pg	pl e grad
PF1	MIt	TCp cambissólico	Bt	- 81	3YR 4/4	ausente	franco-argiloarenosa	mod med bsa e ba	co e fr		fri	pl e pg	pl e grad
PF1	MIt	TCp cambissólico	BC	- 118	2,5YR 3/4	ausente	franco-argiloarenosa	fr a mod med bsa	po e fr		fri	pl e pg	pl e cl

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
76	246	1,80	1,16	5,7	4,9	10,0	75	0	<1		39,7	85,6	81	2,35	1,36	54,5	Bt2 - Ca, Mi e indícios de Gt		presença de pequeno capeamento sobre o horizonte Ap; topo do Ap moderadamente compactado; perfil de consistência muito dura; presença de rachaduras em comum quantidade nos horizontes BA, Bt1 e Bt2; superfície de compressão em comum quantidade no Bt1 e Bt2; poucos nódulos de manganês ao longo do perfil; atividade biológica (cupins e formigas) em comum quantidade no perfil; sondagem a trado a partir de 160cm (não amostrado), atingindo material endurecido (rocha?) a 190cm, que o trado não entra
76	287		0,83	6,0	5,0	9,3	82	0	<1				86	2,14	1,25	39,7			
76	600		0,21	6,3	5,1	10,8	86	0	<1				124	1,79	1,22	20,8			
76	620		0,22	6,7	5,5	10,9	92	0	<1				128	1,79	1,24	19,2			
76	353		0,77	7,2	5,4	17,8	95	0	<1				152	1,78	1,15	53,3			
76																			
76																			
NORJ23	343	1,93	0,19	5,8	5,1	3,0	60	0	<1		26,4	67,3	34	1,72	1,42	14,6	Bt3 - Ca, indícios de Gt	Bt3 - Gt, At, indícios de Hm e Td	
NORJ23	323		0,21	5,6	4,9	2,6	53	0	<1				34	1,59	1,32	15,2			
NORJ23	567		0,10	5,5	5,0	2,3	50	0	<1				63	1,59	1,31	8,1			
NORJ23	690		0,06	5,4	5,1	2,4	51	0	<1				73	1,71	1,40	6,8			
NORJ23	671		0,05	5,6	5,5	2,2	55	0	<1				71	1,62	1,33	6,0			
NORJ23	649		0,04	5,8	5,8	2,2	63	0	<1				74	1,56	1,28	5,4			
NORJ23	568		0,12	5,9	5,9	1,9	66	0	<1				57	1,63	1,36	5,1			
NORJ23	567		0,09	6,0	5,9	2,2	67	0	<1				75	1,62	1,29	5,8			
PF1	227	1,23	1,51	6,6	5,5	15,5	85	0	<1		49,6	111,6	97	2,72	1,53	80,2	Bt1 - Ca, Ve, Es, indícios de Gt e de interestratificado de Ve-Es	Bt1 -Gt e indícios de Hm	horizonte Ap muito alterado devido a aração; muitos fragmentos de saprolito ao longo do perfil; sondagem a trado a partir de 140cm, aprofundando com muita dificuldade
PF1	248		1,25	6,3	5,0	14,8	84	0	<1				118	2,26	1,30	71,4			
PF1	310		0,76	6,8	5,1	16,4	87	0	<1				106	2,29	1,44	60,6			
PF1	227		1,04	7,2	5,4	15,5	91	0	<1				117	2,11	1,32	75,3			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
PF1	Mlt	TCp cambissólico	Cr	-140	7,5YR 6/4 e 7,5YR 2,5/1	ausente	areia	aspecto maciço	ausente		mui fri	lig pl e n pg	
PF1	Mlt	TCp cambissólico	Cr	- 200+	7,5YR 6/4 e 7,5YR 2,5/1		areia					lig pl e n pg	
86	Mlt	CXbe saprolítico	Ap	0 - 13	7,5YR 3/2	ausente	franco-argiloarenosa	mod peq gran e bsa	n/a	lig du	fri	pl e pg	pl e cl
86	Mlt	CXbe saprolítico	BA	- 39	5YR 4/3	ausente	franco-argiloarenosa	mod peq e med bsa	ausente	du	fri	pl e pg	pl e grad
86	Mlt	CXbe saprolítico	Bi	- 80	3,5YR 4/4	ausente	franco-argilosa	mod med e peq bsa	ausente	mui du	fri	pl e pg	pl e cl
86	Mlt	CXbe saprolítico	2CR	-150									
86	Mlt	CXbe saprolítico	2CR	-300									
86	Mlt	CXbe saprolítico	2R	- 300+									
NORJ18	Mlt	PAe cambissólico, substrato sed col-aluv	Ap	0 - 26	10YR 4/2	ausente	franco-argiloarenosa	fr a mod med bsa	n/a		fri	pl e pg	ond e ab (24 a 27cm)
NORJ18	Mlt	PAe cambissólico, substrato sed col-aluv	Bt1	- 68	10YR 5/6	ausente	argila	mod a fo med ba e bsa	mod e ab		fri	pl e pg	pl e grad
NORJ18	Mlt	PAe cambissólico, substrato sed col-aluv	Bt2	- 160	10YR 5/6	ausente	franco-argiloarenosa	fr a mod peq e med bsa	mod e ab		fri	pl e pg	pl e cl
NORJ18	Mlt	PAe cambissólico, substrato sed col-aluv	BC	- 180	10YR 6/6	ausente	argiloarenosa	fr peq e med bsa	ausente		fri	lig pl e lig pg	pl e ab
NORJ18	Mlt	PAe cambissólico, substrato sed col-aluv	C	- 200+	10YR 6/8	ausente	argila		ausente		fri	lig pl e lig pg	
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	Ap	0 - 8	10YR 3/2	ausente	areia-franca	fr peq e med gran	n/a	macia	mui fr	n pl e n pg	pl e ab
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	AE	- 20	10YR 3/2	ausente	areia-franca	fr peq e med bsa	n/a	macia	mui fr	n pl e n pg	pl e ab
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	E	- 37	2,5Y 4/2	co pq dist 7,5YR 3/4	areia-franca	fr peq e med bsa	n/a	macia	mui fr	n pl e n pg	pl e ab
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	Btg1	- 53	2,5Y 4/1	co pq proe 2,5YR 3/6	argila	mod a fo gr pri que se desfaz em fo gr ba	ausente	du	fir	mui pl e mui pg	pl e cl
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	Btg2	- 72	2,5Y 5/1	co pq proe 5YR 4/6	franco-argiloarenosa	mod gr pri que se desfaz em ba	ausente	du	fir	mui pl e mui pg	pl e grad
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	BC	- 107	2,5Y 5/2	co pq proe 2,5Y 5/6	franco-argiloarenosa	fr gr ba	ausente		fri	pl e pg	pl e ab
NORJ10	Mlt	SXe gleissólico, Ta	Crn	- 170+	var 2,5Y 5/6, 2,5Y 6/4 e 2,5Y 8/1	ausente	franca		n/a		fri	lig pl e n pg	

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
PF1																			
PF1																			
86	268	1,23	0,97	5,4	4,9	8,6	66	0	<1		59,3	110,6	66	1,86	1,29	48,5	Bi - Ca, indícios de Gt e de interestratificado Mi-Es		descrito coletado em corte de estrada; comuns fragmentos de rocha ao longo do perfil; 2CR com aspecto xistoso (não amostrado), cortável com a pá; atividade biológica em comum quantidade no perfil
86	309		0,69	5,2	4,7	6,2	58	2	<1				79	1,70	1,17	34,3			
86	350		0,61	5,5	4,7	5,4	63	2	<1				73	1,78	1,30	24,6			
86																			
86																			
86																			
NORJ18	324	1,32	0,55	5,8	4,9	5,2	63	0	<1		33,4	65,7	43	1,27	1,01	25,3			
NORJ18	509		0,52	5,6	4,5	5,4	64	2	<1				72	1,84	1,50	16,7			
NORJ18	344		0,39	5,4	4,6	2,3	52	4	<1				65	1,60	1,21	12,8			
NORJ18	364		0,46	5,4	5,6	1,6	50	0	3				131	1,56	1,01	8,8			
NORJ18	466		0,73	5,6	5,5	2,3	61	0	4				111	1,80	1,36	8,2			
NORJ10	81	4,74	1,65	5,8	4,7	3,2	55	0	1		19,8	42,1	28	4,42	2,01				slinckensides no Btg1; pontuações brancas no BC e no topo do C, que não apresentam efervescência com HCl
NORJ10	81		1,48	6,2	4,9	3,2	62	0	3				22	3,80	2,08				
NORJ10	81		1,63	6,1	4,6	3,2	71	3	4				28	2,55	1,55				
NORJ10	458		0,23	5,5	3,8	12,2	63	24	4				59	2,01	1,59	42,6			
NORJ10	310		0,48	5,6	3,7	11,2	64	26	4				41	2,56	1,95	56,5			
NORJ10	291		0,57	5,4	3,6	17,4	77	15	5	0,65			46	3,09	2,20	78,0			
NORJ10	209		1,50	5,3	3,7	28,5	92	2	7	2,7			53	4,03	2,52	148,8			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Ap	0 - 12	10YR 3/2	ausente	areia-franca	fr med e gr bsa	n/a	du	fri	n pl e n pg	pl e grad
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	A2	- 32	10YR 3/2	co pq dif 10YR 3/3	franco-arenosa	fr med e gr bsa	n/a	du	fri	n pl e n pg	ond e ab (19 a 27cm)
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Btgn1	- 50	10YR 3/2	ausente	franco-argiloarenosa	fr gr pri composta por mod a fo gr ba e bsa	ausente	du	fri	n pl e n pg	ond e cl (18 a 22cm)
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Btgn2	- 67	10YR 4/2	ab md proe 5Y 6/3	franco-argiloarenosa	fr gr pri composta por mod a fo gr ba e bsa	ausente	du	fri	lig pl e lig pg	pl e cl
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Btgnz1	- 86	5Y 6/2	ab pq e md dist 10YR 5/2 e ab md e gr proe 10YR 4/6	franco-argiloarenosa	fr gr pri composta por fr a mod gr bsa e ba	ausente		fri	lig pl e lig pg	pl e grad
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	Btgnz2	- 107	5Y 6/2	ab md dif 2,5Y 5/2 e po md dist 2,5Y 5/4	franco-argiloarenosa	fr gr pri composta por fr a mod gr bsa e ba	ausente		fri	lig pl e lig pg	pl e cl
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	BCgnz	- 136	2,5Y 5/2	po pq proe 7,5YR 4/6	franco-argiloarenosa	fr a mod med e gr bsa	ausente		fri	lig pl e lig pg	ond e ab (26 a 29cm)
NORJ4	Mlt	SXz gleissólico solódico, Ta, endossálico, endossolódico	2Crgn	- 180+	var 5Y 5/3, 5G 4/1, 2,5Y 5/4 e 7,5YR 4/6	ausente	franca	estrutura original da rocha e fr med e gr bsa	n/a		fri	n pl e n pg	
88	Mlt	CYn típico, Tb	Ap	0 - 16	10YR 4/1	ausente	franco-argiloarenosa	mod med ba e bsa	n/a	mui du	mui fir	pl e pg	pl e cl
88	Mlt	CYn típico, Tb	Bin1	- 47	10YR 4/3	ausente	franco-argiloarenosa	mod a fo med e gran pri e ba	ausente	ext du	mui fir	mui pl e mui pg	pl e grad
88	Mlt	CYn típico, Tb	Bin2	- 92	7,5YR 5/4	ausente	franco-argiloarenosa	mod med e gran ba e pri	ausente	ext du	mui fir	mui pl e mui pg	pl e grad
88	Mlt	CYn típico, Tb	2Bin3	- 140	7,5YR 6/4	ausente	franco-argiloarenosa	fr med ba e bsa	ausente		fri	pl e lig pg	
88	Mlt	CYn típico, Tb	2Bin3	-165	7,5YR 6/4	ausente	franco-argiloarenosa					pl e lig pg	
88	Mlt	CYn típico, Tb	2C1	-230	7,5YR 6/4		franco-argiloarenosa					pl e lig pg	
88	Mlt	CYn típico, Tb	3Cg1	-265	10B 7/1 e 2,5Y 6/4		argilo-siltosa					pl e pg	
88	Mlt	CYn típico, Tb	3Cg2	-300+	10B 5/1	2,5Y 6/4	franco-siltosa						

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NORJ4	81	2,59	1,31	6,0	4,5	3,7	62	0	1		36,1	64,7	13	5,67	3,35		Btgnz1 - Es e Ca (argila total)		ocorrência de fendas verticais nos horizontes Btgn1, Btgn2 e Btgnz1, preenchidas com material de textura mais grosseira, de cor branca na parte central (constituída por areia lavada); presença de alguns cascalhos de cor branca nos horizontes Btgnz2 e BCgnz, que não apresentam efervescência com HCl; linha de pedras descontínua no limite entre os horizontes BCgnz e 2Crgn
NORJ4	121		0,72	5,9	4,2	3,7	60	5	3				13	3,87	2,65	51,2			
NORJ4	266		0,41	5,5	3,7	6,8	57	23	8	0,14			28	2,59	2,06	44,7			
NORJ4	246		0,53	5,0	3,7	8,4	73	11	12	2,24			26	2,62	2,08	46,7			
NORJ4	246		0,60	4,9	4,0	14,6	90	1	14	7,44			30	2,97	2,25	65,9			
NORJ4	289		0,46	6,9	5,9	24,2	99	0	12	10,55			31	3,13	2,37	84,4			
NORJ4	246		0,37	7,5	6,1	16,3	100	0	9	6,6			26	3,30	2,49	66,3			
NORJ4	189		1,63	7,6	5,6	35,4	99	0	11	2,9			125	4,98	2,12	188,4			
88	265	1,22	0,83	5,8	5,4	7,2	76	0	5	0,94	36,3	55,1				35,8			horizonte Ap compactado; poucos nódulos de manganês até 92cm; sondagem a trado a partir de 140cm (não amostrado);
88	325		0,30	9,1	8,2	5,6	100	0	28	3,78						17,2			
88	324		0,48	9,0	8,1	4,5	100	0	20	0,88						13,9			
88	304		0,41	7,9	7,2	2,7	100	0	9	0,18						8,9			
88																			
88																			
88																			
88																			

Apêndice B - Atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Classe de solo [1]	Horiz.	Prof.	Cor úmida	Mosqueado [2]	Classe textural	Estrutura [3]	Cerosidade [4]	Consistência [5]			Transição [6]
										seca	úmida	molhada	
				cm									
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Ap	0 - 4	10YR 3/1	ausente	franco-argilosa	fr peq gr e bsa	n/a		fri	pl e pg	pl e ab
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg	- 22	N 5/0	co md dist 5YR 5/6	franca	mod gr pri que se desfaz em bsa	ausente		fir	pl e pg	pl e cl
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cgn1	- 50	5B 6/1	co gr dist 2,5Y 6/4	argila	mod med ba	ausente		mui fir	mui pl e mui pg	pl e grad
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cgn2	- 82	5B 6/1	co d dist 2,5Y 6/4 e po 5BG 6/1	argila	mod med ba	ausente		mui fir	mui pl e mui pg	pl e grad
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg1	- 120	5GY 6/1	ab md dist 2,Y 6/6 e po 5BG 5/1	argiloarenosa	mod med ba	ausente		fir	mui pl e mui pg	
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg1	-145	5GY 6/1	ab 2,Y 6/6 e po 5BG 5/1	argiloarenosa					mui pl e mui pg	
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg2	-170	7,5YR 6/8 e 10Y 7/1		argiloarenosa					pl e pg	
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg3	-220	5GY 7/1	co dist 7,5YR5/6 e 5G 5/2	argila					pl e pg	
NS4	Mlt	GXve solódico vertissólico	Cg4	- 260+	2,5YR 5/6 e 2,5Y 7/3		areia-franca					lig pl e n pg	

[1] LA - Latossolo Amarelo, LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo, PA - Argissolo Amarelo, PV - Argissolo Vermelho, PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo, TC - Luvissolo Crômico, CH - Cambissolo Húmico, CX - Cambissolo Háplico, CY - Cambissolo Flúvico, GX - Gleissolo Háplico, SX - Planossolo Háplico, e - eutr., d - distr., w - ácrico, b - arg. de ativ. baixa (Tb), v - arg. de ativ. alta (Ta), p - pálico, n - sódico, z - sálico

[2] po - pouco, co - comum, ab - abundante, pq - pequeno, md - médio, gr - grande, dif - difuso, dist - distinto, proe - proeminente, [3] fr - fraca, mod - moderada, fo - forte, mui - muito, peq - pequena, med - média, gr - grande, gran - granular, ba - blocos angulares, bsa - blocos subangulares, pri - prismática, [4] n/a - não se aplica, po - pouco, co - comum, ab - abundante, fr - fraca, mod - moderada, fo - forte, [5] lig - ligeiramente, du - dura, mui - muito, ext - extremamente, fri - friável, fir - firme, n - não, pl - plástica, pg - pegajosa, [6] pl - plana, ond - ondulada, desc - descontínua, dif - difusa, grad - gradual, cl - clara, ab - abrupta

Apêndice B

Perfil	Argila	Rel. text.	Silte/ arg.	pH		SB	V	m	PST	CE	Carbono orgânico		Fe_2O_3	ki	kr	Ativ. da argila	DRX da argila total e desferrificada	DRX dos óxidos de ferro	Observações
				H_2O	KCl						0 a 30cm	0 a 100cm							
	g/kg					$cmol_c$/kg	%	%	%	mS/cm	t/ha	t/ha	g/kg			$cmol_c$/kg de arg.			
NS4	352	n/a	1,16	5,4	4,5	13,2	58	1	2	0,77	34,1	52,1				64,5			forte compactação no horizonte Cg; poucas superfícies de compressão no Cgn1 e Cg1, e comuns no Cgn2; nódulos de manganês em comum quantidade no Cg1 e poucos no restante do perfil; sondagem a trado a partir de 120cm (não amostrado); lençol freático a 160cm de profundidade, ascendendo até 115cm após a tradagem
NS4	245		1,19	6,0	4,6	8,2	76	1	5	0,24						44,1			
NS4	499		0,22	8,0	6,6	20,8	99	0	11	1,85						42,1			
NS4	416		0,41	8,0	6,6	21,9	99	0	12	1,66						53,1			
NS4	372		0,43	7,9	6,5	20,4	99	0	5	1,2						55,6			
NS4																			
NS4																			
NS4																			
NS4																			

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila	Argila	Ativ. da argila	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH	CH	Macrop	Macrop
					hor sup	hor diag subs	hor diag subs				hor sup	< hor subs	hor sup	< hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
79	MVS	floresta	LAd típico, álico	19	490	570	10,4	1,12		>300	25,00	17,70	0,36	0,29
NORJ8	MVS	capoeira	LAd típico, álico	23	428	651	7,4	1,38		>200	25,00	25,00	0,26	0,25
NORJ9	MVS	floresta	LAd típico, álico	31	517	673	8,2	1,14		>200		25,00		0,30
valor médio				24	478	631	8,7	1,21			25,00	22,57	0,31	0,28
desvio-padrão (S)				6	46	54	1,6	0,14						0,03
coef. de var. (CV)				25	10	9	18	12						10
SR 3	MMi	floresta	LAd típico, álico	35	529	650	7,1	1,16		>300	25,00	0,23	0,36	0,21
SR 4	MMi	floresta	LAd típico, álico	15	426	568	9,0	1,29		>300	25,00	0,23	0,33	0,20
SR 7	MMi	floresta	LAd típico, álico	18	489	652	7,4	1,27		>300	25,00	0,89	0,31	0,22
98	MMi	floresta	LAd típico, álico	14	510	654	5,7	1,20		>300				
NORJ19	MMi	floresta	LVAd típico, epiálico	20	466	650	5,7	1,16		>200		9,90		0,27
111	MLM1	floresta	LVAd típico, álico	17	467	693	5,2	1,33		>300				
valor médio				20	481	645	6,7	1,24			25,00	2,81	0,33	0,22
desvio-padrão (S)				8	36	41	1,4	0,07				4,74	0,02	0,03
coef. de var. (CV)				39	8	6	21	6				168	7	13
82	MMi	pastagem	LAd típico, álico	17	561	703	6,3	1,19		>300				
96	MMi	pastagem	LAd típico, álico	19	449	570	7,9	1,18		>300				
U1P1	MMi	pastagem	LAd típico, álico	18	549	630	4,3	1,11		>300	6,96	15,74	0,18	0,25
U1P2	MMi	pastagem	LAd típico, álico	19	529	650	5,8	1,17		>300	23,47	9,74	0,21	0,26
SR 5	MMi	pastagem	LVAd típico, álico	9	549	588	6,1	1,07		>300	3,37	4,52	0,14	0,17
SR 1	MMi	pastagem	LVAd típico, álico	12	446	569	6,2	1,21		>300	5,34	0,76	0,11	0,16
80	MMi	pastagem	LVAd típico, álico	15	487	611	7,7	1,19		>300				
valor médio				16	510	617	6,3	1,16			9,79	7,69	0,16	0,21
desvio-padrão (S)				4	49	48	1,2	0,05			9,24	6,51	0,04	0,05
coef. de var. (CV)				25	10	8	19	4			94	85	25	25

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
79	0,54	0,47	0,056	0,048	27,2	102,0	18,4	4,2	0,08	0,5	6	1,5	74	2			
NORJ8	0,50	0,44	0,039	0,036	20,9	90,2	18,2	4,2	0,10	0,3	2	1,9	88	2			
NORJ9		0,51		0,058	27,0	98,2	32,4	4,5	0,11	0,9	5	1,8	73	2			
valor médio	0,52	0,47	0,048	0,047	25,0	96,8	23,0	4,3	0,10	0,6	4	1,7	78	2			
desvio-padrão (S)		0,04		0,011	3,6	6,0	8,2	0,2	0,01	0,3	2	0,2	9	0			
coef. de var. (CV)		7		22	14	6	35	4	14	56	52	12	11	6			
SR 3	0,58	0,39	0,065	0,041	23,6	80,5	17,0	4,1	0,10	0,4	4	2,1	83	2			
SR 4	0,56	0,38	0,050	0,035	22,4	79,8	14,8	4,1	0,09	0,2	2	2,0	91	3			
SR 7	0,53	0,40	0,050	0,043	24,4	81,1	16,7	4,1	0,10	0,5	5	1,7	79	3			
98							14,2	4,1	0,14	1,3	14	1,5	55	2			
NORJ19		0,45		0,047	28,7	98,8	12,9	4,3	0,10	0,9	11	1,3	65	1			
111							12,7	4,4	0,16	1,6	18	1,0	43	2			
valor médio	0,56	0,41	0,055	0,042	24,8	85,1	14,7	4,2	0,11	0,8	9	1,6	69	2			
desvio-padrão (S)	0,03	0,03	0,008	0,005	2,7	9,2	1,8	0,1	0,03	0,6	6	0,4	18	1			
coef. de var. (CV)	5	8	15	13	11	11	12	3	26	67	71	24	26	27			
82							14,5	4,0	0,20	1,1	9	1,8	64	2			
96							11,2	4,3	0,10	0,8	10	1,6	67	1			
U1P1	0,35	0,44	0,026	0,039	27,7	86,5	10,4	4,4	0,06	0,6	8	1,2	67	1			
U1P2	0,39	0,45	0,026	0,043	24,4	75,1	14,5	4,5	0,33	1,1	13	1,4	59	1			
SR 5	0,28	0,33	0,022	0,024	32,9	95,9	10,4	4,8	0,09	0,9	10	1,6	68	2			
SR 1	0,24	0,32	0,020	0,037	30,2	87,8	12,0	4,7	0,10	0,9	12	1,3	62	1			
80							12,6	4,4	0,08	0,7	9	1,1	64	1			
valor médio	0,31	0,38	0,023	0,036	28,8	86,3	12,2	4,4	0,14	0,9	10	1,4	64	1			
desvio-padrão (S)	0,07	0,07	0,003	0,008	3,6	8,6	1,7	0,3	0,10	0,2	2	0,3	3	0			
coef. de var. (CV)	22	18	13	23	13	10	14	6	72	21	16	18	5	28			

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila	Argila	Ativ. da argila	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH	CH	Macrop	Macrop
					hor sup	hor diag subs	hor diag subs				hor sup	< hor subs	hor sup	< hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
NS3	MIt	floresta	PVe típico	19	306	717	8,4	1,79		>300	25,00	0,09	0,31	0,10
U6P2	MIt	pastagem	PVe abrúptico	21	366	737	6,9	1,76		>300	22,87	0,41	0,17	0,13
PF2	MIt	pastagem	PVe abrúptico	15	285	531	11,7	1,83		240	8,14	6,72	0,23	0,23
NORJ2	MIt	pastagem	PVe típico	26	203	493	16,6	1,74		124	0,26	0,01	0,20	0,08
90	MIt	pastagem	PVe típico	20	366	612	7,2	1,47		>300	3,89	1,86	0,14	0,09
74	MIt	pastagem	PVe típico	10	305	652	8,0	1,54		>260				
NS2	MIt	pastagem	PVe típico	17	284	571	7,0	1,65		>280				
valor médio				18	302	599	9,6	1,67			8,79	2,25	0,19	0,13
desvio-padrão (S)				5	61	88	3,9	0,14			9,92	3,08	0,04	0,07
coef. de var. (CV)				30	20	15	41	8			113	137	20	51
PF9	MIt	pastagem	PVe nitossólico	7	369	657	13,4	1,39		>280	11,94	1,27	0,23	0,15
95	MIt	milho e mandioca	PVe nitossólico	15	433	618	16,5	1,31		200				
97	MIt	pastagem	PVe nitossólico	20	471	784	7,0	1,42		>300				
105	MIt	pastagem	PVe nitossólico	29	449	592	8,3	1,23		>300				
PF8	MIt	pastagem	PVe nitossólico	20	491	759	10,4	1,42		200	2,44	9,80	0,18	0,21
valor médio				18	443	682	11,1	1,35			7,19	5,54	0,20	0,18
desvio-padrão (S)				8	47	85	3,9	0,08			6,72	6,03	0,04	0,04
coef. de var. (CV)				44	11	13	35	6			93	109	19	21
110	MIt	floresta	PVAe abrúptico	20	223	696	6,2	2,61		>170				
51	MIt	capoeira	PVAe típico	10	243	680	7,4	1,97		>280	24,10	2,53	0,36	0,17
NORJ23	MIt	pastagem	PAe abrúptico	24	343	671	6,0	1,93		>200	1,14	0,52	0,17	0,14
108	MIt	pastagem	PAe abrúptico	16	263	633	6,6	2,29		>280				
94	MIt	pastagem	PAe típico	15	326	551	6,4	1,60		>300				

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
NS3	0,49	0,19	0,048	0,019	33,4	89,4	12,9	6,6	0,26	8,4	77	0,0	0	2			
U6P2	0,38	0,26	0,026	0,027	29,5	77,8	11,7	5,9	0,08	5,1	66	0,0	0	1			
PF2	0,42	0,41	0,066	0,025	40,8	114,6	11,9	5,8	0,14	5,9	60	0,0	0	2			
NORJ2	0,42	0,18	0,035	0,011	27,8	82,2	11,1	5,8	0,39	5,9	61	0,0	0	6			
90	0,32	0,21	0,029	0,019	37,3	95,7	11,0	6,0	0,10	7,4	69	0,0	0	2			
74							12,6	5,7	0,32	6,0	70	0,0	0	2			
NS2							9,6	5,8	0,26	4,6	55	0,0	0	1			
valor médio	0,39	0,26	0,039	0,020	33,8	92,6	11,3	5,8	0,21	5,8	64	0,0	0	2			
desvio-padrão (S)	0,05	0,10	0,018	0,007	6,2	16,5	1,0	0,1	0,13	0,9	6	0,0	0	2			
coef. de var. (CV)	12	39	47	34	18	18	9	2	60	16	9			75			
PF9	0,41	0,27	0,030	0,026	30,6	94,5	14,1	6,1	0,10	7,9	68	0,0	0	2			
95							9,3	6,1	0,21	12,1	80	0,0	0	6			
97							13,1	5,8	0,50	6,8	67	0,0	0	1			
105							8,4	5,5	0,04	7,0	65	0,0	0	2			
PF8	0,35	0,36	0,067	0,034	33,1	92,8	13,0	5,9	0,07	7,5	67	0,0	0	1			
valor médio	0,38	0,31	0,049	0,030	31,8	93,6	11,6	5,9	0,19	8,2	69	0,0	0	2			
desvio-padrão (S)	0,04	0,06	0,027	0,006	1,8	1,2	2,5	0,2	0,19	2,2	6			2			
coef. de var. (CV)	12	20	55	19	6	1	22	4	101	26	9			87			
110							10,2	5,5	0,24	5,3	54	0,0	1	2			
51	0,63	0,34	0,048	0,036	35,4	132,9	7,9	5,0	0,17	3,8	48	0,2	4	2			
NORJ23	0,38	0,26	0,032	0,018	29,0	81,0	6,7	5,7	0,04	3,6	55	0,0	0	1			
108							8,7	5,2	0,18	4,6	52	0,1	2	2			
94							12,0	5,6	0,31	7,0	69	0,0	0	1			

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila	Argila	Ativ. da argila	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH	CH	Macrop	Macrop
					hor sup	hor diag subs	hor diag subs				hor sup	< hor subs	hor sup	< hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
NORJ22	MIt	pastagem	PAe típico	37	445	731	5,2	1,56		>200				
65	MIt	pastagem	PVAe abrúptico	14	386	714	4,9	1,82		>300	1,69	0,00	0,15	0,10
56	MIt	pastagem	PVAe abrúptico	13	344	652	8,1	1,77		>300	16,82	3,22	0,22	0,14
NORJ3	MIt	pastagem	PVAe típico	19	366	592	6,4	1,54		164	3,84	0,30	0,15	0,08
60	MIt	pastagem	PVAe típico	14	468	694	6,1	1,35		270				
69	MLM1	pastagem	PVAe típico	26	242	630	4,9	2,07		>210				
72	MLM1	pastagem	PVAe típico	15	304	715	3,5	1,74		>300				
78	MLM1	pastagem	PVAe típico	14	242	651	6,0	2,14		>300				
83	MLM1	pastagem	PVAe típico	13	347	715	4,3	1,64		>300	2,68	0,20	0,14	0,11
U3P1	MIt	pastagem	PVAe típico	8	242	610	5,7	2,27		>300	0,84	0,37	0,15	0,12
valor médio				18	332	658	5,7	1,82			4,50	0,77	0,16	0,11
desvio-padrão (S)				8	74	55	1,2	0,30			6,13	1,21	0,03	0,02
coef. de var. (CV)				43	22	8	20	16			136	158	17	19
NS7	MIt	pastagem	PAe abrúptico cambissólico	35	183	494	16,2	2,11		130	0,54	0,54	0,13	0,11
67	MIt	pastagem	PVAd abrúptico cambissólico, epieutrófico	29	183	556	14,9	3,21		88				
U6P1	MIt	pastagem	PVAe abrúptico cambissólico	12	224	599	13,5	2,34		116	17,47	0,03	0,19	0,07
87	MIt	pastagem	PVAd cambissólico, epieutrófico	32	409	597	9,0	1,25		245				
68	MIt	pastagem	PVAe cambissólico	18	203	551	8,3	2,00		180	11,40	1,85	0,20	0,12
NS6	MIt	pastagem	PVAe cambissólico	41	264	512	16,4	1,64		150				
valor médio				28	244	552	13,1	2,09		152	9,80	0,81	0,17	0,10
desvio-padrão (S)				11	86	43	3,6	0,67		55	8,57	0,94	0,04	0,03
coef. de var. (CV)				39	35	8	27	32		37	87	116	23	29
76	MIt	pastagem	PVAe luvissólico	14	246	620	19,2	1,80		160	3,38	1,14	0,18	0,15
NS8	MIt	pastagem	PVAe luvissólico	32	393	650	18,5	1,45		131	2,72	1,94	0,13	0,10
NORJ1	MIt	pastagem	PVAe luvissólico	10	204	434	25,3	1,72		>125				
59	MIt	pastagem	PVAe luvissólico	19	305	450	19,3	1,51		105				

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
NORJ22							10,0	5,7	0,16	3,7	53	0,1	2	1			
65	0,33	0,22	0,023	0,014	28,4	79,1	9,1	5,4	0,09	4,0	62	0,1	1	1			
56	0,47	0,28	0,048	0,028	30,1	85,1	7,3	5,1	0,12	4,0	56	0,1	3	2			
NORJ3	0,33	0,18	0,027	0,015	30,5	73,3	12,4	6,0	0,62	6,0	66	0,0	0	1			
60							8,3	5,6	0,19	5,2	73	0,0	0	1			
69							6,9	5,4	0,26	3,1	53	0,0	1	1			
72							11,0	5,5	0,06	4,1	63	0,1	2	1			
78							7,8	5,5	0,12	4,9	73	0,0	0	2			
83	0,32	0,21	0,033	0,022	38,0	103,1	10,6	5,4	0,07	3,6	51	0,0	0	1			
U3P1	0,38	0,26	0,024	0,019	26,5	76,8	6,6	5,9	0,08	3,5	58	0,0	0	1			
valor médio	0,37	0,23	0,031	0,019	30,4	83,1	9,0	5,5	0,18	4,4	60	0,0	1	1			
desvio-padrão (S)	0,06	0,04	0,009	0,005	4,0	10,6	2,0	0,3	0,16	1,1	8	0,0	1	0			
coef. de var. (CV)	16	16	29	26	13	13	22	5	88	26	13	132	128	20			
NS7	0,31	0,30	0,035	0,025	42,8	80,6	9,4	5,9	0,39	7,9	67	0,0	0	4			
67							12,4	5,4	0,13	5,5	57	0,1	2	1			
U6P1	0,43	0,16	0,023	0,020	24,1	77,7	8,8	6,2	0,21	7,3	79	0,0	0	1			
87							12,6	5,4	0,13	5,9	56	0,1	1	1			
68	0,45	0,26	0,032	0,025	40,7	109,1	8,2	5,5	0,22	4,0	60	0,0	2	1			
NS6							10,7	5,9	0,26	6,4	62	0,0	0	1			
valor médio	0,39	0,24	0,030	0,023	35,8	89,1	10,3	5,7	0,22	6,2	64	0,0	1	2			
desvio-padrão (S)	0,07	0,07	0,006	0,003	10,2	17,4	1,9	0,3	0,10	1,4	8	0,1	1	1			
coef. de var. (CV)	18	30	20	12	29	20	18	6	44	22	13	130	114	64			
76	0,40	0,31	0,039	0,029	42,3	126,6	11,7	5,9	0,15	11,1	79	0,0	0	1			
NS8	0,26	0,19	0,024	0,015	41,0	103,7	15,3	6,3	0,10	13,5	85	0,0	0	1			
NORJ1							8,2	5,4	0,09	7,7	63	0,2	2	4			
59							10,5	5,4	0,17	8,6	64	0,2	2	2			

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila hor sup	Argila hor diag subs	Ativ. da argila hor diag subs	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH hor sup	CH < hor subs	Macrop hor sup	Macrop < hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
valor médio				19	287	539	20,6	1,62			3,05	1,54	0,16	0,13
desvio-padrão (S)				10	82	112	3,2	0,17			0,47	0,57	0,04	0,03
coef. de var. (CV)				51	29	21	15	10			15	37	26	26
U5P2	MIt	pastagem	PAd abrúptico	21	242	694	5,0	2,52		>300	16,37	0,99	0,24	0,11
PF7	MIt	pastagem	PVAd abrúptico	18	324	734	6,3	2,04		>290	2,15	0,08	0,12	0,09
63	MIt	pastagem	PVAd típico	12	345	672	4,5	1,68		>300	10,46	0,08	0,19	0,10
112	MLM1	pastagem	PVAd típico	17	263	652	6,0	1,70		>300				
U5P1	MLM1	pastagem	PVAd típico	15	406	671	5,1	1,45		>300	25,00	1,67	0,23	0,10
U3P2	MIt	pastagem	PVAd típico	11	304	653	4,6	1,77		>300	25,00	0,17	0,24	0,11
valor médio				16	314	679	5,3	1,86			15,80	0,60	0,20	0,10
desvio-padrão (S)				4	59	31	0,7	0,37			9,80	0,71	0,05	0,01
coef. de var. (CV)				24	19	5	14	20			62	119	25	8
115	MIt	floresta	PVAd latossólico, endoálico	16	223	589	6,1	1,90		>200	25,00	4,46	0,30	0,15
109	MIt	floresta	PVAd latossólico	19	367	654	7,2	1,39		>300				
PF5	MLM1	pastagem	PAd latossólico	19	243	550	13,6	1,80		>230	7,67	0,02	0,20	0,07
U3P3	MIt	pastagem	PAd latossólico	9	365	694	4,5	1,68		>300	14,45	0,31	0,21	0,10
89	MIt	pastagem	PAd latossólico, álico	23	243	549	10,0	2,01		>300				
NS10	MIt	pastagem	PAd latossólico, epiálico	11	283	548	9,5	1,61		>260	9,17	2,30	0,25	0,17
116	MIt	pastagem	PVAd abrúptico latossólico	17	304	652	5,7	1,95		>230	6,41	0,00	0,17	0,08
70	MLM1	pastagem	PVAd latossólico	11	425	650	6,9	1,41		200	4,15	0,32	0,16	0,13
104	MLM1	pastagem	PVAd latossólico	17	406	733	6,8	1,45		>300	6,78	0,28	0,19	0,10
106	MLM1	pastagem	PVAd latossólico	14	222	673	6,1	1,87		>300				
PRJ6	MMi	pastagem	PVAd latossólico	40	310	620	4,7	1,73		>375				
TH1	MMi	pastagem	PVAd latossólico, álico	21	450	680	6,2	1,35		286				

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
valor médio	0,33	0,25	0,031	0,022	41,7	115,2	11,4	5,7	0,13	10,2	73	0,1	1	2			
desvio-padrão (S)	0,10	0,08	0,011	0,010	1,0	16,2	3,0	0,4	0,04	2,6	11	0,1	1	1			
coef. de var. (CV)	30	32	35	46	2	14	26	7	30	25	15	116	115	53			
U5P2	0,53	0,24	0,043	0,016	45,9	121,3	9,1	5,1	0,14	2,8	45	0,3	12	1			
PF7	0,31	0,23	0,025	0,018	41,1	113,6	10,9	5,3	0,13	3,5	42	0,2	6	1			
63	0,37	0,22	0,032	0,017	31,2	99,7	9,9	4,9	0,09	2,2	36	0,6	25	1			
112							7,9	5,4	0,07	3,0	46	0,0	0	2			
U5P1	0,46	0,26	0,040	0,025	43,1	142,6	11,9	5,1	0,10	2,6	42	0,4	15	1			
U3P2	0,46	0,23	0,032	0,016	29,4	83,8	11,4	5,5	0,29	3,8	57	0,1	5	2			
valor médio	0,42	0,24	0,034	0,018	38,2	112,2	10,2	5,2	0,14	3,0	45	0,3	10	1			
desvio-padrão (S)	0,09	0,02	0,007	0,004	7,4	22,2	1,5	0,2	0,08	0,6	7	0,2	9	0			
coef. de var. (CV)	20	7	21	19	19	20	15	4	57	20	16	78	85	14			
115	0,59	0,32	0,034	0,018	22,1	74,9	12,2	5,0	0,14	3,3	36	0,4	12	2			
109							11,2	4,5	0,15	2,2	25	0,7	27	1			
PF5	0,41	0,18	0,030	0,012	37,3	90,9	12,9	5,8	0,51	4,2	47	0,0	0	3			
U3P3	0,41	0,23	0,026	0,020	25,5	78,8	8,6	5,1	0,13	2,7	46	0,3	11	1			
89							7,7	4,7	0,08	1,9	23	1,2	39	2			
NS10	0,50	0,38	0,042	0,041	29,8	99,4	11,0	4,6	0,14	1,6	19	1,4	47	2			
116	0,39	0,16	0,018	0,012	27,6	84,8	8,4	5,4	0,15	2,6	39	0,1	5	1			
70	0,33	0,28	0,032	0,025	30,5	96,1	10,4	5,0	0,23	2,8	41	0,4	14	1			
104	0,41	0,24	0,039	0,021	33,3	83,7	8,2	5,4	0,09	4,3	50	0,1	2	1			
106							6,0	4,9	0,08	1,6	29	0,2	9	2			
PRJ6							12,4	5,2	0,37	4,2	42	1,1	23	1			
TH1							10,7	5,1	0,09	1,5	20	0,8	41	1			

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila hor sup	Argila hor diag subs	Ativ. da argila hor diag subs	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH hor sup	CH < hor subs	Macrop hor sup	Macrop < hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
valor médio				18	325	635	7,4	1,69			8,10	0,54	0,20	0,11
desvio-padrão (S)				9	82	66	2,8	0,23			3,52	0,88	0,03	0,04
coef. de var. (CV)				49	25	10	38	14			43	163	16	33
PF6	MIt	pastagem	TCo abrúptico solódico, endossolódico	33	142	286	28,0	2,01		100	5,80	0,08	0,10	0,09
PRJ8	MIt	pastagem	TCp abrúptico	20	270	640	29,1	2,18		120				
PF1	MIt	pastagem	TCp cambissólico	12	227	310	60,6	1,23		118		5,90	0,31	0,16
53	MIt	pastagem	TCp saprolítico	8	309	475	28,4	1,43		92				
valor médio				18	237	428	36,5	1,71		108	5,80	2,99	0,20	0,13
desvio-padrão (S)				11	72	165	16,1	0,45		14		4,12	0,15	0,05
coef. de var. (CV)				60	30	38	44	27		13		138	75	41
114	MVS	pastagem	CHd típico, álico	110	477	499	12,8	1,08		150	11,42	0,52	0,21	0,21
NORJ24	MVS	pastagem	CHd típico, epiálico	46	394	534	14,0	1,28		98				
valor médio				78	436	517	13,4	1,18		124	11,42	0,52	0,21	0,21
desvio-padrão (S)				45	59	25	0,8	0,14		37				
coef. de var. (CV)				58	13	5	6	12		30				
NS5	MIt	floresta	CXbe argissólico	13	224	430	17,2	1,46		138				
86	MIt	pastagem	CXbe saprolítico	13	268	350	24,6	1,23		80	15,75	0,56	0,20	0,11
valor médio				13	246	390	20,9	1,35		109	15,75	0,56	0,20	0,11
desvio-padrão (S)				0	31	57	5,2	0,16		41				
coef. de var. (CV)				0	13	15	25	12		38				
NORJ15	MIt	pastagem	SNo gleissólico, Ta, epissol	26	121	349	37,5	2,79	26	100	12,5	0,00	0,21	0,06
NORJ5	MIt	pastagem	SNz gleissólico, Ta, epissol, endossál	14	101	289	81,7	2,24	14	67				

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
valor médio	0,41	0,24	0,031	0,022	30,7	88,9	9,6	5,1	0,19	2,7	36	0,5	19	2			
desvio-padrão (S)	0,06	0,08	0,009	0,011	4,2	7,9	2,2	0,3	0,15	1,1	12	0,5	18	1			
coef. de var. (CV)	14	32	29	50	14	9	23	7	77	42	34	95	91	31			
PF6	0,27	0,27	0,031	0,022	50,5	117,5	8,4	5,8	0,14	6,0	62	0,1	2	1		33	
PRJ8							9,8	6,3	0,12	13,5	77	0,0	0	4			
PF1	0,55	0,34	0,049	0,027	43,9	143,0	15,9	6,4	0,14	16,6	84	0,0	0	3			
53							10,7	6,6	0,24	16,7	89	0,0	0	4			
valor médio	0,41	0,30	0,040	0,025	47,2	130,3	11,2	6,3	0,16	13,2	78	0,0	1	3			
desvio-padrão (S)	0,20	0,04	0,012	0,004	4,7	18,0	3,3	0,4	0,05	5,0	12	0,1	1	1			
coef. de var. (CV)	48	15	31	17	10	14	29	6	32	38	15	200	200	41			
114	0,40	0,39	0,042	0,041	39,2	113,4	31,3	4,8	0,12	1,4	9	2,5	64	2			
NORJ24							38,3	4,7	0,07	0,5	4	1,4	75	1			
valor médio	0,40	0,39	0,042	0,041	39,2	113,4	34,8	4,7	0,09	0,9	6	1,9	69	2			
desvio-padrão (S)							4,9	0,1	0,04	0,6	4	0,7	7	0			
coef. de var. (CV)							14	2	40	64	59	38	11	19			
NS5							12,3	6,9	0,19	9,9	83	0,0	0	6			
86	0,37	0,25	0,038	0,026	47,5	119,4	15,4	5,3	0,22	9,3	61	0,1	1	1			
valor médio	0,37	0,25	0,038	0,026	47,5	119,4	13,8	6,1	0,20	9,6	72	0,0	1	4			
desvio-padrão (S)							2,2	1,2	0,02	0,4	15	0,1	1	3			
coef. de var. (CV)							16	19	10	4	21	141	141	90			
NORJ15	0,54	0,19	0,032	0,011	28,8	82,7	4,6	5,5	0,11	3,8	49	0,4	3	4	42	26	
NORJ5							4,8	6,3	0,10	14,6	80	0,1	1	11	28	6	28

Apêndice C - Indicadores de qualidade física e química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Perfil	Macropedo-ambiente	Uso atual	Classe de solo [1]	Esp. A	Argila hor sup	Argila hor diag subs	Ativ. da argila hor diag subs	Relação textural	Prof B plân	Prof saprolito	CH hor sup	CH < hor subs	Macrop hor sup	Macrop < hor subs
				cm	g/kg	g/kg	$cmol_c$/kg arg		cm	cm	cm/h	cm/h	m^3/m^3	m^3/m^3
NORJ6	MIt	pastagem	SXal arênico gleissólico, Tb, epidistr	18	40	622	22,3	7,79	57	210	8,8	0,00	0,22	0,05
NS9	MIt	pastagem	SXe arênico plíntico (gleissólico), Ta, epidistr	34	40	409	23,2	9,74	58	>300	13,1	0,00	0,22	0,04
NORJ10	MIt	pastagem	SXe gleissólico, Ta	20	81	458	42,6	4,74	37	107	3,5	0,02	0,17	0,09
71	MIt	pastagem	SXz gleissólico solódico, Ta	22	101	246	40,7	2,85	22	65				
NORJ4	MIt	pastagem	SXz gleissól solód, Ta, endossál, endossol	32	81	246	65,9	2,59	32	136	1,1	0,00	0,13	0,06
valor médio				24	81	374	44,8	4,68	35		7,8	0,00	0,19	0,06
desvio-padrão (S)				7	31	136	21,8	2,96	17		5,4	0,01	0,04	0,02
coef. de var. (CV)				31	38	36	49	63	48		69	224	20	33
NORJ16	MIt	pastagem	GXbe cambissólico solódico	8	559	590	14,2			>110		4,38		0,12
NORJ17	MIt	pastagem	GXbe cambissólico solódico	5	388	304	25,0			>145		0,11		0,07
PF3	MIt	pastagem	GXn vertissólico	15	225	646	28,3			>170	0,06	0,00	0,18	0,05
NORJ13	MIt	pastagem	GXve salino solódico, endosalino	38	412	516	33,7			85	0,23	0,00	0,10	0,09
NS4	MIt	pastagem	GXve solódico vertissólico	4	352	416	53,1			>260	23,50	0,00	0,28	0,04
PF4	MIt	pastagem	GXve solódico vertissólico	7	437	329	36,8			>200				
64	MIt	pastagem	GXve solódico vertissólico, endossol	22	477	246	40,7			>240				
81	MMi	pastagem	GXve solódico, endossolódico	27	541	607	23,2			>270	0,04	0,00	0,10	0,09
93	MIt	capineira de cana	GXve solódico, endossolódico	17	286	410	29,8			>250	7,90	0,49	0,16	0,12
valor médio				16	409	452	31,6				6,35	0,71	0,16	0,08
desvio-padrão (S)				11	111	145	11,2				10,17	1,63	0,07	0,03
coef. de var. (CV)				72	27	32	35				160	229	44	36

[1] LA - Latossolo Amarelo, LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo, PA - Argissolo Amarelo, PV - Argissolo Vermelho, PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo, TC - Luvissolo Crômico, CH - Cambissolo Húmico, CX - Cambissolo Háplico, GX - Gleissolo Háplico, SX - Planossolo Háplico, SN - Planossolo Nátrico, e - eutrófico, d - distrófico, b - argila de atividade baixa (Tb), v - argila de atividade alta (Ta), p - pálico, n - sódico, z - sálico, o - órtico, al - alítico

Apêndice C

Perfil	Cap de aeração	Cap de aeração	Índice S	Índice S	CAD	CAD	C	pH em H_2O	K^+	SB	V	Al^{3+}	m	P	Prof PST =15%	Prof PST =6%	Prof CE =4mS/cm
	hor sup	hor subs	hor sup	< hor subs	0-30cm	0-100cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm	0-30cm			
	m^3/m^3	m^3/m^3			mm	mm	g/kg		$cmol_c/dm^3$	$cmol_c/dm^3$	%	$cmol_c/dm^3$	%	mg/dm^3	cm	cm	cm
NORJ6	0,56	0,14	0,072	0,013	38,2	96,8	2,6	5,7	0,05	1,5	44	0,1	5	2			
NS9	0,53	0,10	0,066	0,009	42,8	101,6	5,3	5,4	0,09	2,0	37	0,1	7	32			
NORJ10	0,49	0,19	0,047	0,016	36,1	116,6	4,8	6,1	0,08	4,5	63	0,0	1	7		107	
71							8,6	5,8	0,15	10,5	80	0,1	2	6		3	22
NORJ4	0,45	0,18	0,033	0,007	32,6	93,3	7,6	5,9	0,46	5,8	61	0,2	3	3		32	67
valor médio	0,51	0,16	0,050	0,011	35,7	98,2	5,5	5,8	0,15	6,1	59	0,2	3	9			
desvio-padrão (S)	0,05	0,04	0,018	0,004	5,3	12,4	2,0	0,3	0,14	4,8	17	0,1	2	10			
coef. de var. (CV)	9	26	36	33	15	13	37	5	95	79	28	74	72	112			
NORJ16		0,21		0,024	28,9	95,7	16,6	6,0	0,79	11,4	70	0,0	1	14		26	
NORJ17		0,18		0,020	32,9	99,8	13,6	5,7	0,29	7,1	62	0,3	5	6		18	
PF3	0,35	0,14	0,029	0,015	48,5	127,6	7,7	7,3	0,41	12,8	85	0,0	0	2	15	0	
NORJ13	0,24	0,21	0,015	0,013	25,2	88,7	10,4	5,9	0,13	16,7	80	0,0	0	2		22	85
NS4	0,43	0,09	0,073	0,013	36,1	114,3	11,1	6,5	0,17	16,6	80	0,1	1	7		22	
PF4							13,6	5,2	0,11	14,0	70	0,3	2	4		7	
64							14,7	5,6	0,33	17,0	76	0,0	0	18		75	
81	0,17	0,17	0,025	0,020	41,9	130,8	13,8	5,2	0,22	8,9	54	0,5	6	5		57	
93	0,32	0,26	0,032	0,021	43,4	130,5	8,6	6,1	0,42	6,4	64	0,0	0	18		67	
valor médio	0,31	0,18	0,035	0,018	36,7	112,5	12,2	5,9	0,32	12,3	71	0,1	2	9		33	
desvio-padrão (S)	0,10	0,05	0,022	0,004	8,3	17,8	3,0	0,6	0,21	4,1	10	0,2	2	6		27	
coef. de var. (CV)	33	31	64	24	23	16	24	11	66	34	14	133	144	74		82	