

FELIPE HAENEL GOMES

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DE MANGUEZAIS E  
DE RESTINGA NO MUNICÍPIO DE ILHÉUS-BAHIA

Tese apresentada à Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das exigências do Programa de  
Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para  
obtenção do título de "*Magister Scientiae*"

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G633c  
2002

:

Gomes, Felipe Haenel, 1976-

Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus-BA / Felipe Haenel Gomes. –Viçosa

UFV, 2002

96p. : il.

Orientador: João Carlos Ker

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Física do solo. 2. Solos- Formação. 3. Solos de restinga- Classificação. 4. Solos de mangue- Características químicas. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 631.43

CDD 20.ed. 631.43

FELIPE HAENEL GOMES

# CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DE MANGUEZAIS E DE RESTINGA NO MUNICÍPIO DE ILHÉUS-BAHIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*"

APROVADA: 26 de junho de 2002.

---

Prof. Liovando Marciano da Costa  
(Conselheiro)

---

Prof. Maurício Paulo Ferreira Fontes

---

Prof. Júlio César Lima Neves

---

Prof. Pablo Vidal-Torrado

---

Prof. João Carlos Ker  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

À minha querida Paty, que faz a vida ser mais bela em cada momento, e ao nosso herdeiro que está por vir.

Aos meus pais, pelo carinho, e por ter proporcionado estudo sem o qual a caminhada seria mais difícil.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos pelo acolhimento.

Ao meu orientador, prof. João Carlos Ker, pela orientação desde a graduação, pela amizade e ensinamentos.

Aos amigos de Viçosa Nelsinho, Maíra, Felipe, Cacá, Pedro, Tati, Marcelera, Gabi, Jonhatan, Lucas, Mirreille, Tutu, Lídia, Meubles, Vinícius, Luciana, Renata, Viviane, Roueda, Zé, Guilherme, Gustavo, Poliane, André, Clotilde e Roberto.

Ao meu padrinho Chupeta, pela amizade e acolhimento

Aos colegas do departamento Janela e Leila, Marcelo, Walder, Márcio, Agna, Isaías, Ricardinho, Flávia, Popeye e PCs.

Aos que ajudaram em minha formação científica, em especial ao prof. João Ker, Walder Nunes, Cristiane Oliveira e Ana Maria Moreau.

À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), por possibilitar a realização deste trabalho, em especial à Aninha e Maurício, pela ajuda nas coletas.

À minha madrinha Lize, e seus pais, Hélio e Íris, pela amizade e hospedagem.

Às pessoas que ajudaram em alguma etapa deste trabalho, no campo e no laboratório, Zé Gomes, Walcrisley, Márcio, Felipe e Meubles.

Ao povo mineiro, pelo acolhimento carinhoso e bolsa de estudos concedida pela FAPEMIG, desde a graduação.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Marco Carolino e ao prof. Nilton Curi, pela análise de difratometria de raios-X.

Aos funcionários do departamento de solos, Geraldo, Carlos Henrique, Claudinho, Tião, Carlos Cotréia, Carlinhos, Cardoso, Luiz César, Zélia, Luciana, Júnia e Sônia.

Aos professores Liovando M. da Costa, Maurício P. F. Fontes, Júlio C. L. Neves e Pablo Vidal-Torrado pelas sugestões.

À Deus.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	ix
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Manguezais.....	4
2.1.1. Definição.....	4
2.1.2. Importância ambiental dos manguezais.....	5
2.1.3. Utilização agrícola dos manguezais.....	5
2.1.4. Solos de mangue.....	6
2.1.4.1. Solos Tiomórficos (Solos Sulfatados Ácidos)..	7
2.1.4.2. Solos Salinos.....	9
2.1.5. Relação Homem-Mangue.....	10
2.1.6. Produtividade biológica do manguezal.....	12
2.2. Restingas.....	14
2.2.1. Definição e ocorrência.....	14
2.2.2. Solos sob restinga.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1. Localização da área e coleta do material.....	17
3.2. Geomorfologia.....	19
3.3. Clima.....	24
3.4. Análises laboratoriais.....	24
3.4.1. Caracterização física.....	24
3.4.1.1. Análise textural e argila dispersa em água.....	24
3.4.2. Caracterização química.....	25
3.4.2.1. Rotina.....	25
3.4.2.2. Pasta Saturada.....	25
3.4.2.3. Extração de ferro com ditonito e oxalato.....	25

3.4.2.4. Ataque sulfúrico.....	26
3.4.2.5. Ataque triácido total.....	26
3.4.2.6. Fracionamento e determinação das substâncias húmicas.....	26
3.4.3. Caracterização mineralógica.....	27
3.4.4. Caracterização química do material vegetal .....	27
3.5. Entrevistas com a comunidade dos manguezais.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Solos de mangue.....	29
4.1.1. Características físicas.....	29
4.1.2. Características morfológicas.....	31
4.1.3. Características químicas.....	34
4.1.3.1. Rotina.....	34
4.1.3.2. Pasta saturada.....	37
4.1.3.3. Teores de ferro obtido pelo tratamento com oxalato e ditionito.....	40
4.1.3.4. Ataque sulfúrico.....	43
4.1.3.5. Ataque total.....	44
4.1.3.6. Fracionamento da matéria orgânica.....	46
4.1.4. Características mineralógicas.....	47
4.1.4.1. Fração argila.....	47
4.1.4.2. Fração silte.....	49
4.1.5. Características químicas do material vegetal.....	51
4.1.6. Relação homem-mangue.....	57
4.2. Solos de restingas.....	61
4.2.1. Características físicas e morfológicas.....	61
4.2.2. Características químicas.....	66
4.2.2.1. Teores de ferro obtidos pelo oxalato e ditionito..	67
4.2.2.2. Ataque sulfúrico e teor de elementos traços do ataque total.....	69
4.2.2.3. Fracionamento de substâncias húmicas.....	71
4.2.4. Características mineralógicas.....	72
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	76
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APÊNDICES.....	87
APÊNDICE A.....	88
APÊNDICE B.....	91
APÊNDICE C.....	93

## RESUMO

GOMES, Felipe Haenel, M.S. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2002. **Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus-Bahia.** Orientador: João Carlos Ker. Conselheiros: Liovando Marciano da Costa e Nairam Félix de Barros.

Os manguezais e as restingas são ecossistemas localizados na interface dos meios terrestre, fluvial e marinho. Estão presentes em praticamente todo o litoral brasileiro. Apesar da grande importância ecológica destes ecossistemas, são ainda escassos os estudos mais pormenorizados das características dos solos que os sustentam. O presente trabalho teve como objetivos caracterizar química, física e mineralogicamente solos de restingas e manguezais localizados em Ilhéus-Bahia; caracterizar quimicamente plantas de espécies típicas ou associadas a estes manguezais; e avaliar a relação homem-mangue na região, através de entrevistas com famílias que exploram e/ou residem em manguezais. Para tanto, foram selecionados cinco solos de manguezais, ao longo do Rio Almada, norte de Ilhéus, e para as restingas, três solos sob diferentes coberturas vegetais. Os solos sob manguezal apresentaram no geral textura franco-arenosa ou mais grosseira. A coloração predominante nos solos de manguezais estudados é a cinza-escuro, com baixos valores de croma e matiz, reflexo do acúmulo de matéria orgânica. Devido à constituição predominantemente arenosa, não apresentaram plasticidade ou pegajosidade. Os valores de CTC e carbono orgânico dos solos de manguezais foram elevados, evidenciando a participação da matéria orgânica na CTC, bem como a presença de

argilominerais 2:1 expansíveis. Eles apresentam, em algumas camadas (tiomórficas), elevados teores de alumínio juntamente com elevados teores de bases trocáveis, especialmente o magnésio, reflexo da influência da água do mar. O tiomorfismo foi confirmado, além do abaixamento do pH, pela presença de enxofre no extrato de sais solúveis. De um modo geral, a salinidade foi maior quanto mais próximo à foz do rio e aumentou em profundidade. Os teores de ferro obtidos pela extração com oxalato ácido de amônio e ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) foram muito próximos, indicando a pequena presença de óxidos de ferro cristalinos nestes solos. O ataque sulfúrico evidenciou a pobreza em ferro dos solos de manguezais estudados, excetuando-se um solo, que é influenciado pelo material de origem de rochas do complexo cristalino, dada sua posição mais próxima à encosta. O fracionamento das substâncias húmicas demonstrou a riqueza deste ambiente em humina, sugerindo alguma relação com o tanino, composto encontrado em quantidade apreciável na vegetação deste ecossistema. A mineralogia da fração argila dos solos de manguezais em questão é composta de caulinita, micas, argilominerais 2:1 expansíveis e pirita. Na fração silte estão presentes, além de mica, caulinita e pirita, o quartzo, feldspatos e apenas em um solo, influenciado pelas rochas do complexo cristalino, goethita e ilmenita. Este solo possui características distintas dos outros solos de manguezais estudados apresentando maiores teores de ferro, alumínio, sílica e fósforo pelo ataque sulfúrico, além da baixa salinidade, que permite o desenvolvimento de uma vegetação diferenciada, composta de aninga (*Montrichardia arborescens*). Os solos sob restinga apresentaram textura arenosa, reflexo do material de origem, sendo que o um deles apresenta predominantemente areia grossa. Apresentam cores brunadas em profundidade, correspondendo ao horizonte espódico. A CTC é baixa e são solos álicos, à exceção do horizonte O de um dos solos, coletado sob uma restinga arbórea e densa. A extração de ferro com oxalato e DCB demonstrou a menor cristalinidade dos horizontes espódicos. O fracionamento de substâncias húmicas mostra o enriquecimento da fração ácidos fúlvicos, indicando iluviação. As plantas de manguezais apresentaram predominância, principalmente nas folhas, de sódio, atribuído a mecanismos de exclusão de sais presente nestas plantas adaptadas. Não apresentaram concentração significativa de elementos traços. As entrevistas mostraram a precária condição de vida experimentada

pelos moradores dos manguezais, especialmente os da comunidade de São Domingos, na zona urbana de Ilhéus. Em Acuípe, ao sul da cidade de Ilhéus, apesar das condições de miserabilidade, os moradores parecem conhecer e usufruir melhor a riqueza do ecossistema.

## ABSTRACT

GOMES, Felipe Haenel, M.S. Universidade Federal de Viçosa, June of 2002.  
**Characterization of mangrove and restinga soils in Ilhéus-Bahia, Brazil.**  
Adviser: João Carlos Ker. Committee Members: Liovando Marciano da Costa e Nairam Félix de Barros.

The mangrove and restingas (coastal reefs) are ecosystems that occur in the interface between terrestrial, fluvial and marine environments, and are present along practically all the Brazilian coast side. Despite the great ecological importance of these ecosystems, there are few detailed studies about the soils that occur in these areas. The objective of this work was to characterize the soils of mangrove and restinga areas located in Ilhéus-Bahia with reference to their chemical, physical and mineralogical attributes and to proceed a chemical characterization of typical plant species. The relationship between the families that explore or live in the mangrove and their environment was also evaluated by means of interviews. Five mangrove soils were studied along the Almada River, north of Ilhéus, as well as three restinga soils, each under different vegetation. The mangrove soils presented coarse texture, low chrome and matiz, high cation exchange capacity (CEC) and high organic carbon levels, evidencing the participation of organic matter and expansible minerals in the CEC. These soils presented in some layers (acid sulfate soils), high Al levels and high exchangeable cation levels, specially magnesium,

reflecting the influence of seawater. The presence of sulfur in the extract of soluble salts, as well as the pH reduction, confirmed the acid sulfate aspect of these soils. In general, salinity increased towards the mouth of the river and with depth. The iron levels obtained with acid ammonium oxalate and dithionite-citrate-bicarbonate (DCB) were very similar, indicating small amounts of crystalline iron oxides in these soils. The sulfuric digestion evidenced the low iron content of the studied mangrove soils, except for one, which is influenced by crystalline rocks. The fractionation of humic substances revealed high levels of humin in the mangrove environment, which may be related with tannin compounds, widely present in mangrove vegetation. The clay mineralogy is composed of kaolinite, micas, 2:1 expansible minerals and pyrite while quartz and feldspars also occur in the silt fraction. The soil affected by crystalline rocks presented also goethite and ilmenite. This soil also presented higher iron, aluminium, silicon and phosphorus levels after sulfuric digestion, as well as low salinity, which accounts for the presence of different vegetation, composed by *Montrichardia arborescens*. The soils under restinga presented sandy texture, brown coloring with depth indicating the presence of a spodic horizon, low CEC and high aluminium saturation, except for an organic horizon collected under dense arboreal restinga. The iron extraction with ammonium oxalate and DCB evidenced the less crystalline mineralogy of spodic horizons. The fractionation of humic substances showed an enrichment of fulvic acids, indicating illuviation. The mangrove vegetation presented a dominance of sodium, specially in the leaves, which is attributed to the salt exclusion mechanisms verified in these adapted species and no significant concentration of trace elements was detected. Interviews with mangrove inhabitants evidenced the extremely miserable life conditions, specially in the São Domingos community, urban part of Ilhéus. In Açuípe, south of Ilhéus, locals seem to better utilize the natural resources offered by the mangrove.

## 1. INTRODUÇÃO

Dia após dia a consciência ecológica ganha mais notoriedade. Pode-se dizer que é cada vez maior o interesse público e científico do conhecimento mais pormenorizado das peculiaridades e o funcionamento de todo ecossistema natural do globo terrestre.

As restingas e os manguezais são talvez os ecossistemas mais recentes presentes na costa brasileira. O primeiro tem como principal característica o substrato arenoso, que suporta uma vegetação diversificada, a qual varia principalmente em função das condições edáficas e climáticas. Já os manguezais constituem um sistema ecológico localizado na interface dos meios terrestre, fluvial e marinho, composto de comunidades de plantas adaptadas às condições de salinidade e alagamento.

A interpretação de trabalhos até então produzidos nestes ecossistemas permitem afirmar que nas restingas, os solos são invariavelmente arenosos, sendo que os principais solos são os Espodossolos e os Neossolos Quartzarêncios. Nos manguezais, predominam os solos hidromórficos com presença de sais, podendo também apresentar tiomorfismo e/ou grande acúmulo de material orgânico, correspondendo aos Gleissolos e Organossolos.

Apesar de ocuparem áreas relativamente pequenas em relação àquelas de outros ecossistemas do Brasil, as restingas e os manguezais têm merecido um direcionamento maior de estudos nos últimos anos, pela alta produtividade biológica

destes ecossistemas, por sua importância histórica na ocupação da costa brasileira, assim como pela necessidade de se manejar corretamente estes ecossistemas.

As restingas e os manguezais foram e continuam sendo palco de profundas alterações antrópicas ao longo da história de ocupação do território nacional. A este respeito, ARAÚJO (1984) destaca: é difícil, hoje em dia, saber qual era a vegetação primitiva das planícies arenosas do litoral brasileiro (restingas) devido à ação predatória do homem, queimando e cortando grande trecho da vegetação, implantando estradas nos trechos mais frágeis, descaracterizando o ecossistema com extração intensiva de areia e utilizando estas áreas para lazer de uma maneira irracional.

Os manguezais também sofreram grandes alterações ao longo da ocupação da costa do Brasil, levando o rei José, de Portugal, a promulgar talvez a primeira lei que se tem notícias a respeito da utilização de manguezais no Brasil. Essa lei, datada do início do século XVIII, regulamentava a exploração de madeira nesse sistema, que deveria ser realizada sempre com a retirada da casca, rica em tanino. Temia-se que a crescente utilização de madeira somente para lenha acabaria com a disponibilidade de tanino para os curtumes.

Esse trabalho teve como objetivos caracterizar química, física, morfológica e mineralogicamente solos destes dois ecossistemas em diferentes posições topográficas e/ou cobertura vegetal, ao longo do Rio Almada, Ilhéus-BA, obtendo assim subsídios para o melhor entendimento de sua gênese e classificá-los de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Para os manguezais, foram realizadas ainda coletas de material vegetal, a fim de se caracterizá-lo quimicamente, avaliando teores e possíveis concentrações de alguns elementos químicos, bem como sua distribuição relativa em diferentes tecidos; e entrevistas com duas comunidades, para um melhor entendimento da relação Homem-mangue em Ilhéus-BA.

As hipóteses deste estudo são:

Apesar da aparência morfológica homogênea, espera-se diferença em termos de características físico-químicas dos solos de mangue, em direção à foz do Rio Almada.

O substrato lodoso dos manguezais deve ser considerado solo e não somente sedimento.

As diferentes coberturas vegetais na restinga podem estar relacionadas à feições pedológicas, como granulometria, profundidade de ocorrência de horizonte B espódico e hidromorfismo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Manguezais**

#### **2.1.1. Definição**

Há 3.200 anos o ambiente de mangue foi mencionado pela primeira vez na literatura por Neárchos, durante sua viagem entre os rios Eufrates e Tigre (MASTALLER, 1987). A palavra mangue origina-se, de acordo com VANUCCI (1999), do *wolof*, língua nacional do Senegal, onde significa manguezal, sendo a pronúncia exatamente igual à do português.

Embora ao longo dos anos tenha-se tentado estabelecer definições diferenciadas entre os termos mangue, manguezal e mangal, os mesmos têm sido utilizados para designar um grupo de árvores e arbustos que colonizam solos lamacentos correspondente a um sistema ecológico distinto, localizado na interface dos meios terrestre, fluvial e marinho (MASTALLER, 1987; FERNANDES, 1998; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). A estrutura e composição de espécies das florestas de mangue variam em função de fatores geofísicos, geográficos, geológicos, hidrográficos, climáticos e edáficos, da história do passado recente do local e das atividades humanas (VANUCCI, 1999).

### **2.1.2. Importância ambiental dos manguezais**

Os manguezais constituem um dos ecossistemas mais produtivos do mundo. Sua importância para a humanidade como fonte de alimentos, remédios, material de construção, curtume, combustível, e outros, é de longo tempo reconhecida (PEDROSA, 1963; CORRÊA, 1984; CINTRÓN, 1987; VANUCCI, 1999). Além disso, os manguezais permitem a existência de numerosos nichos para vários grupos de animais que utilizam os diversos habitats para alimentação, reprodução, desova, crescimento e também proteção contra predadores (DIEGUES, 1987; MASTALLER, 1987; NASCIMENTO, 1998).

Se não bastasse esta importância para o ser humano, é merecedor de destaque o papel dos manguezais como estabilizadores ambientais, funcionando como barreiras naturais contra impactos permanentes de inundações catastróficas além da erosão eólica, por furacões e ciclones, e hídrica, pela ação das ondas (VANUCCI, 1999). Além disso, os manguezais podem funcionar como despoluidores, imobilizando metais pesados nas plantas e no solo, antes que alcancem ecossistemas aquáticos próximos (TAM e WONG, 1996; MACFARLANE e BURCHETT, 1999).

Para PANITZ (1987), não resta dúvida que a produção de detritos pela vegetação do mangue é muito importante para a estrutura trófica dos estuários e de suas comunidades de animais associadas e que são muito dependentes de um aporte de detritos autóctones e alóctones. Estes são a fonte primária de alimento para uma variedade de organismos, principalmente para peixes de alto valor comercial.

### **2.1.3. Utilização agrícola dos manguezais**

De acordo com VANUCCI (1999), do ponto de vista agrícola os manguezais eram considerados terras inúteis e até mesmo obstáculos pelos colonizadores europeus, até que os portugueses começaram a utilizar os solos de manguezais da costa do Konkan, em Goa, na Índia, como fertilizante.

São inúmeras, ainda, as citações de aproveitamento dos manguezais para fins agrícolas, com destaque para a cultura de arroz. Em Serra Leoa, já se utilizava estes solos com rizicultura desde o século passado, com o sistema de irrigação de “maré livre”, no qual se permite a entrada da água na maré alta e a saída na maré baixa. Este sistema, que permite o plantio apenas na época chuvosa, é limitado àquelas áreas próximas aos rios principais onde há água doce suficiente para lavar os sais acumulados (HART, 1959).

Segundo FRANKS e FALCONER (1999), no estuário do rio Merbok, na Malásia, cerca de 20% (1.000 ha) do total da área de manguezais foram convertidas em rizicultura irrigada na década de sessenta, e mais 20% foram transformados em áreas de aqüicultura na década de oitenta. Atualmente, há um aumento no interesse no que diz respeito à sua importância como habitat natural de diversas espécies, entendendo-se que a melhor forma de manejo, não é, necessariamente, a drenagem ou uso da irrigação.

Na Guiné-Bissau, as terras sob manguezal são utilizadas há anos pela população, após a construção de “ouriques”, que são diques protetores de áreas conquistadas ao mar ou rios, para o cultivo de arroz. Os guineenses identificaram os mangues mais apropriados em relação à movimentação e ao nível da água, e também os menos sujeitos à redução dos sulfatos e, ano após ano, selecionaram as variedades de arroz mais apropriadas para estas áreas. Assim, neste processo adaptativo, aproveitaram a riqueza química vinda da água do mar na inundação, com a lixiviação da água da chuva lavando o excesso de sais (COSTA e RESENDE, 1994).

#### **2.1.4. Solos de mangue**

Os processos que ocorrem nos solos sob constante sedimentação podem ser divididos em geogênese e pedogênese. O primeiro diz respeito principalmente à origem e transporte dos sedimentos, e o segundo, a processos que ocorrem após a sedimentação com influência dos fatores de formação de solos. Porém muitas vezes é difícil separar estes processos, que podem ocorrer alternadamente nestes ambientes constantemente inundados (PONS e ZONNEVELD, 1965).

Pode-se considerar que o solo que se classifica é definido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais orgânicos e inorgânicos. Quando examinados a partir da superfície, consistem de seções aproximadamente paralelas (horizontes ou camadas), que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria e tem habilidade de suportar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies vegetais, em um ambiente natural (ESTADOS UNIDOS, 1999; EMBRAPA, 1999).

Os solos situados sob mangues têm sido relatados nos levantamentos de solos como "solos indiscriminados de mangue". São assim denominados em função do difícil acesso a esses ambientes, sendo poucas as descrições morfológicas e análises físicas, químicas e mineralógicas destes solos, levando à não discriminação das classes de solo às quais pertencem. São freqüentemente incluídos em duas unidades de mapeamento: os complexos de solos, com ocorrência comum nas bacias sedimentares, sendo constituído por solos taxonomicamente distintos e com limites poucos nítidos entre si e de difícil individualização para fins cartográficos; e os grupos indiferenciados de solos, que são constituídos por unidades taxonômicas afins, com morfologia e propriedades muito semelhantes (EMBRAPA, 1995).

Encontram-se no litoral, quase sempre junto a desembocaduras de rios, são desenvolvidos a partir de sedimentos recentes e influenciados diretamente pela água do mar, através do efeito das marés. Constituem, provavelmente, uma associação de Gleissolos Sálícos e Tiomórficos, apresentando-se muito mal drenados, com horizontes gleizados, com altos teores de sais e muitas vezes, compostos de enxofre (EMBRAPA, 1975; BRASIL, 1987).

#### **2.1.4.1. Solos Tiomórficos (Solos Sulfatados Ácidos)**

Nas planícies litorâneas recentes e em ambientes com influência de maré, há uma área estimada de 12 milhões de hectares, na sua maioria nos trópicos, em que a drenagem pode converter, ou já converteu os solos hidromórficos em

extremamente ácidos (DENT, 1986). Segundo o autor, estes solos, chamados de solos sulfatados ácidos, se desenvolvem como resultado da drenagem de solos originalmente ricos em pirita. Quando a drenagem possibilita a oxigenação destes solos previamente alagados, o enxofre da pirita é oxidado à ácido sulfúrico, e se a produção deste ácido excede a capacidade de tamponamento do solo, o pH cai a valores menores que 4.

Segundo DRIESSEN e DUDAL (1989), a acumulação de pirita ocorre sob baixas concentrações de oxigênio (sob água), onde os microorganismos reduzem  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , e sulfatos a sulfetos. Mesmo se as condições forem as mais favoráveis, a taxa de acumulação da pirita é baixa, em torno de dez quilos por metro cúbico de sedimento por cem anos em solos minerais (DENT, 1986). É o equivalente a pouco mais que um por cento do peso seco em cem anos.

Devido ao abaixamento do pH ocasionado durante a oxidação da pirita, os solos sulfatados ácidos liberam  $\text{Al}^{3+}$  presente nos minerais do solo em concentrações tóxicas para as plantas. Além deste íon, efeitos diretos de toxicidade podem também ser gerados pelo ferro, manganês e hidrogênio, além da salinidade elevada e, sob condições alagadas, apesar de diminuírem os problemas causados pela acidez, novas limitações podem ocorrer, como toxidez por  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  e ácidos orgânicos (DENT, 1986).

Atualmente, pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), estes solos estão inseridos dentro das ordens dos Gleissolos e dos Organossolos, sendo o horizonte sulfúrico a característica que os difere dos demais dentro destas classes, presente no segundo nível categórico (subordem), com as denominações Gleissolos Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos.

O horizonte sulfúrico forma-se como resultado da drenagem e posterior oxidação de materiais minerais ou orgânicos ricos em sulfetos. Ele é evidenciado por uma ou mais das seguintes características (EMBRAPA, 1999): concentração de jarosita; materiais sulfídricos (compostos de enxofre oxidáveis, tal como a pirita) imediatamente subjacentes; 0,05% ou mais de sulfato solúvel em água.

O Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas (BRASIL, 1958) descreveu a existência de solos influenciados por sedimentos marinhos no estado do Rio de Janeiro, e dentre eles, solos pobres em carbonato de cálcio e ricos em sulfeto de

ferro, que, após drenagem, a aeração promovida gera solos muito ácidos podendo mesmo conter ácido sulfúrico livre. Apresentam mosqueados de cor amarelo intenso, pela presença de jarosita e devido ao odor desagradável, podem também ser chamados de “cat clay” (EDELMAN, 1952; PONS e ZONNEVELD, 1965). Esta denominação é relacionada ao cheiro das fezes do gato e à superstição no sentido de relacioná-lo ao azar, em razão das quebras de safra que ocorrem, particularmente após a drenagem.

São vários, ainda, os levantamentos de solos que descrevem a existência destes solos em áreas costeiras no Brasil (EMBRAPA, 1973, 1975, 1980; BRASIL, 1981, 1987).

Segundo a primeira Reunião de Classificação e Correlação de Solos (EMBRAPA, 1979), os solos tiomórficos são encontrados em áreas de mangue e adjacências, nos pântanos da orla marítima, em baixadas e parte dos deltas dos rios mais próximos ao mar. Em condições naturais, onde estão periódica ou permanentemente saturados com água, estes solos possuem uma elevada acidez potencial. Os valores de pH são muito variáveis, podendo ocorrer variações sazonais muito acentuadas especialmente nos terrenos periodicamente inundados, pois com o solo saturado de água, o pH eleva-se gradualmente, podendo atingir a neutralidade. Porém ao secar, os valores de pH baixam gradativamente, podendo atingir valores de até dois.

No Brasil, as experiências de utilização destes solos são problemáticas. A drenagem ocasionou problemas de acidificação do solo, inviabilizando o uso agrícola, como para cana-de-açúcar no Norte Fluminense e delta do rio Doce (ALVES, 1997; LANI, 1998) e em Alagoas (SOUZA-JÚNIOR, 1999). Neste último caso, a solução para a utilização destes solos com cana-de-açúcar foi a manutenção do lençol freático a uma profundidade de 30 cm, através do controle do sistema de drenagem.

#### **2.1.4.2. Solos Salinos**

Ocorrem em depressões onde possa ocorrer excesso de sais e de água temporariamente. Os sais podem ser trazidos das elevações circunvizinhas pela

enxurrada ou pelo lençol freático, e muitas vezes devido a depósitos marinhos. Nessas depressões, são formados os solos salinos (RESENDE et al., 1997).

Sob manguezais, os solos salinos dominantes são os Gleissolos Sálícos, que além da salinidade, podem apresentar sodicidade, em consequência do PST superior a 15%, ocorrendo então um solo salino-alcálico. O horizonte diagnóstico destes solos é o glei com características sálícas, que deve apresentar pelo menos 15 cm de espessura (OLIVEIRA et al., 1992). O caráter sálico refere-se à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio, expresso por condutividade elétrica no extrato de saturação maior ou igual a 7 dS/m (a 25° C), em alguma época do ano (EMBRAPA, 1999).

Pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os solos afetados por sais e/ou sódio podem se enquadrar em Gleissolos ou Planossolos, sendo que os antigos Solonchaks com horizonte glei, enquadram-se dentro dos Gleissolos (JACOMINE, 1999).

#### **2.1.5. Relação Homem-Mangue**

A relação do homem com os manguezais é antiga. Em sua abrangente revisão bibliográfica, MASTALLER (1987) menciona que a literatura é repleta de exemplos em que o homem, desde tempos históricos, como os aborígenes da Austrália e os habitantes pré-colombianos do Equador, tiveram estreito relacionamento com o manguezal.

Muitas civilizações tiveram, e ainda mantêm, relação histórica com os manguezais. Desde os tempos remotos os manguezais têm sido habitat preferido para os estabelecimentos humanos devido às suas vantagens protetoras contra calamidades naturais e ataques inimigos (MASTALLER, 1987).

Através de contatos permanentes, o homem adquiriu expressivo conhecimento e experiência sobre os recursos dos manguezais. Esta tradição foi responsável pela grande especificação de artefatos de pesca e de captura de moluscos e crustáceos diversos e característicos deste ambiente, com destaque para o caranguejo.

Além da pesca e da cata de espécies da variada fauna dos manguezais, são vários os registros da utilização de sua mata na forma de carvão e lenha, na construção civil (madeira, barro), nas indústrias: têxtil (fio de viscose e corante); farmacológica (drogas e cosméticos); de papel (cigarros e jornais) e de couro (tanino para curtume) (CORRÊA, 1984; MACIEL, 1987; MASTALLER, 1987; VANUCCI, 1999).

O aproveitamento dos manguezais já vinha sendo praticado pelos índios quando aportaram os primeiros colonizadores no Brasil. Acolhendo em seus domínios numerosa fauna propícia à alimentação, buscavam, através da pesca rudimentar e cata de caranguejos, satisfazer suas necessidades imediatas. Os portugueses passaram a explorar também a vegetação, utilizando a madeira para fazer carvão e cascas e folhas para a cura do couro (PEDROSA, 1963).

Inúmeras comunidades de pequenos produtores, agricultores e pescadores vivem tradicionalmente da exploração dos vários recursos existentes nas regiões costeiras do Brasil, sendo que algumas populações vivem quase que exclusivamente de recursos específicos de áreas de mangue, como caranguejos, moluscos e crustáceos. Em alguns casos, a relação entre estas populações e o ecossistema permitiu a denominação de “civilizações do mangue” (PANITZ, 1987).

Nas proximidades da área do presente estudo é importante citar aqui algumas declarações do médico naturalista Robert Avé-Lallemant extraídas de seu livro: Viagens pelas províncias da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe em 1859, que bem ilustram esta relação homem-mangue (AVÉ-LALLEMANT, 1980):

*“... a população de Canavieiras, que, sem os coqueiros, pode contar 400 almas, e que na maioria vive da mandioca e dos carangueijos que correm pela praia...; peixe há em abundância nos rios e nos seus braços próximos; milhares de grandes caranguejos correm sob o mangue na baixa mar. A vida lá é fácil de se prover...”*

Na sua viagem de Canavieiras a Porto Seguro relata Avé-Lallemant:

*“...no princípio as margens do Rio Pardo eram perfeitamente planas, pantanosas, e cobertas do verde-alegre dos mangues. É d'um efeito singular os numerosos bandos de caranguejos que se dividem em duas espécies, a maioria são cinzentos, grandes corpo acaçapado, pernas altas, perfeitos aracnídeos*

*vagando na borda d'água...Parecem-me muito mais elegante uma espécie purpúrea com desenhos amarelos, correndo ao mesmo tempo e para o mesmo lado..."*

*"O mais incômodo, porém, em todo Rio Pardo e o mais numeroso objeto de caça é a bicharada alada. Tudo o que se compreende sob os nomes de mosquito, maruim, pium, borrachudo, fincudo, muriçoca, carapanãs e mutuca fervilha em quantidade incrível no Rio Pardo, e tem-se grande dificuldade em proteger a pele."*

*"Além de muitas espécies de peixes, o Rio Pardo alimenta um bonito lagostim, de proporções esguias e delicados desenhos. Preparado de mistura com o palmito da Euterpe oleracea, esse crustáceo, chamado pitu, oferece uma iguaria com a qual poucos acepipes europeus se podem comparar..."*

*"Excetuando-se a rebentação por trás do espesso maciço de mangues e as nuvens de mosquitos zumbidores, uma praga horrível para os viajantes, tudo ali estava quieto. Por todos os lados viam-se milhares dos já citados caranguejos, todos voltados para nossa canoa, todos em evidente atitude de curiosidade e surpresa."*

*"Um outro entrave para a prosperidade de Caravelas encontra-se nas suas condições de salubridade. Situada em meio de uma região coberta de mangues, apresentando apenas aqui e ali pequenas elevações d'alguns pés de altura acima do pantanal, Caravelas e os habitantes da vizinhança têm que sofrer muito de febres palustres, afecções de baço, afecções cardíacas, clorose, desintéria e hidropsia..."*

Nos dias de hoje, com o aumento da população, da intensidade turística e da cata predatória, pode-se afirmar que o meio de sobrevivência de alguns habitantes destes locais, proveniente da pesca e da cata de moluscos e de crustáceos, tem sido penosa. A inferir-se pelas citações de fartura de peixes e caranguejos no passado (PEDROSA, 1963; AVÉ-LALLEMANT, 1980; MASTALLER, 1987) pode-se dizer que a situação é alarmante, já que a preocupação com o manejo foi mínima.

#### **2.1.6. Produtividade biológica do manguezal**

O manguezal é um ecossistema aberto no que diz respeito à energia e matéria. O transporte de matéria para dentro do ecossistema, sua ciclagem, e

conseqüente exportação são controlados por fatores físicos (marés, escoamentos, chuvas) e biológicos (queda das folhas, decomposição de árvores, atividade da fauna, e outros) (NASCIMENTO, 1998; VANUCCI, 1999).

De acordo com PANITZ (1987), os manguezais são considerados ecossistemas de alta produtividade, fertilizando águas costeiras através da alta produtividade de matéria orgânica, principalmente na forma de serapilheira, que é exportada e decomposta, sendo utilizada por uma grande variedade de organismos. Segundo a autora, a influência das marés sobre o acúmulo de biomassa e exportação de detritos pela vegetação é marcante, assim como as variações nas concentrações dos bioelementos. Já para CLOUGH (1992), embora se tenha boas evidências de que alguns manguezais são altamente produtivos, há também evidências de que alguns destes ecossistemas não o são. Ele argumenta que muitas vezes a base para a afirmação de que são altamente produtivos são baseados apenas em pesquisas de acumulação de biomassa, produção primária e produção secundária, os quais não são suficientes para uma conclusão clara.

Os solos das áreas de manguezal, geralmente requerem uma série de processos biológicos complexos sustentados por organismos tais como bactérias, cianofíceas, diatomáceas e algas verdes para captar nutrientes disponíveis que serão utilizados para nutrição das plantas superiores integrantes do manguezal (NASCIMENTO, 1998). Daí, a enorme precaução que deve ser tomada nas práticas de exploração florestal, no manguezal, para não alterar esta ativa cadeia microbiológica contida no solo, com o fim de evitar processos de degradação nutricional irreversível para o solo.

Novas pesquisas com ciclagem de nutrientes em manguezais são de vital importância para um melhor entendimento deste ecossistema que mantém sua homeostásis mesmo perdendo grande quantidade de matéria orgânica (LUGO, 1987).

## **2.2. Restingas**

### **2.2.1. Definição e ocorrência**

Variações no nível do mar ocorridas já no holoceno ocasionaram a formação ao longo da costa brasileira, de vastas planícies sedimentares arenosas. Em consequência das transgressões e regressões marinhas, elas tomaram a forma de uma sucessão de cordões litorâneos arenosos. Esses depósitos são, em geral, cobertos por comunidades vegetais características e diversas. A esse conjunto de formações geomorfológicas e às diferentes comunidades biológicas que as ocupam dá-se o nome genérico de restingas (SUGUIO e TESSLER, 1984; ARAÚJO e LACERDA, 1987; FERNANDES, 1998).

A palavra “restinga” pode ser usada tanto para designar vários tipos de depósitos litorâneos quanto outras feições costeiras. Entre outros usos, o emprego no sentido botânico designaria uma vegetação arbustivo-arbórea características de zonas costeiras (SUGUIO e TESSLER, 1984). Várias tentativas de delimitar as comunidades vegetais de restinga já foram feitas, chegando a ser identificados, apenas nas restingas fluminenses, 12 comunidades (ARAÚJO e HENRIQUES, 1984). Ocorrem revestindo praias, dunas e os cordões litorâneos e caracteriza-se por apresentar, em sua composição florística, plantas pioneiras, cuja densidade por unidade de área é variável de acordo com o maior ou menor grau de sedimentação a que estão sujeitas. (BRASIL, 1981).

Os diferentes tipos de vegetação ocorrentes nas restingas brasileiras variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20 m. Em muitas áreas de restinga no Brasil, ocorrem períodos mais ou menos prolongados de inundação do solo, fator que tem grande influência na distribuição de algumas formações vegetacionais. A periodicidade com que ocorre o encharcamento e a sua respectiva duração são decorrentes principalmente da topografia do terreno, da profundidade do lençol freático e da proximidade de corpos d'água (rios ou lagoas), produzindo em muitos casos um mosaico de formações inundáveis e não inundáveis, com fisionomias variadas, o que até certo ponto justifica o nome de "complexo" que é empregado para designar as restingas.

Assim, caracterizam-se como um conjunto de ecossistemas variados fitofisionomicamente, refletindo assim diferenças geomórficas, pedológicas e climáticas, além de diferentes etapas sucessionais. (SILVA, 2000).

Cerca de 5.000 km do litoral brasileiro é ocupado pelo ecossistema da restinga. Localizados na interface entre os ambientes marinho e continental, possuem entretanto uma fragilidade intrínseca. A crescente atividade humana tem levado a uma desestabilização progressiva de seus componentes biológicos e paisagísticos. Entre os ecossistemas brasileiros, a restinga talvez seja uma das áreas de maior instabilidade, quer seja pelo solo arenoso, ou pela proximidade das grandes aglomerações humanas, as quais exercem grande pressão na expansão imobiliária, na extração de madeira e na caça, dentre outros (VENTURINI et al., 1996). Na região de estudo, os principais riscos para as restingas são a expansão urbana desordenada, especulação imobiliária, remoção de areia para a construção civil, desmatamento, esgoto e lixo (SILVA, 2000).

### **2.2.2. Solos sob restinga**

Os ecossistemas de restinga se caracterizam pela presença de solos de textura arenosa e, geralmente, pobres em matéria orgânica, tendo baixa capacidade de reter água e nutrientes, essenciais à manutenção dos componentes biológicos do sistema. A vegetação é adaptada, apresentando muitas vezes características xeromórficas. Diferente do que ocorre na maioria dos ecossistemas terrestres, na restinga o solo não constitui a principal fonte de nutrientes. Dada a proximidade do mar, essa fonte é a maresia presente na atmosfera (ARAÚJO e LACERDA, 1987; LEÃO e DOMINGUEZ, 2000).

Os solos sob restinga englobam aqueles classificados como Podzóis (Espodossolos) e Areias Quartzosas Marinhas (Neossolos Quartzarênicos) (BRASIL, 1981). GOMES (1995) encontrou as duas classes de solos em restingas fluminenses, sendo a Areia Quartzosa intermediária para Podzol, devido ao incipiente processo de podzolização. O mesmo encontrou MOURA FILHO (1998), em solos do litoral sul de Alagoas, porém com predominância de Areias Quartzosas. O autor, porém, não descarta a possibilidade da ocorrência do processo de podzolização pode estar ocorrendo a maiores profundidades (Podzóis ou Espodossolos Gigantes).

Os Espodossolos são solos minerais, com seqüência de horizontes A-E-Bh e/ou Bs ou Bhs-C. São, na grande maioria arenosos, sendo raras as citações de outras classes texturais. Quimicamente, são ácidos e muito pobres, com a soma de bases raramente ultrapassando  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mesmo na camada superficial. As Areias Quartzozas Marinhas são solos minerais de seqüência de horizontes A-C, sendo a principal diferença a ausência de horizonte espódico. Sua localização em relação aos Espodossolos é de maior proximidade ao mar, imediatamente após as praias, enquanto estes predominam nas baixadas correspondentes às restingas (OLIVEIRA et al., 1992)

Segundo DE CONNINCK (1980), a formação de horizontes espódicos ocorre quando nos horizontes superficiais não há cátions polivalentes suficientes, especialmente ferro e alumínio, para imobilizar todas as substâncias orgânicas móveis. Assim, estes cátions são complexados com estas substâncias e iluviados no perfil. A imobilização pode ocorrer através do contato suplementar destes cátions, dessecação ou mudança da concentração iônica ao longo do perfil, formando o horizonte espódico.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização da área e coleta do material**

A coleta do material (solo e planta) foi realizada em manguezais de Ilhéus-BA, ao longo do rio Almada, e em restingas adjacentes, neste caso somente para o solo (Figura1).

Para os solos sob manguezal (Quadro 1), foi observada a tábua de marés do porto de Ilhéus para que não se coletasse solo sob completa inundação. Ainda assim, a profundidade máxima de coleta alcançada foi de 40 cm pois a presença de água não permitia a coleta do material com trado ou enxada.

Os solos M1, M2 e M4 encontram-se a cerca de 9 km da foz do rio Almada, sendo o primeiro mais próximo da margem do rio e o último, o mais afastado dos três. Os solos M3 e M5 encontram-se, respectivamente, a 5 km e 1 km da foz do rio Almada (Figuras 2 a 5).

Os perfis coletados sob restinga (ES1, ES2 e ES3) apresentavam vegetação diferenciada, o primeiro tinha caju e coco como vegetação atual, o segundo uma restinga rica em bromélias, de porte arbustivo e menos densa que a terceira, muito densa e de porte arbóreo (Figuras 6 a 9).

O solo ES1 foi coletado em uma trincheira, procedendo-se ainda a tradagem para coleta do horizonte C, chegando ao lençol freático a cerca de 2 metros da superfície. O solo ES2, foi coletado em uma barranco com cerca de 5 metros, onde foi retirada, do horizonte E, areia para construção civil. Abaixo deste horizonte,

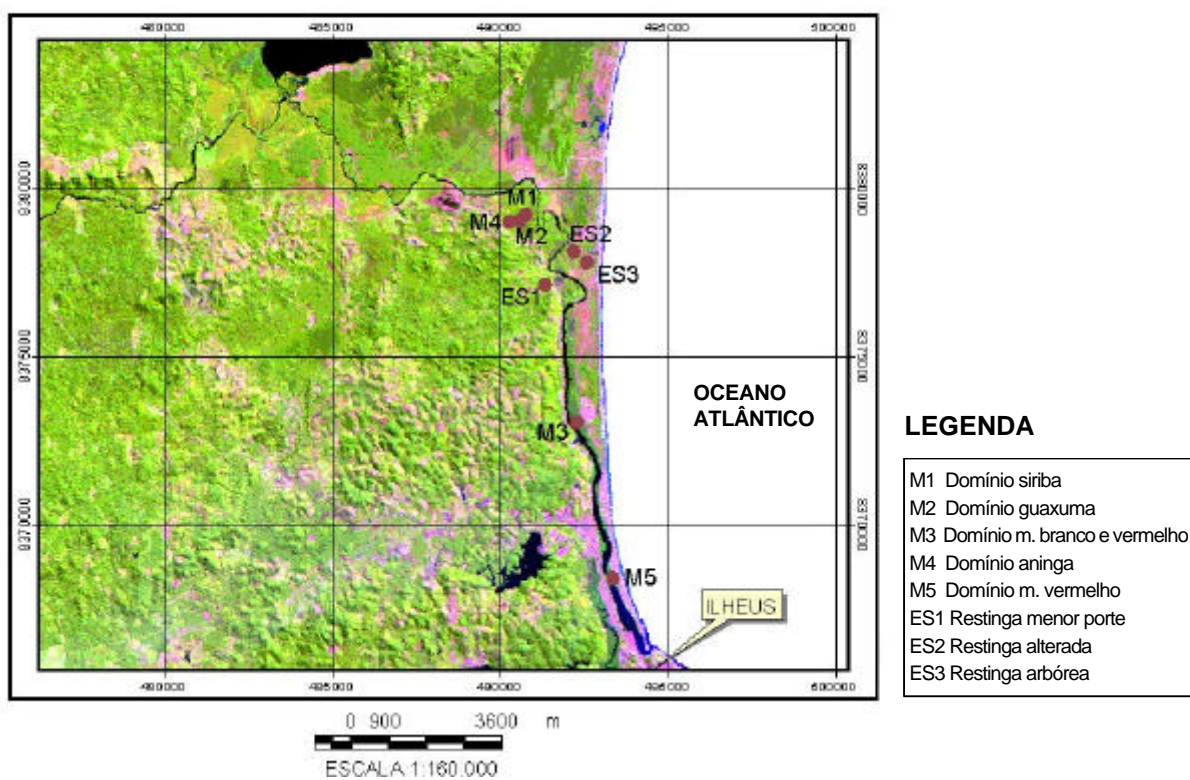


Figura 1- Localização dos pontos de coleta ao longo do rio Almada, Ilhéus-BA.

Quadro 1- Localização dos sítios de coleta de solos de mangue, vegetação predominante e distância aproximada da foz do rio Almada

Solo	Localização	Vegetação predominante	Distância da foz (km)
M1	14°40'52"S 39°04'28"W	Siriba ( <i>Avicennia</i> sp)	9
M2	14°40'51" S 39°04'30" W	Guaxumba( <i>Hibiscus</i> sp), Cortiça ( <i>Pterocarpus officinalis</i> )	9
M3	14°43'06"S 39°04'13"W	Mangue vermelho ( <i>Rizophora mangle</i> ), mangue branco ( <i>Avicennia</i> sp)	5
M4	14°40'50" S 39°04'27" W	Aninga ( <i>Montrichardia arborescens</i> )	9
M5	14°45'30"S 39°03'44"W	Mangue vermelho ( <i>Rizophora mangle</i> ),	1
ES1	14°38'30"S 39°04'22"W	Restinga de porte arbustivo-arbórea (máximo 5 metros)	-
ES2	14°42'36"S 39°04'35"W	Restinga alterada, com cultivo de caju e coco	-
ES3	14°39'45"S 39°04'20"W	Restinga arbórea e densa (até 15 metros)	-

aparece o Bhs, endurecido (ortstein) onde mina água. O solo ES3 foi coletado com um trado, e é o que está em ambiente de pior drenagem, com pequenos cursos e poças de águas escuras. Não foi alcançado o Bhs, porém a coloração da água não deixou dúvidas quanto à sua existência.

### 3.2. Geomorfologia

A área situa-se no Domínio de Depósitos Sedimentares, compreendendo sedimentos cenozóicos da unidade Planícies Marinhas e Fluviomarinhas, com relevo plano e que inclui os cordões litorâneos, praias, mangues, deltas e a bacia sedimentar do Rio Almada (BRASIL, 1981, ARCANJO, 1997). A presença de flecha litorânea impede a desembocadura deste rio ao norte de Ilhéus, deixando o último segmento do seu baixo curso paralelo à costa (Figura 1).



Figura 2 – Aspecto da vegetação dos locais de coleta dos solos M1, ao fundo (domínio Siriba) e, no primeiro plano, do solo M4 (domínio aninga), situados cerca de 9 km ao norte da foz do rio Almada, Ilhéus-BA.



Figura 3 – Aspecto da vegetação do local de coleta do solo M2 (domínio guaxuma); ao fundo, local de coleta do solo M1 (domínio siriba), situados cerca de 9 km ao norte da foz do rio Almada, Ilhéus-BA.



Figura 4 – Aspecto da vegetação do local de coleta do solo M3 (domínio mangue branco e vermelho), com avencção no primeiro plano à direita, situado cerca de 5 km ao norte da foz do rio Almada, Ilhéus-BA.



Figura 5 – Emaranhado de raízes no local de coleta do solo M5 (domínio mangue vermelho), situado cerca de 1 km ao norte da foz do rio Almada, já dentro de bairro de Ilhéus-BA.



Figura 6 – Perfil do solo ES1, destacando a presença do horizonte espódico (lâmina da faca).



Figura 7– Retirada de areia do horizonte E do solo ES2.



Figura 8– Aspecto da vegetação da restinga arbórea (ao fundo), local de coleta do solo ES3.



Figura 9 – Detalhe da vegetação no local de coleta do solo ES3.

### **3.3. Clima**

O clima é do tipo Af pela classificação de Köppen, sendo caracterizado por ser quente e úmido, com a precipitação do mês mais seco superior a 60 mm e com temperatura média do mês mais frio superior a 18° C. Em Ilhéus a precipitação é superior a 1900 mm anuais (ARCANJO, 1997)

### **3.4. Análises laboratoriais**

A determinação de sais solúveis foi realizada nas amostras de solos de manguezais na condição em que vieram do campo, adicionando-se água para chegar ao ponto de pasta saturada. Para as outras análises, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 2,0 mm, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA).

Os resultados para os solos sob manguezal são apresentadas em forma de camadas de 10 cm, pela dificuldade de se separar os horizontes e os de Espodossolos, em horizontes.

#### **3.4.1. Caracterização física**

##### **3.4.1.1. Análise textural e argila dispersa em água**

Procedeu-se à dispersão de 10 g de TFSA com hidróxido de sódio 0,1 mol/L para solos sob restinga e hexametáfosfato de sódio tamponado com carbonato de sódio para solos sob manguezal, sendo estes ainda lavados com álcool para retirada do excesso de sais. As frações areia grossa e fina foram separadas por tamização, a fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração silte por diferença (EMBRAPA, 1997).

Para a argila dispersa em água, procedeu-se a dispersão de 10 g de TFSA em 50 ml de água deionizada e determinação do teor de argila pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). O grau de floculação foi calculado pela fórmula:

$$GF = 100 (\text{argila total} - \text{argila dispersa em água}) / \text{argila total}$$

### **3.4.2. Caracterização química**

#### **3.4.2.1. Rotina**

A determinação do pH foi realizada potenciométricamente em água e em KCl 1 mol/L na suspensão solo-solução 1:2,5, com uma hora de contato.

Cálcio, magnésio e a acidez trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol/L, na proporção solo-solução 1:10, sendo os dois primeiros determinados por espectrofotometria de absorção atômica e a acidez trocável determinada por titulação com NaOH 0,025 mol/L. Potássio e sódio trocáveis e fósforo disponível, foram extraídos com "Mehlich-I", na relação solo-solução 1:10, sendo o fósforo determinado por colorimetria e sódio e potássio por fotometria de emissão de chama. Os teores de cálcio, magnésio, sódio e potássio foram subtraídos daqueles obtidos na extração de sais solúveis.

A acidez trocável (H + Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol/L pH 7,0, na relação solo-solução 1:10, e determinado por titulação com NaOH 0,05 mol/L.

O carbono orgânico foi determinado após o aquecimento à 150° C por 30 minutos, junto à 5mL de solução de dicromato de potássio 0,167 mol/L e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,25 mol/L, conforme YEOMANS e BREMNER (1988).

#### **3.4.2.2. Pasta Saturada**

Procedeu-se a determinação dos sais solúveis, a condutividade elétrica, e o pH na solução proveniente da pasta de saturação conforme EMBRAPA (1997).

#### **3.4.2.3. Extração de ferro com ditionito e oxalato**

Foi realizada na TFSA em três extrações sucessivas com o ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA e JACKSON, 1960); e uma extração, na ausência de luz, para o oxalato, determinando-se formas de ferro menos cristalinas (McKEAGUE

e DAY, 1966), sendo dosado por espectrofotometria de absorção atômica. Para os Espodossolos, além disso foi realizada a leitura do extrato do oxalato em espectrofotômetro no comprimento de onda de 430 nm, para determinação da densidade ótica conforme método sugerido na Soil Taxonomy para caracterização de material espódico (ESTADOS UNIDOS, 1996).

#### **3.4.2.4. Ataque sulfúrico**

Foram extraídos ferro, alumínio, titânio e sílica na TFSA com  $H_2SO_4$  1:1(volume), aquecendo-se até fervura, com posterior resfriamento, diluição e filtração. No filtrado determinou-se o ferro, alumínio, fósforo e titânio. No resíduo, foi determinado o silício. O ferro foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica e os demais elementos por colorimetria. Os resultados foram expressos na forma de óxidos (EMBRAPA, 1997).

#### **3.4.2.5. Ataque triácido total**

Foi realizado na TFSA, em forno de microondas, sob pressão de 100 atm, utilizando-se HF, HCl e  $HNO_3$ . Foram determinados Fe e Mn por espectrofotometria de absorção atômica e Al, Ti, Zn, Cd, Cr, Ni e Pb por espectrofotometria de plasma.

#### **3.4.2.6. Fracionamento e determinação das substâncias húmicas**

Realizou-se o fracionamento da matéria orgânica dos solos utilizando o princípio de solubilidade diferencial, utilizando-se os conceitos da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas, descritos por HAYES et al. (1989) em metodologia adaptada por BENITES (1998) para alguns horizontes dos Espodossolos e para todas as camadas dos solos sob manguezal.

### **3.4.3. Caracterização mineralógica**

Foi realizada a difratometria de raios-X em camadas selecionadas dos solos sob mangue e horizontes selecionados dos Espodossolos nas frações silte e argila. Para a fração silte, foram confeccionadas lâminas de vidro com cavidade (não orientada) e irradiadas de 8 a 60° 2 $\theta$  e, para a fração argila, lâminas com orientação e irradiação de 5 a 50° 2 $\theta$  em difratômetro de raios-X com tubo de cobalto.

Para a fração argila, procedeu-se o tratamento com ditionito-citrato-bicarbonato para eliminação dos óxidos de ferro e tratamentos com potássio às temperaturas ambiente, 350 e 550° C; saturação com magnésio e, quando necessário, magnésio mais glicerol.

Também foi realizada a concentração de óxidos com NaOH 5 mol/L de acordo com KÄMPFE SCHWERTMANN (1982) para a fração silte de alguns dos solos estudados.

### **3.4.4. Caracterização química do material vegetal**

A caracterização química foi realizada apenas em plantas de mangue. As amostras coletadas foram secas em estufa, após o que procedeu-se à digestão com solução nítrico-perclórica para a determinação dos teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, ferro, manganês, cobre, zinco, cádmio, chumbo e cromo.

O potássio e o sódio foram determinados por fotometria de emissão de chama. O cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre, zinco, cádmio, chumbo e cromo por espectrofotometria de absorção atômica. O P foi determinado colorimetricamente, pelo método do complexo fosfomolibdico modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974).

### **3.5. Entrevistas com a comunidade dos manguezais**

As entrevistas foram conduzidas a partir de adaptações do modelo de Altieri, modificado por CARDOSO (1993), sumarizadas no Apêndice A. As duas comunidades, Acuípe e São Domingos, foram escolhidas devido ao histórico de uso

e ocupação do manguezal. A comunidade de Acúpe, localizada ao sul de Ilhéus apresenta maior relação de subsistência com o manguezal, enquanto São Domingos, localizado próximo à área de coleta é uma área urbana, não apresentando relação de subsistência tão marcante e direta com o ecossistema.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Solos de mangue**

#### **4.1.1. Características físicas**

Excetuando-se o solo M4, os demais solos apresentaram textura franco-arenosa ou mais grosseira (Quadro 2). Isto provavelmente ocorre devido à riqueza em areia já no material de origem, pois a bacia do rio Almada é o resultado da sedimentação sobre uma antiga baía preenchida com sedimentos marinhos que permaneceu após o abaixamento no nível médio dos mares, resultando em um substrato muito arenoso (ARCANJO, 1997).

Pequenas proporções de frações mais finas é possivelmente consequência da posterior sedimentação fluvial. O fato do rio fluir em seu trecho final como um canal de maré, devido à presença de flecha litorânea, pode também estar contribuindo para que a maior parte dos sedimentos mais finos estejam indo diretamente para o mar, resultando em solos menos argilosos nestes sedimentos. Os resultados obtidos, no entanto, encontram-se coadunantes com aqueles de SCHNEIDER et al. (2000), que encontrou teores semelhantes de areia em solos de manguezais da bacia do rio Cachoeira, também em Ilhéus, que não possui a mesma feição geomorfológica (flecha litorânea) na foz, e também tem origem na sedimentação marinha. Isto sugere que o principal fator para os elevados teores de areia é o material de origem predominantemente arenoso.

Quadro 2 – Granulometria , argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (GF) e relação silte/argila dos solos de mangue estudados

Camada	Profund. cm	Areia		Silte	Argila	ADA	GF	Silte/ Argila
		Grossa	Fina					
-----dag kg <sup>-1</sup> -----								
-----%								
M1 – Mangue - domínio siriba								
1 <sup>a</sup>	0-10	68	18	10	4	0,7	84	2,5
2 <sup>a</sup>	10-20	62	16	16	6	1,3	79	2,7
3 <sup>a</sup>	20-30	60	21	14	5	2,0	62	2,7
4 <sup>a</sup>	30-40	48	20	24	8	3,6	53	3,1
M2 – Mangue - domínio guaxumba e cortiça								
1 <sup>a</sup>	0-10	65	21	8	6	0,8	87	1,3
2 <sup>a</sup>	10-20	63	20	8	9	1,0	89	0,9
3 <sup>a</sup>	20-30	54	23	18	5	3,1	42	3,4
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco								
1 <sup>a</sup>	0-10	41	45	12	2	1,4	38	5,5
2 <sup>a</sup>	10-20	40	43	14	3	2,1	26	5,1
3 <sup>a</sup>	20-30	43	45	10	2	1,5	18	5,8
M4 – Mangue - domínio aninga								
1 <sup>a</sup>	0-10	12	25	38	25	5,2	79	1,5
2 <sup>a</sup>	10-20	16	19	33	32	5,5	83	1,0
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho								
1 <sup>a</sup>	0-10	38	24	28	10	3,2	67	2,9
2 <sup>a</sup>	10-20	38	27	25	10	4,7	52	2,5

O solo M4 é o que apresenta maiores valores de silte e argila, possivelmente em razão de sua localização, mais afastado do rio, onde as partículas finas tendem a se depositar preferencialmente. Este solo difere dos demais solos de mangue coletados não só na textura, sendo as espécies vegetais também diferentes, não exclusivas do manguezal.

Na literatura, apesar de alguns autores chamarem a atenção de que a textura de solos de mangue é extremamente variável (LACERDA et al., 1995; VANUCCI, 1999), muitos generalizam considerando-os de textura argilo-siltosa ou siltosa (FERNANDES, 1998; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000), o que não ocorre para os solos estudados na bacia do Rio Almada, e mesmo em outros manguezais em Ilhéus e no Brasil (MARQUES, 2000; SCHNEIDER et al., 2000; PRADA-GAMERO, 2001).

Os teores de argila dispersa em água (ADA) são baixos. O grau de floculação tende a decrescer em profundidade, provavelmente devido à maior influência de sódio presente na água salobra.

No presente estudo, os solos arenosos, com baixos teores de argila e em alguns casos, também de silte, geraram valores muito variáveis da relação silte/argila (0,9 a 5,8). Isto indica que esta relação apenas reflete a granulometria do material sedimentado, portanto sem utilidade como índice de intemperismo.

#### **4.1.2. Características morfológicas**

A descrição de mangue citada por Avé-Lallemant em 1859 serve de auxílio na descrição da morfologia dos solos deste ambiente (AVÉ-LALLEMANT, 1980):

*“A princípio essa vegetação não passou de extensos mangues. Por muitas vezes que, até ao tédio, eu já tivesse viajado ao longo de margens de mangues como essas, nunca encontrara nenhuma cobertura de magníficos espécimes, como no trecho inferior do Mucuri. Cada tronco de rizóforos atingia uma altura de 40 a 50 pés. Não somente da parte inferior desses troncos saem, em vastos arcos, as raízes em busca de terreno encharcado, de maneira que a árvore, erguida sobre elas, parece trepada em andar; essa estranha radicação nasce também dos galhos. Irrompem estes do tronco, em ângulo reto, a uma altura de 18 a 25 pés e cobrem-se, na quase totalidade de suas ramificações, de bela e alegre folhagem verde, emitem outras tantas vergôntees despidas de folhas aparentemente mortas, procurando a terra abaixo. Estes caules, antes de alcançarem-na, subdividem-se muitas vezes como uma umbelífera em cinco ou seis hastes mais finas que penetram na terra mole, formando novo raizame do mais estranho aspecto. Poderíamos tomar esses estranhos apêndices por parasitas e procurar folhas e flores diferentes da árvore original, até nos convenceremos de que realmente toda essa confusão vegetal é uma só árvore, que pratica o parasitismo consigo mesma. A isso vem juntar-se ainda uma circunstância singular. Não é preciso por muito tempo no pantanal, para encontrar uma ou outra haste de rizóforo, cujo tronco original está morto. Isso, porém, não destrói absolutamente as vergôntees nascidas nele. Estendendo-se horizontalmente sobre suas muitas raízes que crescem para terra, ficando-se nela, quase meio termo entre planta e animal, uma metamorfose ovidiana, continuam essas hastes a viver como árvore independente, apenas um pouco deitadas.”*

Com todo este emaranhado de raízes e, principalmente, pelas alternâncias das marés baixas e altas, o ambiente encontrava-se, no momento da coleta e praticamente durante todo o tempo, saturado com água. Isto impede a manifestação do desenvolvimento de estrutura característica, como na maioria dos solos minerais de boa drenagem. Assim, tratam-se de solos apédicos onde toda escavação, antes de ser preenchida com a água da maré ou mesmo pela elevação do lençol freático, fenômeno muito rápido (questão de minutos) revela um material maciço, sem formação de agregados e, portanto, sem organização estrutural definida. A diminuição da coesão promovida pela água, a redução da quantidade de agentes cimentantes (óxidos de ferro) e a dispersão da argila são fatores que não permitem o desenvolvimento de estrutura (PONNANPERUMA, 1984).

Se não bastasse a saturação de água, é merecedor de registro a intensa movimentação da massa do solo realizada pela fauna característica deste ambiente. Isto dificulta sobremaneira a separação dos horizontes do solo. Além disso, a deposição constante de sedimentos também favorece esta “mistura” de horizontes (ou talvez camadas) e revelam um dinamismo bastante rápido neste ambiente.

A gleização, entretanto, é o processo determinante na gênese destes solos. As colorações dos solos em geral são cinza-escuras, particularmente nos primeiros centímetros. Cromas e valores baixos (Quadro 3) refletem a influência da matéria orgânica na cor destes solos.

O solo M4 foi o que apresentou os maiores valores de matiz e croma, o que deve ser atribuído, além da sua maior proximidade ao material de origem do complexo cristalino, à maior oscilação do lençol freático no local e conseqüente menor potencial redox, o que pode estar aumentando a participação de óxidos típicos de ambientes anaeróbicos sazonais e de colorações de amarelo a alaranjadas, como a goethita, a lepidocrocita e a ferridrita (KÄMPF e CURI, 2000). A difratometria de raios-X (Item 4.1.4) indicou a possível ocorrência de goethita neste solo.

Quadro 3 – Estrutura, pegajosidade, plasticidade, cor úmida e seca dos solos de mangue estudados

Camada	Prof. (cm)	Estrutura	Plasticidade/ Pegajosidade	Cor úmida		Cor seca	
				Matiz/valor	Nome	Matiz/valor	Nome
M1 – Domínio Siriba							
1 <sup>a</sup>	0-10	Maciça	n. pl./n. peg.	7,5YR 3/1	Cinzento muito escuro	10YR 3/2	Bruno-acinzentado muito escuro
2 <sup>a</sup>	10-20	Maciça	n. pl./n. peg.	7,5YR 3/1	Cinzento muito escuro	10YR 3/2	Bruno-acinzentado muito escuro
3 <sup>a</sup>	20-30	Maciça	n. pl./n. peg.	7,5YR 3/1	Cinzento muito escuro	10YR 3/1	Cinzento muito escuro
4 <sup>a</sup>	30-40	Maciça	lig. pl./n. peg.	G1 3/N	Cinzento muito escuro	G1 4/N	Cinzento-escuro
M2 – Domínio guaxumba e cortiça							
1 <sup>a</sup>	0-10	Maciça	n. pl./n. peg.	5 YR 3/1	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento-escuro
2 <sup>a</sup>	10-20	Maciça	n. pl./n. peg.	7,5 YR 3/1	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento-escuro
3 <sup>a</sup>	20-30	Maciça	lig. pl./n. peg.	G1 3/N	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento-escuro
M3 – Domínio mangue vermelho e mangue branco							
1 <sup>a</sup>	0-10	Maciça	n. pl./n. peg.	G1 3/N	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento muito escuro
2 <sup>a</sup>	10-20	Maciça	n. pl./n. peg.	G1 3/N	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento muito escuro
3 <sup>a</sup>	20-30	Maciça	n. pl./n. peg.	G1 3/N	Cinzento muito escuro	7,5YR 4/1	Cinzento muito escuro
M4 – Domínio aninga							
1 <sup>a</sup>	0-10	Maciça	lig.pl./lig.peg.	10YR 3/2	Bruno-acinzentado muito escuro	10YR 5/3	Bruno
2 <sup>a</sup>	10-20	Maciça	lig.pl./lig.peg.	10YR 3/2	Bruno-acinzentado muito escuro	10YR 5/3	Bruno
M5 – Domínio mangue vermelho							
1 <sup>a</sup>	0-10	Maciça	lig. pl./n. peg.	10Y 3/1	Cinzento-esverdeado-escuro	10Y 3/1	Cinzento-esverdeado-escuro
2 <sup>a</sup>	10-20	Maciça	lig. pl./n. peg.	10Y 2,5/1	Preto-esverdeado	10Y 3/1	Cinzento-esverdeado-escuro

Onde: n. pl.– não plástico; lig. pl.– ligeiramente plástico; n. peg.– não pegajoso; lig. peg.– ligeiramente pegajoso

Ao penetrar no manguezal é comum verificar a coloração amarronzada de uma fina camada superficial. Isto sugere que as reações redox são constantes nestes solos. De acordo com PONNANPERUMA (1984), esta camada tem sua espessura definida em função do balanço entre a difusão de O<sub>2</sub> da atmosfera para o solo e seu consumo químico e bioquímico. É provável que esta coloração, assim como o solo M4, também esteja relacionada à presença de óxidos de ferro típicos de ambientes anaeróbicos sazonais. Em todos os solos foi observado nos canalículos das radículas na subsuperfície a coloração avermelhada. A presença de tecidos respiratórios (aerênquimas) em certas plantas de manguezais permitem a oxigenação do solo via sistema radicular (LARCHER, 2000). Isto cria uma zona mais oxidada ao redor das raízes, que pode estar funcionando como a camada superficial mais oxidada, apresentando assim óxidos de ferro de colorações amarelo-alaranjadas.

A consistência dos solos não variou muito, sendo na maioria das vezes não plástico e não pegajoso, devido aos elevados teores de areia. Somente alguns solos, com teores um pouco mais elevados de silte e argila, apresentam alguma pegajosidade e plasticidade, provavelmente contribuição de argilas expansivas 2:1, comprovado na difratometria de raios-X (Item 4.1.4).

### **4.1.3. Características químicas**

#### **4.1.3.1. Rotina**

Os valores de pH (Quadro 4) apresentam-se de ligeiramente a muito ácidos, como no caso de algumas camadas mais profundas (solos M1 e M2) e as duas camadas do M5, indicando a presença de tiomorfismo, pois na pasta saturada (item 4.2.2), que seria a condição mais próxima ao campo, estas camadas apresentam valores mais elevados, próximos à neutralidade. O  $\Delta$ pH é negativo, indicando o predomínio de cargas negativas nestes solos.

Os teores de carbono orgânico encontrados são elevados e condizentes com um ambiente de elevada produtividade e de deposição de matéria orgânica (DIEGUES,1987; WOODROFFE,1992). Porém deve-se salientar que na determinação do carbono (YEOMANS e BREMNER,1988) utiliza-se a oxidação

Quadro 4 – Características químicas dos solos sob manguezal estudados

Camada	Prof. cm	pH		$\Delta$ pH	Complexo Sortivo										C orgânico dag kg <sup>-1</sup>	P disponível mg kg <sup>-1</sup>	
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	T	V	m			PST
					-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----										-----%-----		
M1 – Mangue - domínio siriba																	
1 <sup>a</sup>	0-10	5,8	4,8	-0,9	7,04	5,19	0,16	1,96	14,35	0,16	8,10	22,61	63,5	1,1	8,7	4,27	19,7
2 <sup>a</sup>	10-20	5,7	5,0	-0,6	8,10	7,03	0,27	6,27	21,67	0,15	9,12	30,93	70,0	0,7	20,3	7,18	19,9
3 <sup>a</sup>	20-30	5,7	5,1	-0,6	10,23	13,25	0,36	14,81	38,64	0,35	11,30	50,29	76,8	0,9	29,5	6,68	13,4
4 <sup>a</sup>	30-40	3,7	3,2	-0,6	10,49	11,43	0,28	11,57	33,77	8,50	23,90	66,16	51,0	20,1	17,5	9,54	12,9
M2 – Mangue - domínio guaxumba e cortiça																	
1 <sup>a</sup>	0-10	5,8	4,9	-0,9	2,71	2,32	0,06	0,85	5,93	0,11	4,58	10,62	55,9	1,8	8,0	3,90	14,6
2 <sup>a</sup>	10-20	5,7	5,0	-0,7	3,99	3,95	0,11	2,55	10,60	0,11	5,91	16,62	63,8	1,0	15,4	5,54	24,3
3 <sup>a</sup>	20-30	2,7	2,3	-0,4	5,68	5,95	0,05	6,57	18,26	25,51	25,28	69,05	26,4	58,3	9,5	7,18	9,9
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco																	
1 <sup>a</sup>	0-10	4,8	4,4	-0,5	14,40	9,09	0,17	2,97	26,63	0,27	14,53	41,44	64,3	1,0	7,2	6,49	25,5
2 <sup>a</sup>	10-20	4,9	4,4	-0,5	15,71	14,67	0,30	6,42	37,10	0,42	20,56	58,08	63,9	1,1	11,0	8,10	30,5
3 <sup>a</sup>	20-30	5,1	4,7	-0,5	11,72	9,93	0,15	4,53	26,33	0,30	13,15	39,77	66,2	1,1	11,4	6,27	19,6
M4 – Mangue - domínio aninga																	
1 <sup>a</sup>	0-10	5,6	4,3	-1,3	11,82	7,33	0,46	4,11	23,72	0,48	13,33	37,54	63,2	2,0	11,0	7,57	50,0
2 <sup>a</sup>	10-20	5,2	4,1	-1,2	10,85	7,19	0,24	4,69	22,97	0,69	16,72	40,37	56,9	2,9	11,6	9,47	48,8
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho																	
1 <sup>a</sup>	0-10	3,6	3,1	-0,5	9,60	12,22	0,26	10,21	32,29	7,68	17,31	57,28	56,4	19,2	17,8	6,96	21,0
2 <sup>a</sup>	10-20	3,6	3,1	-0,5	10,90	16,22	0,58	29,28	56,99	8,12	15,42	80,52	70,8	12,5	36,4	5,83	19,1

dos compostos orgânicos como forma de determinação, e estes solos contém também componentes na forma reduzida ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , sulfetos) que são oxidados, podendo estar superestimando os teores de carbono.

O carbono orgânico varia consideravelmente de uma camada para outra. Nos solos M1, M2 e M4, os teores tendem a aumentar em profundidade, refletindo talvez o efeito da pirita, enquanto que no solo M3 a camada intermediária apresenta o teor mais elevado e no solo M5, o teor diminui em profundidade. Pode-se atribuir esta característica ao revolvimento de materiais promovida pela fauna, principalmente os caranguejos (PONS e ZONNEVELD, 1965).

Outros solos sob mangue apresentam características diversas em relação à distribuição de matéria orgânica (Apêndice B). O projeto RADAM caracterizou, em manguezais do Amapá, solos com até  $4 \text{ dag kg}^{-1}$  de carbono orgânico (BRASIL, 1974). MARQUES (2000), em um solo próximo a foz do rio Alcobaça (Bahia), encontrou valores até  $6 \text{ dag kg}^{-1}$  de carbono orgânico e PRADA-GAMERO (2001), em manguezais paulistas, constatou os menores teores, com cerca de  $2 \text{ dag kg}^{-1}$ .

Essas variações ocorrem possivelmente devido à complexa deposição de sedimentos que ocorre nos manguezais, com zonas de turbilhamento e estagnação da água (FURUKAWA et al., 1997), podendo, desta maneira, variar a deposição e a saída de material do sistema. Também é importante salientar que o manguezal é um ecossistema dinâmico, que pode variar a taxa de produção de serapilheira dependendo das condições ambientais (FIELD, 1997).

Os valores de CTC são elevados nestes solos, apesar da textura média a arenosa. Isto deve-se aos elevados teores de carbono orgânico observado nestes solos, além da presença de argilominerais expansíveis, comprovada pela difratometria de raios-X.

Elevados teores de cálcio e magnésio trocáveis também foram encontrados, sendo que o teor de magnésio, em alguns casos, é maior que o teor de cálcio. Isto provavelmente reflete a riqueza de Mg na água do mar, com teores cerca de três vezes mais altos que os de cálcio (CARVALHO, 1995; LARCHER, 2000). Este comportamento é também observado no caso dos sais solúveis e também em outras caracterizações químicas realizadas em solos sob mangue (BRASIL, 1974; PRADA-GAMERO, 2001).

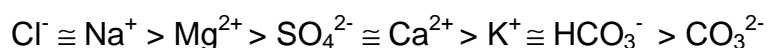
A acidez trocável apresenta valores elevados nas camadas mais profundas dos solos M1 e M2 e nas duas camadas do solo M5, mesmo com elevados teores de bases, mostrando que são solos bem distintos. Estes solos apresentam características tiomórficas e, em razão da presença de materiais sulfídricos, que ao oxidarem elevam o teor de alumínio (DENT, 1986; DENT e PONS, 1995).

Os valores de soma de bases são também elevados, pois além do cálcio e magnésio, são altos os teores de sódio trocável nestes solos, devido à influência da água marinha, que possui  $10,8 \text{ g L}^{-1}$  de  $\text{Na}^+$  (LARCHER, 2000). Em consequência, a grande maioria das camadas estudadas mostraram-se eutróficas. O eutrofismo, neste caso, não representa uma boa condição química para todas as plantas, permanecendo somente as adaptadas ao ambiente sódico ou solódico.

Os teores de P pelo “Mehlich-I” são relativamente elevados, seja devido à sedimentação à montante, seja pela alta produtividade do ecossistema, levando a um enriquecimento relativo nos solos. O solo M4 é o que apresenta os maiores teores, provavelmente reflexo da contribuição do material do complexo cristalino vindo da encosta.

#### **4.1.3.2. Pasta saturada**

Os resultados analíticos obtidos na pasta saturada (Quadro 5) mostram o enriquecimento de sais solúveis e da condutividade elétrica (C.E.) em profundidade, principalmente nas camadas gleizadas, apresentando os maiores valores no solo M5, mais próximo ao mar. A ordem de concentração dos íons é :



A riqueza em sais neste ambiente era esperada devido à forte influência da maré, mostrando coerência com a proporção destes elementos na água do mar (CARVALHO, 1995; LARCHER, 2000). Desta forma, o  $\text{Cl}^-$  e o  $\text{Na}^+$  aparecem em concentrações bem superiores aos demais íons, principalmente nas camadas mais profundas, onde é ainda maior esta influência. Constatou-se uma correlação entre os teores destes elementos e destes com a C.E. (Figura 10), altamente significativa ( $r > 0,99$ ). Os carbonatos não foram detectados devido aos valores de pH, de neutros a ligeiramente ácidos.

Quadro 5 – Condutividade elétrica (CE), pH, cátions e ânions no extrato de pasta saturada com água dos solos estudados

Camada	Prof.	pH	CE	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
			dSm <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>							
M1 – Mangue - domínio Siriba											
1 <sup>a</sup>	0-10	6,5	1,53	0,09	0,18	0,03	1,01	1,26	0,05	n.d.	0,088
2 <sup>a</sup>	10-20	6,0	4,68	0,23	0,66	0,12	3,50	4,45	0,07	n.d.	0,108
3 <sup>a</sup>	20-30	6,6	8,32	0,43	1,48	0,19	6,89	9,18	0,14	n.d.	0,148
4 <sup>a</sup>	30-40	5,5	8,68	0,83	1,58	0,17	6,84	7,69	0,74	n.d.	0,116
M2 – Mangue - domínio guaxumba e cortiça											
1 <sup>a</sup>	0-10	6,0	1,92	0,10	0,25	0,03	1,32	1,68	0,11	n.d.	0,098
2 <sup>a</sup>	10-20	5,7	4,35	0,24	0,80	0,07	3,45	3,9	0,28	n.d.	0,094
3 <sup>a</sup>	20-30	4,6	5,79	0,67	1,62	0,10	4,15	4,3	0,84	n.d.	0,084
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco											
1 <sup>a</sup>	0-10	7	2,11	0,30	0,69	0,06	1,07	1,01	0,62	n.d.	0,172
2 <sup>a</sup>	10-20	6,9	2,81	0,30	0,88	0,07	1,86	1,01	0,54	n.d.	0,12
3 <sup>a</sup>	20-30	6,6	3,09	0,47	1,03	0,07	1,78	1,37	0,55	n.d.	0,114
M4 – Mangue – domínio aninga											
1 <sup>a</sup>	0-10	7,2	0,42	0,05	0,08	0,01	0,20	0,18	0,05	n.d.	0,202
2 <sup>a</sup>	10-20	7,0	0,58	0,04	0,06	0,01	0,33	0,37	0,06	n.d.	0,134
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho											
1 <sup>a</sup>	0-10	6,8	7,15	0,50	1,71	0,20	6,02	6,19	0,96	n.d.	0,200
2 <sup>a</sup>	10-20	6,3	27,00	1,87	1,78	0,76	28,00	33,23	2,07	n.d.	0,126

n.d.-não detectado

Apenas o solo M5 mostrou a presença de horizonte sulfúrico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), chegando ao valor de 0,10 % de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (cerca de 2 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>). Além do fato de os valores de pH serem mais elevados em relação à medição realizada na TFSA, que, devido à secagem, oxidam, liberando ácido sulfúrico. As outras camadas gleizadas (4<sup>a</sup> camada do solo M1 e 3<sup>a</sup> camada do M2) apresentaram o valor de 0,04 % de sulfato solúvel, muito próximo do exigido para o enquadramento como horizonte sulfúrico (0,05%- cerca de 1 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) e também reduziu o pH quando analisado na TFSA. Especula-se que se a coleta atingisse uma profundidade maior, chegaria-se ao valor de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> exigido, visto que estes aumentam em profundidade.

Os solos M1 e M5 apresentaram o caráter sálico (C.E. > 7 dS.m<sup>-1</sup>), e o solo M2, o caráter salino (4 > C.E. < 7 dS.m<sup>-1</sup>). O solo M3 não chegou ao valor necessário para a inclusão no caráter salino chegando ao valor de 3 dS.m<sup>-1</sup>. Deve-se salientar que a salinidade nestes ambientes varia muito, e provavelmente em alguma época do ano chegaria-se aos valores necessários para a inclusão no caráter sálico, dada a vegetação altamente adaptada.

O solo M4 apresentou os menores teores de sais e C. E. (0,6 dS.m<sup>-1</sup>), não chegando ao caráter salino. Este valor está coerente com a sua localização, mais

afastado do rio e conseqüentemente da influência da água da maré. Pode-se inferir que a vegetação aí desenvolvida (aningal), não exclusiva de manguezais esteja ocorrendo justamente devido à baixa salinidade.

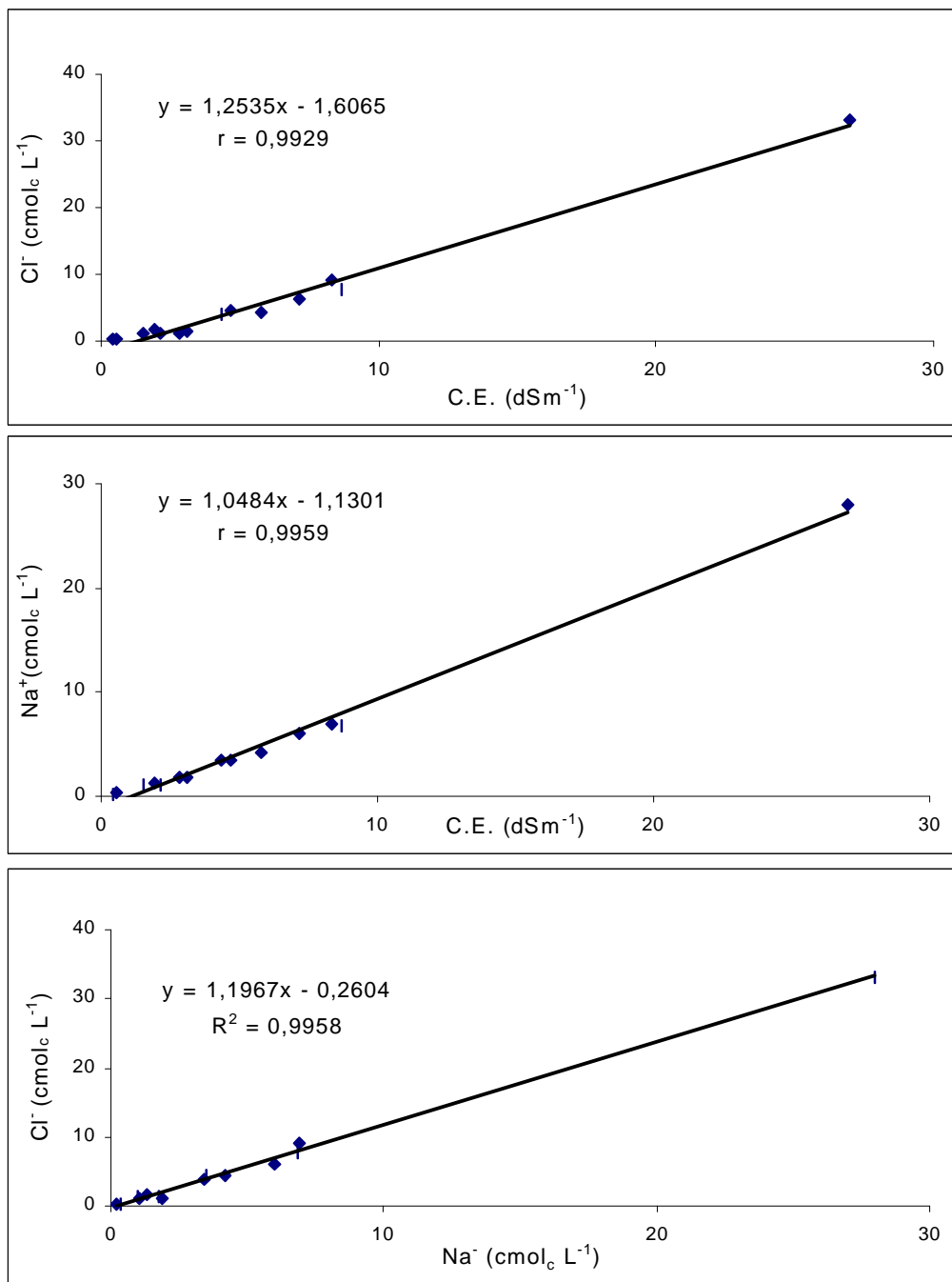


Figura 10 – Correlações lineares entre a condutividade elétrica (C.E.) e cloretos, C.E. e sódio, e cloretos e sódio.

O mangue vermelho foi a única espécie verificada no solo M5, onde a influência da maré é mais intensa. É, conseqüentemente, mais salino, com a C.E. atingindo valores de  $27 \text{ dS m}^{-1}$  na camada de 10 a 20 cm. Já o mangue branco e a siriba (até  $8 \text{ dS m}^{-1}$ ), estão em áreas com menor influência da maré. De acordo com CUZZUOL e CAMPOS (2001), que estudaram a distribuição das espécies de mangue de acordo com características químicas do solo, o gênero *Avicennia*, está restrito a locais de salinidade mais baixa, e o mangue vermelho, mais elevada, onde é maior a influência da água do mar.

#### **4.1.3.3. Teores de ferro obtidos pelo tratamento com oxalato e ditionito**

Os teores de ferro obtidos pelo oxalato ácido de amônio e ditionito-citrato bicarbonato de sódio (DCB), considerando a 1ª extração, foram em geral muito baixos e próximos. Na maioria dos casos, o oxalato chegou a extrair mais ferro (Quadro 6), o que pode ser atribuído ao oxalato ser um forte ligante, dissolvendo mais eficientemente formas ligadas à matéria orgânica (BORGGAARD, 1988). Em conseqüência, a relação Feo/Fed permaneceu alta (em torno de 1), indicando que prevalecem nestes solos formas de ferro de baixo grau de cristalinidade, o que está de acordo com sua condição hidromórfica e os efeitos dos elevados teores de matéria orgânica inibindo a cristalização dos óxidos de ferro amorfos (SCHWERTMANN, 1966, 1985).

Apenas o solo M4 apresentou relações Feo/Fed menores (0,45 e 0,66). Possivelmente, a maior oscilação no nível de água proporciona condições menos redutoras, aliado à proximidade deste solo ao material do complexo cristalino, levam à presença de óxidos de ferro de melhor cristalinidade em relação aos demais, porém ainda são valores elevados e indicativos de predominância de óxidos pouco cristalinos.

Os teores cumulativos das extrações (Figura 11) também sugerem a baixa cristalinidade dos óxidos nestes solos, à exceção do solo M4, que apresenta uma curva mais ascendente, indicando maior resistência à extração. Nos outros solos, a primeira extração já extrai a grande maioria do ferro. De fato, em um ambiente encharcado, além da deposição contínua, levando a um arranjo de partículas desprovido de porosidade (estrutura maciça), e presença de matéria orgânica e microorganismos, leva o solo a condições redutoras em sua maior parte do tempo, resultando em um ambiente favorável à retirada de ferro do sistema.

Quadro 6 – Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> na TFSA, obtidos em três extrações sucessivas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Fed) e uma com oxalato de amônio (Feo), e relação Feo/Fed dos solos de mangue estudados

Camada	Prof. cm	Extrações					Feo/ Fed <sup>1</sup>	Fed/ Fes
		DCB (Fed)			Σ	Oxalato (Feo) Única		
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>				
-----dag kg <sup>-1</sup> -----								
M1 – Mangue - domínio Siriba								
1 <sup>a</sup>	0-10	0,05	0,01	n.d.	0,06	0,06	1,12	0.20
2 <sup>a</sup>	10-20	0,07	0,03	n.d.	0,10	0,08	1,10	0.28
3 <sup>a</sup>	20-30	0,09	0,03	0,01	0,13	0,08	0,89	0.34
4 <sup>a</sup>	30-40	0,41	0,13	0,02	0,57	0,49	1,19	0.60
M2 – Mangue – domínio guaxumba e cortiça								
1 <sup>a</sup>	0-10	0,05	0,01	n.d.	0,07	0,06	1,13	0.16
2 <sup>a</sup>	10-20	0,06	0,02	n.d.	0,08	0,07	1,13	0.19
3 <sup>a</sup>	20-30	0,57	0,15	0,02	0,75	0,57	1,00	0.74
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco								
1 <sup>a</sup>	0-10	0,17	0,05	0,01	0,23	0,16	0,92	0.35
2 <sup>a</sup>	10-20	0,17	0,06	0,01	0,24	0,17	1,01	0.34
3 <sup>a</sup>	20-30	0,10	0,03	0,01	0,14	0,10	0,92	0.23
M4 – Mangue - domínio aninga								
1 <sup>a</sup>	0-10	1,48	0,83	0,33	2,64	0,66	0,45	0.61
2 <sup>a</sup>	10-20	0,97	0,66	0,28	1,91	0,64	0,66	0.53
M5 – Mangue – domínio mangue vermelho								
1 <sup>a</sup>	0-10	0,64	0,25	0,06	0,96	0,52	0,81	0.56
2 <sup>a</sup>	10-20	0,45	0,17	0,04	0,66	0,61	1,34	0.48

<sup>1</sup> Com base na 1<sup>a</sup> extração  
n.d.- não detectado

No solos M1 e M2, as curvas características demonstram que as camadas mais profundas possuem valores mais elevados que as suprajacentes e uma curva mais ascendente, extraindo mais ferro nas extrações sucessivas. Comportamento semelhante é demonstrado no solo M5 (mais próximo ao mar), porém, nas duas camadas. Possivelmente isto deve-se a presença de sulfetos de ferro, já que estas camadas foram as que apresentaram maiores teores de sulfatos na pasta saturada, conseqüência da maior influência marinha.

Quanto à relação Fed/Fes, vale a pena destacar as camadas mais profundas do solo M1 e M2, que, em relação às suprajacentes, apresentam valores maiores. Possivelmente, o ataque do DCB é mais eficiente nas camadas mais profundas devido à presença dos sulfetos de ferro, principalmente na fração silte, o que é sugerido pela mineralogia. No solo M5, a relação Fed/Fes é estável nas duas camadas, pois a presença de sulfetos de ferro ocorre já na camada superficial.

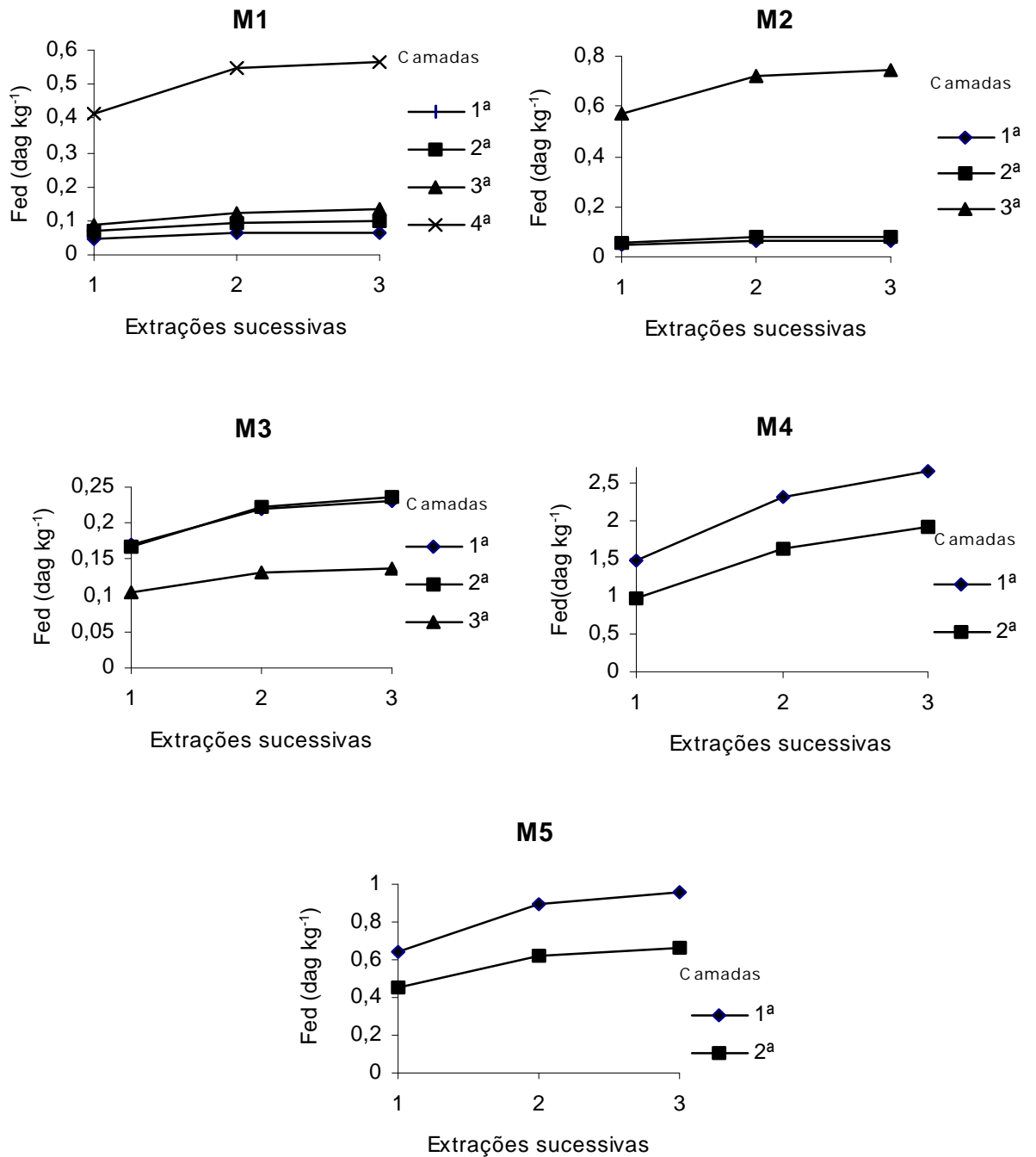


Figura 11 – Teores cumulativos de ferro em três extrações com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (teores cumulativos)

#### 4.1.3.4. Ataque sulfúrico

A exemplo do DCB, os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mostraram-se muito baixos (Quadro 7), à exceção do solo M4, que, além da maior proximidade de rochas do complexo cristalino, é o solo menos mal drenado, onde a desferrificação talvez não tenha sido tão intensa.

O solo M5 é, dentre os de manguezais típicos, o de maiores teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Observa-se, também, que as camadas gleizadas do solo M1 e do M2 têm um significativo aumento em  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  em relação à camada superior. Isto ocorre possivelmente devido à presença de pirita já que estes solos foram os que apresentaram maiores valores de sulfatos.

O teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  foram baixos, e, assim como o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , o solo M4 é o que apresenta maiores teores. Nas camadas gleizadas dos solos M1 e M2, os valores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se comportam como o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , aumentando em relação aos suprajacentes, indicando uma possível relação entre eles e com a pirita. A soma dos óxidos sempre suplanta o teor de argila nestas camadas, indicando que parte da fração silte pode estar sendo atacada pelo ácido sulfúrico.

É marcante, no entanto, o aumento dos teores de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  acompanhando os teores de argila, observados nos solos M4 e M5, reflexo do ataque do ácido sulfúrico aos minerais silicatados presentes.

Os solos estudados apresentaram elevados valores de  $K_i$ , refletindo a presença de minerais 2:1 expansíveis.

Os teores de  $\text{P}_2\text{O}_5$  observados foram muito baixos, exceto para o solo M4, provavelmente efeito da contribuição de materiais supostamente mais ricos

Os teores de  $\text{TiO}_2$  mostraram-se baixos para todos os solos, mesmo nos solos com maiores teores de argila e óxidos de ferro.

Quadro 7 – Teores de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub> obtidos pelo ataque sulfúrico na TFSA, e relação Ki dos solos de mangue estudados

Camada	Prof. cm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ Óxidos	Ki
-----dag kg <sup>-1</sup> -----								
M1 – Mangue - domínio Siriba								
1 <sup>a</sup>	0-10	1,96	0,67	0,40	0,03	0,01	3,05	5,00
2 <sup>a</sup>	10-20	2,47	1,03	0,44	0,02	0,02	3,96	4,09
3 <sup>a</sup>	20-30	2,83	1,20	0,51	0,02	n.d.	4,56	4,03
4 <sup>a</sup>	30-40	6,64	3,54	1,47	0,03	n.d.	11,68	3,18
M2 – Mangue - domínio guaxumba e cortiça								
1 <sup>a</sup>	0-10	2,61	0,96	0,51	0,04	n.d.	4,12	4,61
2 <sup>a</sup>	10-20	2,77	1,34	0,53	0,03	0,01	4,67	3,52
3 <sup>a</sup>	20-30	4,20	2,31	1,42	0,03	n.d.	7,96	3,09
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco								
1 <sup>a</sup>	0-10	3,22	1,40	0,78	0,04	0,02	5,44	3,92
2 <sup>a</sup>	10-20	3,75	2,02	0,90	0,04	0,02	6,71	3,15
3 <sup>a</sup>	20-30	2,88	1,33	0,72	0,04	n.d.	4,98	3,68
M4 – Mangue - domínio aninga								
1 <sup>a</sup>	0-10	15,63	7,87	5,27	0,05	0,19	28,82	3,38
2 <sup>a</sup>	10-20	15,81	9,19	4,37	0,04	0,20	29,41	2,93
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho								
1 <sup>a</sup>	0-10	8,92	4,68	1,90	0,02	0,05	15,52	3,24
2 <sup>a</sup>	10-20	7,35	4,03	1,64	0,02	0,03	13,04	3,11

Σ Óxidos = SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

n.d.- não detectado

#### 4.1.3.5. Ataque total

Os teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> do ataque total (Quadro 8) sugerem que a maior parte do ferro está na fração argila das camadas superficiais dos solos M1, M2 e M3, pois os valores não diferem muito do ataque sulfúrico (Quadro 7). Ao aprofundar nestes três sítios, eles apresentam uma diferença maior do ferro extraído pelo ataque total em relação ao sulfúrico, sugerindo que nas camadas mais profundas (com influência de materiais sulfídricos) o ferro deve ser proveniente de minerais presentes nas frações mais grosseiras, possivelmente a pirita.

No solo M5 isto também é observado, porém em todas as camadas, o que era esperado visto que este é solo com maior proporção de materiais sulfídricos. Observa-se que para o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e para o TiO<sub>2</sub> isto não ocorre, pois estes elementos encontram-se presentes, também, em minerais de frações mais grosseiras em todas as camadas, como a caulinita e micas (alumínio) e ilmenita (titânio), comprovadas pela difratometria de raios-X.

Quanto aos elementos traços, os valores de zinco, que é geralmente o maior contaminante antropogênico nos ecossistemas estuarinos (MACFARLANE

e BURCHETT, 1999), estão dentro dos valores de referência para solos utilizados pela CETESB (2001). O cromo, elemento-traço mais abundante depois do manganês, e o níquel, chegaram a valores de alerta no M4 (aningal), o que implica em prevenção para não permitir que a área se torne contaminada. Estes valores, porém, estão bem abaixo dos valores de intervenção, quando há riscos de contaminação merecedores de controle, sugerindo que se há contaminação, ela é incipiente. Estes teores um pouco mais elevados podem também estar relacionado ao material de origem deste solo, que é diferente dos demais, pois encontra-se próximo à rochas do complexo cristalino.

O estuário do rio Almada, segundo FIDELMAN (2001), sofre com o lançamento de efluentes domésticos, não ocorrendo esgoto industrial. Isto pode explicar a contaminação incipiente por metais pesados, já que nos efluentes domésticos estes elementos ocorrem em menor quantidade.

Os teores não variam apreciavelmente em profundidade, sugerindo ausência de contaminação. Apenas nas camadas gleizadas com presença de materiais sulfídricos, alguns elementos (ferro, alumínio, zinco e cromo) apresentam valores mais elevados, sugerindo uma relação com estes materiais,

Quadro 8 – Teores de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Mn, Zn, Cr, Ni, Cd e Pb do ataque total à TFSA dos solos de mangue estudados

Camada	Prof.	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	Mn	Zn	Cr	Ni	Cd	Pb
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----								
M1 – Mangue - domínio Siriba										
1 <sup>a</sup>	0-10	4,68	0,47	0,41	413,1	n.d.	7,8	n.d.	n.d.	n.d.
2 <sup>a</sup>	10-20	4,39	0,59	0,41	471,0	n.d.	10,8	n.d.	n.d.	n.d.
3 <sup>a</sup>	20-30	5,87	0,87	0,44	409,4	n.d.	11,1	n.d.	n.d.	n.d.
4 <sup>a</sup>	30-40	7,25	2,90	0,42	497,3	10,9	23,7	n.d.	n.d.	n.d.
M2 – Mangue – domínio guaxumba e cortiça										
1 <sup>a</sup>	0-10	4,80	0,55	0,56	435,3	n.d.	8,1	n.d.	n.d.	n.d.
2 <sup>a</sup>	10-20	4,85	0,61	0,54	410,6	n.d.	10,5	n.d.	n.d.	n.d.
3 <sup>a</sup>	20-30	5,90	2,41	0,59	426,2	8,1	20,1	n.d.	n.d.	n.d.
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco										
1 <sup>a</sup>	0-10	3,52	0,91	0,48	511,1	n.d.	7,1	n.d.	n.d.	n.d.
2 <sup>a</sup>	10-20	4,59	1,50	0,51	557,7	n.d.	11,2	n.d.	n.d.	n.d.
3 <sup>a</sup>	20-30	3,62	1,15	0,56	478,7	n.d.	10,4	n.d.	n.d.	n.d.
M4 – Mangue - domínio aninga										
1 <sup>a</sup>	0-10	16,21	6,28	1,04	821,7	62,9	70,8	10,5	n.d.	n.d.
2 <sup>a</sup>	10-20	15,98	5,54	0,94	703,7	61,9	81,0	22,0	n.d.	n.d.
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho										
1 <sup>a</sup>	0-10	7,41	3,68	0,42	530,9	18,4	31,3	n.d.	n.d.	n.d.
2 <sup>a</sup>	10-20	10,21	3,56	0,37	410,7	39,2	30,4	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.- não detectado

já que estas camadas apresentaram elevado teor de sulfatos e decréscimo de pH ao ser exposto ao ar. Esta relação somente não ocorre para o TiO<sub>2</sub>, que praticamente não varia em profundidade com os outros metais.

#### 4.1.3.6. Fracionamento da matéria orgânica

Das frações humina (HUM), ácidos húmicos (AH) e ácidos fúlvicos (AF) destacam-se os maiores valores de carbono orgânica da humina. De um modo geral, esta proporção foi: HUM > AH > AF (Quadro 9).

Vale a pena destacar que os solos M3 e M5, ambos quase que exclusivamente com vegetação que inclui o mangue vermelho (*Rizophora mangle*), espécie rica em tanino, são os de maior proporção na fração humina.

É possível que o tanino, que é um componente dos ácidos fúlvicos com características fenólicas e de longa permanência nos solos (VAN BREEMEN e BUURMAN, 1998), em sua forma original (ácido tânico), esteja se polimerizando ou se ligando a estruturas maiores, formando humina, visto que são compostos altamente reativos.

Quadro 9 – Teores de carbono orgânico das frações da matéria orgânica dos solos de mangue estudados e proporção relativa

Camada	Prof. cm	C orgânico nas frações			COT <sup>1</sup>	C rec <sup>2</sup>	% de C orgânico como:			AH/ AF	(AH+ AF)/ Cot
		Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos	Humina			Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos	Humina		
M1 – Mangue – domínio siriba											
1 <sup>a</sup>	0-10	3,12	8,01	23,73	34,86	82	8,9	23,0	68,1	2,57	0,32
2 <sup>a</sup>	10-20	4,83	14,01	37,55	56,40	79	8,6	24,8	66,6	2,90	0,33
3 <sup>a</sup>	20-30	4,78	11,47	39,24	55,49	83	8,6	20,7	70,7	2,40	0,29
4 <sup>a</sup>	30-40	6,55	11,45	52,20	70,19	74	9,3	16,3	74,4	1,75	0,26
M2 – Mangue - domínio guaxumba e cortiça											
1 <sup>a</sup>	0-10	1,91	7,70	16,14	25,76	66	7,4	29,9	62,7	4,02	0,37
2 <sup>a</sup>	10-20	2,99	11,16	23,37	37,52	68	8,0	29,7	62,3	3,73	0,38
3 <sup>a</sup>	20-30	4,58	11,95	39,67	56,19	78	8,1	21,3	70,6	2,61	0,29
M3 – Mangue - domínio mangue vermelho e mangue branco											
1 <sup>a</sup>	0-10	3,44	5,24	40,51	49,20	76	7,0	10,7	82,3	1,52	0,18
2 <sup>a</sup>	10-20	4,15	7,84	57,25	69,23	85	6,0	11,3	82,7	1,89	0,17
3 <sup>a</sup>	20-30	2,57	4,35	40,29	47,20	75	5,4	9,2	85,3	1,69	0,15
M4 – Mangue - domínio aninga											
1 <sup>a</sup>	0-10	5,28	11,52	36,66	53,46	71	9,9	21,6	68,6	2,18	0,31
2 <sup>a</sup>	10-20	4,82	16,84	45,53	67,18	71	7,2	25,1	67,8	3,50	0,32
M5 – Mangue - domínio mangue vermelho											
1 <sup>a</sup>	0-10	4,55	5,28	42,47	52,30	75	8,7	10,1	81,2	1,16	0,19
2 <sup>a</sup>	10-20	4,37	3,98	38,37	46,73	80	9,4	8,5	82,1	0,91	0,18

<sup>1</sup> Ácidos fúlvicos + ácidos húmicos + humina;

<sup>2</sup> COT / Carbono orgânico obtido pela caracterização química de rotina

#### 4.1.4. Características mineralógicas

##### 4.1.4.1. Fração argila

Os difratogramas de raios-X da fração argila das camadas analisadas são apresentados na figura 12, com os minerais e os espaçamentos “d” (em Å) identificados.

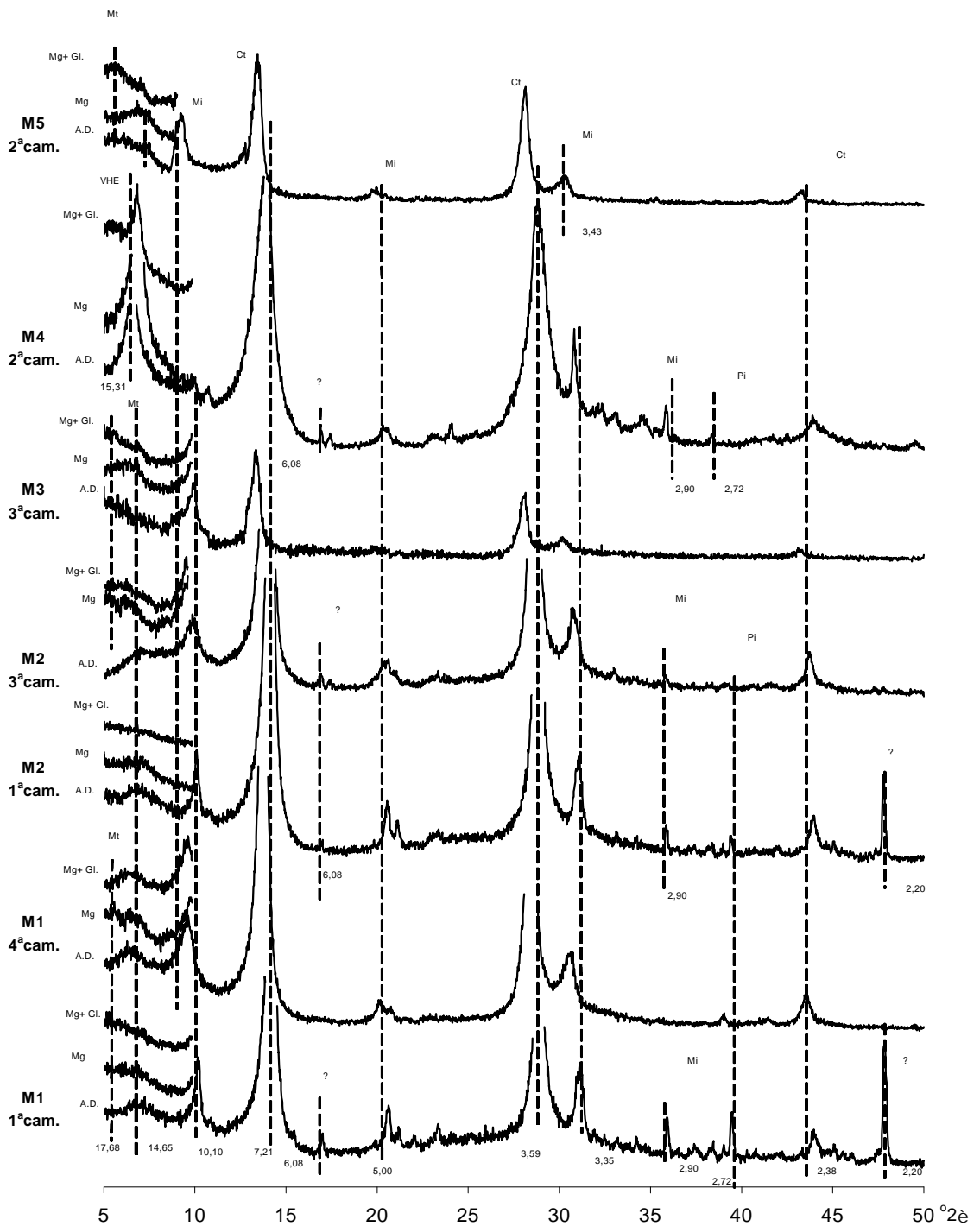
Os principais minerais identificados são semelhantes aos encontrados por PRADA-GAMERO (2001), estudando solos de manguezais do rio Iriri, em Santos-SP, que encontrou, na fração argila, minerais do grupo da montmorilonita, além de micas, caulinita e pirita.

Neste trabalho, a caulinita (Ct), com picos em torno de 0,72, 0,36 e 0,24 nm e as micas (Mi), com picos em 1,00, 0,50 e 0,33 nm estão presentes na fração argila de todos os solos. Os difratogramas com os tratamentos com potássio a três diferentes temperaturas comprovam a presença destes dois minerais (Apêndice C). Em alguns solos foi detectado um pico, em 0,27 nm, que provavelmente corresponde à pirita (Pi).

Minerais 2:1 de natureza expansível (Mt) parecem estar presentes em todos os solos, talvez em menor proporção em relação aos demais, pois os picos não são muito claros, estando na forma de ombreiras e se deslocam de 1,47 nm para em torno de 1,77 nm. O solo M4, no entanto, apresentou um pico em 1,53 nm, correspondente à vermiculita com hidróxi entre camadas (VHE), evidenciado pela não expansão do valor “d” pelo tratamento com magnésio+glicerol. A presença destes picos neste solo pode estar mascarando a presença de minerais 2:1 expansíveis.

A sedimentação parece ser a explicação para a ocorrência da caulinita, já que essa ocorre em praticamente todos os solos minerais. Neste caso é de se esperar que a principal fonte sejam as partículas em suspensão trazidas pelos rios.

A pirita aparece nos solos M1, M2 e M4. O solo M5, apesar dos elevados teores de sulfatos apresentados no extrato de sais solúveis, não apresentou a pirita na fração argila. A pouca expressão dos picos de pirita na fração argila eram esperados, já que devido ao pequeno tamanho e às condições aeróbicas a que as amostras foram submetidas, a pirita tende a ser destruída com o tempo pela oxidação.



Ct-caulinita, Mt-montmorilonita, Mi-micas, Pi-pirita, VHE- vermiculita com hidróxi

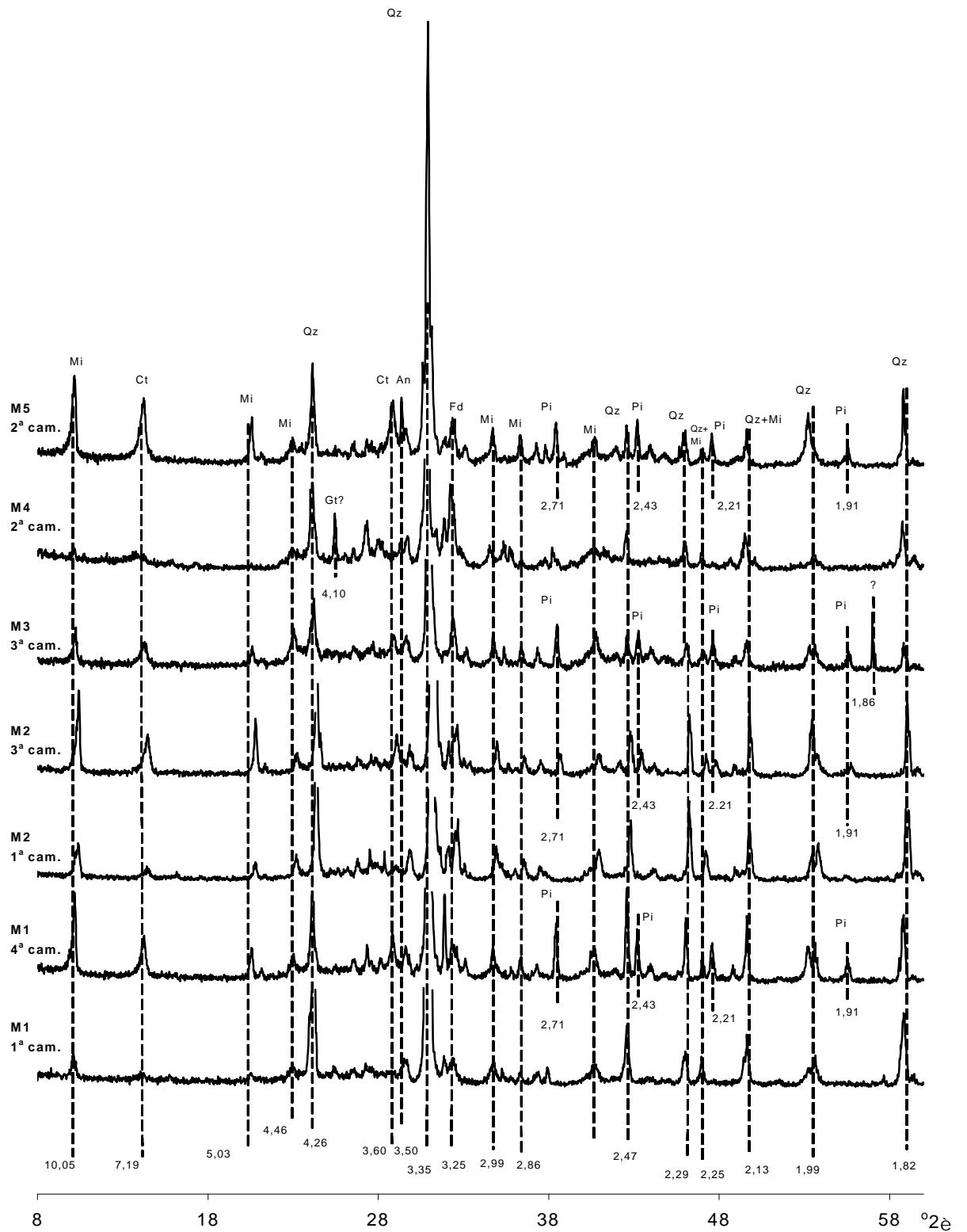
Figura 12 – Difratoigramas de raios-X da fração argila dos solos de mangue, com a argila desferrificada (A.D.) e tratamentos com magnésio (Mg) e magnésio+glicerol (Mg+Gl.).

#### 4.1.4.2. Fração silte

A fração silte apresentou quartzo (Qz), com os principais picos em 0,43, 0,34 e 0,18 nm, micas (Mi), com picos em 1,01 0,50 e 0,33 nm, caulinita (Ct), com picos em 0,72 e 0,36 nm, feldspato (Fd), com pico em 3,25 nm, e anatásio (An), com pico em 0,35 nm, em todas as camadas dos solos estudados (Figura 13). A pirita (Pi) ocorre nos solos M1, M2, M3 e M5, com picos em 0,27, 0,24, 0,22 e 0,19 nm. Em seu trabalho, PRADA-GAMERO (2001), encontrou na fração silte micas, caulinita, quartzo, feldspato potássico e pirita.

Os solos M1 e M2 apresentaram diferenças marcantes entre as duas camadas analisadas. Na camada superficial, a expressão dos picos da caulinita é mínima em comparação às camadas mais profundas, que também apresentam pirita em sua composição. Como está em uma condição mais reduzida que a camada superior, a pirita encontra condições estáveis para a sua ocorrência.

O solo M4, assim como na maioria das análises, apresentou diferenças marcantes em relação aos demais. Além da presença de quartzo e micas, apresenta a goethita (Gt), com picos em 0,45, 0,27 e 0,25 nm, confirmados pelo tratamento de concentração de óxidos de ferro (Apêndice C), indicando que de alguma forma as condições não são tão redutoras, ou mesmo há grande oscilação nas condições redox do solo. O solo M5 apresentou-se semelhantemente aos solos M1, M2 e M3. Porém, seriam esperados picos mais marcantes da pirita devido aos maiores teores de sulfatos apresentados no extrato de sais solúveis, consequência da maior proximidade do mar, onde a água é mais rica em enxofre.



Qz-quartzo, Ct-caulinita, Mi-micas, Pi-pirita, Gt-goethita, Fd- feldspato, An- anatásio

Figura 13 – Difratogramas de raios-X da fração silte dos solos de mangue.

#### 4.1.5. Características químicas do material vegetal

As análises realizadas no material vegetal (Quadro 10) de plantas sobre o manguezal mostram que o sódio, elemento que predomina tanto nos sais solúveis, como no complexo de troca da maioria das camadas dos solos estudados, encontra-se em elevadas concentrações também em folhas de algumas plantas em relação à maioria das plantas cultivadas e nativas. São estas o mangue vermelho, o mangue branco, a siriba e a guaxuma.

Segundo CARMO (1987), as plantas do gênero *Avicennia*, como o mangue branco e a siriba, possuem um mecanismo que permite a entrada de sais, que saem através dos estômatos durante a transpiração, o que explica estes elevados valores. Já o mecanismo típico de exclusão de sais para o gênero *Rizophora* seriam membranas na raiz permeáveis aos nutrientes essenciais, mas que não permitiriam a entrada de sais. Porém, nas plantas de mangue vermelho (*Rizophora mangle*) amostradas e mesmo em outros estudos de plantas de manguezais (Quadro 11) as concentrações de sódio são elevadas também nesta espécie, indicando que a mesma, de alguma forma, acumula sódio nas folhas.

Os teores de cálcio apresentam grande variação nas folhas entre as espécies estudadas. Os maiores teores apresentados são para o mangue vermelho, e os menores, para a siriba (*Avicennia sp.*).

Os teores de alguns nutrientes e elementos-traço presentes em tecidos vegetais de plantas de mangue variam bastante entre plantas do mesmo gênero e até mesmo espécie. Vários fatores contribuem para esta variabilidade. Segundo ZHENG et al. (1999), um dos mecanismos de eliminação de sais utilizado por plantas de mangue não secretoras é o acúmulo em folhas mais velhas antes da senescência. Desta forma, pode ocorrer grande variação, já que o acúmulo do sal vai depender de sua concentração no solo e também do estágio de desenvolvimento das folhas amostradas. Os teores de ferro, manganês, e cobre são reflexo da ocorrência destes elementos no solo, que por sua vez depende da fonte dos sedimentos. Os teores de Na e K tendem a ser menos variáveis, devido à abundância destes elementos na água do mar (LACERDA et al., 1986).

Quadro 10 – Teores de Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Cr e Ni em órgãos de plantas de mangue e adjacências

Órgão	Planta	Descrição	-----dag kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----								
			Ca	Mg	Na	K	P	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Pb	Cr	Ni	
Folhas	Mangue	nova	0,93	0,45	3,78	1,24	0,13	143	187	10,2	2,6	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	
	vermelho	madura	1,64±0,52	0,38±0,00	2,68±0,80	0,95±0,20	0,12±0,00	58±16	299±51	10,6±0,9	1,5±0,4	1,0±0,1	0,9±0,2	n.d.	n.d.	
	M. branco	madura	1,58	0,45	2,89	0,88	0,17	122	83	13,8	0,9	1,0	2,6	n.d.	n.d.	
	Siriba	madura	0,20±0,04	0,46±0,03	4,14±0,11	0,36±0,03	0,18±0,02	87±3	52±10	13,1±0,3	2,6±0,6	0,8±0,1	1,4±0,3	n.d.	n.d.	
	Cortiça	madura	2,95	0,49	0,94	0,57	0,15	117	29	12,5	2,5	1,5	3,4	n.d.	n.d.	
	Guaxuma	madura	0,55±0,14	0,39±0,04	2,24±0,39	0,92±0,09	0,16±0,01	443±345	104±34	17,2±2,6	3,5±0,5	0,8±0,0	1,1±1,1	n.d.	n.d.	
	Avencão	madura	0,16	0,22	0,97	1,11	0,23	56	27	17,0	5,7	0,8	2,7	n.d.	n.d.	
	Aninga	madura	1,57±0,23	0,43±0,03	0,79±0,04	2,88±0,27	0,40±0,03	85±16	2320±495	397,7±62,2	14,8±1,9	1,3±0,0	0,9±0,7	n.d.	n.d.	
Bugi	madura	0,91	0,29	0,95	0,64	0,10	204	396	22,8	3,1	1,0	2,3	n.d.	n.d.		
Caule	Mangue	casca	2,07±0,24	0,10±0,02	0,87±0,03	0,11±0,00	0,04±0,00	33±11	60±7	2,7±0,5	0,0	1,3±0,1	2,0±0,8	n.d.	n.d.	
	vermelho	lenho	0,36±0,08	0,02±0,00	0,58±0,21	0,12±0,02	0,02±0,00	12±2	10±1	1,8±0,5	1,3±1,3	0,9±0,1	n.d.	n.d.	n.d.	
		casca	1,50±0,03	0,06±0,00	0,16±0,01	0,08±0,00	0,01±0,00	130±79	111±5	2,0±0,3	0,3±0,1	1,0±0,0	n.d.	n.d.	n.d.	
	M. branco	lenho	1,62±0,29	0,05±0,01	0,93±0,07	0,30±0,02	0,01±0,00	21±1	5 ±1	3,5±0,7	0,3±0,2	1,0±0,0	0,3±0,0	n.d.	n.d.	
		casca	1,11±0,11	0,36±0,08	0,94±0,06	0,28±0,04	0,05±0,00	106±36	99±27	31,5±4,4	4,3±0,1	0,9±0,1	0,5±0,5	n.d.	n.d.	
	Siriba	lenho	0,05±0,01	0,04±0,00	0,65±0,10	0,18±0,01	0,01±0,00	30 ±10	11 ±2	3,9±0,7	0,2±0,1	0,7±0,1	0,3±0,2	n.d.	n.d.	
	Cortiça	casca	1,40	0,20	0,42	0,46	0,03	48	34	3,9	1,0	1,1	2,3	n.d.	n.d.	
		lenho	0,83	0,04	0,77	0,38	0,07	25	12	5,2	1,0	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	
	casca	1,08	0,47	1,00	1,00	0,08	56	63	5,7	2,1	0,7	n.d.	n.d.	n.d.		
	Guaxuma	lenho	0,12	0,07	0,35	0,26	0,02	38	13	2,3	0,1	0,6	n.d.	n.d.	n.d.	
	Avencão	talo	0,01	0,15	1,85	0,82	0,17	26,2	5,6	6,3	5,6	0,8	n.d.	n.d.	n.d.	
Raiz	M.	casca	1,31±0,09	0,11±0,01	1,06±0,07	0,14±0,02	0,04±0,00	52±18	57±4	1,7±0,0	0,4±0,4	0,9±0,1	n.d.	1,0±0,7	n.d.	
	vermelho	lenho	0,45±0,09	0,02±0,00	0,27±0,02	0,11±0,02	0,02±0,00	22±10	10±1	0,9±0,2	n.d.	0,7±0,1	n.d.	n.d.	n.d.	
Fruto	Aninga	polpa	1,17±0,23	0,34±0,06	0,09±0,01	4,23±0,02	0,46±0,02	40±7	979±513	182±90	8,3±0,7	0,8±0,1	n.d.	1,8±1,1	n.d.	
		semente	0,12±0,01	0,12±0,01	0,03±0,02	0,90±0,05	0,29±0,00	30±4	279±2	276±2	19,6±0,7	0,8±0,2	n.d.	0,9±0,5	n.d.	
	Bugi	semente	0,13	0,16	0,12	0,88	0,15	49	79	21	4,7	0,5	n.d.	0,9	n.d.	

n.d- não detectado

Quadro 11 – Teores de Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Mn, Cu, Zn e Pb em plantas de manguezais segundo diversas fontes

Espécie	Elemento										Local	Fonte
	Ca	Mg	Na	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb		
	g.100g <sup>-1</sup>					g.kg <sup>-1</sup>						
FOLHAS												
<i>Avicennia schaueriana</i>	0,78	0,53	2,46	1,30	-	175	63	7	28	-	Brasil (SP)	LAMBERTI, 1969 (In: LACERDA, et al., 1986)
<i>Avicennia schaueriana</i>	0,13	0,76	2,29	1,58	-	200	110	10	35	10	Brasil (Sudeste)	LACERDA et al., 1986
<i>Avicennia schaueriana</i>	1,24	0,36	0,46	2,10	-	147	-	-	154	-	EUA	WALSH, 1974 (In: LACERDA et. al., 1986)
<i>Avicennia marina</i>	0,69	0,68	1,40	0,71	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al., 1999
<i>Avicennia marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	183	256	35	Austrália	MACFARLANE, 2002
<i>Avicennia marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	117	12	2	Australia	MACFARLANE, 2002
<i>Avicennia germinans</i>	0,32	0,64	-	1,10	0,19	145	219	4	23	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Avicennia germinans</i>	0,33	0,77	-	1,08	0,18	204	247	5	23	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Avicennia sp.</i>	-	-	-	-	-	159	-	9	18	-	Índia	BHOSALE, 1979 (In: LACERDA, 98)
<i>Rizophora mangle</i>	1,43	0,51	1,57	0,94	-	108	254	5	12	-	Brasil (SP)	LAMBERTI, 1969 (In: LACERDA, et al., 1986)
<i>Rizophora mangle</i>	0,34	0,85	1,45	1,38	-	166	155	9	19	8	Brasil (Sudeste)	LACERDA et al., 1986
<i>Rizophora mangle</i>	1,22	0,47	0,98	0,84	-	82	387	6	11	30	Panamá	GOLLEY et al., 1978 (In: LACERDA, et al., 1986)
<i>Rizophora mangle</i>	1,70	0,70	-	1,60	-	52	146	2	10	-	EUA	SNEDAKER & BROWN, 1981 (In: LACERDA et al., 1986)
<i>Rizophora mangle</i>	0,61	0,51	-	0,34	0,08	80	860	2	5	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Rizophora mangle</i>	0,74	0,61	-	0,42	0,10	83	817	2	5	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Rizophora apiculata</i>	2,11	0,60	1,11	1,19	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al., 1999
<i>Rizophora stylosa</i>	1,34	0,56	1,10	0,65	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al., 1999
<i>Rizophora sp.</i>	-	-	-	-	-	32	-	4	12	-	Índia	BHOSALE, 1979 (In: LACERDA, (1998)
<i>Rizophora sp.</i>	-	-	-	-	-	37	101	<0,1	7	<0,2	Brasil	SILVA et al., 1990 (in: LACERDA, 1998)
<i>Laguncunaria racemosa</i>	0,84	0,25	1,68	0,96	-	129	22	6	23	-	Brasil (SP)	LAMBERTI, 1969 (In: LACERDA, et al, 1986)
<i>Laguncunaria racemosa</i>	0,24	0,71	1,20	1,35	-	219	49	10	26	10	Brasil (Sudeste)	LACERDA et al., 1986
<i>Laguncunaria racemosa</i>	0,65	0,44	1,05	1,77	-	125	74	-	92	-	EUA	WALSH, 1974 (In: LACERDA et. al., 1986)
<i>Laguncunaria racemosa</i>	1,20	0,50	-	0,40	-	60	27	6	63	N.D.	EUA	SNEDAKER & BROWN, 1981 (In: LACERDA et al., 1986)
<i>Laguncunaria racemosa</i>	0,51	0,38	-	0,33	0,13	589	98	2	14	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Laguncunaria racemosa</i>	0,53	0,36	-	0,52	0,16	539	93	2	12	-	Brasil (Bahia)	CUZZUOL & CAMPOS, 2001
<i>Bruguiera sexangula</i>	1,60	0,52	0,56	0,32	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al, 1999
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	1,34	0,48	1,02	0,47	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al, 1999
<i>Ceriops tagal</i>	1,24	0,83	1,04	0,32	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al, 1999
<i>Kandelia candel</i>	1,10	0,44	0,97	0,93	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al, 1999
<i>Aegiceras corniculatum</i>	0,41	0,73	0,65	0,52	-	-	-	-	-	-	China	ZHENG et al, 1999
TRONCO												
<i>Rizophora mangle</i>						12,4	20,4	0,5	3,4		Brasil	LACERDA et al., 1986
RAÍZ AÉREA												
<i>Rizophora mangle</i>						8,2	15,5	0,4	7,2		Brasil	LACERDA et al., 1986

Os elementos traços estão presentes, geralmente, em baixas concentrações em plantas de manguezais independente das concentrações presentes no solo (LACERDA, 1998). Esta baixa biodisponibilidade é atribuída à rápida precipitação de sulfetos estáveis sob condições anóxicas e a mecanismos fisiológicos das plantas, como formação de placas de ferro na superfície das raízes em razão da exsudação de oxigênio nas raízes subterrâneas, formando assim uma barreira para estes elementos. No caso dos manguezais de Ilhéus, o Cr, presente em todos os solos estudados, não apresenta em nenhuma planta teores significativos, indicando que existe algum mecanismo que não permite sua absorção.

A distribuição relativa dos elementos nas plantas (Figuras 13 e 14) demonstra que o cálcio está em maior proporção nas folhas de cortiça, e em menor proporção nas folhas de siriba, estando nesta planta distribuído principalmente na casca do caule. O magnésio está em maior proporção nas folhas da maioria das espécies, excetuando-se a guaxuma, onde este elemento está em sua maior parte na casca do caule.

Todas as espécies demonstram o predomínio de sódio nas folhas, devido ao ambiente salino, porém vale destacar que a cortiça apresenta proporcionalmente mais da metade do sódio na casca e no lenho do caule, indicando alguma compartimentalização, principalmente no lenho. O potássio, assim como o sódio tem função de regulação osmótica, razão pela qual também ocorre maior distribuição deste elemento nas folhas. Porém, em alguns casos em menor proporção que o sódio, como para siriba e cortiça, que mostram uma distribuição mais homogênea entre folha, casca e lenho do caule, e a guaxuma, apresentando maiores teores na casca do caule.

O fósforo está presente principalmente nas folhas e em segundo lugar na casca do caule, exceto para a cortiça, onde mais que o dobro de fósforo está no lenho em relação à casca do caule. O ferro está bem distribuído entre a casca do caule e folhas, exceto para a cortiça e principalmente para a guaxuma, onde quase todo o ferro presente encontra-se nas folhas. O manganês está em maiores proporções apenas nas folhas de mangue vermelho e guaxuma, estando bem distribuídos entre as folhas e a casca do lenho no restante das plantas. O zinco está presente nas folhas de todas as espécies, menos na Siriba, onde mais da

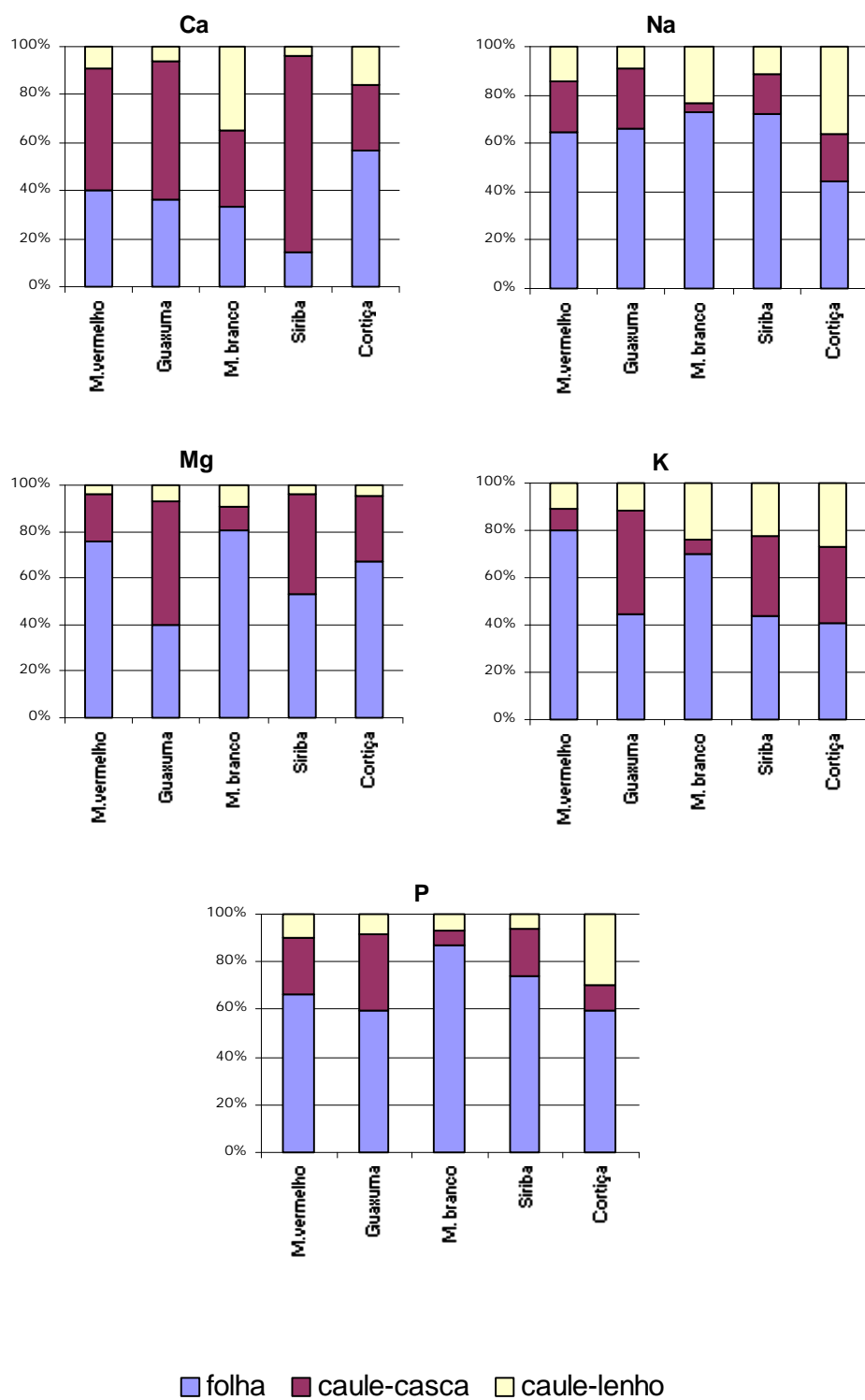


Figura 13 – Distribuição relativa dos teores de Ca, Mg, Na, K e P na folha, na casca do caule e no lenho do caule de cinco espécies de manguezais

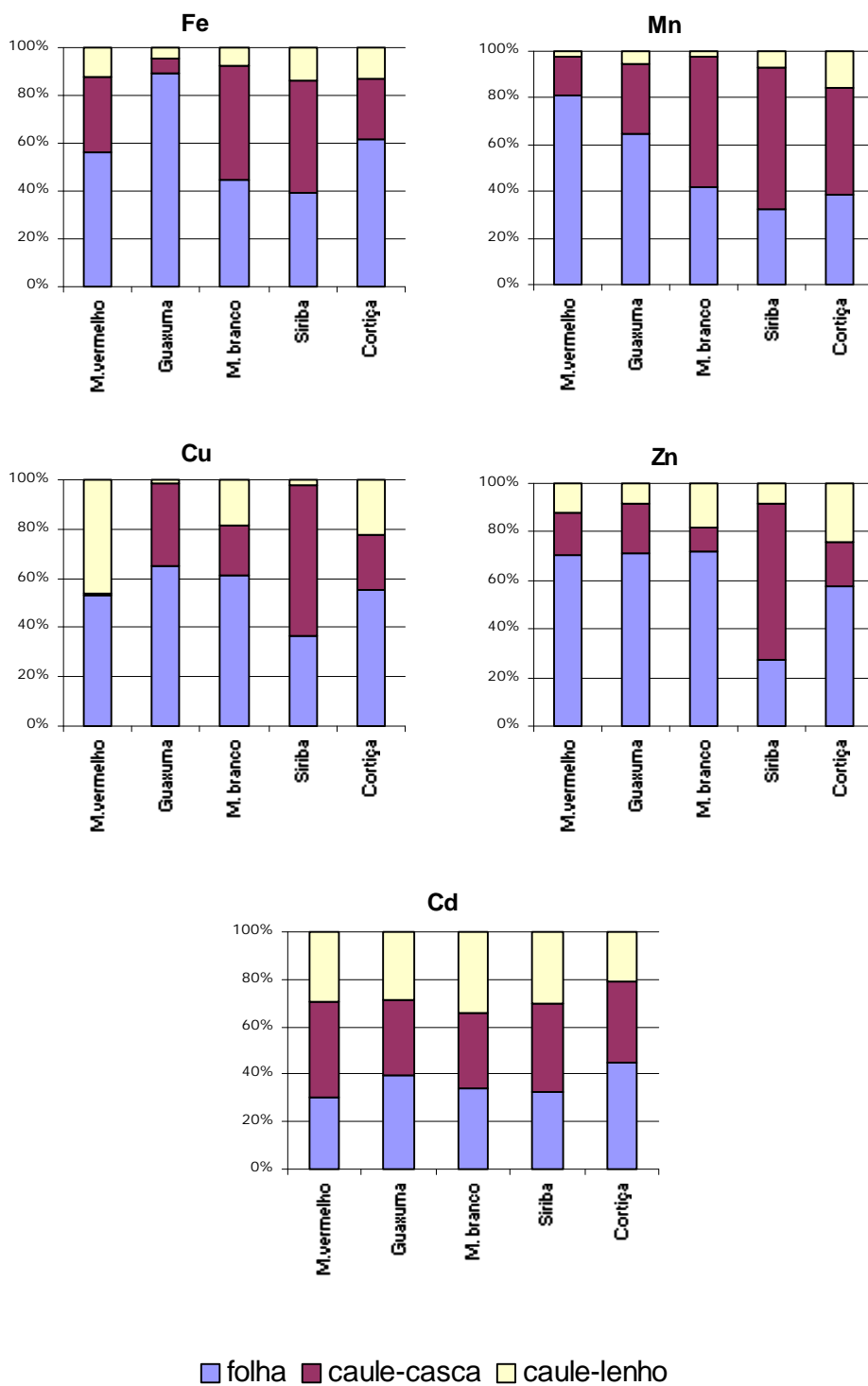


Figura 14 – Distribuição relativa dos teores Fe, Mn, Cu, Zn e Cd na folha, na casca do caule e no lenho do caule de cinco espécies de manguezais

metade deste elemento encontra-se na casca do caule. O cobre mostra grande variabilidade em relação à sua distribuição na planta, tendendo a estar em maior proporção nas folhas. Porém, na Siriba, mais da metade do elemento encontra-se na casca do caule e no mangue vermelho, grande parte está no lenho do caule, e quase ausente na casca do caule. O cádmio está regularmente distribuído, mostrando que apesar da maior atividade das folhas, distribui-se homogeneamente entre os tecidos das plantas.

Não foram encontrados níveis significativos de metais pesados, mesmo porque não há teores significativos nos solos estudados. Porém não se pode dizer que é um ambiente muito preservado, pois devido à ação antrópica observada, como desmatamentos e invasões, há sinais de impactos, como a presença de samambaias (VANUCCI, 1999).

#### **4.1.5. Relação homem-mangue**

Poder-se-ia começar este capítulo com a mesma pergunta feita por VANUCCI (1999): “quem em sã consciência escolheria os manguezais como lugar para viver se tivesse alternativa?” O infortúnio de toda sorte de mosquitos, o lamaçal constante, a falta de água potável e de saneamento básico seriam motivos mais que suficientes e desestimuladores da fixação do homem nos manguezais. A figura 15 ilustra esta situação e atesta que a opção de viver ali é difícil. Ela induz a especular, ainda, se tal opção não é reflexo da grande exclusão social que ainda persiste no País, mesmo cerca de quinhentos anos após o descobrimento.

Uma passagem, ainda que não muito profunda, pela literatura do sul da Bahia (AVÉ-LALLEMANT, 1980; GUIMARÃES, 2001) constata que pouco se diz a respeito dos manguezais e sua utilização, tanto em Ilhéus como em outros municípios daquela região da Bahia. Mesmo os naturalistas, a inferir-se pelo relato de GUIMARÃES (2001), falam pouco sobre este ambiente. O naturalista alemão Maximiliano de Wied-Neuwied, um dos primeiros a registrar sua impressão sobre o sul da Bahia, por volta de 1815, destaca, em suas anotações sobre os costumes locais, o seguinte (GUIMARÃES, 2001):

*“A vida é integrada por pequenas casas muito mal conservadas. As ruas, quase desertas, só apresentavam algum movimento aos domingos e dias de festas.*

*O quadro de referência utilizado era a sociedade européia, em processo acentuado de urbanização e industrialização, porém com boa parte da população permanecendo pulverizada pelas grandes propriedades rurais de onde pouco se afastavam”.*

O referido naturalista nada destacava sobre a cultura do cacau e muito menos sobre o mangue. Registra que o comércio com a cidade de Salvador era muito incipiente e à base de exportações de arroz e madeira, não sendo citado a exploração do mangue.

Martius e Spix, por volta de 1930 (GUIMARÃES, 2001), apesar de impressionados com a beleza da paisagem de Ilhéus e sua incalculável riqueza também nada falam sobre os manguezais daquela porção da costa brasileira. Destacam, entretanto, o atraso e a fome que ali permaneciam apesar de cerca de quatro séculos de ocupação:

*“...estão os habitantes dessa bela região muito atrasados... a indolência e a pobreza ali andam unidas. Os habitantes de Ilhéus, satisfeitos com o estado de constante ociosidade, sem maiores necessidades, descuidavam-se tanto da agricultura que, eles próprios, e, ainda mais os estranhos que com eles se acham, estão expostos à fome. ...Atribui-se, talvez com razão, a visível preguiça e rusticidade dos habitantes à circunstância de serem eles em grande parte tapuiada, isto é, de procedência indígena”*

Pela citação, parece pertinente admitir que os recursos dos manguezais estavam longe de resolver o problema da fome local. Mas não se pode deixar de especular que, talvez, este problema não era mais grave ainda pela possibilidade da pesca e da cata de mariscos dos manguezais da foz dos rios de Contas e Almada.

A riqueza dos manguezais do sul da Bahia, entretanto, parece inquestionável. Em Canavieiras, Avé-Lallemant em 1859 (AVÉ-LALLEMANT, 1980) destaca:

*“Os cocos caem por si dos coqueiros, a mandioca cresce por si na terra arenosa (restinga); peixe há em abundância nos rios e braços próximos; milhares de grandes caranguejos correm sob o mangue na baixa mar.”*

Apesar das citações anteriores e ainda que a vegetação esteja parcialmente bem preservada, nos manguezais do rio Almada não foi observado durante o

reconhecimento do local e da coleta de solos, caranguejos ou guaiamus de maior porte, embora estes existam no comércio, sugerindo que há outros locais com melhor possibilidade de cata.

Em contato com um morador, que vive diretamente no mangue com sua mulher e dois filhos, houve menção de que a cata destes animais é cada vez mais difícil. Quando capturam alguns maiores e não conseguem comercialização imediata, cria-se em cativeiro (caixas de madeira), alimentando-os com lama e folhas de mangue-vermelho, para comercialização posterior atingindo preços maiores (Figura 16).

Foram entrevistadas nove famílias na comunidade de Acuípe, localizada ao sul de Ilhéus (Quadro 12). Esta comunidade é constituída por famílias que apresentam uma estreita relação com o manguezal, dependendo da catação de caranguejo, mariscos e pesca para sua subsistência, utilizando mão-de-obra familiar. Os produtos são comercializados por 88 % das famílias, que têm bares, restaurantes, pousadas e quiosques como clientes.

A atividade exploratória, segundo os moradores, é influenciada pelo clima, sendo a chuva um fator que favorece a exploração do mangue, principalmente se ocorre acompanhada de trovoadas. Para pouco mais da metade dos entrevistados (56%), a lua exerce influência sobre a exploração, sendo citado por um morador que a lua cheia não é boa para a catação de caranguejo.

A grande maioria (67 %) herdou a moradia e reside entre 10 e 49 anos no local, com uma média de 19,5 anos, sugerindo uma continuidade na exploração e dependência dos manguezais. Todas as famílias entrevistadas afirmaram que esta exploração já foi melhor no passado, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

A alimentação é variada, sendo que o peixe, mariscos e os cereais estão presentes na dieta de todas as famílias entrevistadas. Apenas 44% dos entrevistados utilizam, além de peixes e mariscos, outras carnes como fonte de proteína animal.

A comunidade de Acuípe não possui rede de tratamento de água e esgoto ou coleta de lixo, sendo os resíduos lançados diretamente nos rios e manguezais. Apenas 56 % das famílias têm energia elétrica, porém são todas irregulares.

As famílias entrevistadas apresentaram baixo grau de escolaridade, sendo a maioria analfabeta. A maior parte das crianças freqüentam a escola, e não trabalham. A maioria disse possuir uma renda mensal, variando de 0,8 a 2 salários mínimos. Não foram citadas doenças que acometeram os moradores nos últimos anos.

Na comunidade de São Domingos, localizada em manguezais do Rio Almada, foram entrevistadas 12 famílias. O mangue é utilizado principalmente para moradia, sendo metade invadido pelo morador, e a outra metade comprado. Os moradores residem entre 2 e 8 anos no local, com uma média de 5,2 anos. Apenas 25 % dos moradores exploram o mangue.

Nesta comunidade há energia elétrica e água encanada regularizadas. O lixo é recolhido regularmente, mas não contam com rede de esgoto, sendo todo ele lançado no rio ou no manguezal.

A alimentação é composta basicamente de cereais e carne como fonte de proteína animal em detrimento de produtos do mangue. Observa-se também um maior desemprego entre os moradores desta localidade, indicando ser este o principal fator que os levaram a viver nestas condições.

Quanto ao nível de escolaridade, 75% são alfabetizados, a maioria com o 1º grau incompleto. As crianças freqüentam a escola e não trabalham. A renda mensal variou de 1 a 2 salários mínimos, porém a metade dos entrevistados não possuem renda mensal definida. Também não foram citadas doenças de ocorrência comum entre os moradores.

Com as entrevistas, ficou claro que a primeira comunidade é bem mais dependente do manguezal, tendo uma relação histórica com o ecossistema, pois a maioria reside lá há mais tempo, sendo quase todas moradias provenientes de herança. No caso de São Domingos não há uma clara relação de utilização do ecossistema como tal, e sim como terreno, visto que são invadidos, e mesmo quando comprado, a aquisição é feita, provavelmente, de um antigo invasor.

No caso de se fazer trabalhos com a comunidade sobre a correta utilização para a sustentabilidade dos manguezais, a primeira comunidade certamente traria resultados melhores, mesmo porque parecem conhecer melhor o ecossistema.

Finalmente cabe destacar que apesar do grande esforço em se buscar algo na literatura sobre a utilização dos manguezais na região de Ilhéus, pode-se afirmar

que muito pouco foi encontrado, possivelmente em razão do claro direcionamento da exploração da região com a cultura do cacau. Isto aponta para a sua menor importância em termos econômicos e que a exploração destes manguezais encontram-se enraizadas na tradição e, em parte, na falta de opção de trabalho para a sobrevivência. Uma coisa parece clara, que a ocupação e exploração dos manguezais é feita por pessoas de baixos poder aquisitivo e grau de escolaridade, com instrumentos rudimentares, feitos à mão (Figura 17). Além disso, não encontram-se ainda organizados em cooperativas para a venda dos produtos da cata nos manguezais. A figura 18 ilustra este fato.

## **4.2. Solos de Restinga**

### **4.2.1. Características físicas e morfológicas**

Os solos de restinga são típicos Espodossolos arenosos (Quadro 13), condizente com a denominação “restinga”, que diz respeito à uma feição geomorfológica, que consiste em cordões arenosos oriundos da sedimentação marinha em tempos pretéritos e atuais. Apesar de tipicamente arenosos, apresentam variação quanto à proporção das frações areia, cor, consistência e profundidade de ocorrência do horizonte B espódico (Quadro 13).

Os solos ES1 e ES3 mostraram-se semelhantes quanto à distribuição de areia grossa e fina ao longo do perfil. Já o solo ES2 apresenta amplo domínio de areia grossa. Neste último caso, este fato pode estar favorecendo a migração de matéria orgânica, resultando na formação de um horizonte Bhs profundo (abaixo de quatro metros da superfície, fora da seção de controle), que só foi identificado em razão de sua exposição por máquina para a retirada de areia para a construção civil e apresentava-se fortemente endurecido, constituindo um “ortstein”.

O solo ES1 foi o que apresentou o horizonte Bhs mais espesso e fácil de escavar. Neste horizonte a estrutura apresentava-se como grãos simples, portanto sem efeito cimentante marcante impostos pela matéria orgânica e óxidos de ferro.

Quadro 12 – Resumo dos resultados das entrevistas realizadas nas comunidades de São Domingos e Acuípe

	nº membros	tempo moradia	Alimentação			Adquiriu o imóvel			energia		água enc.		esgoto		lixo		doença		explora		nº membros exploram	o que exploram		exploração		renda fam.
			carnes	peixes/ mariscos	cereais	comprado	herdado	invadido	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não	o mangue			carang.	peixes/ mariscos	já foi melhor?		
																			sim	não				sim	não	
ACUÍPE																										
1	6	12	x	x	x		x		x	x		x	x		x	x		x	x	3		x	x	x		200
2	12	49	x	x	x		x		x	x		x	x		x	x		x	x	2		x	x	x		150
3	13	n		x	x		x			x	x		x	x		x	x		x	3		x	x			
4	8	10		x	x	x			x	x		x	x		x	x		x	x	2			x		varia	
5	7	13	x	x	x		x		x	x		x	x		x	x		x	x	3		x	x	x	indefinido	
6	4	13		x	x		x		x	x		x	x		x	x		x	x	2			x		180	
7	10	n		x	x		x			x	x		x	x		x	x		x	1		x		x	180	
8	11	20	x	x	x				x	x		x	x	x		x	x		x	4		x	x	x	350	
9	12	n					x		x	x		x	x		x	x		x	x	1		x	x	x	200	
SÃO DOMINGOS																										
1	8	8	x		x	x			x	x		x	x		x	x		x	x						180	
2	4	5	x		x	x			x	x		x	x	x		x		x	x						indefinido	
3	3	4	x		x			x	x	x		x	x		x			x	x						indefinido	
4	5	5	x		x			x	x	x		x	x		x			x	x	2			x		indefinido	
5	4	6	x	x	x			x	x	x		x	x		x			x	x	1			x		indefinido	
6	9	4	x		x			x	x	x		x	x		x			x	x						180	
7	5	5	x		x	x			x	x		x	x	x		x		x	x						indefinido	
8	5	7	x		x		x		x	x		x	x		x			x	x						200	
9	3	6	x		x		x		x	x		x	x		x			x	x						360	
10	5	2	x		x	x			x	x		x	x		x			x	x	1		x		x	indefinido	
11	6	6	x		x			x	x	x		x	x		x			x	x						180	
12	7	4	x		x	x			x	x		x	x		x			x	x						180	



Figura 15 – Casa no manguezal, com a construção de um aterro por parte do morador após invasão.



Figura 16 – Detalhe do criadouro de caranguejos. A cerca de arame serve de obstáculo para impedir o roubo do produto.



Figura 17 – Canoa típica para a exploração das águas calmas dos manguezais. À frente, armadilha para crustáceos. Foto tirada no rio Cachoeira, sul de Ilhéus-BA.



Figura 18 – Venda de caranguejos nas ruas de Ilhéus-BA.

Quadro 13 – Estrutura, pegajosidade, plasticidade, cor úmida e seca e granulometria dos Espodosolos

Horizonte	Prof. (cm)	Estrutura	Plasticidade/ Pegajosidade	Úmido	Seco	Areia		Silte	Argila
				Matiz/valor	Matiz/valor	Grossa	Fina		
-----dag kg <sup>-1</sup> -----									
ES 1 – Restinga - menor porte									
A	0-36	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 6/1	10YR 3/1	47	51	n.d.	2
E	48-62	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 6/2	10YR 3/2	38	60	1	1
Bhs2	76-89	g.s.	n. pl./n. peg.	10 YR 5/4	7,5YR 3/3	42	56	n.d.	2
Bhs4	110-121	g.s.	n. pl./n. peg.	10 YR 7/4	10YR 4/4	45	53	n.d.	2
C <sub>1</sub>	170 <sup>+</sup>	g.s.	n. pl./n. peg.	10 YR 8/2	10YR 6/2	71	28	n.d.	1
ES2 – Restinga – menor porte alterada									
Ap	0-25	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 6/2	10YR 4/2	93	3	1	3
A	25-42	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 5/1	2,5Y 3/1	96	2	n.d.	2
E	120-490	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 7/1	2,5Y 5/1	99	1	n.d.	0
Bhs	500 <sup>+</sup>	Maciça	n. pl./n. peg.	10YR 4/3	10YR 2/2	96	1	n.d.	3
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)									
A	0-10	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 5/2	10YR 2/1	38	51	4	7
E	30-40	g.s.	n. pl./n. peg.	10YR 7/1	10YR 5/2	42	55	1	2

Onde: g.s. – grãos simples; n. pl. – não plástico; n. peg. – não pegajoso

No solo ES3 cabe destacar que o horizonte espódico não foi atingido. Em mini trincheira aberta, a menos de 60 cm já apareceu o lençol freático. O bico do trado, entretanto, apresentou um material escurecido, não deixando dúvida de tratar-se de Espodossolo. A cor amarronzada da água também induzia a esta classificação. Foi notório neste perfil o acúmulo de serapilheira. É provável que a hidromorfia deste solo possa estar contribuindo para o acúmulo de material orgânico na superfície, o que favorece a ciclagem de nutrientes e a manutenção de uma formação florestal tão exuberante quanto aquelas das matas dos solos das morrarias do complexo cristalino adjacentes.

Comum nestas áreas arenosas costeiras, a gênese dos Espodossolos está relacionada à precipitação de compostos amorfos de ferro e alumínio junto com material orgânico. A coloração escura deste horizonte é atribuída a estes compostos e reflete na densidade ótica do extrato com oxalato de amônio.

#### **4.2.2. Características químicas**

Os solos sob restinga mostraram-se ácidos e com baixa CTC, resultados condizentes com o material de origem destes solos (sedimentos arenosos essencialmente quartzosos) (Quadro 14 ).

Chamam a atenção os teores de carbono e de bases do horizonte orgânico na área do solo ES3. Isto confirma a maior ciclagem de nutrientes nas áreas de domínio deste solos, onde, conforme já comentado, a superficialidade do lençol freático pode estar contribuindo efetivamente nesta ciclagem e na manutenção da floresta de restinga. De acordo com MOURA FILHO (1998), devido à alta permeabilidade destes solos, a vegetação nativa das restingas é altamente dependente desta manta orgânica, responsável pela ciclagem de nutrientes e da água

Nos valores de bases trocáveis vale a pena destacar os teores de sódio, principalmente na área do ES3. A provável fonte destes cátions é a brisa marinha (DE CONINCK, 1980; GOMES et al., 1998); a propósito, o sítio mais próximo do mar apresenta os maiores valores de cátions trocáveis. Os teores de sódio trocável quase sempre ultrapassam os de potássio, em razão da maior riqueza de sódio nos

ambientes costeiros. Este resultado sugere que plantas deste ecossistema possam utilizar o sódio em substituição ao potássio, a inferir-se pelos resultados obtidos por NEVES (2000) para a cultura de eucalipto no litoral do Espírito Santo. Aliado aos também mais elevados teores de fósforo e maior disponibilidade de água, poderiam ser estes os principais fatores responsáveis pela manutenção da exuberante floresta de restinga na área do solo ES3.

Os teores de P disponível se elevam nos horizontes espódicos, especialmente no ES2, sugerindo a iluviação deste elemento junto com os óxidos e a matéria orgânica.

#### **4.2.2.1. Teores de ferro obtidos pelo oxalato e ditionito**

Em concordância com os dados de GOMES (1995) e MOURA FILHO (1998), os solos sob restinga se mostraram muito pobres em ferro (Quadro 15). São marcantes, entretanto, os maiores teores deste elemento no horizonte espódico. Segundo DE CONINCK (1980), quanto mais próximo à costa, maior é a entrada de íons metálicos no sistema, o que reduz a relação carbono/ metal, favorecendo a precipitação de matéria orgânica, formando o horizonte espódico.

A relação Feo/Fed se eleva nos horizontes espodizados, indicando menor cristalinidade dos óxidos de ferro nestes horizontes. A dinâmica das extrações indica, também, baixa cristalinidade dos óxidos de ferro. Isto está de acordo com SCHWERTMANN (1966), que cita a matéria orgânica como importante fator inibitório da cristalização dos óxidos de ferro.

A densidade ótica do extrato do oxalato mostrou-se um indicativo razoável de presença de horizontes espódicos nestes solos, sendo a maioria maior que 0,25, valor de referência para estes horizontes na Soil Taxonomy, podendo-se observar um nítido aumento dos valores nos horizontes espodizados. A exceção foi no solo ES1, em que a densidade ótica dos horizontes Bhs3 e Bhs4 não atingiram o valor necessário. MOURA FILHO (1998), em solos sob restinga em Alagoas, encontrou valores de densidade ótica não suficientes para o enquadramento de horizontes espódicos, apesar de observado em campo. Ele sugere que este critério deve ser mudado para solos sob sedimentos costeiros.

Quadro 14 – Características químicas dos Espodosolos estudados

Horizonte	Prof.	pH (1:2,5)		$\Delta$ pH	Complexo Sortivo								v	m	PST	C orgânico dag kg <sup>-1</sup>	P dispon. mg kg <sup>-1</sup>
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	T					
											-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----		-----%-----				
ES 1 – Restinga - menor porte																	
A1	0-6	5,5	4,2	-1,3	1,46	0,67	0,04	0,04	2,21	0,96	2,38	5,55	39,8	30,4	0,7	1,36	10,3
A2	-18	4,2	3,3	-0,9	0,07	0,04	0,02	0,02	0,15	0,76	1,49	2,39	6,4	83,3	0,9	0,56	4,9
A3	-36	4,7	3,7	-1,0	0,01	0,01	n.d.	0,02	0,04	0,57	1,07	1,68	2,6	92,9	0,9	0,35	3,2
AE	-48	4,7	4,0	-0,8	n.d.	0,01	n.d.	0,02	0,03	0,48	0,77	1,27	2,0	94,9	1,3	0,23	1,7
E	-62	4,8	4,1	-0,7	n.d.	0,01	n.d.	0,01	0,03	0,53	0,84	1,39	1,8	95,4	1,0	0,24	1,5
Bhs1	-76	4,8	4,3	-0,5	n.d.	0,01	n.d.	0,01	0,02	0,66	2,24	2,92	0,7	97,0	0,3	0,40	1,6
Bhs2	-89	5,0	4,4	-0,5	0,01	0,01	n.d.	0,01	0,02	0,46	1,96	2,44	1,0	95,1	0,5	0,32	1,8
Bhs3	-110	4,9	4,5	-0,4	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	0,44	1,58	2,04	0,7	97,0	0,5	0,27	1,9
Bhs4	-121	4,7	4,5	-0,2	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	0,46	1,12	1,59	0,7	97,7	0,7	0,22	3,4
BC	-142	5,0	4,5	-0,5	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	0,19	0,75	0,95	0,6	97,0	0,8	0,16	3,4
C <sub>1</sub>	-170 <sup>+</sup>	4,9	4,6	-0,3	n.d.	n.d.	n.d.	0,02	0,02	0,27	0,25	0,54	3,5	93,4	2,9	0,07	3,4
ES2 – Restinga – menor porte alterada																	
Ap	0-25	4,8	4,1	-0,7	0,11	0,07	n.d.	0,01	0,19	0,10	0,51	0,80	23,8	35,5	1,0	0,22	2,6
A2	-42	4,5	3,9	-0,6	0,06	0,05	n.d.	0,01	0,12	0,22	0,53	0,87	13,3	65,5	0,8	0,14	3,7
A3	-60	4,9	3,9	-1,0	0,03	0,02	n.d.	0,01	0,06	0,27	0,45	0,77	7,2	82,8	1,1	0,14	2,8
EA	-120	5,2	4,3	-0,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,13	0,21	0,35	0,5	98,6	1,1	0,03	1,9
E	-490	5,5	4,5	-1,0	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	0,09	0,23	0,33	3,5	88,3	4,0	n.d.	1,9
Bhs	-500 <sup>+</sup>	5,4	4,6	-0,8	0,01	0,01	n.d.	0,02	0,04	0,23	1,66	1,94	2,1	85,1	1,0	0,24	47,9
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)																	
O	3-0	3,9	2,5	-1,4	4,14	3,71	0,49	0,58	8,91	4,47	50,57	63,96	13,9	33,4	0,9	14,54	26,4
A	0-10	3,5	2,5	-1,0	0,41	0,99	0,16	0,22	1,78	2,10	17,49	21,37	8,3	54,2	1,0	4,68	16,5
AE	-20	3,8	3,1	-0,7	n.d.	0,06	0,01	0,04	0,11	0,37	0,97	1,46	7,7	76,9	2,4	0,46	2,6
E1	-30	3,9	3,4	-0,5	n.d.	0,02	0,01	0,04	0,07	0,33	0,51	0,91	8,1	81,5	4,8	0,21	2,3
E2	-40 <sup>+</sup>	4,0	3,5	-0,5	n.d.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,28	0,19	0,54	12,9	80,2	9,2	0,10	3,1

n.d.- não detectado

Quadro 15 - Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> na TFSA, obtidos em três extrações sucessivas com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Fed) e uma com oxalato de amônio (Feo), e relação Feo/Fed dos Espodossolos estudados

Horizonte	Prof. cm	Extrações				D.O. <sup>1</sup>	Feo/ Fed <sup>2</sup>	Fed/ Fes	
		DCB (Fed)			Oxalato (Feo)				
		1a	2a	3 <sup>a</sup>	única				
-----dag kg <sup>-1</sup> -----									
ES 1 – Restinga - menor porte									
A2	6-18	0,07	0,03	0,01	0,11	0,02	0,077	0,26	0.42
E	48-62	0,12	0,04	n.d.	0,17	0,05	0,180	0,43	0.55
Bhs1	62-76	0,21	0,06	0,01	0,28	0,10	0,374	0,50	0.70
Bhs2	76-89	0,20	0,14	0,02	0,35	0,08	0,328	0,38	0.71
Bhs3	89-110	0,15	0,13	0,02	0,30	0,08	0,205	0,50	0.79
Bhs4	110-121	0,09	0,14	0,02	0,25	0,02	0,141	0,26	1.06
B/C	121-142	0,07	0,12	0,02	0,21	0,01	0,090	0,10	1.03
ES2 – Restinga – menor porte alterada									
A2	25-42	0,02	0,02	n.d.	0,04	0,01	0,081	0,32	0.51
E	120-490	0,01	0,01	n.d.	0,01	n.d.	0,036	0,30	0.16
Bhs	490-500 <sup>+</sup>	0,07	0,06	0,02	0,15	0,05	0,365	0,74	0.26
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)									
A	0-10	0,02	0,01	n.d.	0,03	0,01	0,127	0,62	0.31
E2	30-40 <sup>+</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,036	n.d.	0.02

<sup>1</sup> Densidade ótica do extrato do oxalato em 430 nm.

<sup>2</sup> Com base na 1<sup>a</sup> extração

n.d.- não detectado

#### 4.2.2.2. Ataque sulfúrico e teor de elementos traços do ataque total

Os teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub> pelo ataque sulfúrico e total aumentaram nos horizontes espodizados (Quadros 16 e 17), indicando uma provável iluviação do TiO<sub>2</sub> junto aos óxidos de ferro e alumínio e a matéria orgânica. O cromo, determinado apenas no ataque total, apresentou comportamento semelhante. Assim como nos manguezais, o cromo é o elemento-traço mais abundante depois do manganês.

Os teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> obtidos pelo ataque total são semelhantes aos do ataque sulfúrico, indicando a presença de ferro predominantemente na fração argila. Em alguns casos, esses teores são até menores que os do ataque sulfúrico (Bhs do solo ES2), fato que talvez ocorra devido aos teores serem tão baixos que pequenos erros ou diferenças metodológicas possam gerar valores maiores no ataque sulfúrico em relação ao total.

Quadro 16 – Teores de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub> obtidos pelo ataque sulfúrico na TFSA, e relação Ki dos Espodosolos estudados

Horizonte	Prof. cm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ	Ki	
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----							
ES 1 – Restinga - menor porte									
A2	6-18	0,71	0,23	0,31	0,02	0,01	1,27	5,18	
E	48-62	0,48	0,21	0,34	0,01	n.d.	1,04	3,87	
Bhs1	62-76	0,49	0,34	0,48	0,01	n.d.	1,32	2,44	
Bhs2	76-89	0,57	0,34	0,58	0,03	n.d.	1,52	2,84	
Bhs3	89-110	0,57	0,35	0,44	0,02	0,01	1,38	2,73	
Bhs4	110-121	0,49	0,36	0,28	n.d.	n.d.	1,13	2,33	
B/C	121-142	0,72	0,34	0,25	n.d.	n.d.	1,32	3,60	
ES2 – Restinga – menor porte alterada									
A2	25-42	0,50	0,04	0,11	n.d.	n.d.	0,65	21,17	
E	120-490	0,70	0,09	0,12	0,01	n.d.	0,91	13,36	
Bhs	490-500 <sup>+</sup>	0,69	0,17	0,70	0,05	0,01	1,62	6,80	
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)									
A	0-10	2,12	0,12	0,11	n.d.	0,01	2,36	28,94	
E2	30-40 <sup>+</sup>	0,77	0,07	0,04	n.d.	n.d.	0,88	17,64	

n.d.- não detectado

Quadro 17 – Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Mn, Zn, Cr, Ni, Cd e Pb do ataque total à TFSA dos Espodosolos estudados

Horizonte	Prof. cm	TiO <sub>2</sub>	Mn	Zn	Cr	Ni	Cd	Pb
		-----dag kg <sup>-1</sup>	-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
ES 1 – Restinga - menor porte								
A2	6-18	0,29	370,7	1,4	4,2	n.d.	n.d.	n.d.
E	48-62	0,29	286,8	5,5	5,6	n.d.	n.d.	n.d.
Bhs1	62-76	0,31	291,0	0,9	5,1	n.d.	n.d.	n.d.
Bhs2	76-89	0,48	493,7	n.d.	7,5	n.d.	n.d.	n.d.
Bhs3	89-110	0,37	217,3	n.d.	5,9	n.d.	n.d.	n.d.
Bhs4	110-121	0,14	259,2	n.d.	6,0	n.d.	n.d.	n.d.
B/C	121-142	0,13	260,8	0,5	6,4	n.d.	n.d.	n.d.
ES2 – Restinga – menor porte alterada								
A2	25-42	0,10	327,4	n.d.	1,8	n.d.	n.d.	n.d.
E	120-490	0,18	283,3	2,5	3,0	n.d.	n.d.	n.d.
Bhs	490-500 <sup>+</sup>	0,46	278,0	1,6	12,1	n.d.	n.d.	n.d.
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)								
A	0-10	0,14	447,9	7,3	4,4	n.d.	n.d.	n.d.
E2	30-40 <sup>+</sup>	0,11	302,6	n.d.	3,2	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.- não detectado

Os baixos valores de  $\text{SiO}_2$  pelo ataque sulfúrico deve-se ao fato de que o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  não é eficiente no ataque ao quartzo. Os valores elevados de Ki nestes solos refletem a sua pobreza em argilominerais silicatados contendo alumínio. É de especular-se, entretanto, se o quartzo de menor tamanho não está sendo atacado pelo ácido sulfúrico, aumentando os valores de  $\text{SiO}_2$  em relação ao  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , especialmente no horizonte E dos solos ES2 e ES3. A ocorrência de traços de minerais 2:1 no solo ES1 pode também estar contribuindo para estes valores de Ki.

#### **4.2.2.3. Fracionamento de substâncias húmicas**

Observou-se aumento da fração AF em profundidade e queda da fração HUM (Quadro 18) nos horizontes espodizados. A relação AH/AF diminuiu em profundidade no solo ES1 e nos solos ES2 e ES3, aumentou, tomando como base o horizonte E, já que não se alcançou o horizonte espódico. GOMES et al. (1998) encontrou duas tendências na relação AH/AF, uma para os solos com forte hidromorfismo, onde a fração AH dominou, gerando relações de valores muito altos, e outra, de melhor drenagem, onde ocorre o inverso. Isto pode estar ocorrendo no solo ES3, que é hidromórfico, pois nele tendem a aumentar os valores de AH em profundidade, fato que, porém, não foi comprovado devido à impossibilidade de coleta do horizonte espodizado.

A predominância das frações AH e AF também é notada na relação  $(\text{AH} + \text{AF})/\text{COt}$ , tendendo a aumentar em profundidade. O horizonte O (solo ES3) foi o que apresentou menor predomínio nestas frações, e o Bhs do solo ES3, o maior.

As relações entre ferro-oxalato e ferro-ditionito com as frações ácido húmico, ácido fúlvico e humina dos horizontes subsuperficiais (Figuras 19 e 20), demonstram que a fração ácido fúlvico é a que mais correlaciona com ferro, em especial o ferro do oxalato ( $r = 0,99$ ), e, em menor escala, o ferro ditionito ( $r = 0,90$ ), indicando a importância dos óxidos de ferro menos cristalinos na migração destes juntamente com os ácidos fúlvicos. No caso do ataque sulfúrico o teor de alumínio foi o único a apresentar alguma correlação com o teor de ácidos fúlvicos, indicando que este elemento também acompanha a migração desta fração.

Quadro 18 – Teores de carbono orgânico das frações da matéria orgânica dos Espodosolos estudados e proporção relativa

Horizonte	Prof.	C orgânico nas frações			Cot <sup>1</sup>	C rec <sup>2</sup>	% de C orgânico como:			AH/ AF	(AH+ AF)/ COt
		Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos	Humina			Ácidos fúlvicos	Ácidos húmicos	Humina		
		-----mg Kg <sup>-1</sup> -----			-----%-----						
ES 1 – Restinga - menor porte											
A2	6-18	0,76	1,78	1,84	4,37	77	17,4	40,6	42,0	2,34	0,58
Bhs1	62-76	2,10	0,77	0,62	3,49	88	60,2	22,0	17,8	0,37	0,82
Bhs3	89-110	1,34	0,33	0,34	2,00	75	67,0	16,3	16,8	0,24	0,83
ES2 – Restinga – menor porte alterada											
A2	25-42	0,10	0,49	0,49	1,08	76	9,7	45,2	45,1	4,68	0,55
Bhs	490-500 <sup>+</sup>	1,00	0,72	0,11	1,82	76	54,8	39,3	5,9	0,72	0,94
ES3 – Restinga – maior porte (arbórea)-											
-O	5-0	10,44	27,51	60,91	98,86	68	10,6	27,8	61,6	2,64	0,38
A	0-10	4,02	11,30	21,71	37,03	79	10,8	30,5	58,6	2,82	0,41
E2	20-30	0,09	0,49	0,18	0,75	74	11,4	64,6	24,0	5,68	0,76

<sup>1</sup> Ácidos fúlvicos +ácidos húmicos +humina

<sup>2</sup>COt / Carbono orgânico obtido pela caracterização química de rotina

#### 4.2.4. Características mineralógicas

Os Espodosolos (Figura 21) apresentaram praticamente caulinita (Ct), com os picos em 0,73, 0,36 e 0,24 nm, e micas (Mi), com os picos 1,02, 0,50 e 0,34 nm e minerais 2:1, na fração argila. O quartzo (Qz) foi encontrado no solo ES2, com os picos em 0,43 e contribuindo para o pico de 0,34 nm das micas. Traços de minerais 2:1 aparecem no solo ES1. GOMES et al. (1995) encontrou também quartzo nesta fração, além de caulinita, mica, vermiculita com hidróxi entre camadas(VHE) e esmectita interestratificada. MOURA FILHO (1998) ressalta que a constituição mineralógica de Espodosolos é muito variável, até mesmo no próprio perfil do solo. Os minerais encontrados por este autor na fração argila foram caulinita, quartzo, mica, clorita e feldspatos –K.

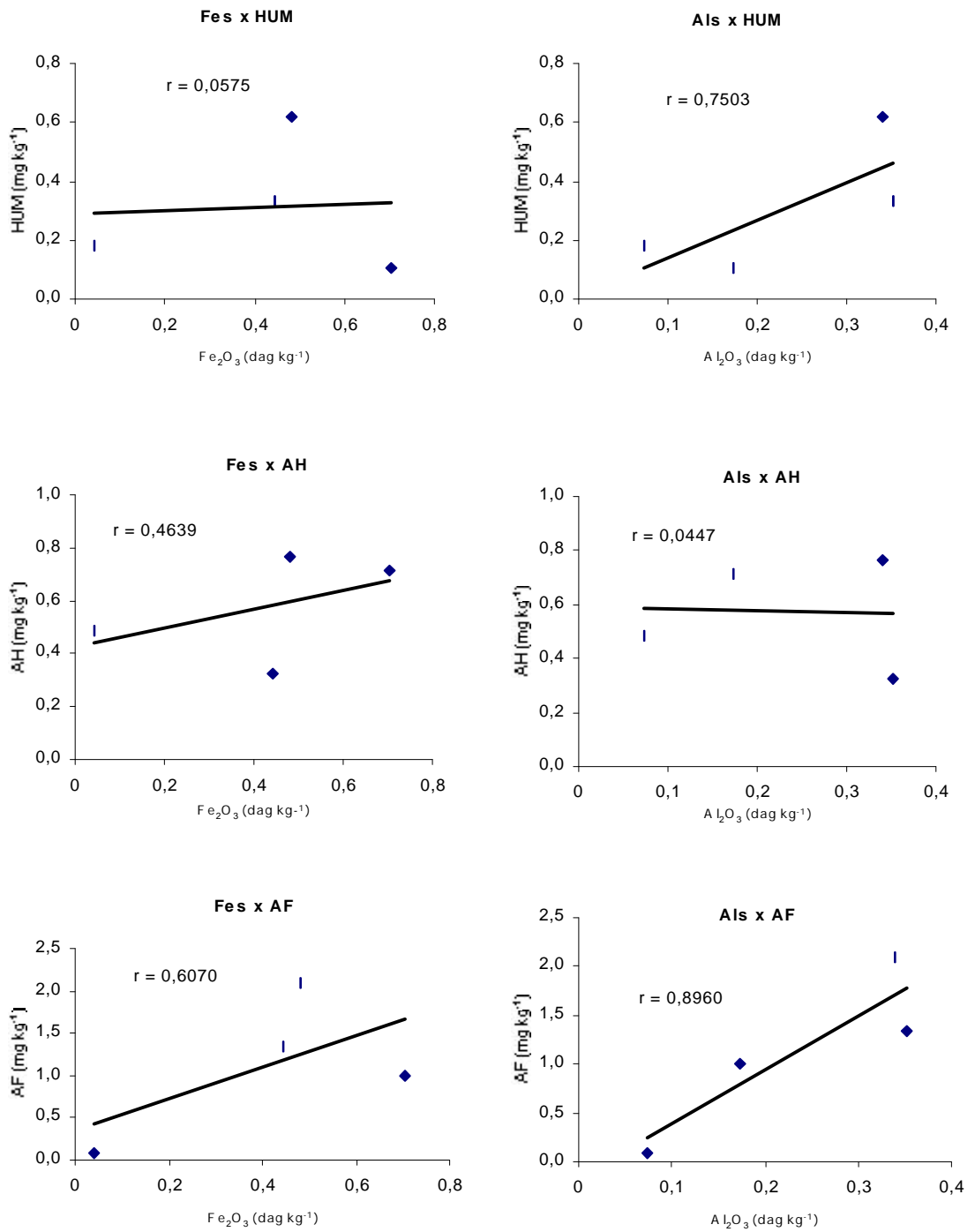


Figura 19 – Relações entre o ferro e o alumínio extraídos pelo ataque sulfúrico com as frações húmicas dos Espodosolos.

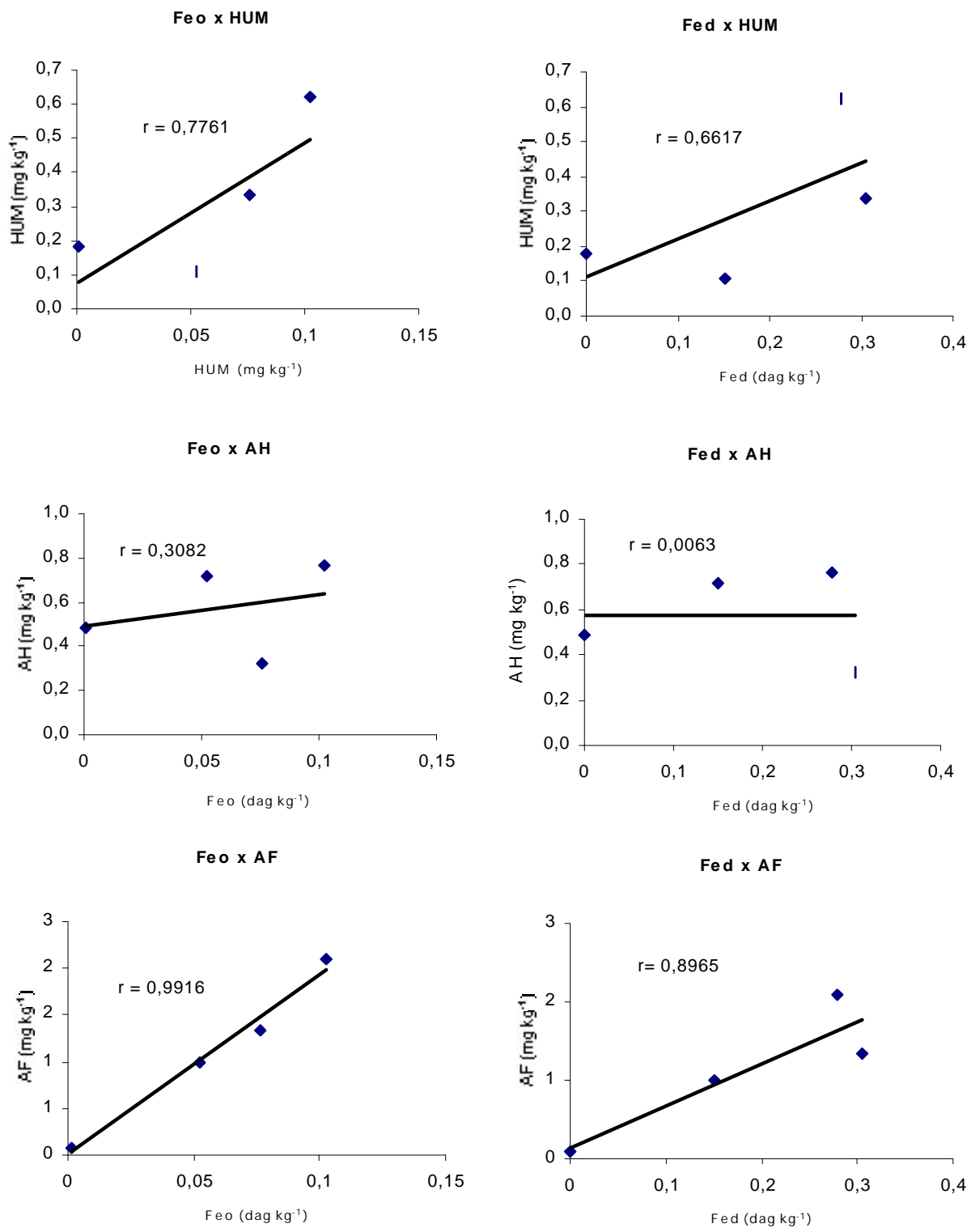
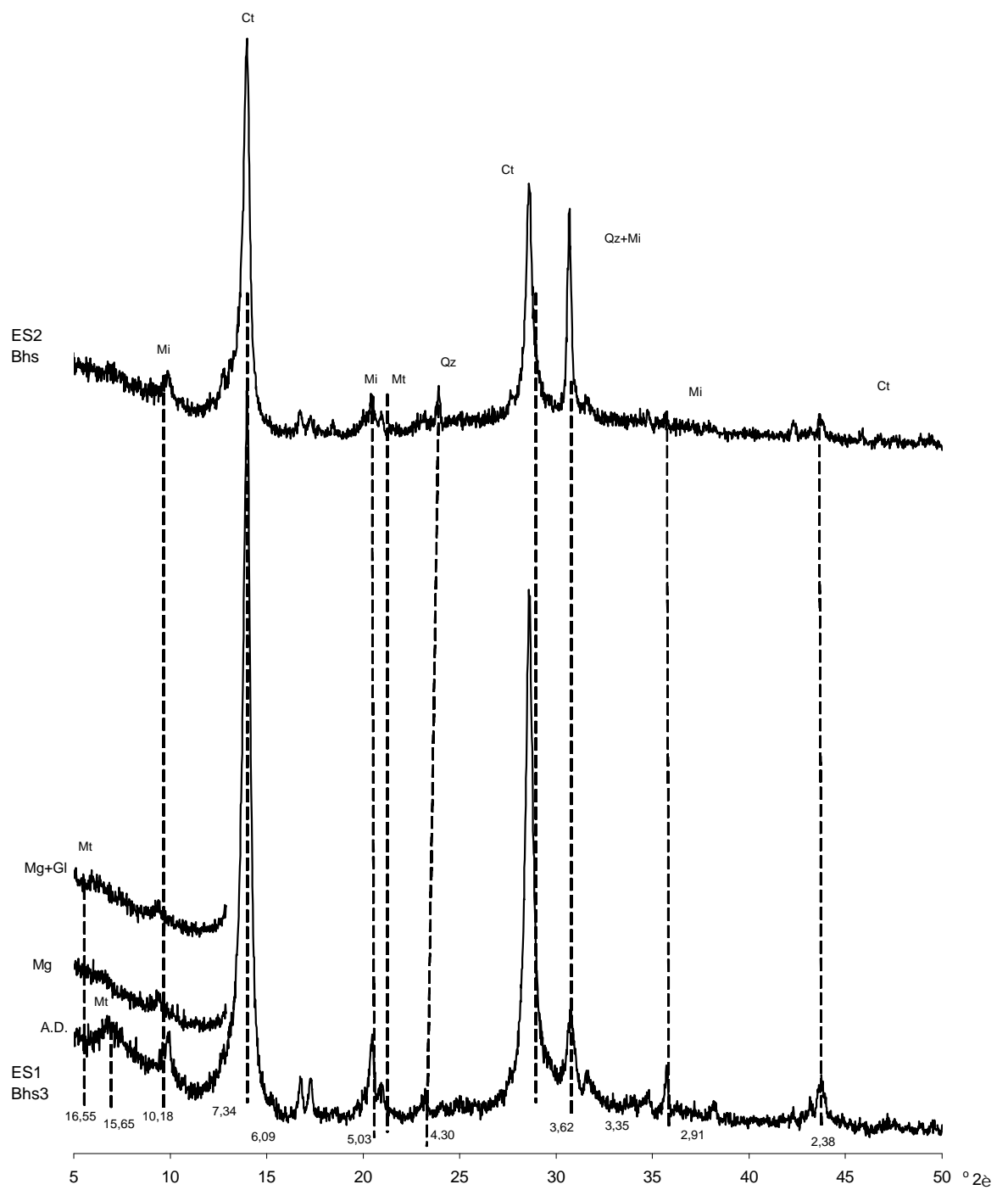


Figura 20 – Relações entre o ferro extraído pelo oxalato e pelo ditionito com as frações húmicas dos Espodosolos.



Ct-caulinita, Mi-micas, Qz-quartzo, Mt-montmorilonita

Figura 21 – Difratogramas da fração argila dos Espodossolos estudados, com argila desferrificada (A.D.), e tratamentos com magnésio (Mg) e magnésio + glicerol (Mg+Gl.).

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estudados 5 Gleissolos de mangue ao longo do Rio Almada, e 3 Espodossolos de restingas, em Ilhéus-BA. Avaliou-se, também, a composição química de algumas plantas de manguezais e foram realizadas entrevistas com habitantes de 2 comunidades localizadas neste ecossistema. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

Os solos de mangue, devem ser assim chamados por apresentarem, além da vegetação, processos pedogenéticos marcantes, predominantemente a gleização.

Quanto à classificação dos solos de mangue, o solo M3 foi classificado como Gleissolo Sáfico, os solos M1, M2 e M5, como Gleissolos Tiomórficos e o solo M4, como Gleissolo Melânico. Os solos de restinga foram classificados como Espodossolos Ferrocárbicos. O solo ES2 foi, ainda, enquadrado no terceiro nível categórico como Espodossolo Ferrocárbico hiperespesso, correspondendo ao Podzol Gigante.

A queda do pH no solo seco (TFSA) é marcante nos solos M1, M2 e M5, atingindo valores menores que 3, constituindo o caráter tiomórfico. A condutividade elétrica (C.E.) chegou a valores de até  $27 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondendo ao caráter sáfico.

Apesar de muito lamacentos, os Gleissolos de mangue apresentaram textura média ou mais grosseira. Os Espodossolos de restinga são essencialmente arenosos.

A mineralogia da fração argila dos Gleissolos é composta de caulinita, mica e minerais expansivos 2:1. Destaca-se ainda, a presença de pirita, condizente com as condições de hidromorfismo e influência marinha nestes solos. A fração silte, além da caulinita, micas e pirita, apresentou também o quartzo.

O solo M4 apresenta diferenças marcantes em relação aos demais solos. A mineralogia da fração argila, além de caulinita e mica, apresentou vermiculita com hidróxi entre camadas e goethita e ilmenita na fração silte. Os teores de ferro, alumínio e silício são mais elevados que os demais e a presença de sais é mínima, o que explica a vegetação de aninga (*Montrichardia arborescens*), não exclusiva de ambientes de mangue em detrimento das plantas adaptadas.

Para os solos de mangue houve tendência de aumento dos teores de sais solúveis da cabeceira em direção à foz do rio Almada. Esta tendência foi observada também nas camadas mais profundas, apresentando salinidades mais elevadas que as camadas superficiais.

A matéria orgânica dos solos de manguezais mostra amplo domínio da humina, condizentes com a drenagem deficiente do ambiente. A vegetação rica em tanino talvez também esteja contribuindo para o incremento da fração humina em relação às demais.

Os Espodosolos apresentaram como minerais da fração argila a caulinita, micas, sendo que o ES1, apresentou também traços de minerais 2:1 expansíveis e o solo ES2, quartzo.

A profundidade do horizonte espódico do ES2 parece estar relacionada, além de sua textura composta de areia grossa, à maior distância em relação ao mar, estando menos sujeito à contribuições de íons metálicos por sprays marinhos.

A restinga arbórea (solo ES3), indica ter seu porte elevado, tipicamente florestal, fortemente influenciado pela ciclagem de nutrientes, que é evidenciado pela presença de um horizonte "O" muito rico, aliado às condições de drenagem restrita, que mantém o lençol freático próximo à superfície.

Não foram detectados níveis preocupantes de elementos-traço tanto nos solos de mangue e restingas.

As plantas de manguezais apresentam o sódio como o elemento em maior teor nas folhas, mostrando a influência da água do mar e tolerância das espécies

adaptadas ao meio salino. Não foi detectada a presença de elementos-traços em níveis preocupantes no material vegetal estudado.

O grau de escolaridade dos habitantes nas duas comunidades é muito baixo, quando muito têm formação primária. Isto confirma que a atividade de cata e pesca no mangue sempre foi feita por pessoas de baixo nível social, não sendo uma atividade econômica de vulto. Talvez esta seja uma das razões da pouca citação bibliográfica de exploração ou convivência do homem com o mangue.

As entrevistas demonstraram dois tipos de “habitantes do mangue”. Na comunidade de Acuípe a população é extremamente dependente dos recursos do ecossistema, seja na renda mensal, seja na alimentação. Já em São Domingos, a população que vive diretamente no ecossistema utiliza-o na maioria dos casos como terreno para moradia, não utilizando, ou utilizando muito pouco as fontes de proteínas animais como caranguejos e peixes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. A. B. Solos Orgânicos Salinos Tiomórficos: Influência da Calagem, sob Drenagem Controlada nas Características Químicas do Solo e na Produção e Composição Mineral de *Brachiaria decumbens*, *Panicum repens* L. e Cana-de-açúcar. Campos dos Goytacazes, R.J.: UENF, 1997. 82 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1997.
- ARAÚJO, D. S. D. Comunidades vegetais. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCO, B., org. Restingas: origem, estruturas, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 157.
- ARAÚJO, D. S. D., HENRIQUES, R.P.B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCO, B., org. Restingas: origem, estruturas, processos. Niterói, CEUFF 1984. p. 159-175.
- ARAÚJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. de. A natureza das restingas. Ciência Hoje, 6:42-48, 1987.
- ARCANJO, J. B. A. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Itabuna. Folha SD. 24-Y-B-VI. Estado da Bahia. Brasília: CPRM, 1997. 276 p.
- AVÉ-LALLEMANT, R., 1812-1884. Viagens pelas províncias da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe: 1859/ Robert Avé-Lallemant-Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.
- BENITES, V. M. Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da Serra do Brigadeiro, Zona da Mata mineira. Viçosa, MG, 1998. 123p. Dissertação (mestrado).
- BORGGGAARD, O. K. Phase identification by selective dissolution techniques. In: NATO ADVANCED STUDY INSTITUTE ON IRON IN SOILS AND CLAY MINERALS, 1988, Bad Windsheim. Iron in soils and clay minerals. Dordrecht, Netherlands: Reidel, 1988. p. 83-98.

- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. Rev. Ceres, v. 21 : p.73-85, 1974.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisa Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1958. 350p. (SNPA Boletim 11).
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB. 22. Macapá; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. paginação irregular.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.24 Salvador; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 624p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.4 Rio Doce; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra/Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro: IBGE, 1987. 548p.
- CARDOSO, I. M. Percepção e uso, por pequenos agricultores, dos ambientes de uma microbacia no município de Ervália-MG. Viçosa, MG: UFV, 1993. 195p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- CARMO, T. M. S. Os manguezais ao norte de Vitória, Espírito Santo. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 3). Cananéia-SP. p.173-194. 1987.
- CARVALHO, I.G. Fundamentos da Geoquímica dos Processos Exógenos. Salvador, BA: Bureau. 293p. 1995.
- CINTRÓN, G. Caracterización y manejo de áreas de manglar. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 3). Cananéia-SP. p.77-97. 1987.
- CLOUGH, B. F. Primary productivity and growth of mangrove forests. In: ROBERTSON, A. I., ALONGI, D. (Eds.). Tropical Mangrove Ecosystems, coastal and estuarine series. American Geographical Union, Washington, D.C., 41, 1992.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2001. 73p.+apend.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas (vol. V). Rio de Janeiro, Imprensa nacional. 1984. 687 p.
- COSTA, C., RESENDE, M. Guiné-Bissau: O ambiente agrícola, o homem e o uso da terra. Porto, Portugal: Clássica, 1994. 290p.

- CUZZUOL, G. R. F., CAMPOS, A. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do rio Mucuri, Bahia, Brasil. Rev. Bras. Biol. V. 24 (2). p. 227-234, 2001.
- DE CONINCK, F. Major mechanisms in formation of spodic horizons. Geoderma, v. 24, p. 101-128, 1980.
- DENT, D. Acid sulphate soils: a baseline for research and development. Int. Inst. For Land Reclamation and Improvement, 1986. 203p. (Public, 39)
- DENT, D., PONS, L. J. A world perspective on acid sulfate soils. Geoderma, v. 67, p. 263-276, 1995.
- DIEGUES, A C. Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 3). Cananéia-SP. p.196-243. 1987.
- DRIESSEN P. M., DUDAL, R. Lectures notes on the geography, formation, properties and use of the major soils of the world. Netherlands and Belgium, 1989.295 p.
- EDELMAN, C. H. Soils. Soil Sci. V. 74. p. 15-20, 1952.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, 1973. 301p. (EMBRAPA/DPP. Boletim Técnico, 28-DRN- SUDENE. Série Pedologia, 16.)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisas Pedológicas. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Sergipe. Recife, 1975. 506p. (EMBRAPA/ CPP. Boletim Técnico, 36-SUDENE/DRN. Série Recursos Solos, 6.)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro. Reunião de classificação, correlação e Interpretação de aptidão agrícola dos solos, 1979. 276p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro. Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola de solos do município do Rio de Janeiro. 1980. 389p. (Boletim Técnico 66)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Brasília: EMBRAPA. 1995. 101p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de Solos. Brasília:Embrapa. Produção de informação, Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 1999. 412p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service Soil Survey Laboratory Staff. Soil survey laboratory methods manual. 3 ed. Washington, DC. 1996.(Soil Survey Investigation Report 42)
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Natural Resources Conservation Service. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Second Edition. Washington, DC.1999. 869 p.
- FERNANDES, A. Fitogeografia brasileira. Fortaleza: Multigraf, 1998, 340p.
- FIDELMAN, P. I. J. Impactos ambientais: Manguezais da zona urbana de Ilhéus. <http://www.members.tripod.com/oceanog> (outubro/2001)
- FIELD, C. Razonamiento para la restauración de ecosistemas de manglar. In: FIELD, C. (Ed.). Sociedad Internacional para Ecosistemas de Manglar, Okinawa, Japão. 1997. p. 28-36.
- FRANKS, T., FALCONER, R. Developing procedures for the sustainable use of mangrove systems. Agric. Wat. Mgmt., 40, 1999. p. 59-64.
- FURUKAWA, K., WOLANSKI, E., MUELLER, H. Currents and transport in mangrove forests. Estuarine, Coastal and Shelf Science 44, 1997. p. 301-310.
- GOMES, J. B. V. Caracterização, gênese e uso de solos de três sítios de restinga sob diferentes coberturas vegetais no Estado do Rio de Janeiro. Viçosa, MG, 1995. 158p. Dissertação (mestrado).
- GOMES, J. B. V.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B., MENDONÇA, E. S. Dinâmica de substâncias húmicas, ferro e alumínio. Pesq. Agropec. Bras., v. 33, n.11, 1998. , p. 1921-1932.
- GUIMARÃES, L. M. P. Memórias partilhadas: os relatos dos viajantes oitocentistas e a idéia de “civilização do cacau”. In: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Histórias, Ciência, Saúde: Manguinhos- v. 3. 2001. p. 1059-1070.
- HART, M. G. R. Sulphur oxidation in tidal mangrove soils of Sierra Leone. Plant and Soil, 11 (3), 1959. p. 215-236.
- HAYES, M. H. B.; MACCARTHY, P.; MALCOLM, R. L. et. Al. The search for structure: setting the scene. In: HAYES, M. H. B. et al. (Ed). Humic substances II: In search of structure. Chichester: John Wiley, 1989. 764p.

- JACOMINE, P. K. T. Sistema brasileiro de classificação de solos: evolução, estruturação e definição das classes de 1º nível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1999, Brasília. Anais... Brasília: SBCS/EMBRAPA/UnB, 1999
- KÄMPF, N. & SCHWERTMANN, U. The 5-M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. *Clays Clay Miner.*, 30:401-408, 1982.
- KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: Indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.). *Tópicos em Ciência do Solo V. 1.* Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG. 2000
- LACERDA, L. D.; REZENDE, C. E.; VILLELA JOSÉ, D. M.; FERNANDES FRANCISCO, M. C. Metallic composition of mangrove leaves from the southeastern brazilian coast. *Rev. Bras. Biol*, 46(2): 395-399. 1986.
- LACERDA, L. D.; ITTEKKOT, V.; PATCHINEELAM. Biogeochemistry of mangrove soil organic matter: a comparison between *Rhizophora* and *Avicennia* soils in south eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40. p. 713-720. 1995.
- LACERDA, L. D. Trace metals in mangrove plants: Why such low concentrations? In: *Mangrove Ecosystem in Latin America and Africa.* LACERDA, L. D.; DIOP, H. S. UNESCO. 1998. p. 171-178.
- LANI, J. L. Deltas do rio Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Viçosa, MG: UFV, 1998. 169p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal.* Trad. de Carlos Henrique B. de A. Prado. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.
- LEÃO, Z. M. A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical coast of Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, v.41 (1-6), 2000. p. 112-122.
- LUGO, A. E. Avances y prioridades de investigación em manglares. In: *Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 3).* Cananea-SP. p. 59-76. 1987.
- MACFARLANE, G. R., BURCHETT, M.D. Zinc distribution and excretion in the leaves of the grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *Envir. Expl. Bot.*, 41: 167-175, 1999.
- MACFARLANE, G. R. Leaf biochemical parameters in *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh as potencial biomarkers of heavy metal stress in estuarine ecosystems. *Mar. Poll. Bull.*, 44:244-256. 2002.
- MACIEL, N.C. Os manguezais e as unidades de preservação no Brasil. In: *Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 1).* Cananea-SP. p.149-172. 1987.

- MARQUES, A. F. S. M. Geoambientes, solos, avaliação e uso atual das terras na bacia do rio Alcobaça, MG e BA. Viçosa, MG: UFV, 2000. 167p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MASTALLER, M. Resumo da literatura sobre conceitos do uso de áreas do mangue com referência especial para a aquicultura artesanal. IBAMA, [1987] 78p.
- McKEAGUE, J.A & DAY, J.H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soil. *Can. J. Soil Sci.*, 46:13-22, 1966.
- MEHRA, J.P. & JACKSON, M.L. Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.*, 7: 317-327, 1960.
- MOURA-FILHO, G. Caracterização e uso de solos arenosos associados à foz do rio São Francisco, no litoral sul de Alagoas. Viçosa, MG: UFV, 1998. 169p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- NASCIMENTO, S.A. Ecofisiologia do manguezal. Aracaju-SE, 1997/1998. Apostila. 53p.
- NEVES, J. C. L. Produção e partição de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo. Campos dos Goytacazes, R.J.: UENF, 2000. 191 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2000.
- OLIVEIRA, J.B., JACOMINE, P.T.K., CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- PANITZ, C. M. N. Decomposição de serrapilheira produzida por um manguezal. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol.1). Cananeia-SP. p. 102-116. 1987.
- PEDROSA, C. Manguezais. In: Tipos e Aspectos do Brasil: excertos da Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 1963. 7 ed. p 256-261.
- PONNAMPERUMA, F. N. Effects of flooding on soils. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.) *Flooding and plant growth*. Academic Press. 1984. p. 9-45.
- PONS, L. J.; ZONNEVELD, I. S. Soil ripening and soil classification. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen. 128 p, 1965. (Publication 13)
- PRADA-GAMERO, R. M. P. Mineralogia, físico-química e classificação dos solos de mangue do rio Iriri no canal de Bertioga (Santos,SP). Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. 76p. Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo, 2001.

- RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B., CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1997. 304p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN-MOLERO, G., SOARES, M. L. G., DE-ROSA, T. Brazilian Mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management. (3), 2000. p. 561-570.
- SCHNEIDER, M. J. et al. Caracterização química e física de solos em ambiente de mangue no município de Ilhéus-Bahia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS, 2000, Ilhéus. Anais... Ilhéus: SBCS/UESC, 2000.
- SCHWERTMANN, U. Inhibitory effect of soil organic matter on the cristalization of amorphous ferric hydroxide. Nature., V. 212, n. 5062, p. 645-646, 1966
- SCHWERTMANN, U. The effect of environments on iron oxide minerals. Adv. Soil Sci., V. 1, n. 1, p. 172-200, 1985
- SILVA, S. M. Diagnósticos das restingas do Brasil. Última atualização :junho/2000. <http://www.bdt.org.br> (abril/2002)
- SOUZA-JÚNIOR, V. S. Caracterização, gênese e manejo de solos tiomórficos da várzea do Rio Coruripe, estado de Alagoas. Recife-PE: UFRPE, 1999. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCO, B., org. Restingas: origem, estruturas, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p15-25.
- TAM, N. F. Y.; WONG, Y. S. Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater. Envir. Pollut. 94(3):p. 283-291. 1996.
- VAN BREEMEN, N., BUURMAN, P. Soil Formation. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1998. 377p.
- VANUCCI, M. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. Trad. De D. Navas-Pereira. São Paulo: EDUSP, 1999. 233p.
- VENTURINI, A. C.; OFRANTI, A. M. S.; VAREJÃO, J. B. M. Aves e mamíferos na restinga: Parque estadual Paulo César Vinha-Setiba, Guarapari-ES. Vitória: Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, 1996.
- WOODROFFE, C. Mangrove Sediments and Geomorphology. In: ROBERTSON, A. I., ALONGI, D. (Eds.). Tropical Mangrove Ecosystems, coastal and estuarine series. American Geographical Union, Washington, D. C., 41, 1992. p. 7-41.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v. 19, n. 13, p. 1467-76, 1988.

ZHENG, W.; WANG, W.; PENG, L. Dynamics of element contents during the development of hypocotyls and leaves of certain mangrove species. *Journ of Exper. Mar. Biol. and Ecol.* 233: p. 247-257. 1999.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

## **ENTREVISTAS COM A COMUNIDADE DOS MANGUEZAIS**

As entrevistas foram realizadas na forma de conversa informal, procurando responder aos seguintes requisitos, separadas aqui apenas para fins didáticos

### **A-Família**

- 1-Quantos membros fazem parte desta família?
- 2-Há quanto tempo moram na área de manguezal?
- 3-De que a família se alimenta?
- 4-Exploream o manguezal? De que maneira?
- 5-Quantas pessoas integram a atividade de exploração?
- 6-Qual a função da mulher e dos filhos na família? Têm participação de renda?

### **B-Moradia**

- 1-Qual o tipo de casa que mora?
- 2-Quantos cômodos tem a casa?
- 3-Como adquiriu o imóvel ou área do imóvel?
- 4-Há quanto tempo mora aqui? Quantas pessoas moram na residência?
- 5-Tem energia elétrica? É regularizada?
- 6-Tem água encanada? De onde vem a água? É a mesma usada para beber? Ferve ou filtra?
- 7-Tem tratamento de esgoto? Para onde é lançado este esgoto? Existe banheiro? E fossa?
- 8-Tem coleta de lixo regular?
- 9-Você está satisfeito com as condições da sua rua? O que gostaria que mudasse?
- 10-Os órgãos públicos oferecem condições de melhoramento?

### **C-Doenças locais**

- 1-Quais as principais doenças que atingem a comunidade local?
- 2-Qual o grupo de pessoas mais atingido?
- 3-Com que frequência estes surtos aparecem? Têm relação com alguma época do ano?
- 4-Têm consciência da possível existência de relação das doenças com as condições locais.
- 5-A família é assistida pelos órgãos de saúde pública de maneira regular?
- 6-Qual a doença que acometeu os moradores nos últimos 15 dias?

#### **D-Cultura e conhecimentos tradicionais**

- 1- Qual o nível de escolaridade da família?
- 2- Quantos estabelecimentos educacionais existem na comunidade?
- 3- As crianças da família freqüentam a escola?
- 4- Quais as principais crenças e mitos populares do local?
- 5- Há uso de rezas e/ou benzições como auxílio na exploração do manguezal?
- 6- Existe alguma consideração, por parte do entrevistado, sobre a influência da lua no mangue e seus produtos exploráveis?

#### **E-Produto explorado**

- 1- Qual principal(is) produto(s) explorado(s) neste manguezal?
- 2- Qual a melhor época de exploração?
- 3- Como é feita a exploração? Há seleção, por tamanho ou outros fatores, dos produtos explorados?
- 4- Esta exploração, em termos quantitativos e qualitativos, já foi melhor?
- 5- Comercializa os produtos explorados ou é só para consumo próprio?
- 6- Onde são comercializados os produtos explorados?
- 7- Quais os preços de venda destes produtos?
- 8- O que é feito com os produtos explorados em épocas de pior comercialização?
- 9- Já explorou o mangue com agricultura?
- 10- O que acha da exploração do mangue para a exploração de madeira?

#### **F-Influência climática**

- 1- Qual a principal influência do clima na exploração do mangue?
- 2- De que maneira a exploração é alterada pelo clima?>
- 3- A comercialização dos produtos explorados é afetada pelo clima?
- 4- Em termos quantitativos, qual o percentual de diminuição da venda dos produtos explorados sob influência do clima?
- 5- Tem notado alguma alteração do clima local?

#### **G- Economia**

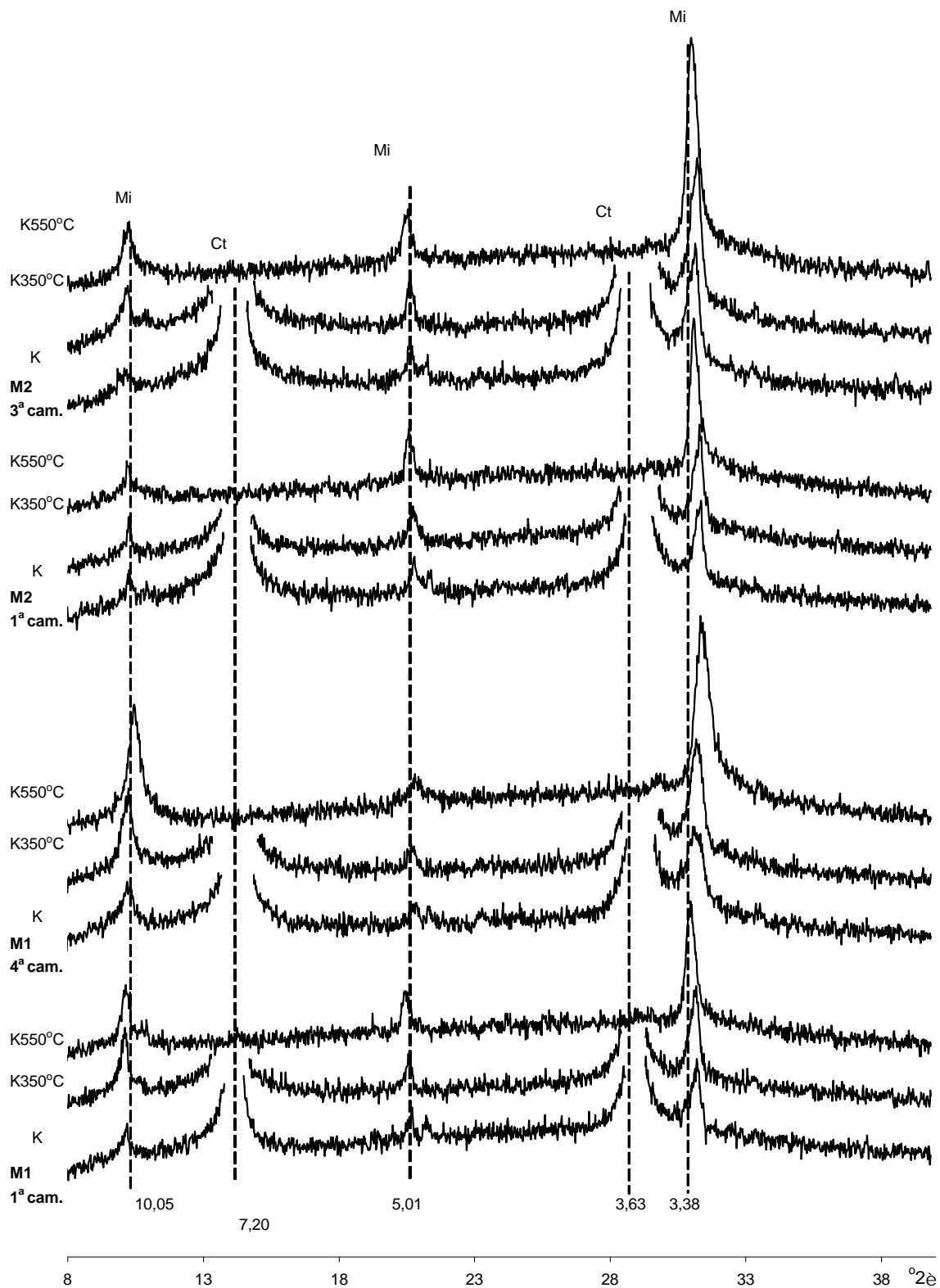
- 1- Possui alguma outra fonte de renda, além da exploração do manguezal?
- 2- Quais as condições de trabalho do entrevistado?
- 3- Todos em casa trabalham? Crianças também? Em que?
- 4- Qual a renda bruta da família?
- 5- Já teve alguma linha de crédito? O que achou?
- 6- Isto foi, ou é importante para melhorar sua vida?
- 7- Se usou, teve que pagar juros? Compensou?

## **APÊNDICE B**

Quadro 1- Características químicas e físicas de solos de manguezais em diversos locais no Brasil, segundo diversas fontes

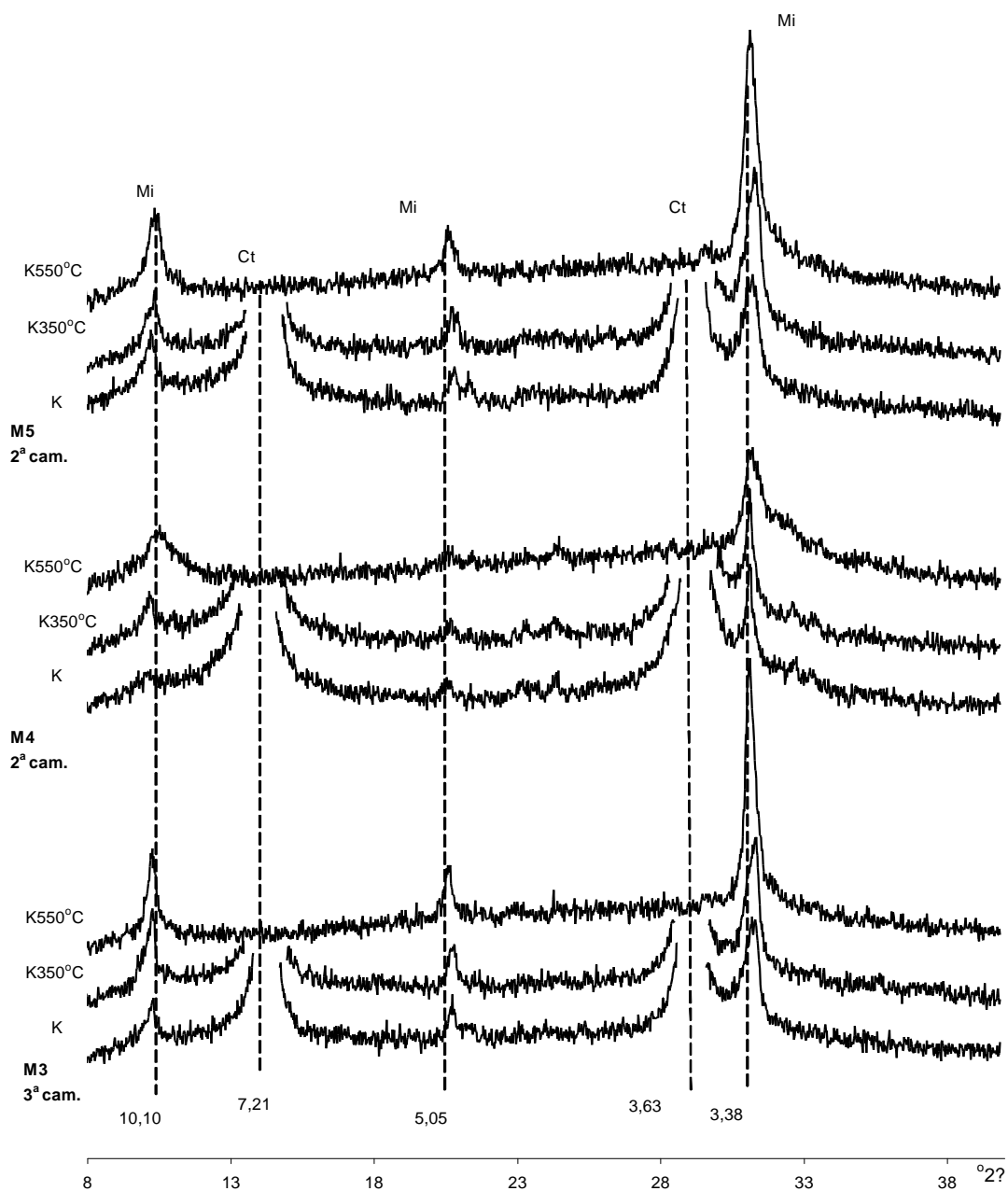
Hor.	Prof.	Características químicas																	Características físicas							
		pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Rotina H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	V	m	Pst	P	Corg.	SiO <sub>2</sub>	Ataque sulfúrico Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	areia	silte	arg.	ADA	GF		
						cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup>						%					mg.kg <sup>-1</sup>					dag.kg <sup>-1</sup>				
BRASIL, 1974 – Amapá																										
A <sub>1</sub>	0-18	5,0	3,60	10,80	0,29	1,00	15,69	4,48	0,80	20,97	75	5	5	11	1,66	19,00	11,22	6,18	2,88	5	55	40	18	55		
A <sub>3</sub>	18-45	5,1	2,60	8,50	0,30	1,22	12,62	1,25	0,40	14,27	88	3	9	12	0,59	18,52	10,20	7,58	3,09	18	45	37	34	81		
C <sub>g</sub>	45-95	5,1	3,20	10,40	0,33	1,22	15,15	1,25	0,40	16,80	90	3	7	18	0,54	20,94	10,71	8,37	3,32	10	51	39	22	44		
GAMERO, 2001 – São Paulo																										
	0-10	5,6	5,2	13,0	0,89	13,8	32,89	4,80	0,2	37,89	87	1	36	49	0,81					43	31	26				
	20-30	4,9	4,1	8,0	0,85	9,43	22,38	9,40	0,7	32,48	69	3	29	18	1,39					51	26	22				
	40-50	5,2	3,9	9,0	0,79	9,32	23,01	6,30	0,3	29,61	78	1	31	18	1,57					56	21	22				
	60-80	6,5	14,0	14,0	1,46	14,9	44,36	0,90	0,1	45,36	98	0	33	73	0,31					20	25	55				
	0-10	6,3	6,0	11,5	1,04	11,5	30,04	5,40	0,1	35,54	85	0	32	22	1,68					69	15	17				
	20-30	6,4	3,6	7,0	0,59	8,86	20,05	5,60	0,1	25,75	78	0	34	10	0,81					73	15	13				
	40-50	4,6	3,5	4,5	0,53	5,87	14,40	7,50	0,6	22,80	63	4	26	97	0,34					71	14	14				
	60-80	5,5	10,7	7,5	0,77	7,82	26,79	7,20	0,3	34,29	78	1	23	33	0,37					52	19	29				
	0-10	4,8	5,4	9,0	1,00	6,33	21,73	8,00	0,7	30,43	71	3	21	19	1,86					25	45	30				
	20-30	5,4	4,7	9,5	0,87	7,13	22,20	6,80	0,3	29,30	76	1	24	28	1,97					27	42	31				
	40-50	4,6	3,2	9,0	1,32	8,63	22,15	6,30	1,0	29,45	75	4	29	32	0,36					11	42	47				
	60-80	4,6	2,6	9,0	1,37	10,93	23,90	5,40	1,8	31,10	77	7	35	35	0,20					32	30	38				
MARQUES, 2000 – Bahia																										
A	0-30	4,9	3,5	2,0	2,35	0,27	8,12	5,3	0,0	13,42	60	0	2	13	6,21					35	28	37	11	70		
C <sub>g1</sub>	30-60	4,7	4,7	2,0	2,32	0,42	9,44	6,2	0,1	15,74	60	1	3	13	5,00					45	24	30	7	77		
C <sub>g2</sub>	60-100	6,1	4,8	2,0	1,96	0,37	9,13	0,0	0,0	9,13	100	0	4	44	5,10	15,62	12,96	3,68	2,05	46	24	30	6	80		
SCHNEIDER, 2000 - Bahia																										
	0-20	3,0	6,60	15,20	0,18	13,7	35,68	34,98	29,19	99,85	36	45	14	115	5,54					66	25	9	13	-44		
	0-20	5,5	4,02	2,63	0,32	0,06	7,03	6,66	0,35	14,04	50	5	0	6	1,77					64	24	12	9	25		
	20-40	2,9	5,29	2,28	0,15	0,03	7,75	20,75	17,83	46,33	17	70	0	5	2,18					68	22	10	9	10		

## **APÊNDICE C**



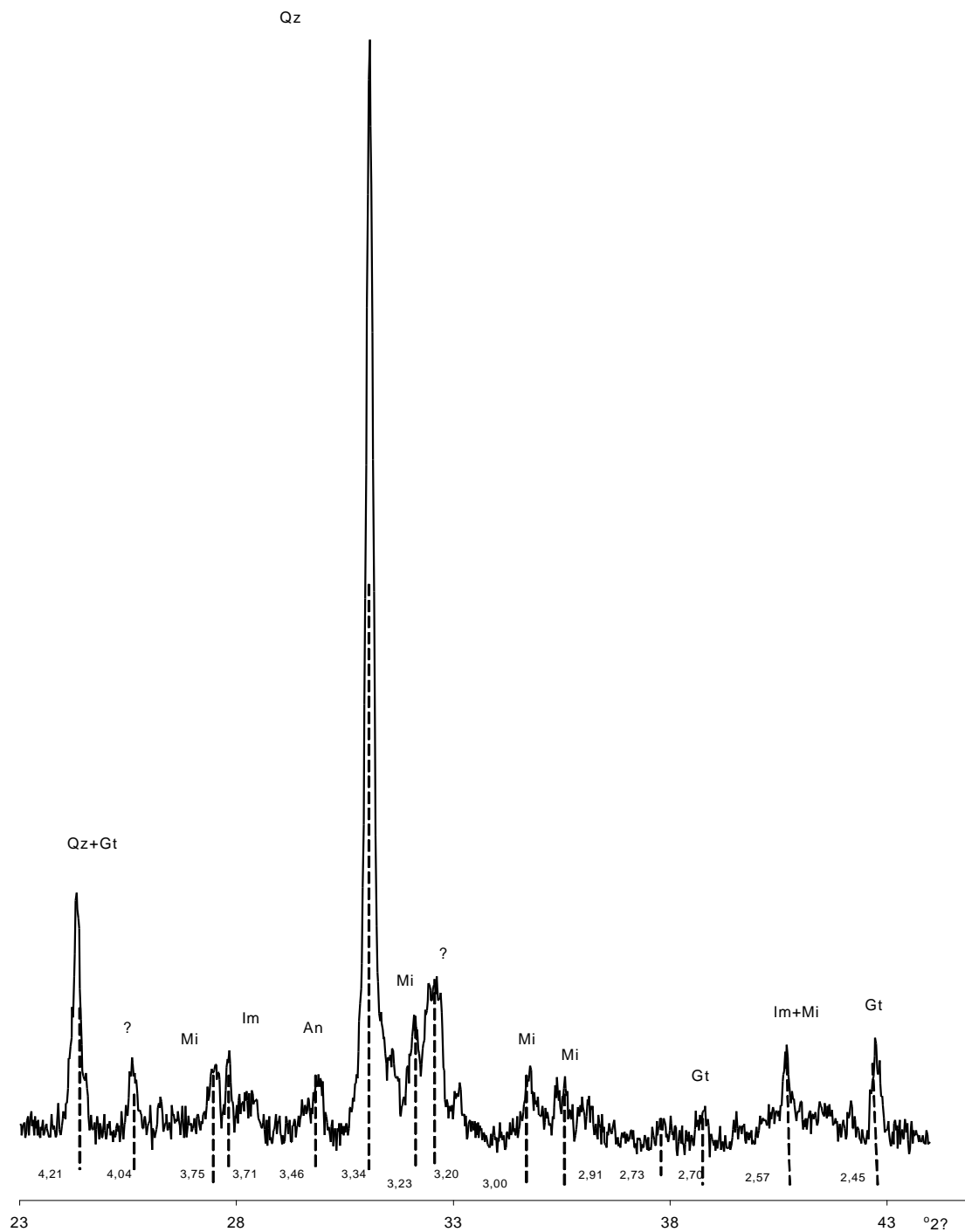
Ct-caulinite, Mi-micas

Figura 1– Difratoigramas de raios-X da fração argila da dos solos M1 e M2, com os tratamentos com potássio à temperatura ambiente, 350° e 550° C.



Ct=caulinite, Mi-micas

Figura 2– Difratoogramas de raios-X da fração argila dos solos M3, M4 e M5, com os tratamentos com potássio à temperatura ambiente, 350° e 550° C.



Qz-quartzo, Mi-micas, Gt-goethita, Im-ilmenita, An-anatásio

Figura 3– Difratomogramas de raios-X da fração silte do solo M4, tratada com NaOH 5 M para concentração de óxidos de ferro.