

MOMADE MAMUDO IBRAIMO

**AMBIENTES, RELAÇÃO SOLO-HOMEM, PEDOGÊNESE E ADSORÇÃO
DE FÓSFORO EM SOLOS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA,
MOÇAMBIQUE**

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 “*Doctor Scientiae*”

VIÇOSA
Minas Gerais - Brasil
2004

MOMADE MAMUDO IBRAIMO

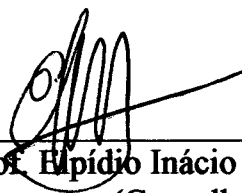
**AMBIENTES, RELAÇÃO SOLO-HOMEM, PEDOGÊNESE E ADSORÇÃO
DE FÓSFORO EM SOLOS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA,
MOÇAMBIQUE**

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
“*Doctor Scientiae*”

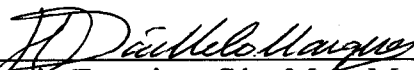
APROVADA: 19 de abril de 2004.



Prof. João Carlos Ker
(Conselheiro)



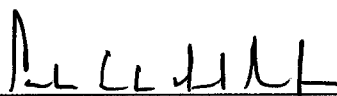
Prof. Elpídio Inácio Fernandes Filho
(Conselheiro)



Prof. Antonio Francisco Sá e Melo Marques



Prof. Fernando Cartaxo Rolim Neto



Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa concedida através da cooperação educacional do programa PEC-PG.

À Universidade Federal de Viçosa, em particular ao Departamento de Solos pela oportunidade que me foi dada de prosseguir no Doutorado.

À Coordenação da Pós-graduação do DPS, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e Assessoria Internacional da UFV, pelo devido acompanhamento prestado durante o curso.

Ao professor e à pessoa Carlos Ernesto Reynaud Schaefer, pela orientação, pelos ensinamentos, pelo apoio e amizade junto a sua família, aqui vão os meus sinceros agradecimentos.

Ao professor e à pessoa João Carlos Ker, pelo empenho, aconselhamento, pelos ensinamentos, pelo apoio e pela amizade os meus agradecimentos.

Ao professor Elpídio Inácio Fernandes Filho pela dedicação, pelo aconselhamento e atenção dispensados.

Aos professores Antônio Francisco Sá Melo Marques e Fernando Cartaxo Rolim Neto, pelas valiosas sugestões.

Ao Doutor Calisto Bias, Director do Instituto Nacional de Investigação Agronômica pelo apoio incondicional que sempre prestou.

Ao Doutor Manuel Vicente Amane, pelo empenho pessoal e funcional para que esse projeto de tese fosse viável em Moçambique.

Ao Doutor Wayne L. Haag, “Country Director”, da Sasakawa Global 2000 (SG 2000), pelo apoio financeiro nos trabalhos de campo em Moçambique.

À todos os Professores do DPS: Ivo Jucksch, Irene Maria Cardoso, João Lani, Eduardo Mendonça, Luís Dias, Liovando Marciano da Costa, Walter Abrahão, Jaime Melo, Hugo Ruiz, Victor Hugo, Anor, Júlio, Nairan, Maurício e Roberto Novais, Renildes Fontes, Jairo e Gomide pela atenção e convívio.

Ao senhor Juliano Maria Saranga, Secretário de Estado do Caju – Ministério da Agricultura – Moçambique, pelo apoio que sempre me concedeu.

Aos alunos de Pós-graduação do DPS, pela gratidão deste curso em particular a todos os colegas dos anos 2000-2004, sem exceção.

À todos orientados do professor Carlos Ernesto, que compartilharam de forma compreensiva a sua tutela e sabedoria em seus nobres momentos, e na dedicação especial da Claudia diante a todos para com a nossa formação; a todos um agradecimento especial, dessa família.

À família Fernando Cartaxo sem deixar de citar sua esposa Estela e seus filhos Filipe, Lorena e Guilherme, pelo afeto.

Ao doutorando Waldir e sua família, pelo apoio, companheirismo, atenção e amizade sem medida; Às famílias de Juberto e Célia, Paulo César, Carlos Roberto S. Severo, Márcio, Maurício Santana e Ana, César Chagas, congratulo perante este trabalho, com meus votos sinceros de amizade e confiança.

Aos colegas, os estagiários Eliana de Sousa, Vando, Aretha, Luana e Mariana, graduandos que sempre estiveram comigo no labor infundável deste trabalho, meus sinceros agradecimentos especiais e desejo-lhes um bom futuro feliz.

Aos colegas, Elaine, Ricardo, Cristiane, Filipe, Meubles, Donagema, Walder, Emerson, Rozane, Marcelo Metri; pelo apoio e amizade.

A todos funcionários do DPS meus sinceros agradecimentos; em particular a Sônia, a Luciana, o Vicente, o Ladinho pelo todo apoio e convivência; à Júnia pela amizade, pelo apoio e correção de português.

Aos laboratoristas: Jorge, Zélia, Francisco, o malgrado Carlos Henrique, Carlos Fonseca, Bené, João, Renato, Braz e todos os funcionários de laboratório de rotina, Pedro lelis, cujo o apoio foi essencial para a realização deste trabalho.

Ao meu amigo Luís Eduardo Firmino, seus pais e irmão aqui deixo meus votos de confiança; e ao Júnior de Guaraciaba, e sua família, muito obrigado por tudo.

Aos meus amigos africanos, que vieram em busca de conhecimento, em particular o pessoal de Viçosa, muito obrigado pelo convívio. Meus sinceros agradecimentos ao Carvalho Carlos e família, ao Mpanzo e família, César Badji e família, ao Pedro e família, António José Batista e família, ao Enriques e família, ao André, pela luta continua.

Ao motorista do INIA, Ernesto Mussunda, pela condução e apoio nos trabalhos de campo em Moçambique, meus sinceros agradecimentos.

A todos estagiários do Laboratório de geoprocessamento do DPS: Aline, Rafaelle, Gilberto, Raquel, Fernanda, Joyce, meus sinceros agradecimentos.

Eu, Momade¹, e minha família, Paula, Nacir e Anifo no Brasil, meus filhos Inusso e Mônica em Moçambique, meus pais Mamudo Ibraimo e Fátima Buramo, meus irmãos Alifo, Zainadine, Amisse, Ismael, Salé e Ema, agradecemos pelo apoio, acolhimento e gratidão de todos.

Muito obrigado!

¹ Bolsista da CAPES/CNPq – IEL Nacional - Brasil

BIOGRAFIA

Momade Mamudo Ibraimo, filho de Mamudo Ibraimo e de Fátima Buramo, nasceu em 04 de outubro de 1964, na cidade de Maquival, Província de Zambézia, Moçambique.

Em dezembro de 1986, concluiu o Curso Técnico Médio Agrícola pelo Instituto Pedagógico Agroindustrial de Umbeluzi, em Maputo, Moçambique.

Em agosto de 1987, tornou-se extensionista de serviços provinciais do caju da Zambézia, Quelimane.

Em dezembro de 1997, concluiu o Curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em Março de 1998, iniciou o Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, nesta mesma instituição, concluindo em fevereiro de 2000.

Em Março de 2000, iniciou o Curso de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, nesta mesma instituição, defendendo a tese em 19 de abril de 2004.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
CAPITULO 1	1
ASPECTOS HUMANOS, ECONÔMICOS E POLÍTICOS RESULTANTES DO USO DOS SOLOS EM MOÇAMBIQUE COM ÊNFASE À PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. O comportamento do homem perante a natureza	4
3.2. Aspectos gerais Moçambique	6
3.2.1. Posse da terra.....	8
3.3. Meio ambiente e pobreza.....	9
3.4. Potencialidades agrícolas dos recursos naturais de Moçambique	10
3.5. Visão tradicional sobre os Recursos Naturais da Zambézia - Moçambique ..	11
3.5.1. Ecossistema Rural.....	12
3.5.2. Ecossistema Urbano.....	13
3.5.3. Ecossistema da zona costeira	14
4. CONCLUSÕES	15
5. BIBLIOGRAFIA.....	16
6. APÊNDICE	18

CAPITULO 2	24
AMBIENTES E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA	24
RESUMO	24
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. HIPÓTESE E OBJETIVOS	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Aptidão agrícola	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Geologia.....	37
4.2. Geomorfologia	39
4.3. Uso e cobertura da terra.....	39
4.4. Solos	43
4.5. Estratificação ambiental da província da Zambézia	43
4.6. Aptidão agrícola das terras da Zambézia.....	49
5. CONCLUSÕES.....	54
6. BIBLIOGRAFIA	55
7. APÊNDICE	58
CAPÍTULO 3	63
GÊNESE DE ALGUNS SOLOS EM DIFERENTES AMBIENTES DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE.....	63
RESUMO	63
1. INTRODUÇÃO.....	65
2. REVISÃO DE LITERATURA	66
3. OBJETIVOS.....	68
4. MATERIAL E MÉTODOS	69
4.1. Procedimentos de laboratório	72
4.2. Análises físicas.....	72
4.3. Análises químicas.....	72
4.3.2. Extração e determinação do complexo sortivo	72
4.3.3. Extração e fracionamento do carbono orgânico	74
4.3.4. Enxofre disponível e Enxofre do solo.....	74
4.3.5. Ataque sulfúrico.....	74
4.3.6. Óxidos de ferro extraídos pelo DCB	75

4.3.7. Ferro Oxalato.....	75
4.4. Difractometria de raios-X.....	75
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5.1. Minerais da argila.....	83
5.2. Micromorfologia	102
6. CONCLUSÕES.....	107
7. BIBLIOGRAFIA.....	108
8. APÊNDICE	112
8.1. Perfil 1	113
8.2. Perfil 2	114
8.3. Perfil 3	115
8.4. Perfil 4	116
8.5. Perfil 5	117
8.7. Perfil 7	119
8.8. Perfil 8	121
8.9. Perfil 9	122
CAPÍTULO 4	123
ATRIBUTOS QUÍMICOS E ADSORÇÃO DO FÓSFORO EM SOLOS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE.....	123
RESUMO	123
1. INTRODUÇÃO.....	125
1.1. Problema	126
1.2. Hipótese	127
1.3. Objetivos.....	127
2. MATERIAL E MÉTODOS	128
2.1. Caracterização da Província da Zambézia - Moçambique	128
2.2. Amostragem, extração e determinação do P	128
2.2.1. Fósforo disponível	129
2.2.2. Fósforo total.....	129
2.2.3. Fósforo remanescente (P-rem)	129
2.2.4. Capacidade máxima de adsorção de fosfato (CMAP).....	129
2.2.5. Índice de dessorção (FCP).....	129
2.2.6. A Extração sequencial de fósforo inorgânico (Pi).....	130
2.2.7. Fósforo oxalato de amônio.....	130
2.2.8. Fósforo extraído por citrato –ditionito-bicarbonato (P-DCB)	130
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	133
3.1. Adsorção e dessorção P	139
3.1.1. Capacidade máxima de adsorção de P.....	139
3.1.2. Capacidade tampão e Potencial de fosfato (Intensidade)	142

4. CONCLUSÕES	143
5. BIBLIOGRAFIA	144
6. APÊNDICE	148

RESUMO

IBRAIMO, Momade Mamudo, D.S.; Universidade Federal de Viçosa, abril de 2004. **Ambientes, relação solo-homem, pedogênese e adsorção de fósforo em solos da província da Zambézia, Moçambique.** Orientador: Carlos Ernesto Reynaud Schaefer; Conselheiros: João Carlos Ker e Elpídio Inácio Fernandes Filho

Na província da Zambézia, localizada no centro de Moçambique, os aspectos humanos, da geologia, geomorfologia, solos e aptidão agrícola foram discutidos de forma integrada. Os trabalhos foram realizados nos laboratórios do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, utilizando os materiais coletados e os recursos cartográficos disponíveis na província. No que tange ao aspecto humano e relação solo-homem, há uma degradação generalizada dos recursos de solos, em função da pressão populacional peri-urbana de uso da terra, que resultou de anos de guerra civil e deslocamento populacional campo-cidade e fixação nas periferias. Analisando os temas abordados (solos, relevo e geomorfologia, geologia, cobertura vegetal), observa-se que estes ocorrem de uma forma ordenada, associados dentro da província. Quanto à aptidão agrícola dos solos, cerca de 9,0 % da área apresenta restrições severas, e o restante constitui-se em terras aptas para lavoura e pastagens diversas, onde a fertilidade é o fator mais limitante, contornável com aplicação de recursos. Sugere-se a adoção em Moçambique, de um sistema de classificação natural mais elaborado, capaz de facilitar as interpretações técnicas futuras. Além do mapeamento dos ambientes, foram avaliadas as características físicas, químicas e mineralógicas de sete (7) perfis de solos da província da Zambézia, em transectos que refletiram os principais ambientes, desde as planícies costeiras até os planaltos mais elevados. A mineralogia da fração argila apresentou os seguintes constituintes dominantes: esmectitas, caulinitas e ilitas nos Vertissolos e Neossolos; caulinita e ilita nos Argissolos, Nitossolos e Latossolos. A constituição mineralógica denota solos pouco evoluídos, onde o caráter câmbico prevalece. Os solos mais evoluídos, os

“Latosolos”, são tipicamente cauliniticos com presença considerável de ilitas. Na argila natural, raramente se observam picos de goethita, hematita e gibbsita. Entretanto, a monazita, aparece com reflexos bem distintos na maioria dos solos. O teor de titânio nos solos, sob influência de rocha máfica, alcança até 17 % em forma de óxido (TiO_2). Os estudos de P revelaram que a CMAP variou de 0,46 a 1,38 mg g^{-1} de solo, não sendo portanto, possível inferir a sua aplicação na diferenciação de classes de solo da Zambézia. O P-rem serviu na distinção das classes e na identificação de solos problemáticos, em relação a disponibilidade de fósforo. O índice de dessorção foi alto e variou de 730 a 9.090 $\text{nmols P g}^{-1} \text{ upF}$. Os solos são, geralmente, pobres em fósforo disponível. Pelo fracionamento do fósforo não foi possível determinar o P_i em $\text{P-NH}_4\text{Cl}$. O $\text{P-NH}_4\text{F}$, indicando formas de P ligadas a Al (P-Al), variou de 2 a 389 mg kg^{-1} de P no solo e o P-NaOH (P-Fe) variou de 7 a 402 mg kg^{-1} de P, sendo a forma predominante no solo; e o $\text{P-H}_2\text{SO}_4$ (P-Ca) de 1 a 181 mg kg^{-1} no solo. As frações de P_i (P-Ca, P-Fe ou P-Al) e P_{rem} foram consistentes com o grau de intemperismo dos solos estudados, sendo que os solos mais jovens e desenvolvidos de rochas máficas mostraram maiores valores de P-Ca. O P-rem foi mais baixo nos Latossolos e no Vertissolo, sendo este último solo do Delta do Zambeze, com comportamento atípico para solos da classe.

ABSTRACT

IBRAIMO, Momade Mamudo, D.S.; Federal Universidade Federal de Viçosa, April 2004. **Environment, soil-human relation, pedogenesis and P adsorption in soils of the Zambeze province, Mozambique.** Adviser: Carlos Ernesto Reynaud Schaefer; Committee Members: João Carlos Ker and Elpídio Inácio Fernandes Filho.

The Zambeze Province, located on Mozambique's central part was investigated, regarding aspects of human-soil relation, geology, geomorphology, soils and agricultural use in an integrated form. Works were carried out in the laboratories of the Soil Department of the Federal University of Viçosa, using collected materials and all cartographic data available. Concerning soil-human relationship, it was observed that widespread soil degradation is the rule, associated with semi-urban concentration of people, due to a long civil war. Analyzing the studied subjects (soils, geomorphology, geology), it is observed that these occur in a close association in the province. Concerning the agricultural suitability of soils, about 9,0 % of the area presents severe restrictions, and the remaining is land suitable for farming and pastures, where fertility is the critical factor, but can be corrected by external input. In addition to the mapping of environments, the physical, chemical and mineralogical characteristics of seven (7) soil profiles of the Zambeze province were evaluated, in transects, that reflected the main environments, from the coastal plains to the high plateau. The mineralogy of the clay fraction presented the following dominant constituents: smectite, caulinite and illite in the Vertisols and Neosols; caulinite and illite in the Argisols, Nitosols and Latosols. The mineralogical constitution shows soils with low weathering, where the cambic character prevails. The Latosols, the most weathered soils, are typically rich in caulinite with considerable presence of illite. In the natural clay, goethite, hematite and gibbsite peaks are rarely observed. However, monazite appears with well distinct peaks in the majority of soils. The titanium content in soils under

influence of mafic rock reaches up to 17 % in oxide form (TiO_2). The P studies disclosed that the PMAC varied from 0,46 to 1,38 mg g^{-1} of soil, not being, therefore, possible to infer its application in the differentiation of Zambezia soil classes. The P-rem served as an index for the high P retention. The desorption index was high and varied from 730,3 to 9090 $\text{nmol P g}^{-1} \text{ upF}$. The soils are, generally, poor in available P. Using the inorganic phosphorus (P_i) partition, it was not possible to determine the P- NH_4Cl . The P- NH_4F , indicating forms of P connected to Al (P-Al), varied from 2 to 389 mg kg^{-1} of P in the soil and the P-NaOH (P-Fe) varied from 7 to 402 mg kg^{-1} of P in the soil being the predominant form; and the P- H_2SO_4 (P-Ca) from 1 to 181 mg kg^{-1} in the soil. The fractions of P_i (P-Ca, P-Fe or P-Al) and Prem were consistent with the weathering degree of the studied soils, from which the youngest soils developed from mafic rocks, showed great values of P-Ca. The P-rem was lower in the Latosols and in the Vertisol, with the second one sampled in the Zambeze Delta, atypical for this class.

CAPITULO 1

ASPECTOS HUMANOS, ECONÔMICOS E POLÍTICOS RESULTANTES DO USO DOS SOLOS EM MOÇAMBIQUE COM ÊNFASE À PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA

1. INTRODUÇÃO

A Zambézia, província de Moçambique, possui atualmente uma população de 2.891.809 habitantes e densidade populacional de 34 hab km⁻² (<http://www.ine.gov.mz>). No país, a ocupação das mulheres na agricultura é da ordem de 99% e dos homens 66%, sendo 80% da população do país é camponesa. Em Moçambique, as atividades rurais da população economicamente ativa acima de 15 anos de idade (agricultura, silvicultura e pesca), ocupam, de acordo o censo de 1997, 91,3% das mulheres e 69,6% dos homens. De acordo com o mesmo Censo, a estrutura agrária da produção por tipo de produtor é de 7% para empresas e 93% para produtores familiares, sendo que uma parte expressiva deste último contingente (44%), é constituída por produtores exclusivamente de subsistência. Este tipo de exploração está caracteriza-se pelo baixo uso de insumos e predominância de tecnologias primitivas e completamente dependentes da fertilidade natural do solo. O uso intensivo destes recursos, com o incremento da pressão demográfica, vem acarretando sua degradação o que pode resultar em sérios problemas sociais, inclusive maiores que aqueles que já se verificam. A sustentabilidade ambiental e sócio-econômica da região está, então, dependente de um adequado planejamento e da implantação de políticas de desenvolvimento consistentes.

O componente tradicional ao longo da história de colonização do meio físico, é caracterizado pela organização social de tribos, clãs, normalmente delimitados por dialetos e, finalmente, as famílias genealogicamente compreendidas com o tempo, e com as novas gerações, as terras vão sendo herdadas etnologicamente, através de consensos entre os cidadãos envolvidos. Essa situação resiste à mudanças desde a colonização até a fase atual de globalização, em que o povo é obrigado a se sujeitar à mercantilização das terras e formas ocidentais de

uso, através de títulos de posse baseado em modelos de países desenvolvidos, onde normalmente são apoderadas grandes áreas por pessoa física ou jurídica diferente das machambas (roças), cujo registro seria economicamente injustificável, fundamentando-se, também, nas observações realizadas durante os trabalhos de campo.

O presente capítulo tem como objetivos fazer uma breve revisão e discussão sobre a relação solo-homem e recursos naturais de Moçambique, com enfoque na província da Zambézia, ao mesmo tempo em que tenta explicar as formas tradicionais de uso da terra e suas implicações no desenvolvimento das comunidades desta província e do País como um todo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a província da Zambézia, localizada no centro de Moçambique, entre os paralelos 14° 30' e 18° 27' Sul e os meridianos 34° 36' e 38° 36' Leste (MINED, 1986). É limitada ao norte pela província de Nampula, ao sul pela província de Sofala, a oeste pela República do Malawe e a leste pelo Oceano Índico.

Foi realizada uma breve revisão de literatura, em que se relatam as principais formas de intervenção de moçambicanos em seus recursos naturais, com ênfase nas formas tradicionais, desde o tempo colonial até os tempos atuais de Moçambique independente, evidenciando-se as formas humanas de apropriação dos solos da região.

Além da revisão bibliográfica foram realizadas observações de campo, contemplando os aspectos do meio físico e social, sempre que possível, foram contatados camponeses na forma de dialogo livre, objetivando obter informações sobre o uso da terra, dificuldades, perspectivas de melhoria e etc., ao longo dos transectos Maputo-Quelimane, Quelimane-Alto Molocue e Mocuba-Milange. Nesta oportunidade, procedeu-se uma intensa tomada de fotos, algumas das quais ilustram o presente trabalho. Com retratações fotográficas que mostram diferentes paisagem de Moçambique e a província da Zambézia, no apêndice deste capítulo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O comportamento do homem perante a natureza

A conservação da natureza e exploração racional dos seus recursos, são problemas que remontam, em sua própria essência, à aparição do homem sobre a terra. Desde o início, a humanidade exerceu uma profunda influência no seu habitat, muito maior do que qualquer espécie animal, e, por vezes, num sentido desfavorável aos equilíbrios naturais e aos seus próprios interesses, em longo prazo (DORST, 1973; BEEK, 1987; BERTONI, 1990;).

No âmbito da história da humanidade, algumas formas de degradação da natureza são, sem dúvida, antigas. O homem primitivo já disponha de um instrumento cujo poder imenso não era proporcional ao seu pequeno grau de tecnicismo: o fogo. As civilizações da antiguidade clássica devastaram o mundo mediterrâneo e a queda dos grandes impérios dos dois hemisférios foi devida, em parte, à erosão das suas terras (DORST, 1973; BERTONI, 1990).

Na época contemporânea a situação atinge, no entanto, um nível de gravidade inigualável. O homem da civilização industrial tomou posse da totalidade do globo. Todos os fenômenos dos quais o homem participa se desenrolam a uma velocidade e num ritmo tal que se torna quase incontrollável. O homem moderno está dilapidando, sem se preocupar com o futuro, os recursos renováveis e não renováveis, combustíveis naturais, minerais, etc., correndo o risco de provocar ruínas consideráveis à civilização atual. Os recursos renováveis, aqueles que extraímos do mundo vivo, estão sendo desbaratados com uma prodigalidade desconcertante o que é mais grave ainda, pois pode ter como consequência o extermínio da própria espécie humana: *o homem pode dispensar tudo, exceto o alimento*. (DORST, 1973; DIEGUES, 1996).

Estas preocupações, na realidade relativas ao devir do homem encarado sob todos os seus aspectos, estão particularmente relacionadas com os problemas de que nos ocupam: os problemas de conservação da natureza, no sentido mais lato do termo, encontram-se intimamente ligados a muitos outros, constituindo, assim, um todo, e a sua análise permite avaliar a gravidade do desequilíbrio planetário e da

instabilidade que reina na época atual. De fato, apesar de todos os progressos da técnica e de um maquinismo já avassalador, a despeito da fé que a maioria dos nossos contemporâneos professa numa civilização mecanicista, o homem permanece estreitamente dependente dos recursos renováveis, e, essencialmente, da produtividade primária (DORST, 1973).

O estudo dos males de que sofremos atualmente e a análise pormenorizada de suas causas mostram que o homem infringiu gravemente certas leis. Toda a sua ação teve como a simplificação dos ecossistemas, a canalização de seus produtos num sentido estritamente antrópico, e, freqüentemente, o abrandamento do ciclo de conversão das substâncias orgânicas. A ação do homem, de modo geral, separou os múltiplos elementos que se situam na origem da riqueza dos habitats naturais (as águas salgadas, as águas doces, e as terras, dos pântanos costeiros, um dos meios com maior produtividade orgânica do mundo). O homem comprometeu, assim, gravemente, a conservação de certos habitats, intimamente ligada a sua complexidade. O balanço global é sempre, desse modo, nitidamente deficitário (DORST, 1973; DIEGUES, 1996).

A terra, no seu estado primitivo, não está adaptada ao desenvolvimento da espécie humana, que tem de impor-lhe determinadas sujeições para realizar o seu próprio destino. A satisfação das nossas necessidades elementares, e, antes de tudo, das nossas necessidades alimentares, exige uma atitude de violência para com a natureza e a transformação profunda de certos habitats, de forma a poder aumentar em proporções consideráveis a parte da produtividade direta ou indiretamente utilizável para o único benefício humano. Não poderemos mais dispensar o campo cultivado. Isso, porém, não significa que o homem pode aplicar em, todos os casos, a mesma “receita”, eliminar a vida selvagem e transformar a superfície da terra inteira unicamente para proveito imediato (DORST, 1973).

Os habitats modernos estão tão transformados, tão insalubres, que se encontram em contradição flagrante com as exigências materiais e espirituais da nossa espécie. As atividades humanas, levadas ao seu paroxismo, desenvolvidas até o absurdo, parecem conter em si mesmas os germes da destruição da nossa própria espécie. Temos ainda de lutar para salvar os últimos vestígios do mundo primitivo. Trata-se, porém, essencialmente de preservar, no momento, o conjunto dos recursos naturais do mundo inteiro e de garantir ao homem um rendimento que permita a sua sobrevivência (DORST, 1973).

A absoluta necessidade dessa proteção explica-se também por considerações práticas; não esgotamos ainda as potencialidades do mundo selvagem, e o estudo dos meios naturais resguardados em “museus vivos” é indispensável se se desejar compreender a evolução dos meios transformados pelo homem, de que aqueles representam o estágio inicial.

É necessário, no fundo, reconciliar o homem com a natureza, persuadi-lo a assinar um pacto com ela, pois será o primeiro beneficiado. Este problema deve ser resolvido globalmente; a sua solução permitirá a sobrevivência do mundo selvagem numa parte do planeta, e, simultaneamente, permitirá que o homem recupere o equilíbrio material e moral que atualmente lhe está faltando. Fará também com que possa realizar o seu próprio destino e preservar, nas melhores condições, um patrimônio cultural que só a ele pertence.

3.2. Aspectos gerais Moçambique

Moçambique está localizado estrategicamente na costa oriental da África Austral, sendo a porta de entrada para 6 países do interior, com uma área de 799 390 km² (13 000 km² de águas interiores) e uma população de 17.242.240 (INE, 2000).

A língua oficial do país é o português, existindo 13 línguas principais (Emakhuwa, Xitsonga, Ciyao, Cisena, Cishona, Echuwabo, Cinyanja, Xironga, Shimaconde, Cinyungue, Cicopi, Bitonga, Kiswahili), sendo rodeado por países de expressão Inglesa. Em termos de religião, é composto pelas religiões Tradicional africana, cristã (católica e protestante), islâmica e hindu.

Os principais recursos naturais são: a energia hidroelétrica, o gás, carvão, minerais, madeiras, terra agrícola, recursos hídricos onde se cultivam as principais culturas de exportação como, algodão, cajú, açúcar, chá, copra (polpa de coco desidratado em estufa) e pescado (camarão). O país apresenta um PIB per capita anual de US\$ 236,9 (1998), e com crescimento de 9% (<http://www.mozambique-mz>), favorecida pelo fim da guerra civil em 1992.

O clima varia de acordo com as regiões do país, indo desde sub-tropical até tropical (de sul para norte). Administrativamente, o território se subdivide em províncias: Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Zambézia, Tete, Nampula, Niassa e Cabo Delgado.

A província de Zambézia, motivo do presente estudo, é uma das que têm o maior potencial agrícola, ainda que o inventário completo de seus recursos naturais esteja por se fazer. Os dados existentes estão dispersos nas instituições governamentais, faltando a sistematização, e requerem atualização à luz das rápidas mudanças operadas em todos os níveis da vida nacional nas últimas duas décadas.

Os recursos naturais representam para as populações da província, a única alternativa para a subsistência das comunidades e das famílias. Ao nível das comunidades e com relação aos recursos naturais, podem-se distinguir duas áreas: 1) as áreas de localizadas longe dos centros urbanos, onde há falta de investimentos e outras condicionantes econômicas e sociais praticamente impedem a sua exploração. Além disso, a longa guerra civil, semeou minas em grandes extensões de áreas o que inviabilizou a sua exploração a curto prazo (Figura 1); 2) as áreas próximas aos aglomerados populacionais, onde a pressão sobre os recursos naturais é muito grande (Figura 2), ocorrendo situações de sua intensa degradação com desaparecimento de espécies, redução da fertilidade natural dos solos, falta de água e de outros recursos. Nestas, apenas estratégias tecnológicas podem levar a inversão destas condições.

O estado atual dos recursos naturais na província da Zambézia está determinado pelas condicionantes políticas, econômicas, sociais e demográficas. Com efeito, depois de um longo período de colonização, de guerra civil e de transição de uma economia centralizada para outra de mercado, em que as estruturas ainda não estão estabelecidas em definitivo, e as competências setoriais encontram espaços de fricção, urge considerar a reposição do tecido ambiental no tocante aos recursos naturais. O custo desse processo, contudo, é muito elevado.

A situação sócio-econômica encontra-se em geral degradada, principalmente pelas guerras, mas também pelo abandono da infra-estrutura, como reservas de conservação florestal e faunística que caíram nas mãos de exploradores

florestais ilegais e caçadores, que imprimiram uma pressão enorme sobre o que sobrara de longos anos de guerra civil (Figura 3).

A nível social, só nos últimos 10 anos foram feitos progressos com relação a melhoramentos na área de educação, saúde, e infra-estruturas sociais, que ainda continuam incipientes. Quanto aos aspectos demográficos, o crescimento da população foi notório nos últimos anos do pós-guerra, quer nas áreas urbanas, com destaque para as cidades de Quelimane e Mocuba, quer nas áreas rurais, impulsionado pelos programas de reassentamento das populações.

O processo de degradação dos recursos naturais foi muito acentuado pela aglomeração peri-urbana de grandes contingentes populacionais que fugiram do campo nos anos de guerra. O retorno deste contingente humano é difícil e a sua situação é praticamente de miséria absoluta (Figura 1). Esses contingentes passaram a exercer uma pressão desmedida sobre os solos urbanos e de seu entorno, conduzindo à degradação física e química, que foi acentuada pela imposição de tributos coloniais às produções familiares, a “Esenha”, pagos em espécie que levaram à exportação de nutrientes do solo via produto exportado para a metrópole (ENES, 1971).

Os recursos naturais estão hoje ameaçados por riscos ambientais de magnitude e extensão variáveis, cujos impactos são imprevisíveis. O desenvolvimento da província deverá basear-se numa gestão ambiental sustentável e considerar as necessidades atuais das populações, sem contudo, comprometer o equilíbrio ambiental para que as gerações futuras satisfaçam as suas necessidades, à partir dos mesmos recursos. Tal desenvolvimento deverá assentar-se no conhecimento do estado dos recursos naturais, seu desenvolvimento e prioridades na sua inventariação, preservação e política de conservação. Isso ilustra o enorme desafio político à frente.

A gestão do ambiente deve envolver a educação e participação dos cidadãos das comunidades locais, através de ações concretas na preservação das florestas, fauna e águas e melhor aproveitamento dos recursos. Porém, há sérias dificuldades que se prendem ao fato da população provincial ser majoritariamente carente e diretamente dependente dos recursos naturais. A maior parte da população recorre aos recursos florestais e faunísticos para satisfazer suas necessidades em energia, material de construção, diversificação da dieta alimentar e como fonte de receita para o sustento familiar (Figura).

MUAGERENE (2000), desataca que “aliada à gestão do ambiente está a posse da terra. Famílias convivem mutuamente nos sistemas de posse formal e costumeiro, em que este último caracteriza a forma de posse das comunidades locais. São comuns conflitos com usurpadores, habitualmente residentes das cidades, os quais se apresentam munidos de dispositivos formais que os reconhecem com direito de posse, contra um instrumento frágil como aquelas das tradições locais. O processo de usurpação por vezes envolve a anuência das autoridades formais mais próximas e por vezes até das autoridades tradicionais. É por isso que a gestão do ambiente deve passar pela delimitação das áreas das comunidades e reconhecimento do seu estatuto em termos práticos, de modo a habilitá-las a negociações com parceiros para a utilização dos recursos existentes”.

3.2.1. Posse da terra

Conforme já mencionara ENES em 1971, “Moçambique tem sérios problemas econômicos e administrativos. Seus colonos são nômades, de arribação, pois não enraízam interesses no seu solo, não lhe tomam amor, não duvidariam extenuá-lo para lhe arrancar uma colheita que os habilitasse para mais depressa o deixarem. Para eles não há futuro; o cultivador não planta árvores de que não possa colher fruto, o comerciante não desvela por conservar uma clientela acreditar uma firma que os seus filhos não possam herdar; o capitalista não amplia a empreendimento em que empate dinheiro, assim como a maioria dos empregados públicos só cuida de passar o tempo necessário para ganhar o posto ou reforma, postergando dificuldades das suas gerências para as dos seus sucessores”.

Esta questão da posse da terra em Moçambique, que tanto indaga o mundo mais civilizado, levou ENES (1971) a descrever o seguinte:

“Na África portuguesa, pelo menos em algumas das suas regiões, é costume aceito, não só por particulares, mas até por autoridades, pedir terras aos régulos, como se eles fossem considerados proprietários do solo. No julgamento de *milandos* (pequenas causas judiciais), que versavam sobre os terrenos, ouvi muitas vezes alegar, como títulos de propriedade, a doações de régulos ou compra feitas a régulos. Num famoso “ código de *milandos*”, moxirifada do Código Civil e costumes cafreais que um governador geral mandou por em execução no distrito de Inhambane, li, em tipo de imprensa nacional, que os chefes indígenas são donos das terras em que exercem autoridade política. Por outra parte, porém, o Estado arroga-se o direito, e dele tem usado largamente, de dar aforamento ou conceder a exploração de territórios, grandes e pequenos, sem consultar os direitos e a vontade de muitos régulos, avassalados e não avassalados, que neles vivem e governam povos.”

Muitas leis e muitos regulamentos regem as concessões, que o estado pode fazer, de terrenos para a cultura ou para construção, e dos seus textos, quando não a sua própria existência, parece derivar-se logicamente que indivíduos, que em Moçambique pretendem de algum modo utilizar o solo inocupado, têm de sujeitar-se a uns certos preceitos, cumprir umas determinadas formalidades, pagar um foro, receber um título. Mas o que se vê por lá, em toda a parte, a toda a hora, é que os indígenas a ninguém pedem licença, a ninguém pagam renda, foro ou quinhão, para fazerem as suas machambas onde lhes apraz; toda terra, fora de certos lugares circunscritos, está à disposição gratuita das suas palhotas, dos seus palmares, das suas sementeiras de amendoim ou feijoca (feijão de grãos pequenos a exemplo de feijão mungo - *vigna radiata*. L). Da mesma ilimitada faculdade de ocupação e apropriação gozam, quando querem, os Europeus, mal saem para fora das grandes povoações (ENES, 1971).

Os próprios arrendatários e cobradores de *mussoco* (imposto) dos prazos da coroa criavam neles fazendas e edificavam casas, geralmente com os trabalhos dos contribuintes, e nunca ninguém se lembrou de se contestar a propriedade dessas fazendas e do chão dessas casas. De maneira que na província já se não sabe bem se quem quer terras do Estado precisa realmente tomá-las de aforamento, ou se as disposições do Código Civil, relativas à ocupação, autorizam, e portanto, obrigam a

autoridade pública a aceitar, as mais latitudinárias aplicações de direito originário de *primus capiendi* (ENES, 1971).

Não havia para os africanos, que no país se chamavam vulgarmente colonos, a prescrição de fato que resulta da posse, pois que, nas concessões referidas anteriormente, não se fazia restrição alguma que pressupunha esse direito, ou seja, destinada a salvaguardá-lo. Há colonos que foram expulsos de terrenos cobertos de coqueiros com cujos frutos seus pais e avós temperavam o caril, sem se indagar se os possuíram durante 15 anos, 30 anos ou vidas inteiras já passadas (ENES, 1971).

Contudo, o autor acima referido, propôs que os indígenas adquiram do Estado um registro especial gratuito, e que seja feito, não a requerimento dos interessados, mas por dever de ofício dos funcionários por meio dos quais esse domínio seja adquirido, e que devem ser todas as autoridades administrativas. Cada autoridade administrativa na sua circunscrição, deve ter competência para, mediante certas formalidades, vender ou dar de aforamento aos indígenas, limitadas parcelas de terrenos inocupados do Estado, e bem assim para lhes reconhecer os direitos de propriedades que eles em dadas condições tenham adquirido, ocupado ou possuído. No ato de celebrar o contrato ou fazer o reconhecimento, a referida autoridade registrará o domínio assim constituído, comunicando o registro à conservatória da comarca.

3.3. Meio ambiente e pobreza

O padrão de utilização dos recursos naturais está condicionado pela pobreza tanto no meio habitacional rural como no urbano. Atualmente, as visões são desencorajadoras, porquanto para as pessoas carentes, o alívio das necessidades imediatas tem primazia sobre os programas a longo prazo, tal como LEONARD (1989) faz notar quando cita que “só depois que aumentem as rendas é que os agricultores pobres poderão pensar em reduzir a erosão do solo e tratar dos outros problemas ambientais de longo prazo”. É que perante o problema imediato de sobrevivência, os carentes são obrigados a fazer uma troca explícita entre aceitar a degradação ambiental a longo prazo, a fim de atender as suas necessidades imediatas de alimento e habitação.

A sobrevivência dos pobres, implicando degradação do meio ambiente atual, traz consigo a drenagem dos recursos naturais e o compromisso do bem-estar das gerações futuras que dependerão da terra.

As duas alternativas são contraditórias, pelo menos em curto prazo. Tirar os pequenos recursos dos indivíduos que vivem no nível de subsistência, como a mão de obra das crianças para a escola, a energia, uma pequena pausa para se dedicar à reparação da degradação do meio ambiente pode, literalmente, “tirar” a comida da boca dos famintos. Disso decorre que vários dos serviços com vista a elevar socialmente as famílias da comunidade, tais como a frequência das crianças na escola, as parturientes aos cursos pré-natais, são vistos como competindo com as poucas possibilidades de arranjar o alimento para a família.

MUAGERENE (2000) refere-se com constrangimento aos serviços de extensão rural, a falta de interesse dos camponeses no que diz respeito a atividades de multiplicação da semente, sob alegação de que as atividades são demasiadamente

exigentes, pois requerem tempo, dedicação quase total, observância de todos os pormenores técnicos. A vida das famílias camponesas está reduzida ao pragmatismo, não encontrando tolerância ao risco do novo, ainda que reconhecidamente válido.

NAPICA (1997) observa que o padrão da exploração dos recursos faunísticos e florestais, pelas populações, é tão “excessivo e abusivo” que não respeitam os tamanhos das espécies florestais e nem das idades dos animais, muito menos os períodos de defesa. Com efeito, por todo País o mais comum é encontrar camponeses transformados em lenhadores, carvoeiros e caçadores, dedicando-se igualmente à venda de derivados da flora e da fauna, nomeadamente a lenha, carvão, estacas, bambus, carne e peles, corais e carapaças de tartarugas (Figura 2).

A solução ao esgotamento dos recursos é a transferência para novas áreas, pela prática de agricultura itinerante que mais recursos naturais vai dilapidando. O desmatamento e a abertura de clareiras para a prática da agricultura, têm registrado uma tendência no sentido de empobrecimento da vegetação e dos solos. As clareiras que se vêem no país em fotos de satélite, resultam desse processo, em que as populações livremente vão tendo acesso a novas áreas virgens, mas ecologicamente frágeis (Figura 3).

3.4. Potencialidades agrícolas dos recursos naturais de Moçambique

Os solos são, na maioria, arenosos ou argilosos onde a fertilidade é, em geral, o fator mais limitante. Entretanto, com engenharia dos seus cidadãos, dispostos a trabalhar, e também a investir com tecnologias mais sustentáveis, será possível salvaguardar a subsistência nestas terras.

Como se referiu ENES (1971), em seu relatório sobre Moçambique, se a terra é rica não consente que lhe aproveitem as riquezas sem trabalho porfiado. Uma das dificuldades da colonização agrícola na África Oriental provém, de que os solos, a não ser em regiões excepcionais, nem sequer sustenta europeus, senão à custa de culturas demoradas e dispendiosas.

O mesmo autor diz que onde os solos são férteis, a sua própria fertilidade pode arruinar o lavrador, afogando-lhe as sementes e as plantas nas vegetações parasitas. É preciso cavar muito fundo e mondar cada dia. O “muchem” (cupim) tala os campos com seus inumeráveis exércitos invisíveis. As irregularidades do clima ora alagam, ora requeimam as plantações, e fazem passar fome os próprios indígenas, que se contentam com as mais resistentes culturas.

Isso tudo quer dizer que, na África Oriental, a agricultura exige capital e, portanto, a colonização que lá pode medrar é a que pode investir. Assim, o investidor tem de empregar para a exploração agrícola de Moçambique não é a força de trabalho, mas sim o dinheiro. Quem imagina que o branco pode ir para as margens do Zambeze ou de Incomati trabalhar com uma enxada, nunca apanhou sol na África. No mesmo erro labora quem supõe que a terra africana dispensa esse trabalho rude. Há culturas fáceis, mas essas só acodem às necessidades do indígena e, ainda assim, ele escolhe quase que, a cada ano, um terreno novo para sua lavoura rudimentar, mudando amiúde de lugar em procura de subsistência, e nem assim escapa à fome, apesar de ter boa boca (ENES, 1971).

3.5. Visão tradicional sobre os Recursos Naturais da Zambézia - Moçambique

Segundo MUAGERENE (2000), existe a idéia de que o homem tradicional na sua relação com a natureza acredita que existam forças sobrenaturais e invisíveis que criam tudo quanto está a sua volta e sustentam a sua existência. Essa relação é refletida nas diversas formas de atividades extratoras e transformadoras dos recursos naturais para garantir a sobrevivência.

Os recursos naturais constituem uma “dádiva dos deuses” aos homens, que deles deverão fazer o uso em seu proveito. É assim que certos espaços e recursos são respeitados e sendo-lhes reservado o tratamento do sagrado. Por exemplo, as árvores sagradas não são abatidas, sob receio que forças sobrenaturais façam juízo dessa prática e em represália surjam calamidades.

Na gestão dos recursos naturais das comunidades, uma série de mitos é empregada, quer para introduzir elementos de regulação do seu uso, quer para proibir a prática de atos deliberados contra determinada espécie, de utilidade conhecida ou desconhecida. Entre as várias formas usadas no manejo tradicional dos recursos naturais nas comunidades, constam os tabus, ritos, mitos, contos, histórias e provérbios que são transmitidos dos mais velhos aos mais novos, acerca das formas de relacionamento com os bens que a natureza oferece aos homens. Nos ambientes sob influência da vida urbana, essas práticas já estão ultrapassadas, e mais do que isso, não encontram substituto.

A relação das comunidades com a natureza tem conhecido nos últimos anos e, principalmente, depois da guerra, uma série de revezes. A presença de pessoas deslocadas de guerra que perderam os traços de ligação com a natureza dos locais de partida significou a quebra dos laços de família e das relações com a natureza à volta e conduziu a um estado de total anarquia em que não se respeitam os recursos. Nas comunidades, quem não tem árvores de frutas perenes como mangueiras, cajueiros, laranjeiras, entre outras, mantém hábitos de uso dos recursos insustentáveis, pois tem uma filosofia de vida do tipo itinerante. Quando os solos deixam de ter a fertilidade desejada, migram para novas terras, o que justifica novas invasões de florestas (MUAGERENE, 2000).

Contudo, junto das comunidades vai ficando clara a idéia do esgotamento dos recursos naturais, resultante da exploração intensiva e abusiva dos recursos. São referidos casos de desaparecimento de animais bravios que outrora foram abundantes, a transformação de campos anteriormente férteis em estéreis, a extinção de peixes em alguns rios. Há, sobretudo, a compreensão de que a crescente agressão do homem contra a natureza é resultante do desrespeito às práticas tradicionais traduzidas em mitos, tabus, entre outros, que outrora visavam proteger os recursos naturais, bem como à falta de autoridade (ARTUR et al., 1999) em praticamente todos os níveis da sociedade.

Os ecossistemas urbanos da província da Zambézia, também não estão poupados a esse conflito, que resulta da pobreza e da degradação do meio ambiente. Condições ecológico-naturais ou artificiais perigosas com habitações em encostas, solos íngremes ou zonas inundadas agravam seriamente a vulnerabilidade dos pobres urbanos.

3.5.1. Ecossistema Rural

O problema de base é o da subsistência das famílias camponesas. A solução baseia-se na capacidade do meio ambiente em proporcionar recursos vegetais e animais.

A vida nas sociedades rurais obedece a um ritmo cíclico, em que se sucedem estações de preparação, recolha, espera, períodos de sementeiras ou de trabalhos, de ceifa, colheita, ou estações de chuva e de seca.

A sua alimentação baseia-se em disponibilidades de bens alimentares utilizáveis ao mesmo tempo ou sucessivamente, que variam em quantidade e qualidade ao longo do ano. Ela é diferente de acordo com o local de residência e a posição social dos indivíduos. Fontes alimentares alternativas tais como leguminosas, ratos, gafanhotos, e pequenos animais aquáticos, mantêm o equilíbrio da relação entre lipídios, proteínas e glicídios na dieta.

A vida das populações está modelada por uma série de tradições populares através de simbolismos como os mitos e rituais e outras festas que testemunham a assimilação mental das realidades físico-naturais. Nas sociedades rurais o carácter comum é um sistema de adaptação freqüentemente sutil, mas dominado pelas condições naturais. Estes sistemas de adaptação comportam um conhecimento empírico de base, do meio e da variabilidade dos seus elementos a curto e médio prazo e uma ação mobilizadora ou produtora aos imperativos do meio, de acordo com o arsenal das técnicas adquiridas pela coletividade.

A atividade pecuária na Zambézia constitui uma ínfima parte do total das atividades das famílias camponesas. Em consequência dos problemas de segurança vividos durante longos anos de guerra civil, apenas se podem notar pequenos números de caprinos, porcos e galinhas, enquanto que o gado bovino é quase inexistente, com exceção dos criadores empresariais que são poucos.

Não existe experiência relativa ao uso do sistema de produção baseado na tração animal para as atividades de preparação do solo e transporte. O setor familiar produz cerca de 95% da produção agrícola da província e é o maior fornecedor tanto de culturas alimentares comercializadas como de culturas de rendimento como o coco, caju e algodão.

A população rural pratica uma agricultura familiar de pequena escala, usando tecnologias rudimentares. As áreas trabalhadas incluem, em geral, uma próxima do local de residência (Figura 4), destinada ao auto-consumo, e uma outra normalmente maior, com culturas de rendimento, mais afastada do local de residência permanente. As áreas variam, regra geral, entre 1 e 2 hectares, por agregado familiar. Há estudos que revelam que a produção das machambas representa cerca de 85% do total dos rendimentos dos agregados familiares. Esse valor varia de acordo com as condições atmosféricas da época, recorrendo-se à maior exploração dos recursos naturais na diversidade.

3.5.2. Ecossistema Urbano

As cidades do país registram um certo dinamismo refletindo a interação do meio ambiente com as práticas humanas visando o desenvolvimento. Expressam ainda a criação e consumo de produtos com conseqüente formação de resíduos que mal tratados e abandonados afetam a qualidade de vida das populações de baixa renda que habitam áreas vizinhas desses espaços.

Os planos de estrutura física de base das cidades datam do tempo colonial. Atualmente elas crescem devido à fixação espontânea da sua periferia por migrantes sem extensão da infra-estrutura. Mantêm um contato direto com a zona rural, que partilha dos problemas ambientais assim criados em maior ou menor magnitude.

Uma das características do mundo urbano da Zambézia, tal como das outras cidades de Moçambique, são os vínculos estreitos que se estabelecem com o mundo rural, do qual obtêm benefícios como materiais de construção, produtos alimentares, mão de obra barata, combustível a base de lenha e matérias primas para as indústrias existentes.

Dois fatores pesaram sobre os centros urbanos da Zambézia, nomeadamente, a guerra civil e a crise econômica, que vieram engrossar a base populacional com o êxodo rural e, posteriormente, migrações das vilas e pequenas cidades para a cidade capital da Zambézia, na procura de segurança e melhores oportunidades de emprego.

Estes fatores não só trouxeram a perda da auto-suficiência alimentar, como também conseqüências sociais negativas nas áreas de saúde, educação e emprego, com explosão da indigência e mendicidade, aumento de índices de marginalidade e delinqüência urbanas.

Este contexto resume a condição de fome e a insegurança social que aflige a população urbana que deveria assumir a obrigação de assegurar uma gestão racional e sustentável dos recursos naturais e do meio ambiente quer natural quer social.

Os centros urbanos continuam a atrair a maior parte das oportunidades da população rural, em detrimento das outras áreas, entre as quais se incluem as pequenas e médias cidades da província e do país, que depois de chegarem à cidade, se submetem ao processo de adaptação que para ARAÚJO (1997) significa: “O problema fundamental reside no fato de a população urbana crescer muito rapidamente, enquanto o desenvolvimento e as transformações econômicas necessárias para suportar aquele e melhorar a qualidade de vida urbana não ocorrem ao mesmo ritmo, criando-se assim uma defasagem pronunciada entre dois elementos que deveriam crescer em paralelo e a velocidades semelhantes.”

A situação é tal que, nestas condições, o nível de consumo dos habitantes não aumenta, porque sendo seus rendimentos baixos, o seu poder de compra não aumenta. Os mercados urbanos não possuem um crescimento acentuado porque não há uma indústria para os abastecer. Para a maioria dos centros urbanos de Moçambique, os produtos vendidos, mesmo no sistema informal, são majoritariamente de origem agrícola (Figura 5), sendo os produtos manufaturados importados.

3.5.3. Ecossistema da zona costeira

A zona costeira de Moçambique define-se como a área costeira compreendida “desde as 12 milhas náuticas no mar, até as fronteiras ocidentais dos distritos costeiros em terra” (MICOA,1998).

Compreende a faixa costeira, definida como a “área de confluência entre os processos terrestres e marítimos”, ecologicamente caracterizada por uma grande diversidade de recursos naturais, que dá lugar a variadas atividades humanas.

Na província de Zambézia, a zona costeira é composta pelos distritos de Chinde, Inhassunge, Nicoadala, Namacura, Maganja da Costa e Pebane, sendo a zona mais populosa da província. Nas áreas densamente povoadas, onde parte dos recursos naturais está degradada, as ações de gestão ambiental devem ser integradas e com caráter de combate, prevenção e preservação (MINED, 1986).

As populações que habitam a faixa costeira são majoritariamente de produção agrícola de subsistência e dependentes dos recursos naturais, quer para completar a dieta quer para obtenção de rendimentos para a provisão de outras necessidades, assim como para obtenção de pequenas rendas. Uma outra parte da população é marcadamente urbanizada, reconhecendo-se como atividades principais aquelas do tipo comercial, também baseadas nos recursos naturais como a pesca de produtos marinhos, a exploração de salinas e produtos florestais. Estas atividades têm um impacto ambiental sobre os recursos naturais bastante forte, promovendo o esgotamento dos mesmos nas imediações dos principais aglomerados populacionais da faixa costeira.

Na faixa costeira os principais problemas relacionam-se ao impacto das atividades agrícolas, atividade primária das populações, juntamente com a pesca. Os impactos são variados, dependendo da densidade populacional da área. Segundo MUAGERENE (2000) eles derivam :

a) da utilização intensiva do solo, tornando-o exposto a processos de degradação física e química, pelo pouco tempo de pousio;

b) do esgotamento da fertilidade natural do solo, devido a associações inadequadas e a utilização massiva de queimadas como forma de preparação das machambas;

c) da forte pressão sobre os recursos florestais, incluindo os manguezais, para a obtenção de combustível lenhoso e material de construção;

d) das dificuldades de manutenção de sistemas de rega e drenagem eficientes. Assinale-se, igualmente, a prática inadequada de pesca e apanha de produtos marinhos, comprometendo a sustentabilidade das espécies (Figura 4).

O grau da vulnerabilidade e fragilidade dos recursos naturais é bem elevado, de modo que a exploração desses recursos tem que se basear em padrões que garantam a sustentabilidade do uso, através de formas não dilapidadoras da própria riqueza natural.

4. CONCLUSÕES

A cultura tradicional moçambicana possui formas tradicionais de *posse* das terras respeitadas pelas tribos, clãs e todas as esferas de organização social familiar, capazes de resistir às formas ocidentais de titulação da terra para pessoa física ou jurídica e devem ser preservadas e respeitadas em mente da unidade nacional, aperfeiçoando-as onde se fizer necessário.

O grau da vulnerabilidade e fragilidade dos recursos naturais é bem elevado, de modo que a exploração desses recursos tem que se basear em padrões que garantam a sustentabilidade do uso, através de estudos, educação e, acima de tudo, maior sensibilidade de todos os cidadãos.

Os vários recursos naturais estão expostos a riscos de magnitude e extensão variáveis e a impactos imprevisíveis resultantes das atividades econômicas e sócio-culturais humanas e forças naturais.

A relação homem/recursos naturais predominante em todos os ecossistemas é muito desfavorável aos segundos, o que provoca um aumento da pressão exercida sobre eles, com os conseqüentes impactos ecológicos negativos.

As estratégias alternativas para o ambiente dentro da ótica de desenvolvimento sustentáveis, passam necessariamente pela formulação de políticas e implementação de programas com vistas à inversão do estado de pobreza e a provisão da segurança alimentar das populações, para daí proporcionar as condições de poupança dos camponeses. Isto significa dizer que o país deverá conviver, ainda por anos, com a degradação causada pela agricultura itinerante.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, M. G. M. de – **Geografia dos Povoamentos**: assentamentos humanos e urbanos. Maputo: UEM. 1997. 177 p.

ARTUR, D. R.; CAFUQUIZA, J. C.; IVALA, A. Z. – **Tradição e Modernidade**: Que lugar para a tradição africana na governação descentralizada em Moçambique. Maputo: PDD/GTZ, 1999. 221 p.

BEEK, K.J. Land evaluation: status and perspectives. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUANTIFIED LAND EVALUATION PROCEDURES, 1986.. **Proceedings**. Washington: Netherlands / ITC, 1987, p. 2-6.

BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 335p.

DIEGUES, A.C.S. **Ecologia humana e planeamento em áreas costeiras**. São Paulo: NUPAUB – USP, 1996. n.p.

DORST, JEAN. **Antes que a natureza morra**. São Paulo: EDUSP, 1973. 394p.

ENES, A. **Moçambique**. Relatório apresentado ao governo. 4ª. Ed. Lisboa: Imprensa Nacional, 1971. 625p.

Instituto Nacional de estatística de Moçambique - INE. **Censo 97**. Disponível em <http://www.ine.gov.mz>. Acesso em 10 de fevereiro de 2004.

Dados Básicos de Moçambique. Disponível em <http://www.mozambique.mz/dadosbas/index.htm>. Acesso em 5 de maio de 2004.

LEONARD, H. J. **Meio ambiente e pobreza**; estratégias de desenvolvimento para uma agenda comum. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996. 255p.

MINISTÉRIO DE CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - MICOA.
Programa Nacional de Gestão Ambiental (PNGA). Maputo: MICOA, 1996. 95 p.

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO - MINED. Atlas Geográfico. 2ª.ed. Moçambique:
MINED, 1986. 49p.

MUAGERENE, A. **Dos direitos fundamentais**: o direito ao meio ambiente.
Nampula: Cruzeiro do Sul, 2000. 28p

NAPICA, P. – **Diagnóstico do estado do ambiente na Província de Zambézia**.
Zambézia: (s.e.), 1997. 84 p.

6. APÊNDICE



Figura 1 - Ilustrações de fotos deixadas pela Guerra Civil em Moçambique: a) área sendo preparada para operações de desminagem; b) soldados de desminagem; c) tanque de guerra; d) ponte de ferrovia destruída. E (e; f) cidades interiores em estado de abandono.



a



b



c



d



e



f

Figuras 2: a extração intensiva dos recursos naturais para construção: a) caniço; b) extração de lenha, caniço e madeira para uso doméstico; c) fabricação de artesanal de tijolos; d) construção de residência; e) rocha calcárea e f) pilha de calcáreo.



Figura 3 - Retratos da forma tradicional de preparo do solo nas Machambas. As queimas utilizadas no reassentamento dos deslocados depois de vários anos de guerra civil, como habito de trabalhar a terra freqüente no manejo da agricultura de subsistência (a, b, c, d, f).

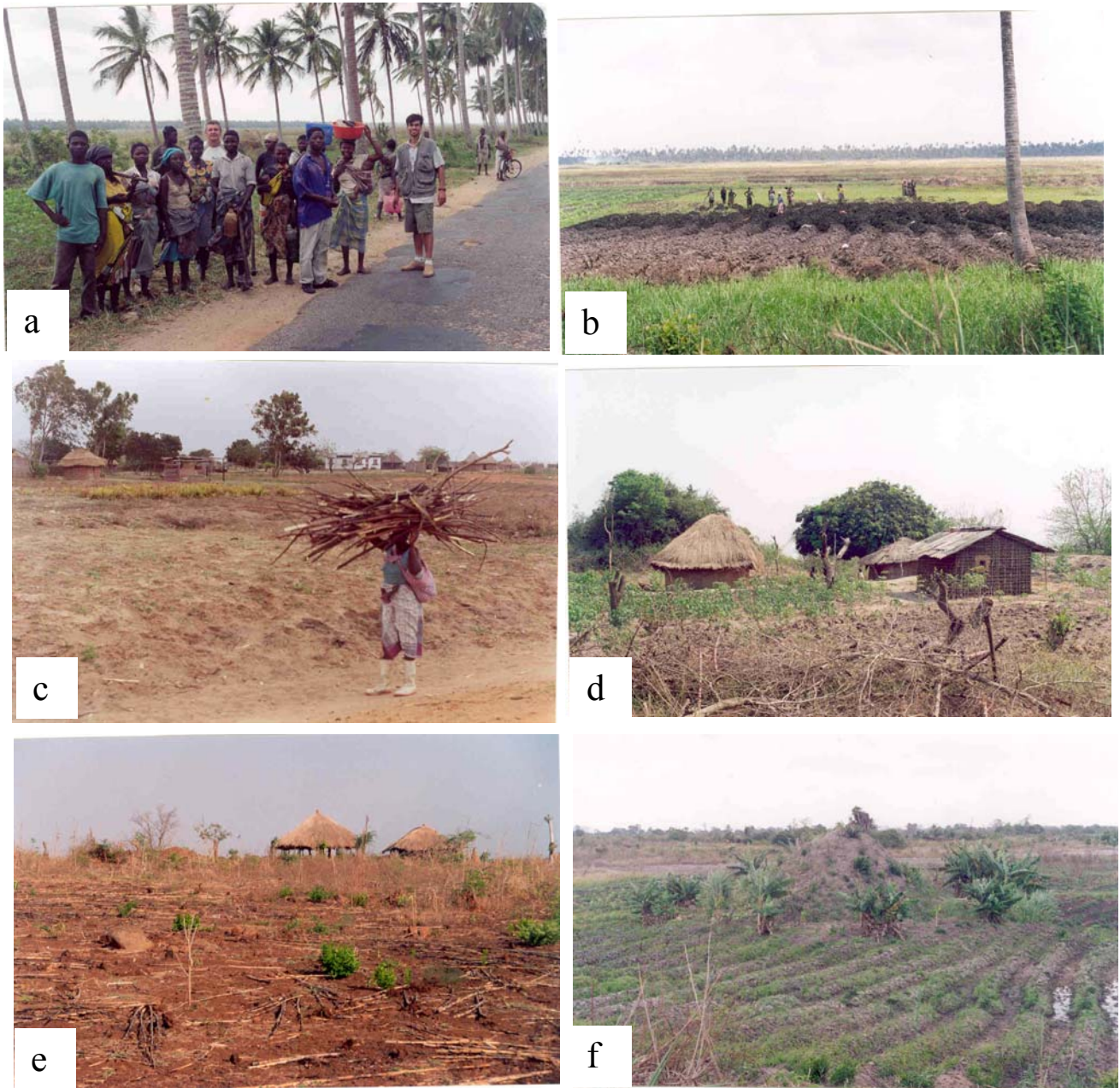


Figura 4 - Agricultura de subsistência de baixa tecnologia em áreas da província da Zambézia destacando-se a participação efetiva das mulheres e os tipos tradicionais de habitação: a) área elevada de dunas costeira usado para culturas peemanentes (coqueiro); b) baixadas para culturas anuais em camalhões (canteiros); (b, c, e) paisagens do embasamento cristalino da Zambézia; e f aspecto de utilização de murundu (termiteiro).



a



b



c



d



e

Figuras 5 - Ilustrações das relações de interdependência entre o meio rural e centros urbanos: a) aspecto agreste duma aldeia recente dos deslocados; b) processamento da farinha mandioca; c) peixe seco do rio Zambeze; d) comercialização agrícola; e e) feira ou mercado.

CAPITULO 2

AMBIENTES E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA

RESUMO

A província da Zambézia localiza-se no centro de Moçambique, entre os paralelos 14° 30' e 18° 27' S e os meridianos 34° 36' e 38° 36' E, na Costa Oriental da África, ao longo do canal Índico. A altitude começa no nível do mar, no sentido leste-oeste, até 2500 m no alto da Serra Namuli, no distrito de Gurue. Até altitudes de 900 m, as vertentes planas e extensas propiciam a agricultura atualmente, típica de subsistência. Com o objetivo de separar os principais ambientes da província da Zambézia discriminar os potenciais ecológicos dos ambientes que possibilitam identificar estratégias para o uso sustentável dos recursos naturais aplicou-se a metodologia de avaliação da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995) para identificar as principais classes de aptidão das terras da província e testar a sua aplicabilidade na Zambézia e, talvez todo Moçambique, já que ela prevê em sua concepção níveis de manejos diferenciados de acordo com a capitalização do agricultor na aplicação de técnicas agrícolas mais ou menos intensivas e sofisticadas. Foi feito o zoneamento ambiental, com a utilização dos mapas de solo, geomorfológico e geológico na escala 1:1.000.000; mapa de uso e cobertura de terra e topográficos escala 1:250.000 e atlas de Moçambique, interpretação dos temas abordados, observando-se suas inter-relações, a fim de se obter um diagnóstico ambiental e aptidão agrícola (FAO/BRASIL) da região em estudo, em caráter integrado na escala 1:1.250.000. Portanto, se pode concluir que a história geológica e geomorfológica da província da Zambézia, aliada a outros fatores naturais, induzem a processos de erosão mais intensos que os processos da pedogênese, perpetuando o rejuvenescimento dos solos, além de permitir o seu ordenamento ambiental em zonas, ecozonas e unidades. Quanto à aptidão agrícola

dos solos, cerca de 9,0 % apresentam restrições severas e os restantes são terras aptas para lavoura e pastagens diversas, onde a fertilidade é o fator mais limitante e contornável com injeção de recursos. Sugere-se a necessidade urgente da adoção de um sistema de classificação natural bem mais elaborado, capaz de facilitar as interpretações técnicas futuras, com ênfase, por exemplo, na Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 1999), indicada para solos tropicais. Enfim, há a necessidade de adequação tecnológica para cada ecozona ou unidade ambiental para sua plena sustentabilidade, evitando assim, o paradoxo de uso atual com a aptidão dos ecossistemas.

1. INTRODUÇÃO

A descrição fisiográfica, direcionada para o uso racional dos recursos naturais, foi alvo, no passado de inúmeras pesquisas relacionadas ao meio ambiente. A quantificação morfológica da superfície terrestre é essencial para o conhecimento de processos físicos, químicos e biológicos, que ocorrem na ecossfera e pedosfera.

Atualmente, o sistema de informação geográfica (SIG), aquele assistido por computadores, banco de dados, é um conjunto de ferramentas apropriado à aquisição, armazenagem, recuperação, atualização, processamento, análise e representação de dados ambientais georeferenciadas espacialmente (FIQUEIRA e CÂMARA, 1993). A importância dos sistemas de informação geográfica pode ser avaliada pelas suas aplicações nos mais diversos campos do conhecimento humano. De modo geral, esses sistemas tem sido aplicados ao manejo de recursos naturais, ao planejamento urbano e de tráfego, ao planejamento empresarial e militar e a muitos outros (ALVES, 1993; FERNANDES FILHO, 1996). A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) vem permitido o zoneamento de áreas de forma mais adequada e mais eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise, quase sempre mais onerosos e de manipulação mais difícil (ALVES, 1993; ASSAD, 1993; FERNANDES FILHO, 1996) que envolvem no processo de estudo da terra.

Ora, o conceito da terra é mais abrangente que solo. Compreende o meio físico, englobando clima, relevo, solo, hidrografia e vegetação, até o ponto em que estes fatores influenciam o seu potencial de uso. Inclui os resultados da ação humana, passada ou presente, positiva ou negativa, registradas na paisagem.

A estratificação de ambiente é feito pelo homem desde a antiguidade, para uso imediato, e o enquadramento científico atual lhe dá poder preditivo que pode ser extrapolado para outros ambientes. Serve de base para a recuperação e manutenção de equilíbrio de sistemas naturais. Desta forma, pode se evitar o esgotamento das terras que tem causado emigração de povos desde a antiguidade (LANI, 1987). A continuação desse processo migratório poderá ser desastrosa, uma

vez que já não mais se encontram grandes áreas virgens no mundo (PERSON, 1950; SILVA, 1986).

Em Moçambique se concebe duas formas de estratificação de ambientes, um de carácter morfoclimática e outra puramente fisigráfica ou geomorfológicas:

1) Em 1962 e 1963, a Comissão de Fomento Agrário da Comissão Técnica de Planeamento e Integração Económica de Moçambique apresentou o esboço agrário de Moçambique, na escala 1: 2.000.000 (Figura 1), representada somente pela província da Zambézia. Neste trabalho, consideraram-se cinco regiões naturais: de exploração especializada e diversificada (1200 – 2400 mm ou mais de chuvas); de exploração intensiva (1000 – 1200 mm); de exploração semi-intensiva (800 – 1000 mm); de exploração semi-extensiva (600 – 800 mm) e de exploração extensiva abaixo de 600 mm (INIA, 1969).

2) A fisiografia de Moçambique, segundo King (1962), citado por AFONSO et al. (1998), é caracterizada por uma série de unidades morfológicas fundamentais, separadas por escarpas de erosão em recuo, e todas estas variações se observam na província da Zambézia. conforme segue:

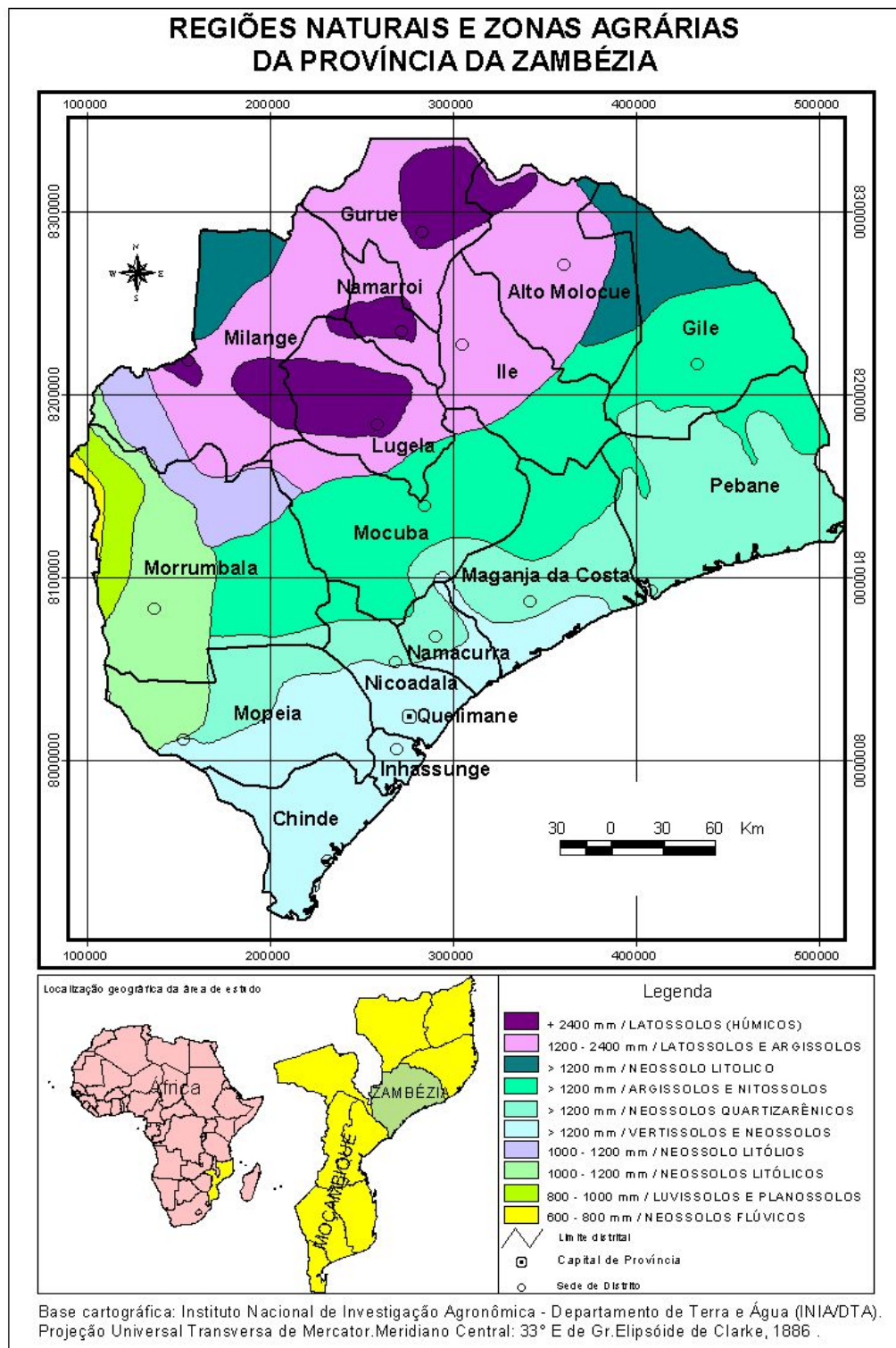
- zona montanhosa, com cotas superiores a 1000 m;
- região de planaltos elevados, com cotas variando dos 500 aos 1000 m;
- planalto médio, com cotas de 200 a 500 m; e
- zonas de grandes planícies costeiras, com cotas inferiores a 200m.

Certas características fisiográficas e climáticas favorecem os processos erosivos, que são dos mais altos na Zambézia em relação às outras províncias do país, e varia de 2,5 a mais de $3,3 \times 10^{-3}$ t/ha/ano (REDY e MUSSAGE, 1985), que aumenta da costa para interior geologicamente bem definidos.

A geologia da província da Zambézia compreende rochas metassedimentares de fácies marinhas, vulcano-sedimentares e ígneas metamorizadas (gnaisse, granitos e sedimentos). Algumas rochas pertencem às formações Arqueanas, posteriormente mobilizadas. Do ponto de vista estrutural, estas rochas pertencem a dois tipos: alóctones e autóctones. O primeiro tipo exhibe, geralmente, texturas gnáissicas, denunciando a sua posição estrutural de carreamento sobre o embasamento cristalino moçambicano. O segundo tipo não apresenta características estruturais do tipo anterior e parecem estar “in situ”, embora apresentem episódicamente fenómenos locais de tectonização – granitização (AFONSO et al., 1998).

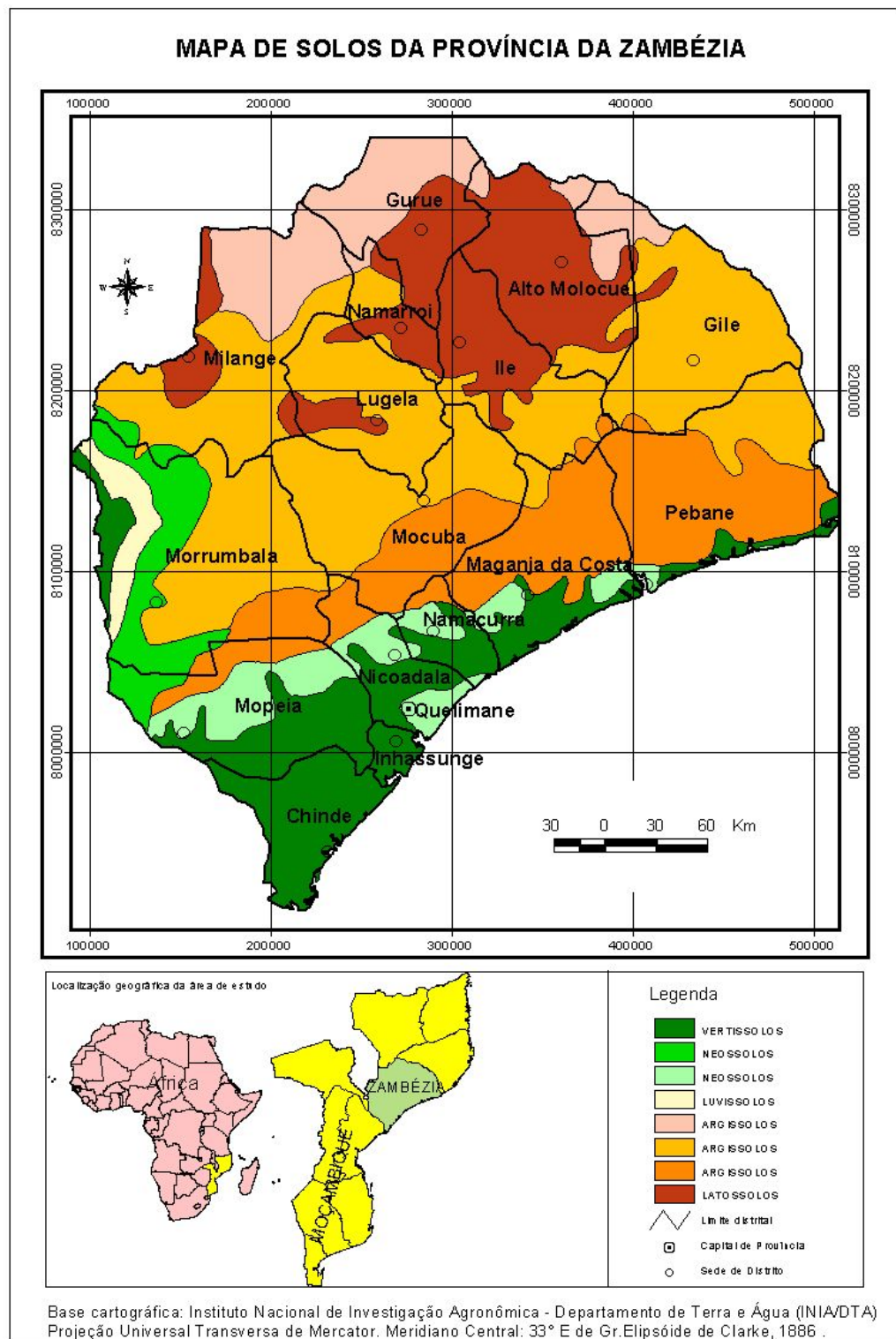
Os solos da província da Zambézia foram estudados em função de sua importância agrícola, até meados dos anos 70, sendo disponível o mapeamento pedológico produzido por GOUVEIA e MARQUES (1973) (Figura 2).

De acordo com RAMALHO FILHO et al. (1983), a interpretação do levantamento de solos é uma tarefa de mais alta relevância para a utilização racional desse recurso natural na agricultura, e em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades. Assim, podem ser realizadas interpretações para atividades agrícolas, classificando as terras de acordo com a sua aptidão para diversas culturas, sob diferentes condições de manejo e viabilidade de melhoramento através de novas tecnologias. A interpretação também pode ser realizada para outros fins, tais como: geotecnia, engenharia sanitária, engenharia rodoviária e etc. Ainda no campo das possibilidades de interpretação de levantamentos de solos, podem ser consideradas as necessidades de fertilizantes e



Fonte: GOUVEIA, 1969

Figura 1. Regiões Naturais e Zonas Agrárias de Moçambique da Província da Zambézia delimitadas com base nos índices pluviométricos.



fonte: GOUVEIA e MARQUES (1973).

Figura 2. Mapa de solos da província da Zambézia

corretivos, possibilitando a avaliação da demanda potencial desses insumos em função da área cultivada.

O solo é um sistema complexo que pode ser classificado sob diferentes aspectos e interesse. Desde que o objetivo seja conhecer, compreender e diferenciar o solo quanto às suas características genéticas, a classificação será essencialmente natural. Entretanto, se o objetivo é compreender o significado das características do sistema frente às suas possibilidades de uso, em que o objetivo de interesse é compreendido com um sentido mais amplo que aquele contido no conceito do perfil do solo, a classificação será essencialmente interpretativa (D'AGOSTINI e SCHLINDWEN, 1998).

Como a classificação da aptidão agrícola de um solo é um processo interpretativo, seu caráter é efêmero, podendo sofrer variações com a evolução tecnológica. Entretanto, os levantamentos de solos baseados em classificações naturais são de caráter bem mais duradouro, servindo de base para novas interpretações fundamentais baseadas nos resultados mais atuais de pesquisa (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995; MARQUES, 2000).

2. HIPÓTESE E OBJETIVOS

A sobreposição e integração dos dados temáticos de geologia, geomorfologia, pedologia e uso e cobertura vegetal da província da Zambézia, auxiliam na delimitação das zonas ambientais mais importantes, permitindo inferir aspectos importantes ao planejamento do uso.

Os principais objetivos do presente capítulo são:

- separar os principais ambientes da província da Zambézia;
- discriminar os potenciais ecológicos dos ambientes que possibilitam identificar estratégias para o uso sustentável dos recursos naturais com uso de sistemas de informação geográficas como ferramenta;
- aplicar a metodologia de RAMALHO FILHO e BEEK (1995) de avaliação da aptidão agrícola das terras para a província da Zambézia e fazer uma avaliação crítica de sua aplicabilidade e necessidades de adaptações, assim como, identificar as principais classes de aptidão de solos da província.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a província da Zambézia, localizada no centro de Moçambique, entre os paralelos 14° 30' e 18° 27' Sul e os meridianos 34° 36' e 38° 36' Leste (MINED, 1986), é limitada a norte pela província de Nampula, a sul pela província de Sofala, a oeste pela República do Malawe e a leste pelo Oceano Índico.

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se os seguintes mapas no formato analógico:

- mapas de solo (INIA, 1995a), geológico (MOÇAMBIQUE, 1987), geomorfológico (MOÇAMBIQUE, 1983), todos em escala de 1: 1.000.000, com legendas simplificadas e adaptadas;
- mapas topográficos e de uso e cobertura da terra na escala de 1:250.000, nas folhas 41, 42, 43, 51, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 63, e 69; MOÇAMBIQUE (1999) e MOÇAMBIQUE (1997).

Foi realizada uma revisão de literatura de dados analíticos (químicos e físicos), relacionados às unidades de solos da província, segundo trabalhos de (CARLOS SOUTO, 1968 e 1969; REBELO, 1969, LAPERRE, 1971).

Para viabilizar esse processo, a base de dados e análise foram gerados no software ARCINFO (TM) versão 8.0.1, e ESRI - ARC VIEW (GIS) 3,2a 1992/2000; no laboratório de geoprocessamento do DPS/UFV.

A conversão das feições foi feita por processo de “digitalização” para formato digital, sendo identificados no módulo ponto a ponto e contínuo no formato vetorial, conhecendo-se os pontos de controle utilizados para o posterior georeferenciamento. Ou seja, foi realizada a captura dos dados espaciais pelo método de conversão de mapas através da digitalização manual das cartas utilizando o programa ArcInfo (ESRI, 1995; VIEIRA, et al. 2003) e posteriormente, a formatação destes dados no programa ArcView.

Através dos mapas planialtimétricos foram gerados vários mapas temáticos: rios, estradas, linha férrea, e curvas de níveis com equidistâncias de 100 m que, posteriormente reunidas, formaram os mapas temáticos individualizados ao nível da província, na escala 1:1.250.000, e a partir deste foi gerado o Modelo Digital de Elevação pelo método TIN (Rede Irregular de Triângulo) do “ArcView” (ESRI, 1996).

A partir do mapa de solo, geologia e geomorfologia foram derivados os delineamentos ambientais nos níveis 1, 2 e 3 (respectivamente zonas, ecozonas e unidades ambientais), e aptidão agrícola. A avaliação da aptidão agrícola foi feita segundo RAMALHO FILHO e BEEK (1995).

Finalmente, procedeu-se à interpretação dos temas abordados, observando-se suas inter-relações, a fim de se obter um diagnóstico ambiental da região em estudo, em caráter integrado.

3.1. Aptidão agrícola.

O mapa de solos em ou ambientes resultante de um levantamento não constitui um fim em si o mesmo. Deve ter como propósito geral servir de base a uma interpretação geralmente designada por avaliação de terra, a qual envolve não só as características intrínsecas ao próprio solo, como também envolve outros fatores externos de natureza física ambiental ou mesmo aqueles caracteristicamente sócio-econômicas. Neste plano de idéias têm sobressaídos tradicionalmente as avaliações das terras para fins de utilização agro-silvi-pastoril, embora elas possam ser executados para uma grande gama de finalidades, produzindo zoneamentos territoriais diversificados.

Entre as primeiras destacam-se os sistemas norte-americanos de “capacidade de uso” (LEPSCH et al., 1983), e ainda o denominado sistema FAO/Brasileiro de “aptidão agrícola” (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). Este ultimo, foi desenvolvido no Brasil sob auspícios da FAO a partir da década de 60 do século passado com a publicação nessa época dos primeiros resultados (BEEK, et al., 1964). A última revisão havida já com a existência do SNLCS da EMBRAPA/MA data de 1978 com algumas alterações introduzidas em 1983 e nova edição atualizada em 1995.

O sistema contempla três níveis de manejo, a saber: A - pouco desenvolvido; B - semi-desenvolvido; C - desenvolvido (saem irrigação) e aptidão de terras é feita considerando separadamente cada um dos níveis de manejo.

Os outros fatores limitantes considerados são em número de cinco:

- deficiência de fertilidade; deficiência de água; deficiência de oxigênio (excesso de água); susceptibilidade à erosão; impedimento a mecanização. Os graus de limitações, ou seja, a intensidade de atuação de cada fator, são também em número de cinco: nulo; ligeiro; moderado; forte; muito forte.

O sistema contempla quatro classes de aptidão: Boa; Regular; Restrita; Inapta. Observe-se que a mesma terra pode e normalmente tem, aptidão de classes diferentes para os vários níveis de manejo.

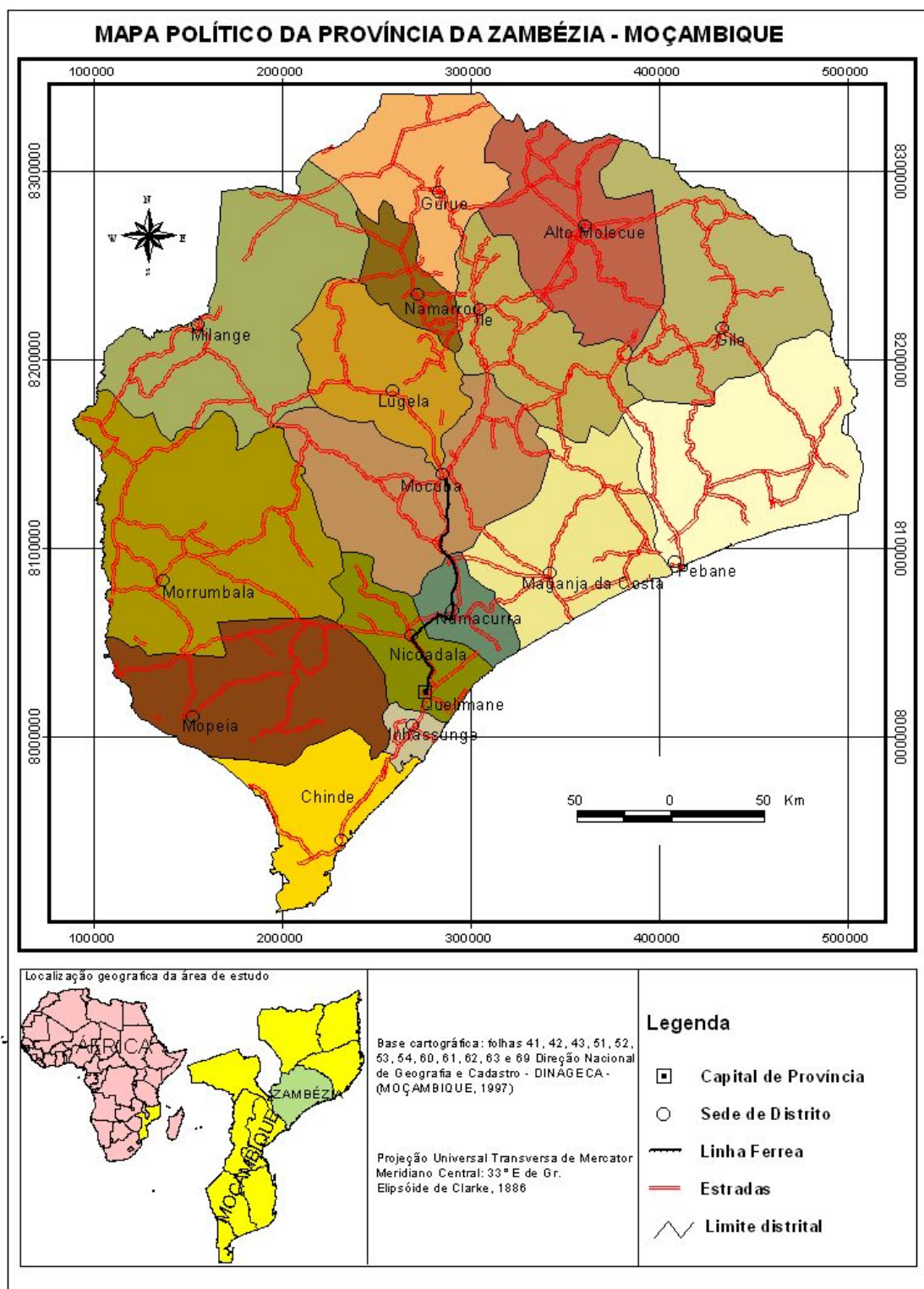


Figura 3 – Localização de província da Zambézia e seus distritos - Moçambique

Em sua concepção o sistema prevê seis grupos de aptidão: 1, 2 e 3 - com aptidão para lavouras em pelo menos um nível de manejo; 4 - aptidão para pastagem plantada; 5 - aptidão para silvicultura / pastagem natural; 6 - sem aptidão agrícola. Subgrupos são os diferentes conjuntos de classes de aptidão dentro de um grupo.

Admitem-se dois níveis de viabilidade de melhoramento, isto é, a introdução de procedimentos que permitem reduzir o grau de algum fator limitante. Esta premissa não vale para o fator de deficiência de água, visto não haver irrigação, nem para o nível de manejo A que não dispõe de recursos técnicos e financeiros para implantar o melhoramento. A viabilidade de nível 1 como regra é compatível com o nível de manejo B e a viabilidade 2 com o nível C.

O enquadramento das unidades mapeadas se faz mediante:

- atribuição de um grau de limitação a cada um dos fatores considerados;
- estudo comparativo entre aqueles atribuídos às terras e os que são estipulados no quadro-guia, adotando-se aquele fator de limitação de grau de maior intensidade como referência última.

Os quadros-guia ou quadros de conversão, constituem uma orientação geral para a classificação agrícola das terras, face ao caráter subjetivo da interpretação sempre sujeita ao critério pessoal do usuário (Quadro 1).

Entre os três quadros do sistema (região subtropical, região semi-árida, região tropical úmida) escolheu-se este último, por ser aquele condizente com as condições climáticas da Zâmbia (MINED, 1986).

Quadro 1 - Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras - Região tropical úmida (MINED, 1986)

APTIDÃO AGRÍCOLA			GRAUS DE LIMITAÇÃO DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS PARA OS NÍVEIS DE MANEJO A, B e C															TIPO DE UTILIZAÇÃO INDICADO
GRUPO	SUBGRUPO	CLASSE	DEFICIÊNCIA DA FERTILIDADE - F			DEFICIÊNCIA DE ÁGUA - A			DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO - O (EXCESSO DE ÁGUA)			SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO - E			IMPEDIMENTOS À MECANIZAÇÃO			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	N/L	N/L1	N2	L/M	L/M	L/M	L	L1	N/L1	L/M	L/M1	N2	M	L	N	LAVOURA
2	2abc	Regular	L/M	L1	L2	M	M	M	M	L/M1	L2	M	L/M1	N/L2	M/F	M	L	
3	3(abc)	Restrita	M/F	M1	L2/M2	M/F	M/F	M/F	M/F	M1	L2/M2	F*	M1	L2	F	M/F	M	
4	4P	Boa	M1			M			F1			M/F1			M/F			PASTAGEM PLANTADA
	4p	Regular	M1/F1			M/F			F1			F1			F			
	4(p)	Restrita	F1			F			F1			MF			F			
5	5S	Boa	M/F1			M			L1			F1			M/F			SILVICULTURA
	5s	Regular	F1			M/F			L1			F1			F			
	5(s)	Restrita	MF			F			L/M1			MF			F			E / OU PASTAGEM NATURAL
	5N	Boa	M/F			M/F			M/F			F			MF			
	5n	Regular	F			F			F			F			MF			
5(n)	Restrita	MF			MF			F			F			MF				
6	6	Sem Aptidão Agrícola	-			-			-			-			-			PRESERVAÇÃO DA FLORA E DA FAUNA

FONTE: RAMALHO FILHO e BEEK, 1995.

NOTA: - Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras.

- Terras sem aptidão para lavouras em geral, devido ao excesso de água, podem ser indicadas para arroz de inundação

* No caso de grau forte por suscetibilidade à erosão, grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro a moderado para a classe restrita - 3(a).

- Graus de limitação: N - Nulo

L - Ligeiro

M - Moderado

F - Forte

MF - Muito forte

/ - Intermediário

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se analisar os temas abordados (solos, relevo, geologia, cobertura vegetal) observa-se que estes ocorrem de uma forma ordenada e associada dentro da província. Embora ocorra tal ordenação, não é imediata ou fácil a correlação entre eles, como pode ser visualizado pelos mapas temáticos anexados, que ilustram os resultados dos estudos. O comentário descritivo a seguir, será baseado nos referidos mapas.

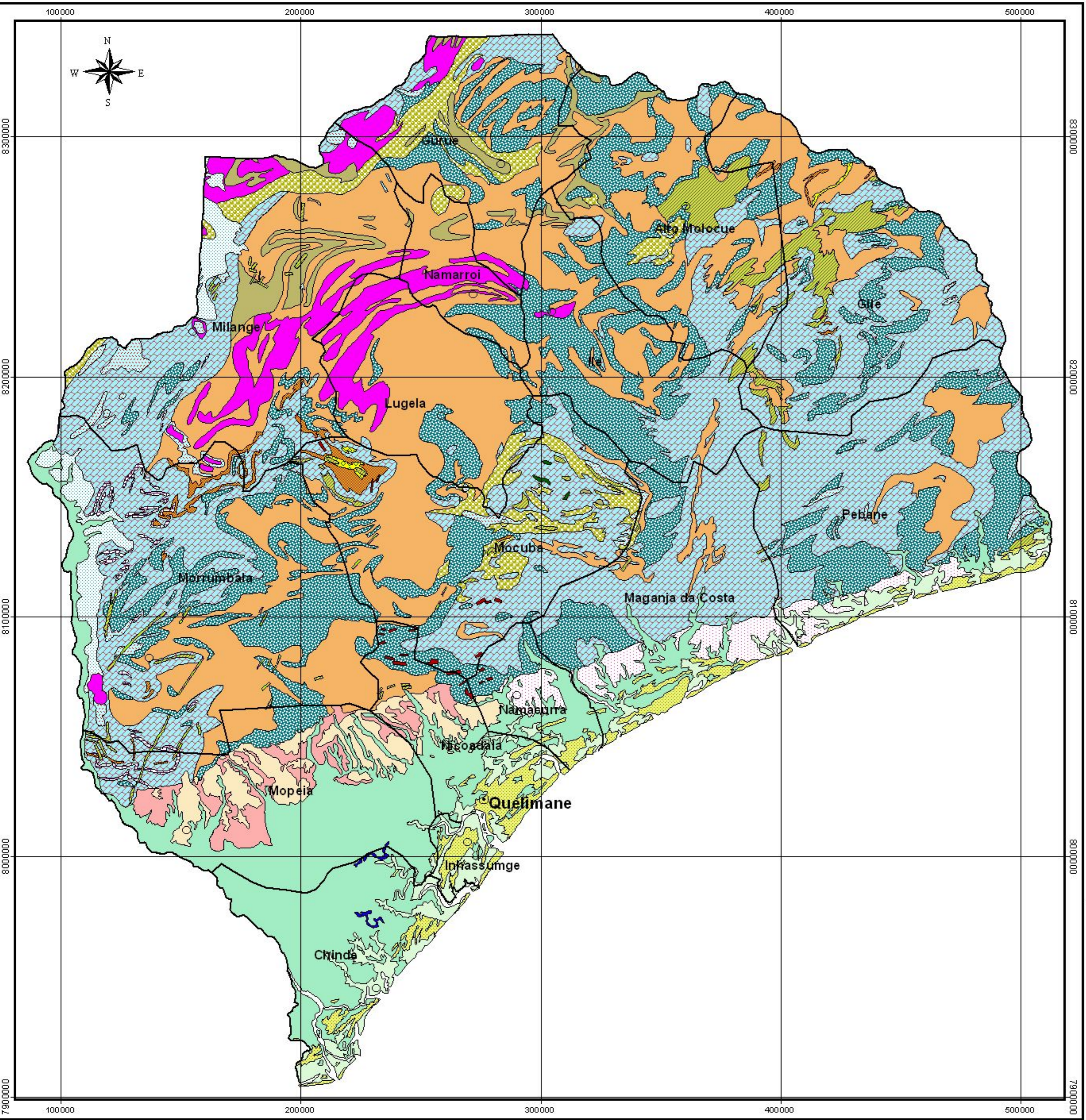
A dificuldade do correlacionamento entre diferentes temas pode ser explicada pela origem complexa das paisagens e pelas diferentes escalas dos mapeamentos originais, realizados com objetivos diversos. Remanescentes de rochas pré-cambrianas formam a região montanhosa, sob forte controle morfoestrutural; ocorrem também áreas planálticas truncadas ou aplainadas por erosão, que apagou parte da memória geológica, pela cobertura de sedimentos que forma os planaltos interiores. Além disso, a paisagem foi afetada pelo basculamento geral da superfície que forma o médio planalto na direção da costa. E finalmente, as planícies sedimentares e a orla marítima (AFONSO et al.,1998), foi exumada pelo soerguimento do Cenozóico tardio.

A seguir, descrevem-se os principais temas trabalhados e algumas inferências a seu respeito.

4.1. Geologia

Na província da Zambézia, cerca de 4/5 da área são ocupadas por rochas cristalinas Pré-Cambrianas, e o restante por sedimentos Terciários e Quaternários de ampla distribuição ao longo da costa. Assim pode-se dividir a província da Zambézia em duas regiões básicas: a região sedimentar costeira ao longo do Índico e o embasamento cristalino soerguido. A transição destes dois ambientes é marcada por falha normal , suavizada por uma série de leques aluviais, relacionados a antigos rios que desciam do planalto (Figura 4).

CARTA GEOLÓGICA DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda

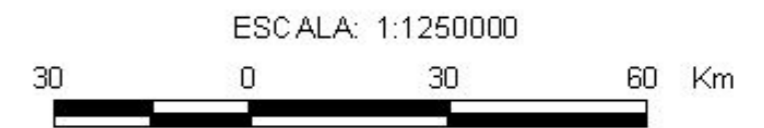
Quaternário e Formações Recentes

- Aluviões argilosos fluvio-marinhos
- Aluviões recentes
- Depósitos argilo-arenosos
- Cones de dejeção aplainados
- Formação Piemonte do Pleistoceno indiferenciado
- Dunas costeiras
- Escorrência argilosa fluvial

Embasmamento Cristalino

- Charnoitos e Enderbitos
- Conglomerados
- Rochas máficas e ultramáficas
- Gnaisses
- Granitos e Granitóides
- Mangeritos
- Mármore
- Migmatitos
- Milonitos
- Pegmatitos
- Quartzitos
- Gabro
- Sienitos
- Lagos

Limite distrital
 Capital de Província
 Sede de Distrito



Base cartográfica: Ministério dos Recursos Minerais - Instituto Nacional de Geologia - (MOÇAMBIQUE, 1987) Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke, 1886.

Localização geográfica da área de estudo

A região sedimentar flúvio-marinha emerge como uma cunha ao sudoeste/nordeste, separando o cristalino do oceano Índico, sendo limitado ao sul pelo rio Zambeze, responsável pela extensa sedimentação em seu delta (Figura 4). É composta por sedimentos arenosos marinhos (dunas costeiras), sedimentos argilosos formando o fundo rebaixado do triângulo e sedimentos argilo-arenosos e arenosos que se ligam ao cristalino, configurando uma baixada suavemente côncava (sinclinal) que pode ser visualizado no mapa geomorfológico (Figura 5).

O embasamento cristalino, como referiu AFONSO et al. (1998), é um imenso cinturão geológico complexo, onde várias forças geotectônicas de várias direções exerceram influência na natureza de rochas cristalinas existentes. Suas principais rochas, principalmente gnaisses de diferentes graus de metamorfismo, corroboram esta afirmação. Gnaisses granitóides, gnaisses aluminosos, leucognaisses, gnaisses mesocráticos, migmatitos, milonitos, mármore compõem a maior parte das rochas cristalinas metamórficas. Entre as rochas intrusivas ocorrem sienito, gabros, granitóides, granitos, enderbitos e ultrabásicas. Também ocorrem as extrusivas básicas (basaltos), estas pouco representativas. Cada uma destas rochas encontra-se espacialmente localizada no mapa geológico (Figura 4).

4.2. Geomorfologia

Basicamente, a província da Zambézia é constituída de um relevo montanhoso rebaixado, abaulado, que culmina na Serra Namulí (distrito de Gurue) com altitudes acima de 2400 m. As curvas de nível formam verdadeiras rendas que separam vertentes aplainadas de topos entalhados pelas nascentes dos rios. Algumas montanhas solitárias (Inselbergs) quebram a monotonia das vertentes aplainadas com rios exorreicos. No sopé, a planície costeira ao nível do mar forma uma bacia sedimentar em sinclinal onde se concentram sedimentos argilosos bordejados ao leste por sedimentos arenosos marinhos e a oeste por planaltos de altitudes sucessivamente mais altos (Figuras 5 e 6).

De forma geral, o relevo da Zambézia apresenta grandes áreas planas até a altitude de 900 m, acima da qual poucas áreas constituem topos de segmentos montanhosos íngremes. Existe também um certo ordenamento do litoral para o interior, no sentido leste-oeste, formando patamares sucessivos: planícies costeiras, planície de basculamento (vertentes e vales dos rios), superfícies erosivas que formam os planaltos e cristas montanhosas. Não há ocorrência de um bloco tectônico elevado formando uma escarpamento, como no caso do litoral brasileiro (Serra do mar) ou em Angola (Serra de Huambo), mas sim um relevo escalonado em degraus, mais ou menos suaves (Figura 6).

4.3. Uso e cobertura da terra

Como acontece com outros temas do meio físico, a distribuição espacial deste acompanha naturalmente os anteriores. O ponto de partida é a orla costeira, acompanhando o relevo (Figura 7).

CARTA GEOMORFOLÓGICA DA PROVINCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE

Legenda

MORFOESTRUTURAS

SUPERFÍCIES DOS CUMES E CRISTAS

- Relevos intrusivos em patamares
- Comijas de Cuesta
- Colinas das zonas de sopé
- Relevos suaves e compartimentados
- Relevos estruturais e compartimentados
- Relevos granitóides
- Deslocamento tectônico

SUPERFÍCIES APLAINADAS QUE CORTAM O COMPLEXO DE BASE (PENEPLANOS DO COMPLEXO CRISTALINO)

- Superfícies aplainadas que intersectam o complexo de base, peneplanícies e pedimentos (testemunho)
- Terraços fluviais talhados na rocha

DEPRESSÕES

- Fundos de depressões entre-escarpas (zonas de rifte com sedimentos)
- Depressões com acumulação e terraços de erosão
- Depressões e colinas com cobertura colúvio - aluviais

FUNDO DOS RIOS

- Fundos dos vales com depósitos aluviais

PLANÍCIES

- Praias arenosas
- Pequenas elevações constituídas por depósitos de material quaternário indiferenciado
- Planícies de acumulação marinha
- Planícies de sopé com cobertura colúvio - aluviais
- Relevos denudados e parcialmente aplainados
- Formação de dunas do Pleistoceno Superior
- Mantos basálticos do Terciário
- Estruturas circulares

Limite distrital

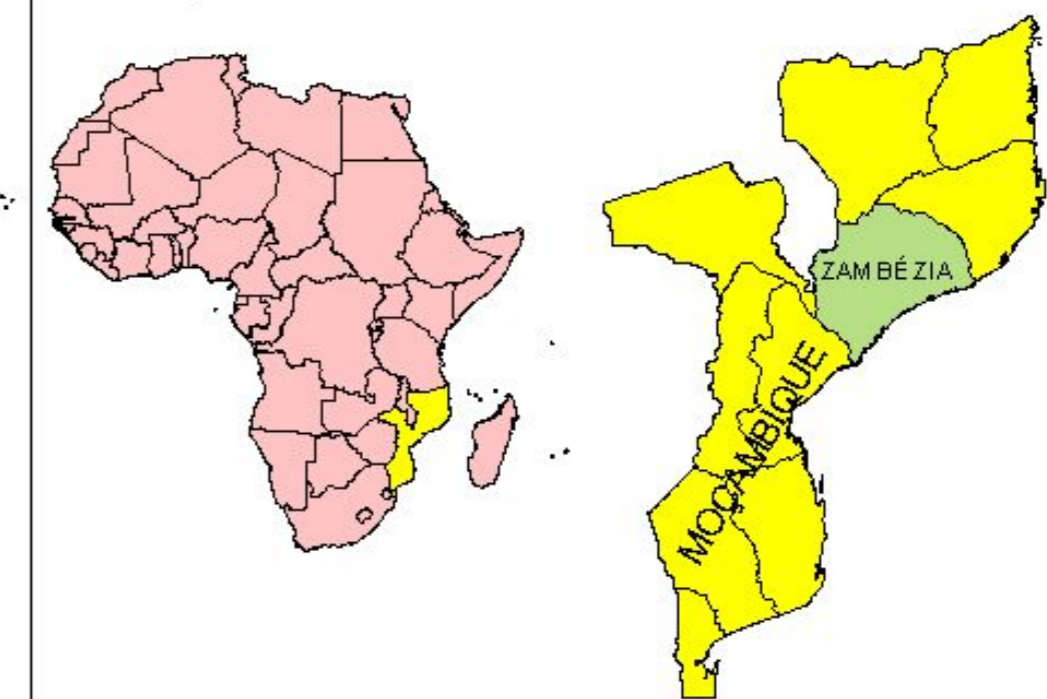
Capital de Província

Sede de Distrito

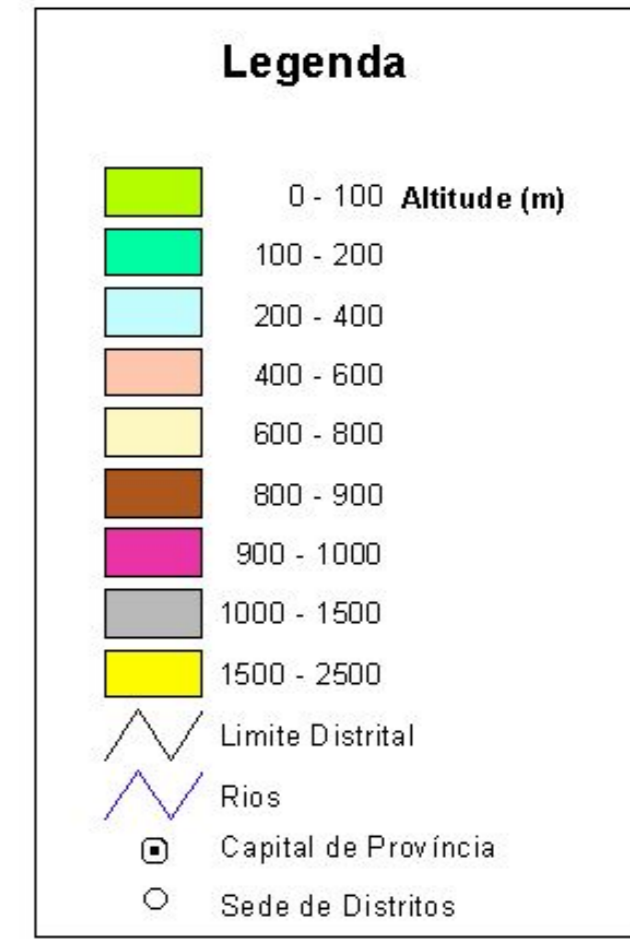
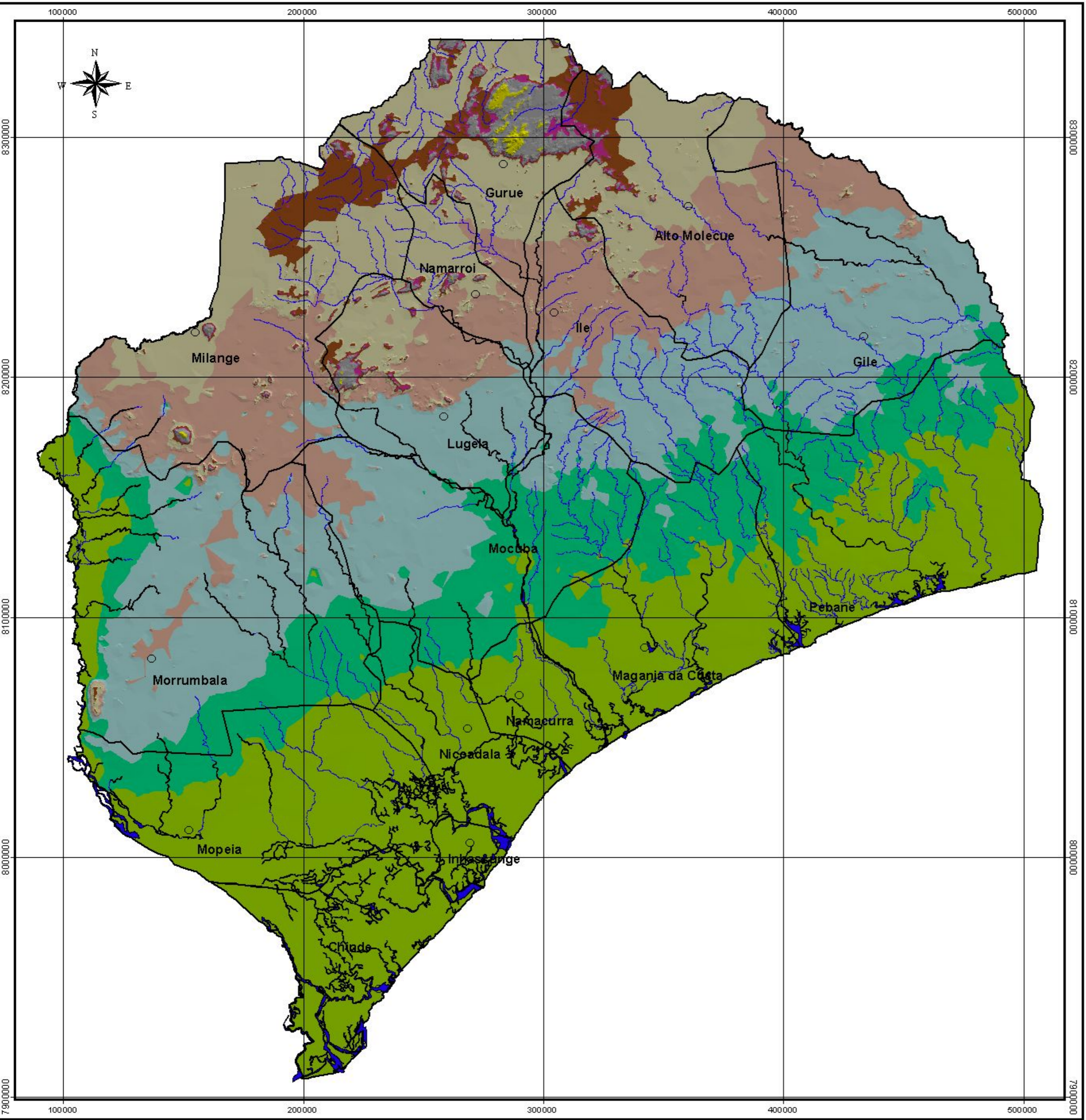
ESCALA 1:1250000
30 0 30 60 Km

Base cartográfica: Ministério dos Recursos Minerais - Direção Nacional de Geologia (MOÇAMBIQUE, 1983) Projeção Universal Transversa de Mercator Meridiano. Central: 33° E de Gr, Elipsóide de Clark, 1886.

Localização geográfica da área de estudo



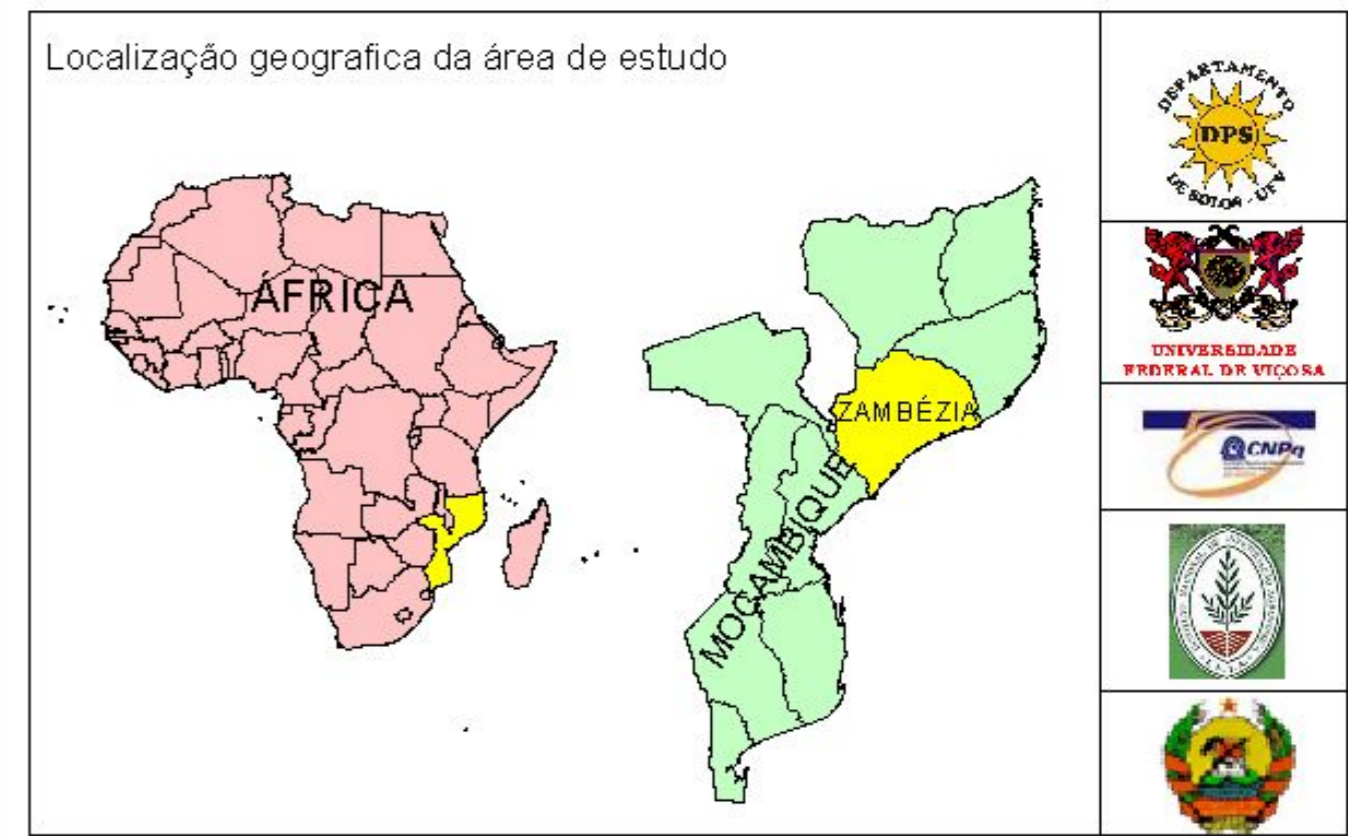
MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



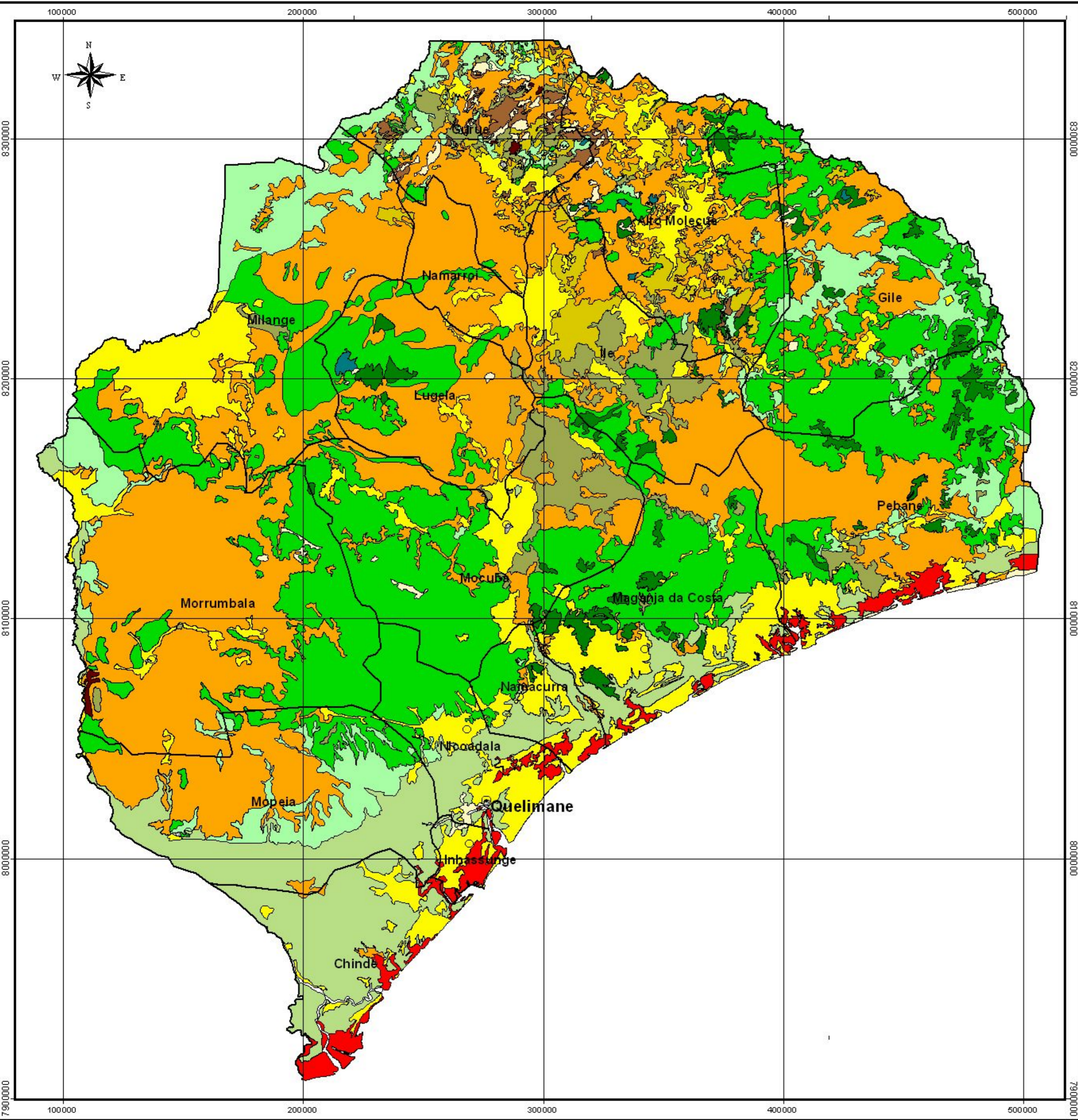
ESCALA: 1:1250000



Base cartográfica: Direção Nacional de Geografia e Cadastro.
 Folhas 41, 42, 43, 51, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 63 e 69 - DINAGECA - (MOÇAMBIQUE, 1999).
 Projeção Universal Transversa de Mercator.
 Elipsóide de Clarke, 1986.
 Equidistância das curvas de nível: 100 m.

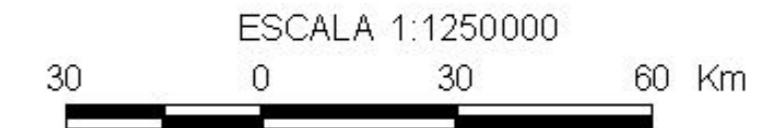


CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda

- Solo sem Vegetação
- Formação Herbácea Inundável
- Manguezal
- Formação Herbácea
- Moita (arbustos baixos - 0.5m < altura < 3m)
- Matagal Médio (3m < altura < 7m)
- Matagal Alto (altura > 7m)
- Matagal Aberto (3m < altura < 7m)
- Formação Herbácea Arborizada
- Floresta de Baixa Altitude Aberta
- Floresta de Baixa Altitude Fechada
- Floresta sempre Verde
- Área de Cultivo
- Área Habitacional
- Lago Namitone
- Limite distrital
- Capital de Província
- Sede de Distrito




Base cartográfica: Direção Nacional de Geografia e Cadastro - Moçambique, 1999.
 Folhas 41, 42, 43, 51, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 63 e 69 IGNFI - CENACARTA.
 Projeção Universal de Mercator.
 Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke, 1886.

Localização geográfica da área de estudo







Aliado ao Quaternário recente, têm-se as formações herbáceas inundáveis, que são interrompidas por raras áreas de cultura de cana-de-açúcar e cultura de arroz. Servem de boa pastagem natural quando hidromórficos em depósitos argilosos do Zambeze. Para além das dunas costeiras, que são densamente ocupados pela cultura de coqueiro em quase toda costa zambeziana, há intercalações de manguezais na borda leste (Figura 7).

A parte planáltica mostra domínio de formações herbáceas arborizadas, floresta de baixa altitude aberta, floresta de baixa altitude fechada e floresta sempre verde, que formam uma massa vegetal contínua e se intercalam entre si. As formações florestais se encontram fortemente antropizadas. Para o interior separam-se gradualmente, ocupando a parte central do cristalino, o matagal: matagal alto, matagal fechado, matagal aberto, moitas (capoeiras) e terras sem vegetação (campos rupestres) no alto da Serra Namuli (Figura 7).

4.4. Solos

Os tipos climáticos, a geomorfologia e os substratos orientam o delineamento das classes de solos da província da Zambézia. Há uma natural concordância dos solos Neossolos Regolíticos e Quatzarênicos e Vertissolos com os materiais arenosos, dunares e aluviais do Zambeze, respectivamente (Quadro 2 e Figura 8).

Para maior detalhamento dos solos do embasamento cristalino como um todo, muito trabalho de campo precisa ser feito, partindo dos indicadores pedológicos já mapeados. O mapa do INIA (1995) – Figura 8 e o mapa proposto por GOUVEIA e MARQUES (1973) (Figura 2), precisam ser refinados. O detalhamento deve levar em conta a variação da cobertura vegetal de solos, algo muito valorizado no Sistema de Classificação de Solos do Brasil (fases de vegetação), como indicador climático.

O relevo dissecado baixo da província da Zambézia, e o clima sazonal aumentam o índice erosivo das suas vertentes tornando a pedogênese mais lenta que o processo erosivo, fato que foi bem demonstrado por REDY e MUSSAGE (1985). Conseqüentemente há solos bem mais jovens, e raramente Latossolos, no conceito, na concepção brasileira (EMBRAPA (1999)).

4.5. Estratificação ambiental da província da Zambézia

A província da Zambézia ocupa uma área de 10.300.000 ha, e estudar seus ambientes em escala da província está além do escopo deste trabalho, pela impossibilidade de diferenciar todas as unidades ambientais existentes na área. Cabe então resumir de uma forma geral, com base nos estudos já realizados, o quadro ambiental em sua moldura básica, no esforço de se adequar a linguagem Português /Brasil /Moçambique.

Para a Zambézia teríamos três níveis hierárquicos que se chamaria de: 1º Nível - Zonas, 2º Nível - Ecozonas e 3º Nível - Unidades ambientais (Figuras 9, 10 e

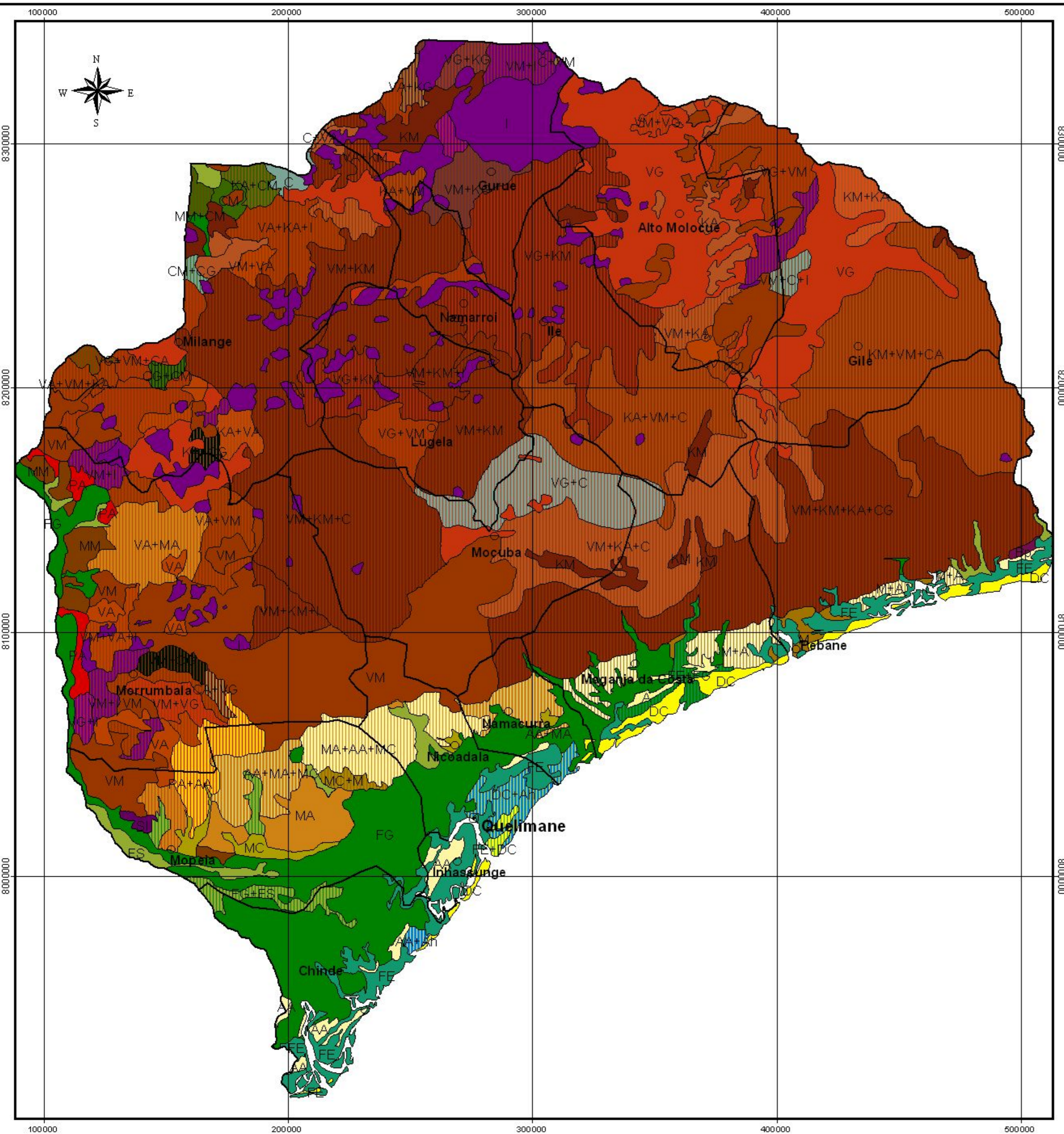
Quadro 2 – Principais unidades ambientais com ênfase pedológicas da província da Zambézia

Unidade	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS			Material de origem e idade geológica das unidades (Zonas)	Prof. (cm)	Relevo	Textura e cor
	MOÇAMBIQUE	FAO	BRASIL				
FG	Solos de aluviões argiloso	Molic fluvisols	VERTISSOLOS	Zonas aluvionares e flúvio marino (unidade F) Holocênico (Ecozonas)	100+	Vales e planícies	Argilosos castanhos
FS	Aluviões estratificados. Tex. Gro/me	Eutric fluvisols	NEOSSOLOS		100+		franco arenoso castanho
FE	Solos de sedimento marinho estuarino	Salic fluvisols	NEOSSOLOS		100+		Argiloso cinzento
DC	Solos de dunas costeiras	Haplic arenosols	NEOSSOLOS	Bacia sedimentar (unidades D, A, M, P, S) Holocênica Coberturas arenosas eólicas, pleistocênicas	180+	Planície estuarina	Areias castanhas
AA	Solos arenosos-amarelados	Ferralic arenosols	NEOSSOLOS		180+	Duna costeira	Areias castanho-amarela.
Ah	Solos arenoso hidromórficos.	Glei arenosols	GLEISSOLOS		180+	Planície arenosa	Areias castanhas
A	Solos arenosos não especificados	Arenosols	NEOSSOLOS		180+	Depressão arenosa	Areias
MA	Franco-argilo-arenoso castanho amarelo.	Ferralic arenosols	ARGISSOLOS		Sedimentos de Mananga camada < 20 m, depósitos sódicos duros do pleistocénico	100+	Planícies, fundo dos vales nas zonas de cobertura arenosa
MM	Franco-areno-argiloso. A arenoso.	Stgmic haplic luvis	CAMBISSOLOS	100+		Franco argilo arenoso	
M	Solos de mananga não especificado	Intergrade	NITOSSOLOS	100+		Argiloso castanho	
MC	Solos coluviões argilosos de mananga	Molic solonchaks	PLANOSSOLOS	100+	Dep. Circulares no sopé		
PA	Solos post-mananga com textura grossa	Chromic cambisols	REGOSSOLOS	70-120	Encosta coluvial	Franco arenoso castanho	
SI	Solos litólicos sobre seixos rolados	Mollic leptosols	NEOSSOLOS	< 30	Plataforma de seixo rolados	Franco argiloso arenoso	
BP	Solos basáltico preto	Calcic vertisols	VERTISSOLOS	30-150	Planícies e encosta	Argiloso preto pesado: fen.	
VA	Solos Arenosos avermelhados	Ferralic arenosols	ARGISSOLOS	Pré-Cambriano/Soco percarbriano (unidades - V, K,I,C) Rochas ácidas: granito e gnaiss	120+	Interfúvios, encostas superiores e médias	Arenoso castanho averm.
VM	Solos vermelho textura média	Ferric lixisols	LATOSSOLOS		100+		Franco argilo arenoso
VG	Solos argilosos vermelhos	Ferric lixisols	LATOSSOLOS		100+	Anterior e planalto	Argilos castanhos averm.
KA	Solos Arenoso castanho cinzentos	Cambic arenosols	CAMBISSOLOS		100+	Encostas inferiores	Arenosos castanho acinz.
KM	Solos Castanhos textura média	Haplic Acrisols	LATOSSOLOS		100+	E. médias e inferior de Inte.	Franco argilo arenoso
KG	Solos argilosos castanho cinzentos	Haplic Lixisols	ARGISSOLOS		100+	Interf. enc. méd. e infé.	Argiloso castanho acinz.
I	Solos liticos	Eutric leptisols	NEOSSOLOS		0-30	Montanhoso	Franco arenoso castanho
CA	Solos coluviões arenosos	Gleyic arenosols	NEOSSOLOS		Coluviões dos dambos derivados de rochas precâmbrias: granito e gnaiss	180+	Dambo, leito do rio
CM	Solos coluviões textura média	Gleyic phaeozome	LUVISSOLOS	150+		Fundo do vale plano sem leito do rio	Franco argilo arenoso cas.
CG	Solos coluviões argilosos	Gleysols fluvisols	GLEISSOLOS	120+			Argiloso castanho acinz.
C	Solos de coluviões não especificados	gleysols	GLEISSOLOS	100+		Dambo	Solos castanhos acinz.

Fonte: INIA, 1995 (Mapa de solos na escala 1:1000.000)

Nota: Prof – profundidade; fen – fendilhamento; averm – avermelhado; acinz – acinzentado; cas – castanho. E - encostas; Dep. – Depressão; enc. Encostas; méd. – média; infé. – inferior. As siglas FG, FS e FE, representam siglas das unidades pedológicas adotadas em Moçambique.

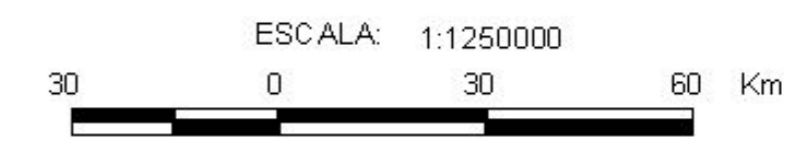
CARTA DE SOLOS PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda






- A NEOSSOLOS
- AA NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS
- Bp VERTISSOLOS EBÂNICOS
- C GLEISSOLOS
- CM LUVISSOLOS
- DC NEOSSOLOS REGOLÍTICOS
- FE NEOSSOLOS FLÚVICOS
- FG VERTISSOLOS EBÂNICOS
- FS NEOSSOLOS LITÓLICOS
- I NEOSSOLOS LITÓLICOS
- KA CAMBISSOLOS REGOLÍTICOS
- KM LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS
- M LATOSSOLOS CÂMBICOS
- MA NITOSSOLOS VERMELHO AMARELOS
- MC PLANOSSOLOS
- MM CAMBISSOLOS LATOSSÓLICOS
- PA NEOSSOLOS REGOLÍTICOS
- SI NEOSSOLOS LITÓLICOS
- VA ARGISSOLOS VERMELHOS
- VM LATOSSOLOS VERMELHOS
- VG LATOSSOLOS VERMELHOS

Limite distrital
 Capital de Província
 Sede de Distrito

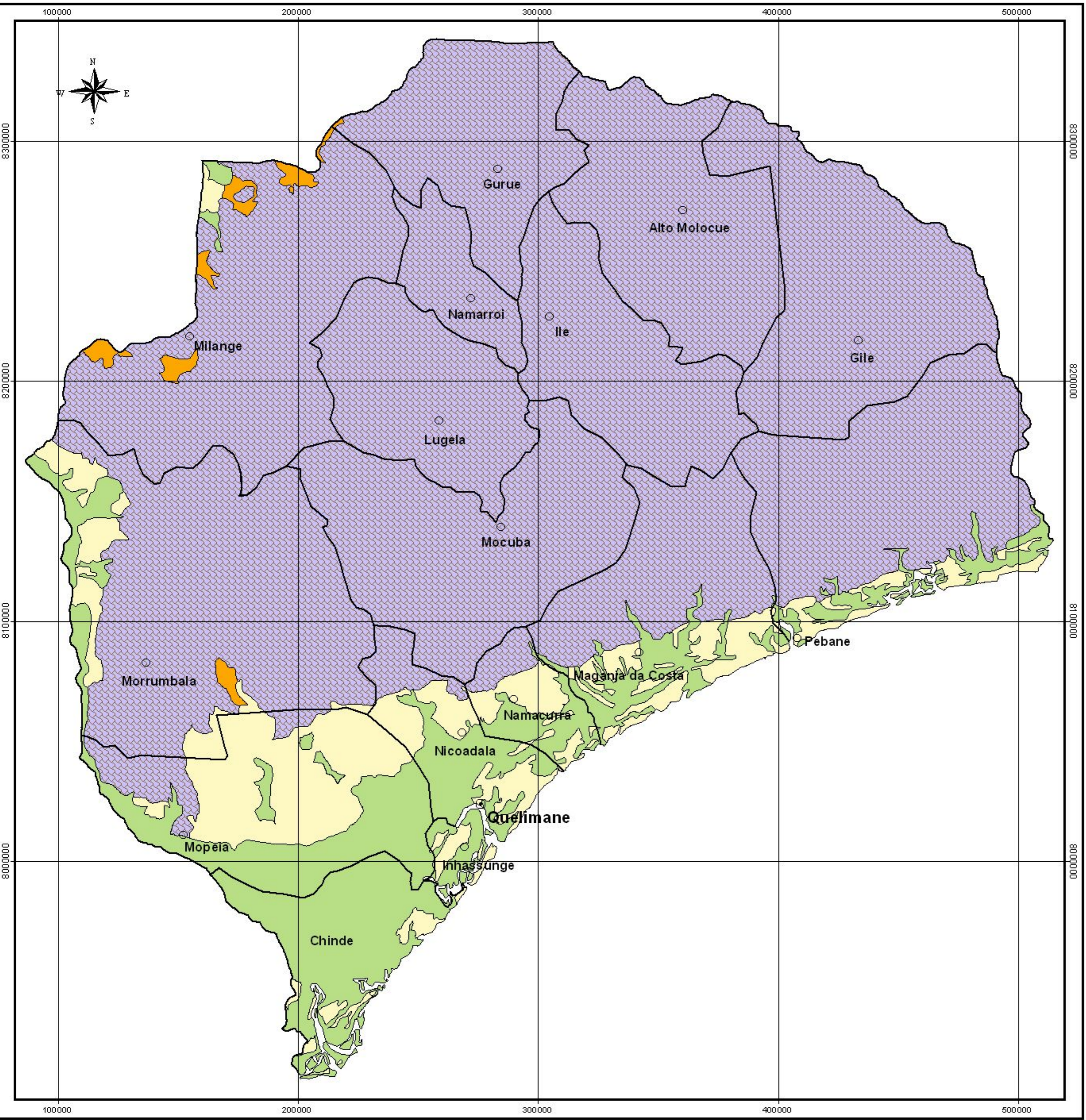


Base cartográfica: Instituto Nacional de Investigação Agronômica - Departamento de Terra e Água, (INIA/DTA, 1995). Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke.

Localização geográfica da área de estudo

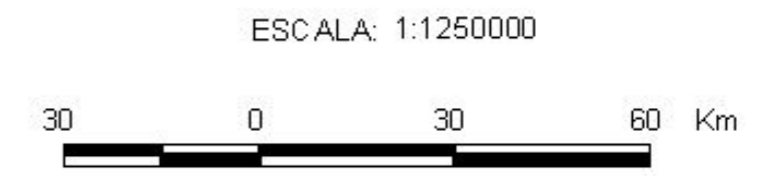






ZONEAMENTO AMBIENTAL - NÍVEL 1 ÊNFASE GEOLÓGICA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda

- ZONA 1 - Zonas aluvionares e flúvio marinha
- ZONA 2 - Bacias sedimentares Holocênica
- ZONA 3 - Embasamento Cristalino
- ZONA 4 - Dambos (terraços) - planícies coluvionares de altitude
- Limite distrital
- Capital de Província
- Sede de Distrito



Base cartográfica: Instituto Nacional de Investigação Agronómica Departamento de Terra e Água (INIA/DTA 1995). Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke, 1886.

Localização geográfica da área de estudo

8): No primeiro nível enquadram-se os seguintes geoambientes, com ênfase geológico (Quadro 2), adaptado do INIA (1995):

1. Zona da bacia sedimentar;
2. Zonas aluvionares e flúvio-marinhas;
3. Zona do embasamento cristalino (Pré-Cambriano);
4. Zona dos dambos (Depressões ou Terraços do Embasamento cristalino).

No segundo nível – Ecozonas com ênfase geomorfológica (Quadro 3 e figura 10)

1. Bacia sedimentar com suas principais ecozonas;
 - a) Ecozonas:
 - 1.1. Planície deltaica (A; C);
 - 1.2. Dunas costeiras (D)

2. Zonas aluvionares e flúvio-marinhas com suas principais ecozonas;
 - a) Ecozonas:
 - 2.1. Planície fluvio marinha (Mangues) [F];
 - 2.2. Planícies fluvial [F].

3. Embasamento cristalino (Pré-cambriano), com suas ecozonas principais;
 - a) Ecozonas:
 - 3.1. Encostas dissecadas de transição (Interflúvio, encostas superiores e médias) [V];
 - 3.2. Planaltos e encostas superiores [V];
 - 3.3. Rampas e vertentes pedimentadas [K];
 - 3.4. Topos e cristas montanhosas (Inselbergs) [I];
 - 3.5. Planaltos dissecados em colinas
 - 3.6. Planaltos tabulares pouco dissecados
 - 3.7. Monadnocks - morros testemunhos de granitos

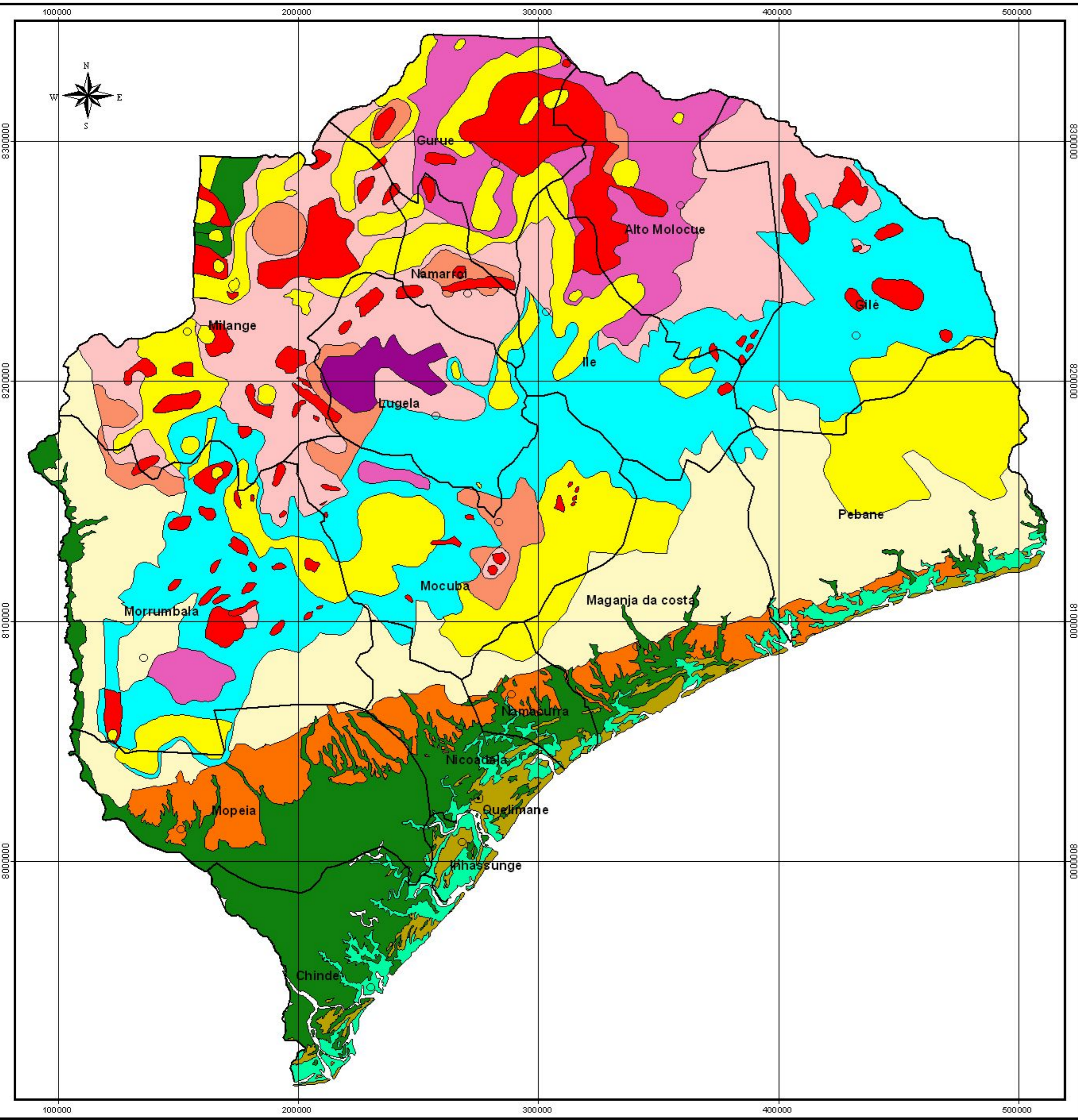
4. Dambos (depressões do embasamento cristalino)
 - a) Ecozonas:
 - 4.1 Depressões interplanálticas (Dambos/Terraços) [C];
 - 4.2 Superfícies aplainadas ;

Terceiro Nível - Unidades ambientais – Ênfase pedológica (INIA, 1995).

Representados pelas principais unidades pedológicas de cada ecozona (FG, FS, FE e etc.). São os tipos de solos representados por letras maiúsculas iniciais, distribuídos nas ecozonas que definem as unidades principais devido a sua geometricidade e área limitada, a exemplo de [I] que são decodificados no quadro 2 e mapeados na Figura 8.

ZONEAMENTO AMBIENTAL - NÍVEL 2 - ENFASE GEOMORFOLÓGICA

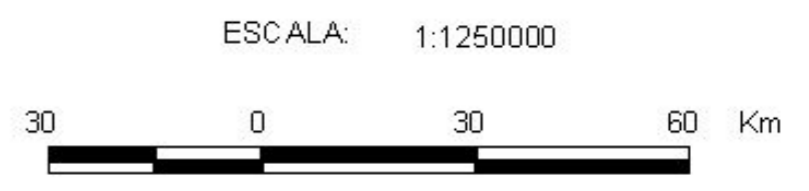
PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda

- Topos e Cristas montanhosas
- Rampas e vertentes pedimentadas
- Monadnocks ou morros tesremunhos de granito
- Planaltos tabulares pouco dissecados
- Planaltos dissecados em colinas
- Delta dos rios - Planícies deltaicas
- Manguesais - Planícies fluviomarinhas
- Depressões interplanálticas
- Dunas Costeiras
- Planície fluvial
- Superfícies aplainadas
- Encostas dissecadas de transição

Limite distrital
 Capital de Província
 Sede de Distrito




Base cartográfica: Instituto Nacional de Investigação Agronômica - Departamento de Terra e Água, (INIA/DTA, 1995). Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke, 1886.

Localização geográfica da área de estudo







Quadro 3 - Resumo das ecozonas da província da Zambézia e suas respectivas áreas - Moçambique, África.

ECOZONAS	Área (Km ²)
Topos e cristas montanhosas	6.820
Rampas e vertentes pedimentadas	16.895
Monadnocks - morros testemunhos de granitos	879
Planaltos tabulares pouco dissecados	6.125
Planaltos dissecados em colinas	13.295
Delta dos rios - Planície deltaica	4.763
Mangues - Planície fluvio marinha	2.598
Depressões interplanálticas	2.961
Dunas costeiras	1.831
Planície fluvial	10.890
Superfícies aplainadas	20.336
Encostas dissecadas de transição	17.237
Total	104.631

4.6. Aptidão agrícola das terras da Zambézia

O enquadramento das unidades ambientais definidos para a região é apresentado no quadro 4, a avaliação da Aptidão Agrícola das Terras onde figuram estimativamente os graus de limitações atribuídos a cada um dos cinco fatores e com base em dados análises químicas do Quadro 6 em anexo. O enquadramento é representado pelo subgrupo de aptidão resultante do estudo comparativo dos graus de limitações atribuídos a cada unidade, com aqueles considerados como permissíveis pelo quadro-guia exposto, tendo em conta:

- o grau de limitações de maior intensidade;
- o ponto de vista pessoal do usuário susceptível de vir a alterar o resultado.

Os subgrupos identificados apresentam a seguinte quantificação em termos de atributos geográficos (Quadro 5):

As unidades ambientais compreendidas no delta do Zambeze possuem aptidão bem diferenciada entre si em razão da constituição própria das terras que as compõem. Assim, as terras da unidade 1, que são constituídas essencialmente por Vertissolos gleicos freqüentemente salinos, são marginalmente utilizados no nível do manejo A, mas, podem sê-lo mais intensivamente nos níveis B e C recorrendo a práticas de drenagem e lavagem dos sais. São particularmente aptos para cana de açúcar e a rizicultura. Já mesmo não acontece com as terras da unidade 2, constituídos por Aluviões leves que embora não tendo o mesmo nível de fertilidade natural também não possuem os mesmos problemas de hidromorfismo/salinização. A unidade 3, trata-se de manguezais, periodicamente invadidos por água das marés, provavelmente com solos

Quadro 4 - Avaliação da aptidão agrícola das terras da província da Zambézia, Moçambique: clima úmido segundo MINED, (1986).

UNIDA.	FASE DE VEGETAÇÃO	FASE REL.	Deficiência da Fertilidade - F			Deficiência de Água - A			Deficiência de Oxigênio - O			Suscetibilidade à Erosão - E			Impedimentos à Mecanização			Subgrupos de APTIDÃO	
			%	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B		C
1	FG	Pradaria e matagal	P 0-1	M/F	M ₁	L ₂	L	L	L	M	L ₁	N/L ₁	N	N	N	N	N	L	2(a)bc
2	FS	Floresta galeria e mata aberta ou fechada	Q 0-2	M	L ₁	N ₂	L	L	L	L	L	N/L ₁	N	N	N	N	N	N	1(a)bc [F]
3	FE	Pradaria, Halófila; mangal	P 0-1	MF	MF	MF	N	N	N	MF	MF	MF	N	N	N	F	F	MF	6 [F, O, M]
4	DC	Matagal coberto	C 0-35	F	F	F	M/F	M/F	M/F	N	N	N	MF	MF	MF	F	MF	MF	6 [F, A, E, M]
5	AA	Floresta primária e mata aberta /pradaria	Q 0-2	F	M ₁	L/M ₁	M	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3(abc) [F, A]
6	Ah	Savana ou pradaria	P 0-1	MF	F ₁	F ₁	L/M	L/M	L/M	M	M	M	N	N	N	N	N	L	4(p) [F, O]
7	A	Savana ou pradaria	QP 0-2	M/F	M ₁	L/M ₂	M	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3(abc) [F, A]
8	MA	Mata aberta ou mangal	Q 0-2	M/F	M ₁	L/M ₂	M	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3(abc) [F, A]
9	MM	Pradaria ou mata aberta	Q 0-2	M/F	M ₁	L/M ₂	M	M/F	M/F	L	L	L	N	N	N	N	N	N	3(abc) [F, A]
10	M	Mista	Q 0-2	M	L/M ₁	L ₂	M	M	M	L	L	L	N	N	N	N	N	N	2(abc) [A]
11	MC	Pradaria e mata brenhosa	P 0-1	M	L/M ₁	L ₂	M/F	M/F	M/F	M	M	L ₁	N	N	N	N	N	N	3(abc)[F,A,O]
12	PA	Mata aberta	SO 0-5	M/F	M ₁	L/M ₂	M	M	M	N	N	N	L	L	N ₁	N	N	N	3(abc) [F, A, E]
13	SI	Mata aberta xerófila, matagal e savana	SO 0-5	L/M	L/M	L/M	F	F	F	N	N	N	L	L	L	M	F	F	6 [F, A, M]
14	BP	Savana arborea, brenha pradaria	P 0-1	M	M	M	F	F	F	N	N	N	N	N	N	N	N	N	4(p) [F, A, E]
15	VA	Savana arbustiva e floresta aberta	O 0-8	F	F	F	F	F	F	N	N	N	L	L	L	N	N	L	4(p) [F, A]
16	VM	Floresta aberta, mata alta	O 0-8	M	L ₁	L ₁	M	M	M	N	N	N	L	L	L	N	N	L	2(a)bc [F, A]
17	VG	Floresta aberta	O 0-8	M	L ₁	L ₁	M	M	M	N	N	N	L	L	L	N	N	L	2(a)bc [F, A]
18	KA	Floresta aberta e matagal	O 0-8	F	M ₁	L ₂	L	L	L	N	N	N	L/M	L/M	L/M	N	L	L/M	3(bc) [F,A, E]
19	KM	Mata aberta alta ou floresta aberta	O 0-8	F	M ₁	L ₂	N	N	N	N	N	N	L	L	L	N	N	L	3(bc) [E, F]
20	KG	Savana arborea arbustiva ou mata aberta	O 0-8	M	L ₁	L ₁	N	N	N	N	N	N	L	L	L	N	N	L	2(a)bc [E, F]
21	I	Mata aberta mediana ou pradaria	M >30	MF	MF	MF	F	F	F	N	N	N	F	F	F	F	F	MF	6 [F, A, E, M]
22	CA	pradaria	Q 0-2	L	L	L	N	N	N	F	F	F	N	N	N	L	L/N	M	4P (O)
23	CM	Mata aberta ou pradaria	Q 0-2	L	L	L	M/F	M/F	M/F	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3(abc) [O]
24	CG	Pradaria mediana	SO 0-3	L	L	L	M	M	M	L	L	L	N	N	N	N	N	N	2abc [O, M]
25	C	mistura	Q 0-2	L	L	L	M	M	M	F	F	F	N	N	N	L	M	F	4P [A, O, M]

Nota: Unida – unidade; Rel – relevo; P – plano; Q – quase plano; O – ondulado; SO – suave ondulado; M – montanhosa; N – nulo; L – ligeiro; M – moderado; F – Forte; M/F – moderado a forte; MF – muito forte.

Quadro 5 - Área (ha) dos principais subgrupos de aptidão agrícola das terras da Zambézia.

Aptidão	nº unidades	Área (ha)	Área (%)
1(a)bC	8	84.905	0,8
2(a)bc	76	6.668.125	65,0
2(ab)c	12	111.345	1,1
2abc	2	23.028	0,2
3(abc)	43	705.670	6,9
3(bc)	30	1.295.074	12,6
4(p)	18	431.344	4,2
4P	5	26.404	0,3
6	143	920.116	9,0
ZAMBÉZIA		10.266.010	100,0

tiomórficos de utilização muito problemática e ambientalmente tidos como áreas protegidas, portanto, de preservação permanente.

O segundo grupo de ambientes inclui aqueles cujas terras se desenvolvem na chamada “bacia sedimentar” englobando um conjunto algo heterogêneo de materiais litológicos e de situações de paisagem. Dominantemente, verifica-se topografia aplainada e composição granulométrica de textura tendendo para arenosa. Com a exceção das unidades 4 e 13, que ocorre em topografias muito movimentadas e solos rasos, e que foram tidas como sem aptidão, as restantes foram consideradas para o uso agrícola. Com poucas exceções, foram enquadradas nos grupos e principalmente 3 para lavouras nos três sistemas de manejo considerados. A maior limitação é deficiência de fertilidade e eventualmente de água que no caso da unidade 14 levou mesmo a enquadrá-la como 4(p). Outra unidade com o mesmo enquadramento, a de número 6 foi devido à muita deficiência de fertilidade natural.

O grupo de ambientes seguintes refere-se aqueles cujas terras estão localizadas no embasamento cristalino. Embora aqui as texturas sejam mais finas, a topografia é em regra um tanto mais movimentada, abrangendo um certo número de ambientes diversificados. O principal fator limitante é a deficiência de fertilidade, levando o seu enquadramento nos grupos de aptidão 2 e 3, para os três níveis de manejo ou pelo menos para os níveis B e C. Excetua-se uma unidade, a 15, onde a deficiência de água conduziu ao seu enquadramento para 4(p) e a unidade 21 onde a movimentação do relevo e o caráter raso dos solos impuseram a sua não aptidão para o uso agrícola.

Cabe aqui referir-se que a deficiente fertilidade natural não é tão acentuada quanto os solos similares do Brasil. A presença de minerais facilmente intemperizáveis no solo é observada freqüentemente, mesmo em solos mais evoluídos tipo Latossolos. Isto não significa necessariamente que a reserva de nutrientes disponíveis de imediato seja alta, mas sim, assegura uma liberação dos

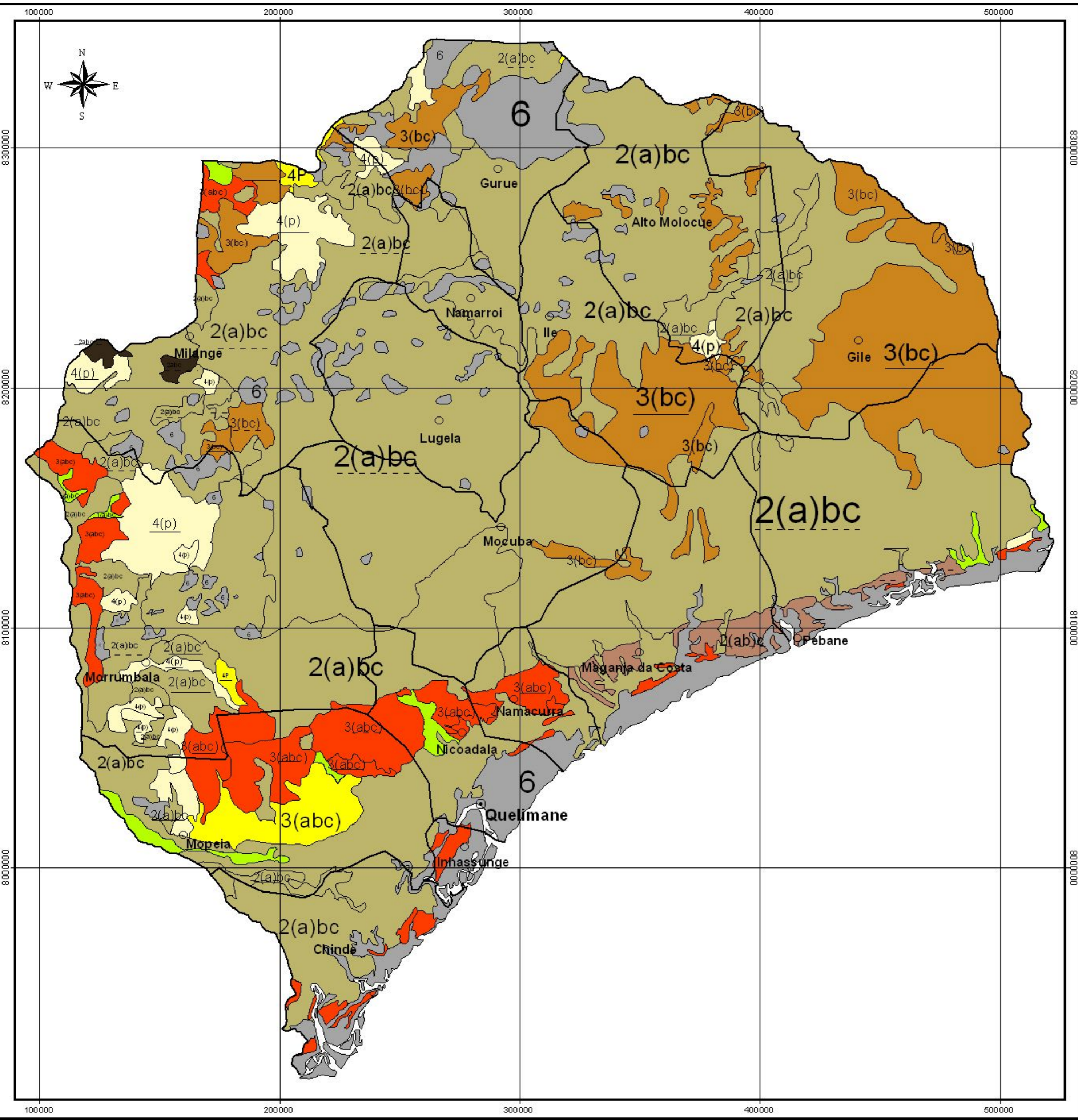
mesmos a médio ou longo prazo. Os solos de áreas planas e maiores altitudes são aqueles mais intemperizados e conseqüentemente quimicamente mais pobres.

Por último, tem-se o grupo de unidades de terras dos ambientes de localizados em terraços (Dambos) ou sejam as planícies coluvionares de altitude. Distinguem-se dos anteriores por lhes ter sido atribuído um grau menor de deficiência de fertilidade e em duas, o excesso de água. Deste modo, o enquadramento foi feito em função do grau de limitação por excesso de água de que resultou seu enquadramento no grupo 4P. E nas unidades restantes, por razão contrária, a falta de água, levou ao seu enquadramento nos grupos de aptidão 2 e 3.

Contudo, cerca de 86,6 % da área total é apta para lavouras, apesar de grande proporção com restrições: 1(a)bc; 2abc; 2(a)bc; 3(abc) e 3(bc); 4,5 % para pastagens e 9,0 % apresentam restrições severas que não se recomendam uso agropastoril (Quadro 5; Figura 12). Estas áreas de restrições (Quadro 4) correspondem a: Neossolos litólicos (solos litólicos - I); as unidades FE (mangues) e principalmente à bacia sedimentar costeira, com suas principais ecozonas: dunas costeiras – [DC]; da orla costeira, onde se abriga grande contingente populacional da província da Zambézia. Nessas áreas, ocorreu a instalação da monocultura do coqueiro por grandes companhias. Considerando toda a província, a principal classe de aptidão é 2(a)bc (Figura 11 e Quadro 5).

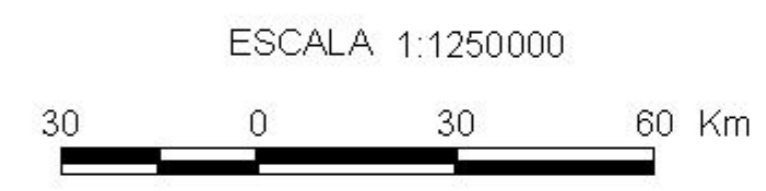
Uma boa interpretação da aptidão agrícola dos solos, através de vários métodos que possam ser usados em Moçambique, parte necessariamente de uma sólida classificação natural que ainda não existe no país. O método FAO/BRASILEIRO parece adequado ao nível de agricultura que se encontra em Moçambique, não exigindo grandes adaptações para ser aplicado na situação atual

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE



Legenda

- 1(a)bc - Terras com aptidão boa para lavoura no nível de manejo C, regular para o manejo B e restrita para o manejo A.
 - 2abc - Terras com aptidão regular para a lavoura nos manejos A, B e C
 - 2(ab)c - Terras com aptidão regular para a lavoura no manejo C e restrito para manejos A e B.
 - 2(a)bc - Terras com aptidão regular para a lavoura nos manejos B e C e restrita para o manejo A.
 - 2a(bc) - Terras com aptidão regular para a lavoura no manejo A, e restrito para manejos B e C
 - 3(abc) - Terras com aptidão restrita para lavouras nos manejos A, B e C
 - 3(bc) - Terras com aptidão boa para pastagem plantada
 - 4P - Terras com aptidão regular para pastagem plantada
 - 4p - Terras com aptidão regular para pastagem plantada
 - 4(p) - Terras com aptidão restrita para pastagem plantada
 - 5(s) - Terras com aptidão restrita para silvicultura
 - 6 - Terras para preservação ou recreação
- Limite distrital
 Capital de Província
 Sede de Distrito
 Associações de terras com componentes em menor proporção com aptidão superior que a representada
 Associação de terras com componentes em menor proporção com aptidão inferior que a representada



Base cartográfica: Instituto Nacional de Investigação Agronômica Departamento de Terra e Água (INIA/DTA 1995). Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr. Elipsóide de Clarke, 1886.



5. CONCLUSÕES

A província da Zambézia é um imenso território com enormes potencialidades em recursos naturais, mercê das suas condições físico-geográficas, nomeadamente condições agro-climáticas, pedológicas, de flora e fauna, sistemas hidrográficos e os recursos a eles associados, as formações montanhosas e ecossistemas afins, os centros urbanos e as potencialidades em infra-estruturas, sendo de destacar o importante Delta do Zambeze; a faixa marítima incluindo os ecossistemas costeiros, entre outros recursos naturais.

A interpretação integrada dos temas individuais: geologia, geomorfologia, relevo, uso e cobertura do solo, permitiram delimitar, as unidades ambientais principais que caracterizam a província da Zambézia.

Existe uma grande restrição para agricultura de subsistência que representa a maior parte da força de trabalho a nível da província.

As aplicações de fertilizante e a adoção de técnicas de manejo para elevação da produtividade agrícola, devem ser levadas em consideração, desde que as aplicações de fertilizantes sejam precedidas pelas análises de solos de rotina ou resultados de ensaios experimentais, para melhor otimização dos recursos.

Sugere-se a adoção em Moçambique de um sistema de classificação natural bem mais elaborado, capaz de facilitar as interpretações técnicas futuras, com ênfase, por exemplo, na Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 1999), por ser o mais bem trabalhado para solos tropicais, além da facilidade do uso da língua portuguesa no meio técnico moçambicano.

6. BIBLIOGRAFIA

AFONSO, R.; MARQUES, J.; FERRARA, M. **Evolução geológica de Moçambique**. Lisboa: .IICT/DNG, 1998.95p.

ALVES, L.M. **Sistemas de Informação Geográfica como Instrumento para o Planejamento de Uso da Terra, Em Bacias Hidrográficas**. 1993. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Viçosa: UFV, 1993. 112p.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. ED. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, DF: EMBRAPA/CPAC, 1993.

BEEK, K.J.; BENNEMA, J.; CAMARGO, M.N. **Soil Survey Interpretation in Brazil**. A System of land capability for Reconaissance Surveys. Wageningen: DPFS/FAO/STIBOKA.1964. 36 p. (mineografado)

CARLOS SOUTO, M. **Os solos de região de Nicoadala (Zambézia): aptidão frutícola e hortícola**. In: AGRONOMIA Moçambicana. Lourenço Marques: IIAM, 1968. v.3. p.183-202.

D'AGOSTINI, L.R.; SCHLNDWEIN, S.L. **Dialética da avaliação do uso e manejo das terras: da classificação interpretativa a um indicador de sustentabilidade**. Florianópolis: UFSC, 1998. 121p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE. **Using ArcView GIS**. New York: ESRI, 1996. n.p.

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE - ESRI.
Understanding GIS the ARC/INFO method. Third 3. Califórnia: ESRI, 1995.

FERNANDES FILHO, E. I. **Desenvolvimento de um Sistema Especialista para a Determinação da Aptidão Agrícola das Terras de Duas Bacias Hidrográficas**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa:UFV, 1996. 71p.

FIGUEIRAS, C.A.; CÂMARA, G. **Sistemas de Informações geográficas do INEP**. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. ED. Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília, DF: EMBRAPA/ CPAC, 1993. p. 39-57.

GOUVEIA, D.G.; MARQUES, A.S.M. **Carta de Solos de Moçambique** (escala 1: 4.000.000). In: AGRONOMIA. Moçambique. Lourenço Marques: IIAM, 1973. v.1. p. 1 – 20

GOUVEIA, D.G. **Regiões naturais e zonas agrárias de Moçambique**. Lourenço Marques: IIAM, 1969. sp.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA – INIA. Legenda da carta nacional de solos (Escala 1:1.000.000). **Comunicações 73**. Maputo: DTA, 1995. Sp.

LANI, J.L. **Estratificação de ambientes na Bacia do Rio Itapemirim, no Sul do estado do espírito Santo**. Tese (Mestrado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa:UFV, 1987. 114p.

LAPERRE, P.E. **Zambezi delta soil for the production of sugar-cane**. Their classification, morphology and chemical and physical properties. In: AGRONOMIA Moçambicana. Lourenço Marques: IIAM, 1971. v. 4. p. 237-260.

LEPSCH, I. et al. **Manual para o Levantamento utilitário do meio físico e classifica-ção de terras no sistema de capacidade de Uso**. Campinas: SBSC. 1983. 175 p.

MARQUES, A. F.S.M. **Geoambientes, solos, avaliação e uso atual das terras na bacia do rio alcobaça, MG e BA**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2000. 167p.

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO - MINED. **Atlas Geográfico**. 2 ed. Moçambique: MINED, 1986. 49p.

MOÇAMBIQUE. **Mapa de curvas de nível na escala 1:250.000. Eqüidistância das curvas de nível: 100 m**. Maputo: DINAGECA, 1997. (Carta topográfica)

MOÇAMBIQUE. **Uso e Cobertura de Solo da Terra** (escala 1:250000). Maputo: IGNF/CENACARTA, 1999. (Carata de uso e cobertura da terra)

PERSON, H.S. Os pequenos cursos de água. **Boletim Geográfico**. 92:919-52, 1950.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed. Rio de Janeiro: SUPLAN-EMBRAPA/SNLCS, 1995. 65p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: SUPLAN; EMBRAPA; SNLCS, 2 ed. 1983. 57p.

REBELO, D.C. **Os Solos do Gurué**. Lourenço Marques: IIAM. 1969.102p. (Comunicações 40)

REDY, S.J.; MUSSAGE, E.M. **The rainfall erosive capacity of the soils of Mozambique**. Maputo:DTA, 1985. 16p. (Nota técnica nº.27)

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE. **Carta Geológica na escala 1:1.000.000**. Maputo: MRM/ING, 1987. (carta geológica)

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE. **Carta Geomorfológica na escala 1:1.000.000**. Estocolmo, Suecia: MRM/DNG, 1983.

RESENDE, et al.,. **Pedologia** – Base para distinção de ambiente. 3 ed. Viçosa: NEPUT, 1999.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-topossequência em Viçosa**. Tese (Mestrado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 1971. 71p.

SILVA, A.B. da. **A cobertura vegetal do Estado do Espírito Santo, preservação e renovação**. Espírito Santo: UFES, 1986. sp

VIEIRA, E.M; SCHIMITH, R.S.; CARVALHO JUNIOR, W.de. **Funções básicas para a digitalização em ambiente ARC/INFO**. Viçosa, UFV: LABGEO/DPS, 2003. sp. (Apostila)

7. APÊNDICE

Quadro 6 - Características físicas e químicas dos perfis de solos correlacionados com as unidades de mapeamento da província da Zambézia.

Unidade	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS			Física do solo							Química do solo						pH					
	Moçambique	Brasil	perfil	Hor.	Prof. (cm)	Ag	Af	sil %	arg	M.O.	CE ds/m	Na ⁺	Ca ²⁺ Cmol/kg	K ⁺	Mg ²⁺	V %	T Cmol/kg	KCl	H ₂ O			
1	FG	Aluvião/argiloso	Vertissolos Perfil 75 A	Ap	0-30			38	57	3,2	43,6	0,6	0,9	19,1	12,1	75,1		4,6	5,6			
				AC	30-50			40	56	3,1	43,4	0,9	0,9	19,2	11,6	75,1		4,5	5,3			
				C	50-67			36	62	2,0	42,7	1,0	1,0	21,6	11,7	82,7		4,8	6,0			
				C	67-90			24	73	2,1	52,3	1,6	1,1	18,0	14,5	67,2		5,1	6,4			
				C	90-118			30	68	1,8	51,3	1,7	0,7	19,0	11,2	63,4		5,4	6,7			
				C	118-145			42	55	1,8	47,2	3,1	0,8	23,9	10,8	81,8		5,8	7,0			
					S 4	Ao	Mulch	0,2	0,3	31	63	3,15	40,8	1,2	1,9	13,7	11,4	69,2		4,7	5,5	
					Vertissolos	Ap	0-15	0,1	7,7	27	60	1,89	39,5	0,5	1,5	17,9	12,4	81,9		4,5	5,7	
				AC		15-35	0,2	0,2	22	75	1,03	44,6	0,9	1,0	20,3	11,3	75,2		4,7	6,2		
				C		35-65	0,1	0,2	16	81	0,90	47,3	1,4	1,1	22,4	12,3	78,4		4,7	6,1		
				C		65-95	0,2	2,0	22	74	0,78	41,8	1,9	1,1	20,0	11,3	81,9		4,9	6,3		
				C		95-125	0,1	3,4	20	74	0,55	42,6	2,86	1,1	20,9	12,6	87,7		5,3	6,5		
			2	FS	Aluvião de Textura Grosseira a média	P 5A Neossolos	Ap	0-35	13	60	16	10	1,5	11,9	0,1	0,3	2,9	1,9	43,7		4,3	5,1
							B	35-50	15	63	14	6	0,6	6,8	0,1	0,1	1,9	1,0	38,3		4,8	5,5
							B	50-70	22	60	12	4	0,3	4,4	0,1	0,1	1,1	0,9	50,4		4,8	5,8
B	70-97	22					60	10	6	0,1	5,5	0,1	0,1	1,4	1,7	60,3		4,8	5,7			
C	97-110	19					60	16	3	0,5	4,3	0,1	0,1	1,4	1,9	82,4		5,1	6,0			
	lamellae	16				70	3	9	1,1	4,6	0,1	0,2	1,7	1,9	44,6		4,8	5,7				
	P 9A Neossolos	Ap				0-20	4	60	19	14	1,5	9,6	0,2	0,2	2,6	1,1	42,1		5,4	5,4		
Ap		20-40				3	62	19	14	1,5	8,7	0,2	0,2	2,3	1,2	44,3		4,2	5,5			
B2		40-60				3	61	18	15	0,8	7,8	0,1	0,2	1,8	2,0	51,9		4,3	5,5			
B2		60-80				7	57	18	13	0,7	8,2	0,1	0,2	2,4	1,8	54,5		4,3	5,7			
C		80-135	11	69	14	5	0,3	4,6	0,1	0,1	0,9	0,4	32,3		4,5	5,8						

Quadro 6 - continuação.

UNIDA.	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS			Física do solo							Química do solo						pH					
	Moçambique	Brasil	Perfil	Hor.	Prof. (cm)	Ag	Af	sil %	arg	M.O.	CE ds/m	Na ⁺	Ca ²⁺ Cmol _e /kg	K ⁺	Mg ²⁺	V %	T Cmol _e /kg	KCl	H ₂ O			
3	FE	Sedimento marinho	Perfil 42 A Neossolo	Ap	0-30	40	29	28	1,6	21,8	0,3	0,5	8,4	3,3	57,2			5,0	5,8			
				B2t	30-70	42	35	21	0,8	17,5	0,2	0,5	9,2	6,1	91,7			5,0	6,0			
				B3	70-90	45	32	21	0,8	18	0,3	0,5	10,1	2,4	73,6			5,0	6,2			
				B3	90-110	48	31	19	0,6	16,6	0,3	0,5	9,4	2,4	76,0			6,1	6,6			
				C ca	110-130	67	14	17	0,5	10,4	0,2	0,4	12,5	2,7					7,2	7,8		
				C ca	130-160	78	14	6	0,3	6,3	0,1	0,2	7,1	0,6					6,7	7,4		
			Perfil 64 Neossolo	Ap	0-33	0,4	44	15	39	1,2	22,3	6,0	0,6	10	7,2					7,0	8,5	
				B21t	33-64	0,4	41	16	40	0,9	30,8	7,9	0,8	6,1	4,0					7,2	8,6	
				B22t	64-96	3,5	48	16	30	0,2	18,6	5,8	0,7	7,5	4,1					7,1	8,6	
				B3	96-112	3,5	51	18	25	0,3	14,6	3,3	0,5	9,1	6,4					7,4	8,5	
				C	112-130	0,8	71	8	18	0,1	9,1	1,5	0,3	6,2	4,1					7,4	8,5	
			5	AA	Areno-amarelados	Perfil 264/65 Argissolo		0-15	67	19	3	13	0,8	0	0,03	0,00	0,42	15			4,4	5,2
								15-40	70	18	0	11	0,3	0	0,02	0,11	0,11	13			4,5	5,5
								40-90	64	14	1	21	0,2	0	0,00	0,00	0,95	37			4,4	5,4
	90-150	59					10	3	26	0,2	0	0,00	0,00	1,38	49			4,5	5,4			
Perfil 350/65 Argissolo		0-15				62	25	8	3	3,3	0,02	0,08	0,42	0,84	16					3,9	4,6	
		15-45				62	22	5	11	0,9	0,00	0,04	0,21	1,56	48					4,3	4,5	
		45-85				63	16	2	18	0,1	0,00	0,00	0,10	2,19	68					4,3	5,1	
		85-165				64	13	2	21	0,1	0,00	0,00	0,10	1,77	64					3,9	4,5	
6	Ah	Arenoso hidromofico				Perfil 253/65 Neossolo		0-15	78	13	3	4	1,4	0,00	0,00	0,21	0,11	9			4,6	5,7
								15-55	76	15	3	5	0,9	0,00	0,08	0,11	0,00	14			4,7	5,7
				55-100	67		22	2	8	0,6	0,00	0,00	0,11	0,21	30			4,7	5,7			

Quadro 6 - continuação.

UNIDA.	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS		Perfil Hor.	Prof. (cm)	Física do solo					Química do solo						pH			
	Moçambique	Brasil			Ag	Af	sil %	arg	M.O.	CE ds/m	Na ⁺	Ca ²⁺ Cmol/kg	K ⁺ Cmol/kg	Mg ²⁺ Cmol/kg	V %	T Cmol/kg	KCl	H ₂ O	
7	A	Arenoso profundo	Perfil 256/65	0-25	84	8	1	2	3,0		0,00	0,04	0,21	0,21	8		4,0	5,4	
			Neossolo	25-45	88	8	2	1	1,2		0,00	0,02	0,00	0,00	99		4,3	5,7	
			Perfil 254/65	0-15	95	4	0	1	0,9		0,00	0,02	0,64	0,21	48	1,82	5,1	6,0	
			Neossolo	15-45	88	8	8	4	0,4		0,00	0,03	0,00	0,00	2	1,33	4,5	5,5	
				45-80	73	19	1	6	0,2		0,00	0,02	0,21	0,00	43	0,53	4,6	5,6	
				80-125	80	10	2	8	0,3		0,00	0,00	0,11	0,00	6	1,96	4,8	5,5	
				125-175	81	9	0	8	0,2		0,00	0,00	0,00	0,21	16	1,31	4,6	5,4	
				Perfil 331/65	0-10	81	12	3	5	0,8		0,00	0,04	0,73	0,84	64	2,5	5,2	6,5
				Neossolo	10-35	70	18	3	8	0,5		0,00	0,04	0,31	0,63	42	2,32	4,5	5,6
					35-85	61	21	3	12	0,3		0,00	0,04	0,00	1,88	59	3,26	4,4	5,6
		85-140	75	11	1	13	0,1		0,00	0,02	0,00	2,62	74	3,58	4,4	5,4			
8	MA	Franco argilo arenoso espesso	Perfil 339/65	0-15	83	8	4	4	1,9		0,00	0,08	4,00	0,89	88	5,67	5,0	6,5	
			Argissolo	15-45	78	12	2	7	0,4		0,00	0,02	0,46	0,59	70	1,52	5,7	6,5	
				45-105	82	8	3	7	0,2		0,00	0,02	0,11	0,42	46	1,20	4,7	5,5	
				105-150	62	8	2	28	0,1		0,00	0,14	0,11	0,63	26	3,43	4,2	4,8	
11	MC	Coluviões argilosos de mananga	Perfil 270/65	0-15	18	18	38	24	2,1		0,50	0,14	2,51	3,77	66	11,4	4,3	5,2	
			Planossolo	15-80	11	7	14	69	1,1		2,68	0,42	6,70	12,88	87	26,1	4,4	5,4	
				80-150	48	22	5	27	0,2		0,82	0,12	1,78	1,78	94	6,99	5,6	6,4	

Quadro 6 – continuação.

UNIDA.	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS		Perfil Hor.	Prof. (cm)	Física do solo					Química do solo						pH	
	Moçambique	Brasil			Ag	Af	sil %	arg	M.O.	CE ds/m	Na ⁺	Ca ²⁺ Cmol/kg	K ⁺ Cmol/kg	Mg ²⁺	V %	T Cmol/kg	KCl
18	KA	Arenoso castanho-cinzento	Perfil 390/65 Planossolo	0-15	15	21	31	32	4,1	0,22	0,44	3,26	2,19	44	13,71	4,4	5,2
				15-45	29	31	18	20	1,0	0,06	0,12	1,26	1,56	55	5,45	4,4	5,6
				45-95	28	11	7	57	0,8	0,60	0,18	4,41	3,96	77	11,90	4,9	5,5
				95-125	23	18	18	48	0,4	0,50	0,20	5,25	4,90	96	12,85	5,6	6,3
			Perfil 83/55 Neossolo	0-60	30	22	24	5	13	0,00	0,16	0,21	0,32	5,7	12,09	4,45	5,30
				60-100	36	34	20	5	8	0,02	0,28	0,21	0,64	9,6	11,95	4,30	5,10
				100-160	38	46	1	12	4	0,01	0,24	0,75	1,49	26,5	9,39	4,40	5,25
19	KM	Castanhos de textura média	Perfil 70/55 Latossolo	0-45	27	29	15	19	12,5	0,00	0,14	0,53	0,32	7,3	11,11	4,55	5,05
				45-70	39	38	11	10	8	0,00	0,07	0,00	0,21	2,9	9,68	4,30	4,95
				70-110	36	30	10	21	4,9	0,00	0,06	0,00	0,53	6,9	8,59	4,30	4,80
				110-160	47	14	5	29	1,4	0,00	0,07	0,11	0,32	20,0	2,50	4,85	5,10
20	KG	Argiloso castanho-cinzento	Perfil 51 Argissolo	0-40	21	18	18	36	9,3	0,04	0,27	1,38	1,06	24,2	11,35	4,60	5,60
				40-70	24	30	20	22	6,2	0,04	0,09	0,11	0,53	7,6	10,0	4,35	5,20
				70-100	21	16	8	51	2,8	0,02	0,08	0,11	0,53	9,9	7,44	4,25	5,05
				100-170	22	15	9	54	1,5	0,02	0,07	0,11	0,85	20,0	5,25	4,35	5,20

Nota: Os dados dos perfis das unidades FG, FS e FE foram retirados de LAPERRE, (1971); os dados das unidades AA, Ah, A, MA, e MC foram encontrados em CARLOS SOUTO, (1968, 1969). E os dados das unidades KA, KM e KC foram copiados de REBELO, (1969). Hor. - Horizonte; Prof. - profundidade; Ag – Areia grossa; Af – areia fina; sil – Silte; arg – argila; MO – Matéria orgânica; CE – Condutividade eléctrica; V – saturação de bases; T – capacidade total de troca catiónica.

CAPÍTULO 3

GÊNESE DE ALGUNS SOLOS EM DIFERENTES AMBIENTES DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE

RESUMO

Em regiões ou países deficientes em investimentos e mão-de-obra qualificada, a população está mais diretamente dependente dos recursos naturais, consubstanciados na “terra”. Isto implica, necessariamente, que os responsáveis pelas tomadas de decisão na área de planejamento detenham uma boa base de informações acerca da “terra”. Estas devem abranger o conhecimento físico do território, que inclui a previsibilidade de prováveis impactos, quer de natureza socioeconômica, quer aqueles relativos à sustentabilidade ou degradação. Nesta pesquisa foram avaliadas as características físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas de sete perfis de solos da província da Zambézia, em transectos que representam os principais geoambientes, desde as planícies costeiras até os planaltos de altitude. A mineralogia da fração argila apresentou como constituintes dominantes esmectitas, caulinitas e ilitas nos Vertissolos e Neossolos; caulinita e ilita nos Argissolos, Nitossolos e Latossolos. Infere-se que esta constituição mineralógica implica em solos pouco evoluídos, onde o caráter câmbico prevalece. Os solos mais evoluídos “os Latossolos”, são tipicamente cauliniticos, com quantidades consideráveis de ilita. Raramente se observam picos de goethita, hematita e gibbsita, minerais comuns na classe dos Latossolos. Entretanto, a monazita, aparece com reflexos bem consideráveis na maioria dos solos. Entre os micronutrientes, o Fe aparece como elemento potencialmente tóxico em solos susceptíveis à inundação (Neossolos e Vertissolos), variando nestes de 244 a 1272 mg kg⁻¹, e em solos ácidos, o manganês é o mais destacado, com valores de 214 a 402 mg kg⁻¹ de solo. Outro elemento importante é o titânio, principalmente em transectos sob influência de rochas máficas, chegando a variar de de 6 a 17 % em forma de óxido (TiO₂). Os principais solos estudados da Zambézia – Moçambique, enquadram-se nas seguintes classes conforme o Sistema Brasileiro de Classificação

de Solos: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico; NEOSSOLO FÚLVICO Ta Eutrófico sódico; VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico; NEOSSOLO QUARTZÊNICO Distrófico; ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico; LATOSSOLO VERMELHO; CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico; NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico.

1. INTRODUÇÃO

A República de Moçambique localiza-se na África Oriental, limitada ao norte pela República da Tanzânia, ao sul e a sudoeste pelo Reino da Suazilândia e pela República da África do Sul e a oeste pelas Repúblicas do Malawi, Zâmbia e do Zimbabwe. Possui uma superfície de 799.380 km² e tem uma população atual superior a 17 milhões de habitantes.

A estrutura sócio-econômica de Moçambique é dependente do setor primário, onde a atividade agrícola é preponderante. Cerca de 49 % da produção é de subsistência, 44% representam agricultura familiar com excedentes comerciais e, apenas 7% da produção é de base empresarial. As principais culturas são voltadas à produção familiar de baixa produtividade. A população é majoritariamente rural (80%), vivendo em condições de pobreza extrema.

Para o desenvolvimento mais efetivo da agricultura moçambicana, são necessários estudos mais aprofundados sobre as características físico-hídricas, químicas e mineralógicas dos solos.

O estudo tem como objetivo prover informações pedológicas mais aprofundadas que possam proporcionar uma base para o planejamento de uso e escolha de cultivos adaptados ao ambiente. O vasto conhecimento sobre os solos tropicais brasileiros abre possibilidade de estabelecer diagnósticos comparativos com os solos de Moçambique, podendo resultar em grande benefício para os técnicos do setor agrícola moçambicano, permitindo extrapolar conclusões para situações pedológicas e climáticas semelhantes entre os dois países.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os minerais primários do solo, pelo processo de intemperização, liberam nutrientes para as raízes das plantas, dando origem, também, aos minerais de argila. O processo, no entanto, é em geral de natureza demasiadamente lenta para garantir um crescimento rápido e vigoroso. A fração coloidal do solo, representada pela matéria orgânica e pelas argilas, é que armazena os nutrientes, formando uma reserva que será fornecida às plantas até certo ponto, de acordo com as suas necessidades. É também o complexo coloidal que retém nutrientes em formas adsorvidas e não lixiviável pelas águas das chuvas, evitando perdas por percolação. Solos pobres em colóides, em clima úmido, possuem poucos nutrientes disponíveis, como acontece com a maioria dos solos arenosos, de caráter regossólico ou quartzosos na província da Zambézia.

Nos levantamentos de solos de Moçambique, GOUVEIA e MARQUES (1973) consideram a ocorrência de “Latosolos” (solos ferralíticos), sendo solos minerais, evoluídos, resultantes de alteração intensa, profundos, com ou sem horizonte B textural, sempre com horizonte B ferralítico; sem estrutura aparente ou com estrutura fraca, sem revestimento nítido de argila, ou com estrutura granular média a fina, de agregados friáveis; com ou sem materiais lateríticos e/ ou laterita, possuindo reserva mineral alterável nula ou fraca; argila com relação molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ igual ou inferior a 2 e relação molar $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ sempre inferior a 2; capacidade de troca catiônica e grau de saturação de bases relativamente baixos.

Os autores citados referem-se à classe que engloba solos ferralíticos e paraferalíticos crômicos, ambos derivados de rochas cristalinas quartzosas, e solos psamo-ferralíticos e psamo-paraferalíticos, derivados de rochas sedimentares psamíticas. Para estes autores, a designação de paraferalíticos atribui-se a solos menos evoluídos (com caráter câmbico) do que os ferralíticos, distinguidos destes por apresentarem, embora fraca, reserva mineral, contato lítico a profundidade inferior a 1m, relação molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sempre próximo de 2, podendo-lhe ser ligeiramente superior.

Em princípio, a ocorrência de solos ferralíticos em Moçambique, especialmente na região da Zambézia, associada a precipitações maiores e mais regulares, poderia significar um vasto potencial para culturas de sequeiro, requerendo investimentos desde moderados até elevados, visando produção em escala e alta produtividade.

O estudo mais detalhado sobre minerais dos solos mais abundantes de Zambézia foi feito por REBELO (1969), sobre o distrito de Gurué na província da Zambézia. Segundo este autor, os minerais detectados na argila pela difração de raios X foram gibbsita, goetita, ilmenita, lepidocrocita e caulinita.

Segundo o mesmo autor, a ATD (Análise Termo Diferencial) mostrou a presença de caulinita e óxidos de ferro e/ ou alumínio. Admitiu também a presença de alofana. Reportou que os teores de fósforo estavam dependentes do ferro e alumínio e materiais inorgânicos amorfos. Devido a isso, com base na classificação projetada pela FAO/UNESCO (1968), citado por REBELO (1969), propõe-se atribuir a estes solos a classificação de *Ferralsols Ándicos*.

GOUVEIA (1968), em seu estudo sobre Vertissolos do norte de Moçambique, reportou que as curvas da análise térmica diferencial e difratogramas de raios - X das argilas, revelaram predomínio de minerais 2:1 e presença de caulinita.

Embora, seja difícil encontrar trabalhos de pesquisa mais detalhados sobre a mineralogia de solos de Moçambique, pelos dados disponíveis na literatura pode-se concluir que há diversidade de minerais de argila (caulinitas, esmectitas, ilitas), óxidos de ferro e alumínio, óxidos de titânio, alofanas, micas, feldspatos e quartzo.

CASIMIRO (1969a), no seu estudo sobre a mineralogia de solos do distrito de Guvuro, na província de Inhambane em Moçambique, constatou a presença de minerais 1:1 (caulinita) e 2:1 (montmorilonitas). CASIMIRO (1969b), estudando solos da localidade de Litunde, do distrito de Lichinga, na província de Niassa, constatou solos que classificou como Ferralíticos vermelhos, Ferralíticos amarelos e Ferralíticos amarelos associados com solos hidromórficos. Todos estes solos apresentaram o predomínio de caulinita com boa cristalinidade e ilita que considerou de origem alóctone.

A caulinita é o mineral de argila que tem maior importância nos solos de Moçambique; sendo composto por uma única camada tetraédrica de sílica e uma única camada octaédrica de alumina, combinadas estruturalmente (REBELO, 1969; BOTELHO DA COSTA, 1973; KIEHL, 1979).

Os óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de ferro, alumínio e titânio, são minerais secundários de importância significativa em solos tropicais e subtropicais em processo de latolização que se acumulam pela maior resistência à lavagem, devido à baixa solubilidade destas substâncias (KIEHL, 1979). Em Moçambique parecem dominar a classe de solos ferralíticos, na Região Norte, representados pelos *Solos Vermelhos de Lichinga* – fracamente Ferralíticos vermelhos, de rochas Quartzíferas de Vila Cabral (REBELO, 1971).

3. OBJETIVOS

os objetivos do presente capítulo foram:

- Estudar a gênese e classificar os solos da Zambézia no novo sistema de classificação dos solos do Brasil, com a finalidade de facilitar o processo de ensino e pesquisa da jovem pedologia moçambicana;
- Identificar as espécies minerais e estimar as proporções em que as mesmas se encontram nas amostras, através do emprego de métodos qualitativo e quantitativo;
- Avaliar particularidades de alguns dos componentes mineralógicos das frações areia fina, silte e argila destes solos via difratometria de raios-X e análise termo-diferencial em alguns casos.
- realizar estudos micromorfológicos, com ênfase nos latossolos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A província da Zambézia localiza-se no centro de Moçambique, entre os paralelos 14° 30' e 18° 27' Sul e os meridianos 34° 36' e 38° 36' Leste (MINED, 1986). É limitada ao norte pelas províncias de Nampula e Niassa, ao sul pela província de Sofala; a oeste pela República do Malawi e a este pelo Oceano Índico (Figura 1).

Possui uma área com cerca de 103.127 km² e 16 distritos, tendo sido visitados os distritos de Nicoadala, Namacurra, Mocuba, Ile, Alto-Molócue e Milange. As amostras foram coletas em trincheiras e barrancos de estrada. Realizou-se um amplo transecto pedo-geomorfológico, partindo-se das dunas costeiras, planície flúvio-marinaha, passando pelo planalto baixo até o planalto alto em Alto-Molócue (Figura 2).

A amostragem foi feita seguindo o transecto Quelimane-Alto Molócue e Mocuba-Milange, locais típicos da fisiografia de Moçambique segundo AFONSO et al. (1998), caracterizada por uma série de unidades morfológicas fundamentais, separadas por escarpas de erosão em recuo (Figura 2). Estas unidades são: zona montanhosa, com cotas superiores a 1000 m; região de grandes planaltos, com cotas variando dos 500 aos 1000m; planalto médio, com cotas de 200 a 500 m; e as zonas de grandes planícies costeiras, com cotas inferiores a 200m.

O clima é tropical úmido, com temperaturas que variam conforme a altitude, desde 24-26 °C ao nível do mar, para 22-24 °C nos planaltos, e nas montanhas frias com máximas de 18 °C. As precipitações variam de 1400 a 1800 mm anuais, bem distribuídas no litoral, baixando no planalto para médias de 1000-1400 mm, sazonais e retornando para chuvas intensas e constantes nas regiões acima de 1000 m de altitude a valores de 1400-1800, ou mais, nas regiões montanhosas do interior da província da Zambézia (MINED, 1986).

Para a caracterização pedológica e avaliação das mudanças ocorridas nas propriedades físicas, químicas e mineralógicas, foram descritos perfis e coletadas amostras superficiais de solos sob as diferentes formas de uso e manejo, segundo o manual de descrição e coleta de solo no campo (LEMOS e SANTOS, 1996).

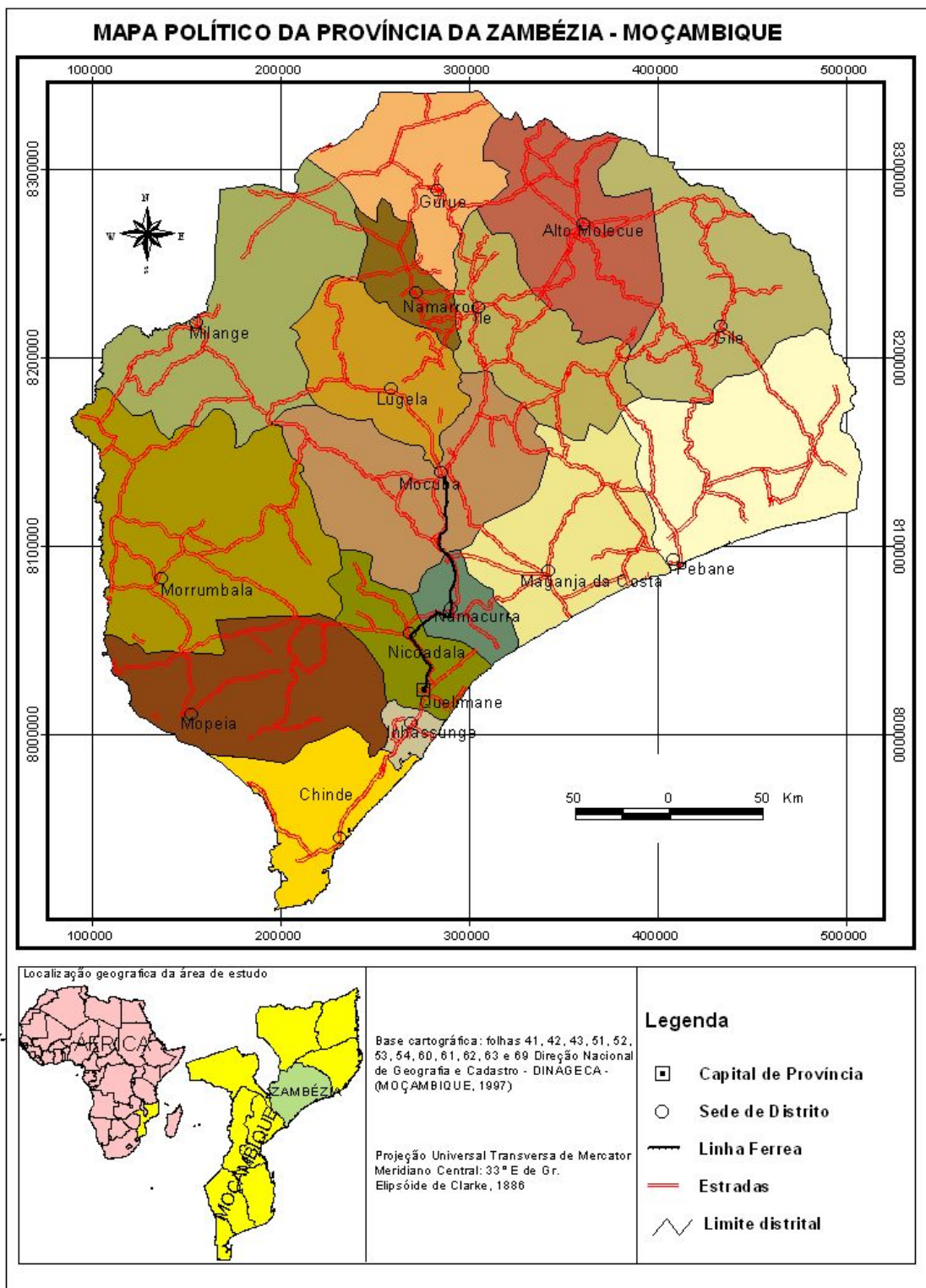


Figura 1 - Localização de Província da Zambézia e seus respectivos distritos – Moçambique.

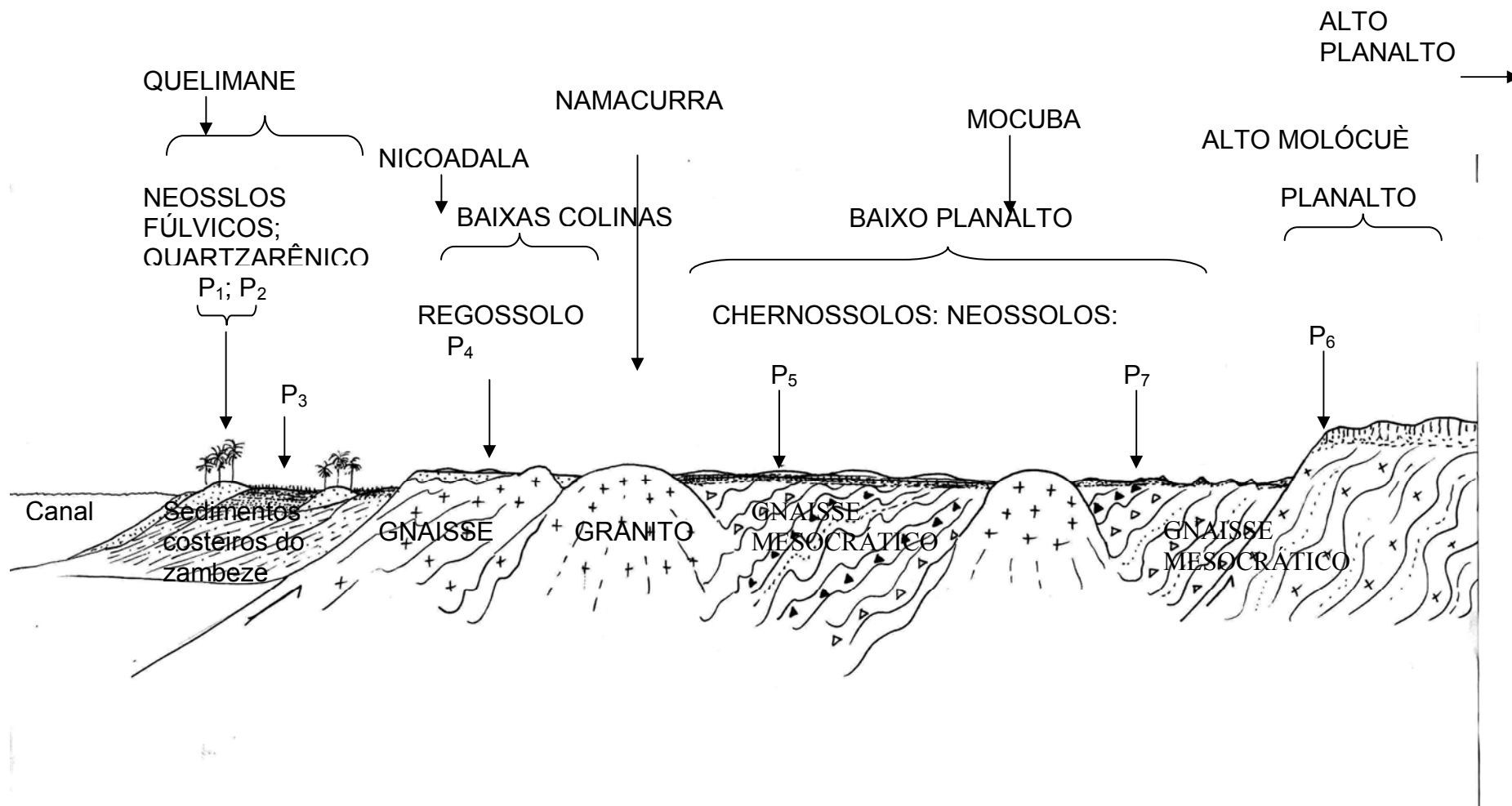


Figura 2 – Topolitosseqüência de solos no transecto Nicoadala (Maquival) – Alto-Molocue, Província da Zambézia - Moçambique

Foram coletadas amostras indeformadas para determinação da densidade de solo e caracterização micromorfológica.

Nove perfis de solos diferentes foram amostrados: sete coletados na província da Zambézia (Figura 3) e um coletado no Malawi sob cultura do Chá.

Após a coleta, os solos foram transportados aos laboratórios do DPS-UFV, onde foram desinfetados num período de 120 horas, e após esse tratamento, foram conservados para posterior análises laboratoriais, enquanto as amostras para caracterização micromorfológica foram submetidas à impregnação com resina seguida de preparo das lâminas.

Os solos amostrados foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), Soil Taxonomy (EUA, 1992), e FAO/UNESCO/ISRIC (1988), segundo critérios morfológicos e características químicas e físicas.

4.1. Procedimentos de laboratório

As amostras foram inspecionadas pelo Ministério da Agricultura do Brasil, em Viçosa, que as submeteu a esterilização com brometo de metila por 120 horas. Após esta operação foram recebidas no Banco de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, onde foram feitas análises subseqüentes.

4.2. Análises físicas

As análises físicas constaram da análise granulométrica que foi feita pelo método da pipeta, em dispersão com hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, empregando a escala textural de Atterberg parcialmente modificada; da densidade de partícula pelo método do balão volumétrico, com álcool etílico como líquido penetrante; a densidade do solo pelo método do torrão parafinado e a argila dispersa em água foi determinada, tendo os dados, foram utilizados para o cálculo do grau de floculação (EMBRAPA, 1997).

4.3. Análises químicas

As análises químicas constaram de:

4.3.1. Determinação do pH.

Foi determinado o pH em água e em solução de cloreto de potássio ($\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$), na relação 1:2,5, após agitação, seguida de meia hora de repouso e trinta segundos após a estabilização da segunda casa decimal do instrumento.

4.3.2. Extração e determinação do complexo sortivo

Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis foram extraídos com $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ e K^+ e Na^+ com extrator de Mehlich-1, conforme DEFELIPO e RIBEIRO (1981). O alumínio trocável foi extraído com $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ (RAIJ et al, 1981). A acidez potencial foi extraída com $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 conforme VETTORI (1969); nitrogênio total foi feito pelo método de Kjeldahl; o ataque sulfúrico da TFSA para a determinação de Si, Al e Fe, conforme EMBRAPA (1997).

LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE

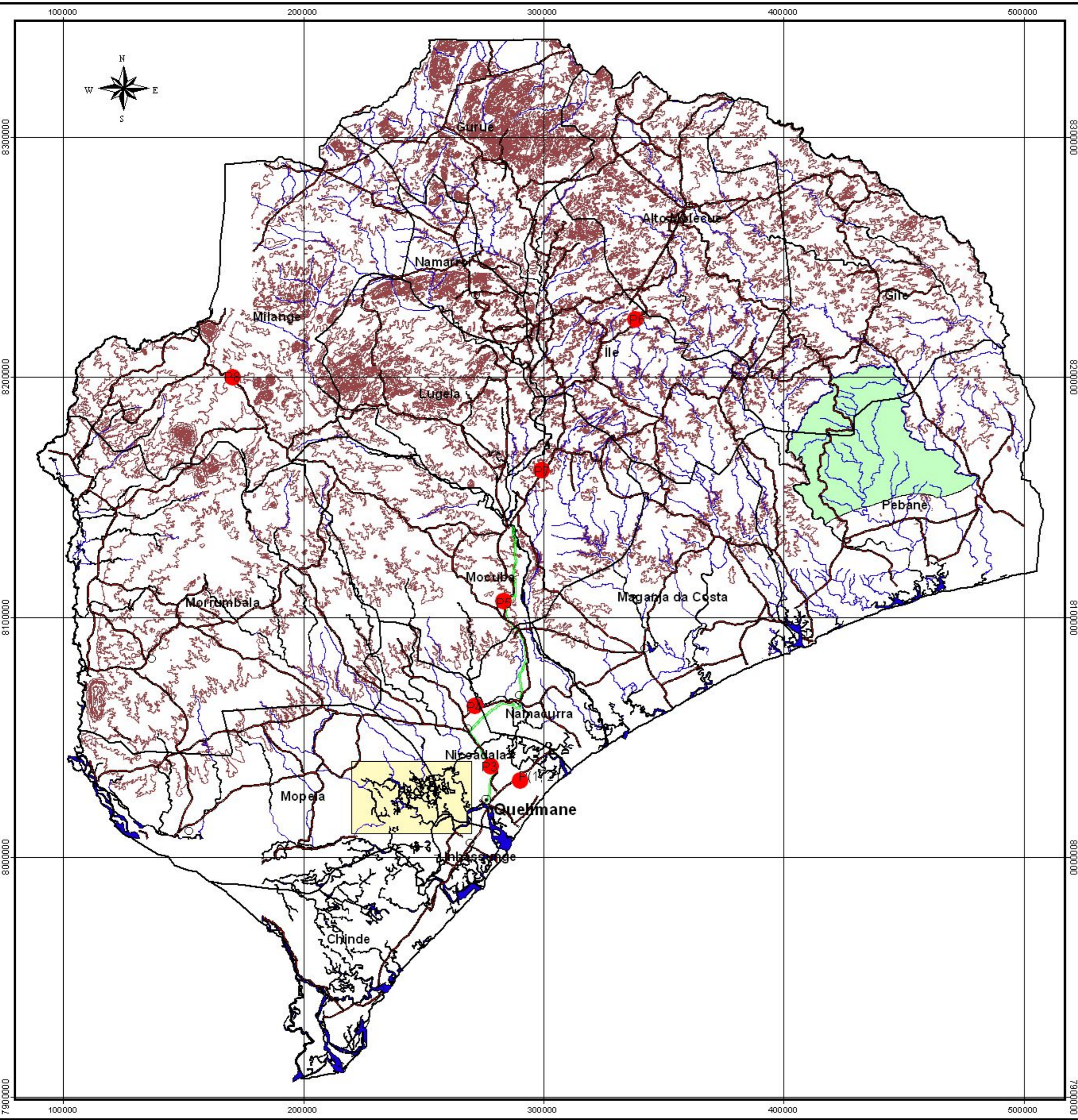
Legenda

- Perfis de solos amostrados
- Estradas
- Linha Férrea
- Rio
- Área de Preservação
- Reserva de caça do Gilé
- Curvas de nível
- Limite distrital
- Capital de Província
- Sede de Distrito



Base cartográfica: folhas 41, 42, 43, 51, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 63 e 69 Direção Nacional de Geografia e Cadastro - DINAGECA - (MOÇAMBIQUE, 1997).
 Projeção Universal Transversa de Mercator. Meridiano Central: 33° E Gr.
 Elipsóide de Clarke, 1886. Equidistância das curvas de nível: 100 m.

Localização geográfica da área de estudo



Os teores de Ca, Mg, e Fe, nos extratos (Mehlich-1), foram determinados por espectrometria de absorção atômica. Mn, Zn e Cu nos extratos (Mehlich-1) foi utilizada espectrofotometria de emissão óptica com plasma acoplado por indução de marca “PERKIM ELMER”, modelo “OPTIMA 3300 DV”. O P foi determinado por fotocolorimetria e os elementos Na e K por fotometria de chama. Os valores calculados de soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica total (T) e efetiva (t), saturação por bases (V) e saturação por Al foram obtidos segundo EMBRAPA (1997).

4.3.3. Extração e fracionamento do carbono orgânico

A extração e fracionamento do carbono orgânico foram realizados de acordo com KONONOVA et al.,(1966), com base na solubilidade diferenciada dos ácidos fúlvicos, húmicos e humina em meios ácido e básico. Os teores de C nas frações foram determinados pelo método proposto por YEOMANS e BREMMER (1988), com aquecimento. Para a determinação de carbono orgânico, oxidou-se a matéria orgânica com solução de bicromato de potássio $1,5 \text{ mol.L}^{-1}$ em meio ácido (H_2SO_4 24 mol L^{-1}) com aquecimento, e titulação do excesso com solução de sulfato ferroso amoniacal $0,75 \text{ mol L}^{-1}$, usando ferrum como indicador (YEOMANS e BREMMER, 1988).

4.3.4. Enxofre disponível e Enxofre do solo

De acordo com ALVAREZ V. et al. (2001), o enxofre disponível e enxofre do solo foram extraídos e determinados em amostras em triplicadas:

Enxofre disponível foi extraído pelo método de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 500 mg/L de P, em HOAC 2 mol/L - pesou-se 10 g de TFSA e colocou-se em erlenmeyer de 125 mL ; adicionou-se 300 mg de carvão ativado e 25 mL do extrator. Depois de agitar por 5 min foi filtrado lentamente para posterior determinação em colorímetro.

Enxofre do solo por método de calcinação - pesou-se o $2,5 \text{ g}$ de TFSA de amostra de solo e colocou-se em cadinho de porcelana de forma alta; adicionou-se $0,5 \text{ g}$ de NaHCO_3 e misturou-se com bastão de vidro. Cobriu-se a superfície da mistura com outros $0,5 \text{ g}$ de NaHCO_3 , colocou-se o cadinho na mufla até a temperatura de $500 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 3 horas .

4.3.5. Ataque sulfúrico

Consistiu no pré-tratamento da TFSA, para a extração de ferro, alumínio, titânio e sílica no resíduo, após contato do solo com H_2SO_4 1:1 (volume), aquecendo-se até a fervura, sob refluxo, com posterior resfriamento, diluição e filtração. No resíduo determinou-se a sílica (SiO_2) e no filtrado o Fe_2O_3 , Al_2O_3 , e TiO_2 conforme método da EMBRAPA-SNLCS, (1997). As relações Ki, Kr e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ foram calculadas pelas fórmulas:

$$\text{Ki} = \% \text{SiO}_2 \times 1,7 / \% \text{Al}_2\text{O}_3;$$

$$\text{Kr} = \% \text{SiO}_2 \times 1,7 / (\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,64);$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 / \% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \% \text{Al}_2\text{O}_3 \times 1,57 / \% \text{Fe}_2\text{O}_3.$$

Para a determinação dos teores de Si, Al, Fe e Ti no extrato sulfúrico foi utilizada espectrofotometria de emissão óptica com plasma acoplado por indução de marca “PERKIM ELMER”, modelo “OPTIMA 3300 DV”.

4.3.6. Óxidos de ferro extraídos pelo DCB

Foram extraídos após contato de 0,5 g de argila (triplicata), com 10 mL de solução tampão de citrato ditonito/bicarbonato de sódio e 0,2 g de ditonito de sódio, por 15 minutos, em banho maria a 70°C (MEHRA e JACKSON, 1960). Após este período, o material foi centrifugado por 5 minutos a 2.500 rpm, e o extrato transferido para balão de 200 mL. Repetiu-se esta operação várias vezes, até a total desferrificação (clarificação das argilas). Em seguida efetuaram-se duas lavagens com 10 mL cada, da solução tampão, transferindo-se os extratos para o mesmo balão volumétrico, completando-se o volume com água destilada. O ferro foi determinado por espectroscopia de absorção atômica.

4.3.7. Ferro Oxalato

Extração em triplicatas com oxalato ácido de amônio 0,2 mol L⁻¹, pH 3,0, no escuro (McKEAGUE e DAY, 1966), para a quantificação de formas de ferro menos cristalinas. O ferro foi determinado por espectroscopia de absorção atômica.

4.4. Difratometria de raios-X

Realizada na fração argila, obtida pelos processos de tamisação e sedimentação após a dispersão com NaOH 0,1 mol L⁻¹. Cada amostra recebeu tratamentos individualizados, segundo a necessidade, para a identificação dos minerais nas frações areia fina, silte, argila natural e argila desferrificada (EMBRAPA, 1997).

O material obtido foi triturado e posteriormente tratado com ditonito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA e JACKSON, 1960), para remoção de ferro livre. Procederam-se tantos tratamentos quanto foram necessários para transformação das colorações amarelas e vermelhas dos materiais em cinzentas claras, indicando remoção do ferro livre e submetidas a tratamentos com potássio, magnésio e magnésio+glicerol (WHITING e ALLARDICE, 1986). Uma alíquota deste material foi transferida para lâminas de vidro de cerca de 4x2 cm, sendo ligeiramente umedecida e friccionada contra outra lâmina de vidro, até que se obtivesse uma cobertura fina e homogênea em uma das lâminas (orientação por esfregaço). Após secagem à temperatura ambiente, as lâminas foram irradiadas de 4 a 44° 2θ, em difratômetro Rigaku, radiação de Cobalto $\lambda = 1,78890 \text{ \AA}$, com filtro de níquel (Ni); com voltagem de 35 mV e corrente de 25 mA (WHITING e ALLARDICE, 1994; MOORRE e REYNOLDS JÚNIOR, 1989);.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos apresentam textura variável, relacionada à sua posição na paisagem e ao material de origem (Quadro 1). Os solos da planície costeira (Neossolos P1, P2 e P4) são de textura arenosa, à exceção do Vertissolo da planície aluvial do rio Zambeze (P3), que é argiloso. Os solos do embasamento cristalino (P5 até P9) são argilosos, especialmente os mais evoluídos (Argissolos e Latossolos).

O grau de floculação é máximo nos Latossolos (P6 e P9), sendo menor nos horizontes inferiores do Vertissolo. A superfície específica é mais elevada nos solos mais argilosos, sendo máxima no Vertissolo do delta do Rio Zambeze (Quadro 1).

Os valores de pH em água (Quadro 2) evidenciam que existem dois pedoambientes principais: um de oxidação com pH ácido e outro de redução sazonal, com maior concentração de sais (pH mais alcalino), sendo ambos geomorfologicamente bem definidos. Com relação ao ΔpH (diferença do pH em KCl pelo pH em água), os solos estudados podem ser considerados eletronegativos ao longo de todos os perfis, fato que reforça a pouca presença de óxidos que podem gerar cargas positivas (PRATT, 1966).

Observando-se o valor de saturação de bases (V, em %), no Quadro 2, constata-se que a maioria dos perfis, excetuando-se P4, P6 e P9 (B latossólico) apresentaram valores superiores de 50%. O caráter eutrófico comum na região foi reportado por SOUTO (1969), que encontrou, contudo, grande variabilidade de saturação de bases (2 a 96%) em diferentes perfis da região. Nos solos mais desenvolvidos há uma intensa lixiviação de bases que induzem a pobreza química natural nos solos mais latossólicos. Com baixos teores de Al^{3+} e H^+ , e a baixa capacidade de troca de cátions, em geral inferior a $6,5 \text{ cmol kg}^{-1}$, apresentam um quadro comparável aos Latossolos do Brasil (BENNEMA, 1963; BENNEMA e CAMARGO, 1964; BENNEMA, 1966; 1979; KER 1995).

Quadro 1 - Caracterização morfológica e física dos solos estudados da província da Zambézia – Moçambique

Hor.	Prof. (cm)	Cor		ADA ----dag kg ⁻¹ ---	CC	DP	DS ----g cm ⁻³ ----	Textura			
		seca	umida					AG	AF	Si	R
-----dag Kg ⁻¹ -----											
P1 – NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico											
A	0-10	2,5 Y 7/1	2,5 Y 3/1	1,1	4,69	2,50	1,62	0	93	3	4
C	20-40	2,5 Y 6/2	2,5 Y 3/2	0,6	3,28	2,50	1,70	0	96	2	2
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico											
A	0-40	3N	2,5 N	1,25	15,20	2,12	1,18	2	82	10	6
C	40-80	2,5 Y 5/2	2,5 Y 4/1	0,7	4,76	2,50	1,74	0	92	5	3
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico											
Ap	0-40	2,5 Y 3/1	2,5 Y 1/1	24,4	39,41	2,29	1,27	1	5	25	69
B	40-60	5 Y 4/2	5 Y 4/1	57,6	47,97	2,43	1,34	1	1	16	82
P4 – NEOSSOLO QUARTZARÂNICO Distrófico											
Ap	0-10	5 Y 5/1	5 Y 3/1	0,85	3,52	2,43	1,96	79	13	5	3
B	30-40	5 YR 4/2	5 YR 4/1	0,6	2,88	2,46	2,03	78	15	3	4
Mur	0-5	10 YR 5/1	10 YR 3/1	3,5	8,52	2,40	1,35	57	17	9	17
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico											
Ap	0-25	10 YR 2/2	10 YR 3/1	4,15	11,10	2,40	1,20	40	34	13	13
Bt1	25-40	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/3	9,85	16,98	2,53	1,29	27	24	8	41
Bt2	40-65	7,5 YR 4/6	7,5 YR 4/4	11	20,61	2,53	1,30	23	18	7	52
LP	65-75	5 YR 4/3	5 YR 3/3	-	20,71	2,43	1,16	63	10	5	22
Bt3	75-120	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/4	11,1	23,34	2,43	1,44	22	19	13	46
C	120-150 ⁺	10 YR 4/6	10 YR 4/4	6,6	18,70	2,50	1,39	28	40	12	20
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférrico											
Ap	0-30	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4	5,4	23,43	2,32	1,04	33	13	9	45
BA	30-60	YR 4/6	2,5 YR 4/4	0,4	22,62	2,50	1,05	28	8	5	59
Bw1	60-100	2,5 YR 5/6	2,5 YR 3/4	0,75	25,57	2,59	1,09	28	7	6	59
Bw2	100-150 ⁺	2,5 YR 4/8	2,5 YR 3/6	0,8	26,05	2,43	0,93	28	7	27	38
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico											
A	0-40	5 Y 4/1	5 Y 2,5/1	6,95	24,73	2,50	1,12	21	21	32	26
Ap	0-40	5 Y 7/2	10 YR 3/2	9,3	23,08	2,56	1,23	20	26	32	22
C	40+	10 YR 6/6	7,5 YR 3/4	3,95	31,02	2,56	1,17	51	19	19	11
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico											
SS	0-0,5	7,5 YR 2,5/3	7,5 YR 3/1	n.d.	n.d.	n.d.	1,03	20	17	39	24
Ap	0-25	7,5 YR 2,5/3	7,5 YR 2,5/2	9,75	32,41	2,70	1,12	15	13	29	43
A2	25-45	7,5 YR 3/4	7,5 YR 2,5/2	9,75	30,47	2,59	1,23	13	11	22	54
B1	45-65	5 YR 3/4	5 YR 3/3	19,45	30,78	2,70	1,17	10	8	15	67
Mur	0-5	5 YR 5/6	5YR 4/4	9,05	35,12	2,70	1,18	9	8	26	57
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico											
Ap	0-20	5 YR 4/4	5 YR 3/3	4,95	29,44	2,46	1,18	33	9	9	49
Bw2	80-100	2,5 YR 4/8	2,5 YR 3/6	0,65	28,73	2,59	1,08	24	8	8	60

Nota: Hor – Horizonte; Prof - Profundidade; ADA – Argila dispersa em água; CC – Capacidade de campo; DP – Densidade da partícula; DS – Densidade do solo; AG – Areia grossa; AF – Areia fina; Si – Silte; R – Argila; C - classe; Mur - murundu e SS - selamento superficial.

Quadro 1 - Propriedades físicas do solo. Continuação

horizonte	profundidade	Umidade residual		SE	PT	GF	S/R
		TFSA	Tor. DeP				
		Dag/kg		m ² /g	-----%-----		
P1 – NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico							
A	0-10	0,951	n.d.	75,4	53	72	0,75
C	20-40	0,771	0,619	0,11	74,2	30	1,00
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico							
A	0-40	4,234	2,992	0,88	89,1	39	1,67
C	40-80	0,721	0,543	0,13	74,3	30	1,67
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico							
Ap	0-40	8,361	8,131	0,16	322,5	44	0,36
B	40-60	9,208	9,453	0,17	380,1	45	0,20
Mur	0-5	6,683	6,8719	0,13	301,6	40	0,30
P4 – NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico							
Ap	0-10	0,399	n.d.	92,9	19	72	1,67
B	30-40	0,303	n.d.	80,4	18	85	0,75
Mur	0-5	1,352	1,264	0,06	149,0	45	0,53
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico							
Ap	0-25	1,381	0,953	0,30	94,9	50	1,00
Bt1	25-40	1,974	1,528	0,32	150,8	49	0,20
Bt2	40-65	2,486	2,426	0,04	162,3	49	0,13
LP	65-75	2,593	2,180	0,29	170,7	52	n.d.
Bt3	75-120	2,583	2,495	0,06	165,7	41	0,28
C	120-150+	1,706	1,877	0,12	130,4	44	0,60
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférrico							
Ap	0-30	2,131	2,051	0,06	141,4	55	0,20
BA	30-60	1,917	1,985	0,05	146,5	58	0,08
Bw1	60-100	1,771	1,602	0,12	144,7	58	0,10
Bw2	100-150+	1,414	1,255	0,11	139,6	62	0,71
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICÓ Órtico léptico							
A	0-40	6,844	2,762	2,89	128,8	55	1,23
Ap	0-40	2,284	2,270	0,01	113,2	52	1,45
C	40+	3,551	2,916	0,45	142,4	54	1,72
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico							
SS	0-0,5	3,531	n.d.	152,0	n.d.	n.d.	1,62
Ap	0-25	4,256	3,713	0,38	168,9	58	0,67
A2	25-45	4,070	3,773	0,21	173,9	52	0,41
B1	45-65	3,438	3,307	0,09	168,5	57	0,22
Mur	0-5	2,835	3,223	0,27	164,4	56	0,46
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico							
Ap	0-20	3,441	n.d.	167,2	52	90	0,18
Bw2	80-100	1,881	1,863	0,01	147,7	58	0,13

Nota: * solos de outras localidades; Tor – torrão; DeP – Desvio padrão; S.E superfície específica; PT – porosidade total; GF – Grau de flocculação; S/R – razão silte argila

Quadro 2 - Complexo sortivo dos solos da província da Zambézia - Moçambique

horizonte	Prof. (cm)	pH		Complexo sortivo													Δ pH	Equiv. CaCO ₃ g/kg
		H ₂ O	KCl	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	t	T	V	Na	m			
-----Cmol _c kg ⁻¹ -----																	-----%----	
P1 –NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico																		
A	0-10	5,9	4,5	0,1	1,2	1,59	0,97	0,64	0,11	3,3	3,4	4,5	73	2	3	-1,4	28	
C	20-40	5,9	4,8	0,1	0,9	1,43	1,16	0,15	0,05	2,8	2,9	3,7	76	1	3	-1,2	22	
P2 – NEOSSOLO FULVICO Ta Eutrófico sódico																		
A	0-40	5,8	5,3	0,0	3,5	12,98	3,36	0,42	2,96	19,7	19,8	23,2	85	13	0	-0,5	50	
C	40-80	6,8	6,3	0,0	0,2	2,71	0,80	0,09	0,72	4,3	4,3	4,5	96	16	0	-0,5	18	
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico																		
Ap	0-40	4,7	3,9	1,0	7,7	9,30	9,46	1,26	4,11	24,1	25,1	31,8	76	13	4	-0,8	38	
B	40-60	6,3	5,4	0,0	1,0	10,68	16,11	1,39	5,68	33,9	33,9	34,9	97	16	0	-0,9	30	
Mur	0-5	6,1	5,5	0,0	2,4	6,48	8,50	0,52	1,61	17,1	17,2	19,5	88	8	0	-0,6	34	
P4 – NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico																		
Ap	0-10	5,2	3,9	0,6	1,3	0,06	0,12	0,16	0,03	0,4	1,0	1,6	22	2	62	-1,3	20	
B	30-40	4,7	4,2	0,6	0,8	0,00	0,06	0,02	0,01	0,1	0,7	0,9	11	2	85	-0,5	16	
Mur	0-5	4,8	4,2	0,4	1,9	2,83	2,67	0,24	0,16	5,9	6,3	7,8	76	2	6	-0,6	14	
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupção																		
Ap	0-25	6,9	6,4	0,0	0,8	8,69	1,28	0,65	0,07	10,7	10,7	11,4	93	1	0	-0,5	24	
Bt1	25-40	5,5	4,4	0,3	1,4	1,70	1,29	0,52	0,05	3,6	3,9	5,0	72	1	8	-1,1	22	
Bt2	40-65	5,3	4,3	0,3	1,3	2,12	1,29	0,33	0,04	3,8	4,1	5,1	74	1	8	-1,0	32	
LP	65-75	5,3	4,4	0,3	1,5	2,65	1,40	0,42	0,06	4,5	4,9	6,0	75	1	7	-0,9	30	
Bt3	75-120	5,4	4,7	0,1	1,1	2,99	1,36	0,26	0,07	4,7	4,8	5,8	81	1	2	-0,8	48	
C	120-150+	5,7	4,7	0,1	0,6	2,14	0,80	0,18	0,06	3,2	3,3	3,8	84	2	2	-1,0	26	
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférrico																		
Ap	0-30	4,9	4,2	0,8	3,7	0,24	0,34	0,16	0,06	0,8	1,6	4,5	18	1	48	-0,6	12	
BA	30-60	4,7	4,2	0,8	2,4	0,12	0,21	0,09	0,02	0,4	1,2	2,8	16	1	64	-0,6	20	
Bw1	60-100	4,9	4,4	0,2	1,2	0,01	0,17	0,02	0,01	0,2	0,4	1,4	15	1	51	-0,5	16	
Bw2	100-150+	4,9	5,0	0,1	0,8	0,01	0,38	0,03	0,01	0,4	0,5	1,2	36	1	15	0,2	16	
P7 - CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico																		
A	0-40	6,0	5,3	0,0	2,4	10,64	2,81	0,43	0,05	13,9	14,0	16,4	85	0	0	-0,6	30	
Ap	0-40	6,0	5,4	0,0	2,0	9,26	2,14	0,57	0,08	12,0	12,1	14,0	86	1	0	-0,6	20	
C	40+	6,0	5,2	0,1	1,1	2,82	1,58	0,54	0,07	5,0	5,1	6,1	82	1	1	-0,8	14	
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico																		
SS	0-0,5																26	
Ap	0-25	5,8	5,1	0,0	4,0	10,99	2,50	0,58	0,04	14,1	14,1	18,1	78	0	0	-0,7	24	
A2	25-45	5,8	5,0	0,0	4,1	8,99	2,56	0,33	0,04	11,9	12,0	16,0	75	0	0	-0,8	32	
B1	45-65	5,6	4,7	0,1	3,4	4,57	1,49	0,26	0,04	6,4	6,5	9,8	65	0	2	-0,9	58	
Mur	0-5	5,7	5,1	0,0	2,3	5,40	1,96	0,53	0,07	8,0	8,0	10,3	78	1	0	-0,6	46	
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico																		
*Ap	0-20	4,1	3,9	2,6	10,8	0,35	0,17	0,18	0,04	0,7	3,3	11,5	6	0	78	-0,3	50	
*Bw2	80-100	4,3	4,2	0,5	1,1	0,00	0,10	0,02	0,00	0,1	0,6	1,2	10	0	81	-0,1	18	

Nota: SB – soma de bases; t – CTC efetiva; T – CTC – total; V – saturação de bases; m – saturação de alumínio; Equiv. – equivalente carbonato. * perfil coletado no Malawi.

Nos solos com horizontes B textural (Bt), perfis 5 e 8, o caráter eutrófico ocorre em todo perfil.

Dentre os micronutrientes analisados (ferro, manganês, zinco e cobre), no extrato Mehlich-1, observaram-se os teores mais elevados para Fe e Mn. Os teores de Fe variaram de 0 a 1272 mg kg⁻¹ e o Mn de 0 a 401 mg kg⁻¹, demonstrando assim a grande heterogeneidade dos solos..

De acordo com BARBOSA FILHO (1988), os teores de ferro extraídos por Mehlich-1, podem estar relacionados com valores de pH e matéria orgânica (MO) como nos casos dos perfis 2 e 3 (Quadro 3), onde se pode inferir a presença de óxidos de ferro com grau de cristalinidade baixa. Neste caso, os dois solos (Neossolo flúvico e Vertissolos), sujeitos à inundação em boa parte do ano, sendo usados na cultura de arroz. Para o Fe, o nível tóxico nas plantas deste cereal é bastante amplo, variando de 50 a 1680 mg kg⁻¹ (DE e MAMNDEL, 1957, ISHIZUKA, 1961).

O carbono orgânico total (COT) variou de 0,46 a 12,17 dag kg⁻¹ nos horizontes A (Quadro 3). Essas acumulações superficiais em ambientes tão distintos ocorrem por razões diversas. Nos solos com argila de alta atividade (P3 e P7), isso se deve à formação de complexos argilo-húmicos altamente estáveis, em ambientes ricos em bases, especialmente Ca²⁺ (STEVENSON, 1994; ANJOS et al., 1999; NACIF, 2001). Nos solos mais intemperizados (P9), a textura argilosa nos perfis (FASSBENDER e BORNEMISA, 1987), a pobreza química que reduz o desenvolvimento de microrganismos e, por consequência, a redução na decomposição da matéria orgânica (RIBEIRO et al., 1972), formam horizonte A húmico em altitude (no caso de P9), com valores bem menores de COT no Latossolo em cota mais baixa (P6) (Quadro 3).

A forte interação entre os óxidos de Fe e Al e MO (BAYER e MIELNICZUCK, 1999) podem condicionar maior acumulação de carbono orgânico nos Latossolos. A maioria dos solos apresentou a relação C/N altas (Quadro 4), corroborado pela cores escuras com baixo valor e croma (Quadro 1).

Os teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ variam de 5,8 a 28,83 %, de 0,93 a 36,75 % e 0,15 a 15,98%, respectivamente (Quadro 5). Estes valores bastante variáveis, indicam a ocorrência de solos com texturas e grau de intemperismo variáveis, desde Neossolo a Latossolo, este último sem predomínio da gibbsita ou óxidos de ferro (Ki e Kr > 0,75), conforme proposto por RESENDE e SANTANA, (1988), ou seja, são solos tipicamente caulíníticos (Quadro 6).

Incluindo-se para fins de avaliação os resultados do ataque sulfúrico do Neossolo Quartzarênico distrófico (P4), os valores de Ki e Kr (Quadro 6) são influenciados pelo material de origem rico em sílica, ou ainda pelo acúmulo de quartzo em ambientes muito pobre em Al e Fe. Isto resulta em valores muito altos destas relações moleculares, sem necessariamente conotarem ausência de intemperização. Exceções como estas fazem com que tanto o Ki e Kr sejam interpretados com ressalvas como indicadores de evolução de solos, mesmo para Latossolos (RAMOS, 1981; EMBRAPA 1988 e KER, 1995).

Quadro 3 - Micronutrientes extraídos por Mehlich-1, carbono orgânico total e matéria orgânica dos solos da Zambézia - Moçambique

Hor.	profundide (cm)	Micronutrientes					Ataque sulfúrico				
		Fe	Mn	Zn	Cu	Pmehlic	P rem	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki
		-----mg kg ⁻¹ -----					mg L ⁻¹	-----dag kg ⁻¹ -----			
P1 – NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico											
A	0-10	244	74	2	1	87	52	6,18	2,06	1,52	5,10
C	20-40	429	70	0	0	75	51	6,63	2,12	1,57	5,31
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódic											
A	0-40	823	51	1	1	21	34	7,24	1,79	1,80	6,88
C	40-80	348	5	0	1	95	49	5,81	1,33	2,56	7,41
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico											
Ap	0-40	1272	106	2	2	3	3	26,21	22,34	5,12	1,99
B	40-60	57	37	0	1	2	4	28,83	24,47	7,93	2,00
Mur	0-5	59	28	1	1	3	12	24,02	19,60	4,27	2,08
P4 – NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico											
Ap	0-10	39	6	1	0	8	57	7,77	0,93	0,22	14,15
B	30-40	0	0	0	0	2	47	8,16	1,21	0,15	11,45
Mur	0-5	28	64	2	0	20	48	12,56	6,15	0,47	3,47
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico											
Ap	0-25	29	221	3	1	108	8	11,35	6,33	2,20	3,04
Bt1	25-40	35	35	0	1	2	14	18,97	17,27	4,25	1,87
Bt2	40-65	35	26	1	1		8	21,48	18,69	5,86	1,95
LP	65-75	33	34	0	1			23,38	23,02	5,82	1,73
Bt3	75-120	38	30	1	1		6	24,31	23,68	5,82	1,75
C	120-150+	30	36	0	1		17	19,42	22,97	3,34	1,44
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hioiférrico											
Ap	0-30	6	24	1	1	5	6	21,86	20,69	4,60	1,80
BA	30-60	9	16	1	2	1	5	21,70	25,85	5,17	1,43
Bw1	60-100	14	3	1	2	0	3	21,36	32,44	5,96	1,12
Bw2	100-150+	19	2	0	1	0	3	20,54	33,56	5,71	1,04
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico											
A	0-40	62	367	2	0	83	33	17,19	27,39	10,36	1,07
Ap	0-40	61	277	3	0	112	40	15,02	16,95	8,49	1,51
C	40+	27	34	1	0	13	12	20,96	20,99	15,96	1,70
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico											
SS	0-0,5							20,39	33,38	13,71	1,04
Ap	0-25	8	401	1	1	41	7	22,14	31,33	13,70	1,20
A2	25-45	7	214	1	1	11	6	21,65	31,33	13,62	1,17
B1	45-65	24	107	1	3	22	5	23,82	31,80	14,50	1,27
Mur	0-5	47	79	2	4	7	3	27,18	35,42	15,45	1,30
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico											
*Ap	0-20	13	86	4	1	79	5	17,49	36,75	6,27	0,81
*Bw2	80-100	23	4	1	1	2	1	21,40	26,52	8,53	1,37

Nota: P rem – fósforo remanescente

Quadro 4 – Caracterização da matéria orgânica da província da Zambézia - Moçambique

Horiz	Profund (cm)	NT g kg ⁻¹	COT ---Dag kg ⁻¹ ---	MO C/N Dag kg ⁻¹	FHU Dag kg ⁻¹	FA H FAF -----Dag kg ⁻¹ -----	CTF	EF %	S. Solo -----mg kg ⁻¹ ----	S. di		
P1 – NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico												
A	0-10	0,06	0,70	1,21	117	59	40	1	0,7	92	87	2,92
C	20-40	0,03	0,27	0,46	96	51	42	7	0,3	149	37	2,75
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico												
A	0-40	0,23	5,08	8,76	218	75	22	3	5,1	65	256	0,07
C	40-80	0,03	0,42	0,72	139	75	20	5	0,4	120	41	0,00
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico												
Ap	0-40	0,23	4,81	8,30	210	50	45	5	4,8	73	247	34,44
B	40-60	0,13	1,55	2,67	118	75	13	11	1,6	101	175	75,90
Mur	0-5	0,12	1,27	2,19	104	88	9	3	1,3	110	112	15,58
P4 – NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico												
Ap	0-10	0,13	2,88	4,97	223	73	18	9	2,9	61	42	7,44
B	30-40	0,08	1,56	2,69	190	40	48	12	1,6	63	20	17,15
Mur	0-5	0,11	1,80	3,11	168	94	5	1	1,8	181	75	21,67
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico												
Ap	0-25	0,12	2,64	4,55	215	90	8	2	2,6	87	86	0,73
Bt1	25-40	0,06	1,39	2,39	242	79	12	9	1,4	49	55	2,26
Bt2	40-65	0,05	0,49	0,84	93	80	9	11	0,5	118	43	0,49
LP	65-75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	63	15	21		n.d.	28	6,89
Bt3	75-120	0,04	0,66	1,14	166	86	3	11	0,7	131	12	1,53
C	120-150+	0,07	0,36	0,62	51	58	5	37	0,4	68	26	3,51
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférico												
Ap	0-30	0,15	1,40	2,41	94	86	8	5	1,4	160	114	0,21
BA	30-60	0,07	1,23	2,11	182	76	7	17	1,2	92	71	17,32
Bw1	60-100	0,03	0,84	1,44	316	86	6	9	0,8	92	37	17,18
Bw2	100-150+	0,02	0,82	1,41	435	72	5	23	0,8	55	53	18,78
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico												
A	0-40	0,09	3,10	5,35	341	85	11	4	3,1	64	215	0,07
Ap	0-40	0,09	3,04	5,23	333	82	12	6	3,0	47	85	1,46
C	40+	0,02	0,47	0,81	291	72	9	19	0,5	80	19	0,07
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico												
SS	0-0,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	83	11	6		n.d.	159	4,87
Ap	0-25	0,15	2,99	5,15	200	81	14	5	3,0	71	150	0,28
A2	25-45	0,12	2,61	4,50	226	76	17	7	2,6	68	134	0,00
B1	45-65	0,06	1,70	2,92	284	71	18	11	1,7	52	82	4,94
Mur	0-5	0,04	0,90	1,56	221	83	10	7	0,9	112	62	0,91
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférico												
Ap	0-20	0,40	7,06	12,17	175	78	16	5	7,1	53	219	8,11
Bw2	80-100	0,03	0,66	1,14	197	79	4	17	0,7	75	79	22,05

Nota: nitrogênio total; COT – carbono orgânico total; MO – matéria orgânica; FHU - fração Humina; FAH – Fração ácido húmico; FAF – Fração ácido fúlvico; COTF – Carbono total do fracionamento; Ef – Eficiência do fracionamento; S. solo – Enxofre do solo; S. di – Enxofre disponível.

As amplitudes dos teores de TiO_2 (0,9 a 17,4) (Quadro 6) indicam grande diversidade de material de origem, e sugerem a influência de processos genéticos diferentes nos solos estudados. Assim, teores mais elevados de titânio relacionam-se à intervenção de material mais básico. Valor de TiO_2 (17 a 10% na faixa Mocuba – Milange) com teores de Fe_2O_3 variando de 13 a 15%, parece atípico. KER (1995) encontrou valores de TiO_2 elevados, em solos com Fe_2O_3 acima de 18%. ROLIM NETO (2002), em solos com 7% de Fe_2O_3 , obteve em alguns casos valores superiores a 6% de TiO_2 . Neste caso, os teores de Ti em função da sua baixa solubilidade, indicam solos desenvolvidos de rochas titaníferas (P7 e P8) (Quadro 6).

5.1. Minerais da argila

A fração mineral dos solos reflete as influências morfoclimáticas e pedogenéticas. Os solos das zonas cristalinas mais elevadas, possuem domínio da caulinita, com ilita subordinada (Quadro 7). A presença de ilita nos perfis classificados como Latossolos, reforça a idéia de maior juventude (caráter câmbico) destes pedomateriais, em comparação aos Latossolos brasileiros.

A Figura 4 apresenta os difratogramas de raios X, referentes ao horizonte B do perfil 1 (NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico). Esmectita, vermiculita, ilita, e caulinita são os principais minerais (Quadro 7). A caulinita aparenta ser bem cristalinizada, apresentando reflexos principais a 0,71, 0,35 e 0,24 nm. A ilita é registrada nos reflexos 0,97 e 0,44. A esmectita na argila natural tem os picos em 1,5, 0,45 e 0,30 nm. No tratamento com magnésio se expande para 1,7 nm e contrai para 1,2 nm quando saturado com K. Nos tratamentos de K a 350° e 550°C a esmectita aparece no reflexo de 0,34nm, sendo 0,5nm exclusivo para o tratamento com K a 550°C.

No perfil 3 de Vertissolo (Figura 5), a esmectita é o mineral predominante, definido pelo espaçamento interplanar da argila natural e DCB de 1,4 nm. No tratamento com magnésio, expande para 1,6nm, e com magnésio-etileno glicol chega a expansão máxima de 2,1 nm. A saturação com K promove o colapso do mineral para 1,0 nm. A caulinita aparece nos reflexos definidos a 0,71, 0,35 e 0,24 nm. A ilita aparece em traços, e a monazita foi identificada a 0,30 nm. Para a Figura 6 ocorreu a mesma tendência.

O solo do perfil 4 (NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico e amostra de Murundu), de área de transição de geoambientes da Zambézia (Figuras 7 e 8), apresentam como minerais importantes a ilita e a caulinita (Quadro 7), com picos bem definidos nos principais reflexos. O primeiro é identificado pelos reflexos a 1,0, e 0,35 nm e com fraco reflexo em 0,5 nm, indicando a sua formação diferenciada das demais ilitas. A caulinita mostra picos principais de 0,71, 0,35 e 0,24 nm.

Nos ambientes não-hidromórficos (perfis 5 a 9), ilustrados nas figuras 10 a 18, ocorre a mesma natureza mineralógica, com caulinita e ilita (Quadro 7), apesar das características morfológicas e texturais variáveis entre os solos.

Quadro 5 – Teores de ferro oxalato em Fe₂O₃ na TFSA e teores de Fe do Citrato ditionito Bicarbonato (DCB) em 5 extrações sucessivas na forma de Fe₂O₃ em argila de solos da Zambézia - Moçambique.

horizonte	Profundidade (cm)	TFSA Oxalato Fe ₂ O ₃	Extrações sequenciais de Fe pelo DCB na argila					TOTAL DCB
			Ext1	Ext 2	Fe ₂ O ₃ (DCB) Ext3		Ext4	
-----dag kg ⁻¹ -----								
P1 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico								
A	0-10	0,12	16,2	0,18	0,11	0,64	0,18	17,33
C	20-40	0,14	23,7	0,34	1,41	0,26	0,21	25,86
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico								
A	0-40	0,38	17,8	0,31	0,26	0,10	0,05	18,48
C	40-80	0,21	32,8	0,21	0,04	0,09	0,04	33,18
P3 – VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico								
Ap	0-40	0,80	13,6	0,13	0,09	0,24	0,09	14,15
B	40-60	0,12	18,4	0,41	0,23	0,21	0,14	19,43
Mur	0-5	0,21	7,9	0,28	0,21	0,12	0,16	8,66
P4 – NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico								
Ap	0-10	0,02	5,4	0,04	0,16	0,05	0,03	5,70
B	30-40	0,00	1,9	0,04	0,07	0,09	0,03	2,10
Mur	0-5	0,03	0,1	0,08	0,15	0,55	0,04	0,93
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico								
Ap	0-25	0,16	3,9	1,14	0,47	0,49	0,08	6,08
Bt1	25-40	0,13	7,0	1,02	0,36	0,68	0,06	9,07
Bt2	40-65	0,19	7,0	1,42	0,55	0,49	0,10	9,51
LP	65-75	0,19	5,7	0,88	0,51	0,70	0,11	7,92
Bt3	75-120	0,17	5,4	1,47	0,52	0,57	0,10	8,08
C	120-150+	0,09	3,6	1,13	0,48	1,22	0,09	6,50
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoferrico								
Ap	0-30	0,14	5,5	2,52	1,06	1,27	0,62	11,01
BA	30-60	0,19	7,6	2,27	0,91	0,97	0,28	12,04
Bw1	60-100	0,23	9,0	1,78	0,84	0,98	0,39	12,95
Bw2	100-150+	0,21	10,9	1,66	0,88	1,32	0,17	14,97
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico								
A	0-40	0,28	3,8	2,92	0,87	0,73	0,25	8,53
Ap	0-40	0,34	4,3	1,37	0,57	1,41	0,31	8,00
C	40+	0,27	4,9	2,51	1,41	0,73	0,31	9,89
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico								
SS	0-0,5	0,40	2,6*	1,35*	0,53*	1,91*	0,43*	6,86*
Ap	0-25	0,37	6,7	2,45	2,86	2,27	0,65	14,91
A2	25-45	0,22	7,5	4,43	1,74	2,51	0,49	16,68
B1	45-65	0,28	7,7	5,56	1,49	2,19	0,34	17,32
Mur	0-5	0,29	11,0	5,20	1,04	1,18	0,18	18,59
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico								
Ap	0-20	0,19	7,1	2,22	1,14	1,13	0,16	11,77
Bw2	80-100	0,20	10,2	2,40	0,84	0,04	0,12	13,66

* Dados de Fe por DCB extraídos da fina. Ext: Extrato. P: perfil.

Quadro 6 – Teores dos principais elementos analisados em no extrato de Ataque Sulfúrico na Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) dos solos da Província da Zambézia - Moçambique

Horizonte	Profundidade cm	Dados de ataque sulfúrico								Índice	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ki	kr
		-----dag kg ⁻¹ -----				-----g kg ⁻¹ -----					
P1 – NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico											
A	0-10	6,18	2,06	1,52	2,1	0,5	1,8	1,0	0,9	5,10	3,5
C	20-40	6,63	2,12	1,57	2,1	0,6	1,5	0,9	0,9	5,31	3,6
P2 – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico											
A	0-40	7,24	1,79	1,80	3,1	0,5	1,1	1,6	1,7	6,88	4,2
C	40-80	5,81	1,33	2,56	3,7	0,6	0,9	1,1	1,3	7,41	3,3
P3– VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico											
Ap	0-40	26,21	22,34	5,12	2,5	0,5	14,7	2,8	1,1	1,99	1,7
B	40-60	28,83	24,47	7,93	2,6	0,5	20,3	3,5	0,8	2,00	1,7
Mur	0-5	24,02	19,60	4,27	2,4	0,4	11,6	2,1	0,7	2,08	1,8
P4 – NEOSSOLO QUARTZRANICO Distrófico											
Ap	0-10	7,77	0,93	0,22	1,3	0,3	0,1	0,2	0,2	14,15	12,3
B	30-40	8,16	1,21	0,15	1,0	0,3	0,1	0,2	0,1	11,45	10,6
Mur	0-5	12,56	6,15	0,47	1,6	0,4	0,5	0,5	0,3	3,47	3,3
P5 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico											
Ap	0-25	11,35	6,33	2,20	2,2	0,7	3,3	0,3	1,0	3,04	2,5
Bt1	25-40	18,97	17,27	4,25	2,7	0,6	8,1	0,4	0,6	1,87	1,6
Bt2	40-65	21,48	18,69	5,86	3,0	0,6	8,4	0,4	0,6	1,95	1,6
LP	65-75	23,38	23,02	5,82	3,0	0,7	9,1	0,3	0,7	1,73	1,5
Bt3	75-120	24,31	23,68	5,82	3,2	1,1	10,4	0,4	0,5	1,75	1,5
C	120-150+	19,42	22,97	3,34	2,1	1,0	10,3	0,4	0,3	1,44	1,3
P6 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférico											
Ap	0-30	21,86	20,69	4,60	2,5	0,7	0,3	0,4	0,6	1,80	1,6
BA	30-60	21,70	25,85	5,17	3,1	0,6	0,4	0,4	0,6	1,43	1,3
Bw1	60-100	21,36	32,44	5,96	3,2	0,5	0,3	0,5	0,5	1,12	1,0
Bw2	100-150+	20,54	33,56	5,71	3,3	0,4	0,3	0,7	0,4	1,04	0,9
P7 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico											
A	0-40	17,19	27,39	10,36	17,2	2,3	2,9	0,6	3,1	1,07	0,9
Ap	0-40	15,02	16,95	8,49	17,4	1,9	2,3	0,5	2,7	1,51	1,1
C	40+	20,96	20,99	15,96	16,1	1,8	1,4	0,5	7,3	1,70	1,1
P8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico											
SS	0-0,5	20,39	33,38	13,71	13,1	2,7	2,7	0,4	5,0	1,04	0,8
Ap	0-25	22,14	31,33	13,70	11,8	2,9	2,2	0,4	5,4	1,20	0,9
A2	25-45	21,65	31,33	13,62	12,2	2,8	1,3	0,4	4,8	1,17	0,9
B1	45-65	23,82	31,80	14,50	10,8	1,9	1,0	0,4	4,8	1,27	1,0
Mur	0-5	27,18	35,42	15,45	10,6	1,9	1,2	0,5	3,4	1,30	1,0
P9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférico											
Ap	0-20	17,49	36,75	6,27	6,0	1,2	0,4	0,3	2,2	0,81	0,7
Bw2	80-100	21,40	26,52	8,53	6,0	0,9	0,4	0,3	1,1	1,37	1,1

Quadro 7 – Principais minerais de argila dos solos estados da província da Zambézia – Moçambique.

Horizonte	Classes de solos	Tipo de minerais de argila
Perfil 1 - C	NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	Es – Esmectita, Ver – Vermiculita, Il - Ilita, Ct – Caulinita, Mz – Monazita.
Perfil 3 - B	VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico	. Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita
Perfil 3 - Murundu		Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita.
Perfil 4 - B	NEOSSOLO QUARTZRÂNICO Distrófico	Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita.
Perfil 4 - Murundu		Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita
Perfil 5 – Bt1	ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico	Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita.
Perfil 5 – Bt2		Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 5 – Bt3		Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 5 – C		Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 6 – Bw1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico hipoférrico	Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 6 – Bw2		Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 7 - C	CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico	Il – Ilita e Ct – Caulinita
Perfil 8 - B	NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico	Ct – Caulinita e Il – Ilita
Perfil 8 - Murundu		Ct – Caulinita e Il – Ilita
Perfil 9 – Bw2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico mesoférrico	Ct – Caulinita e Il – Ilita

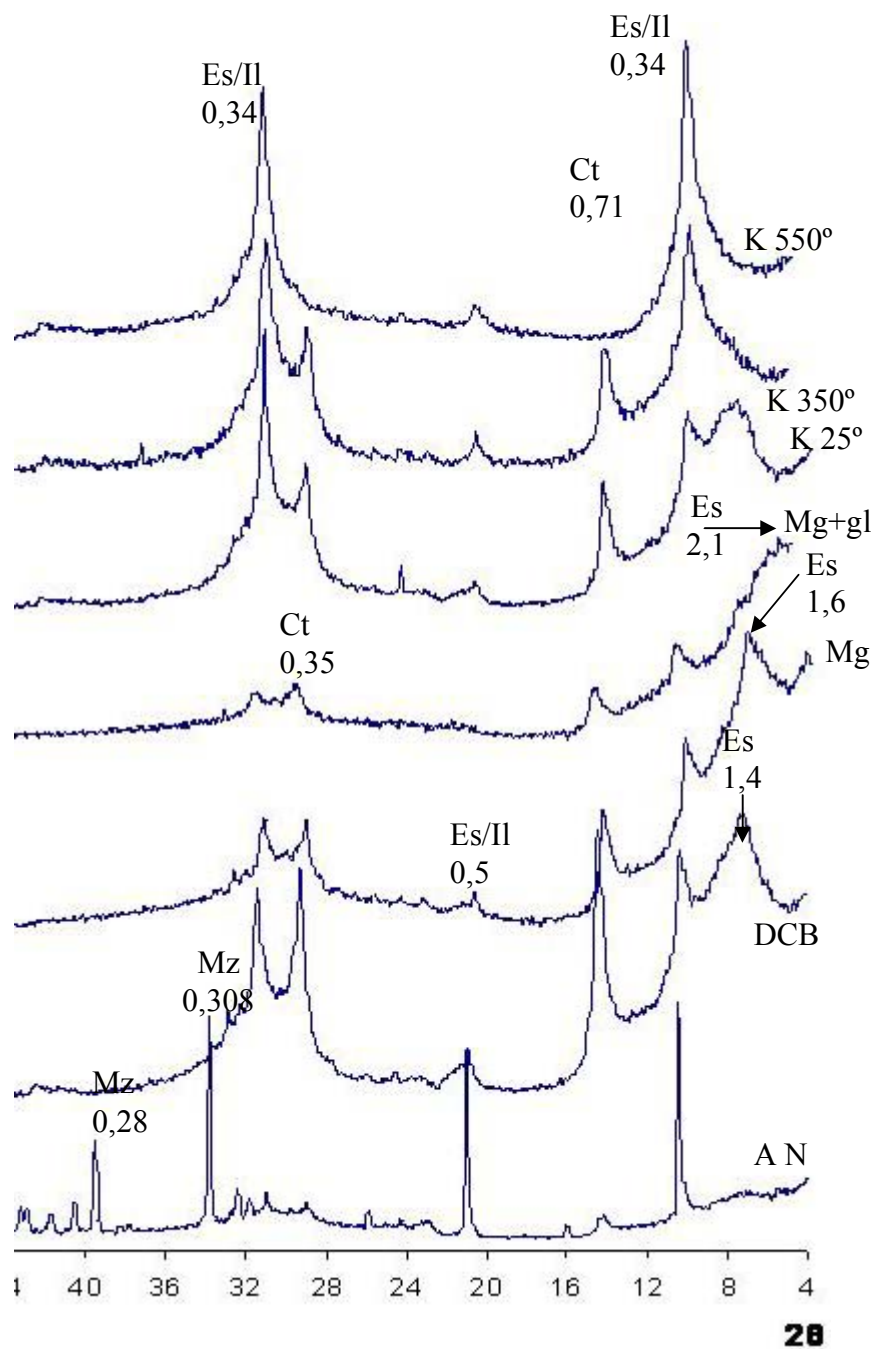


FIGURA 4 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **horizonte B** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K- 350°C e K-550°C. NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico. Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita.

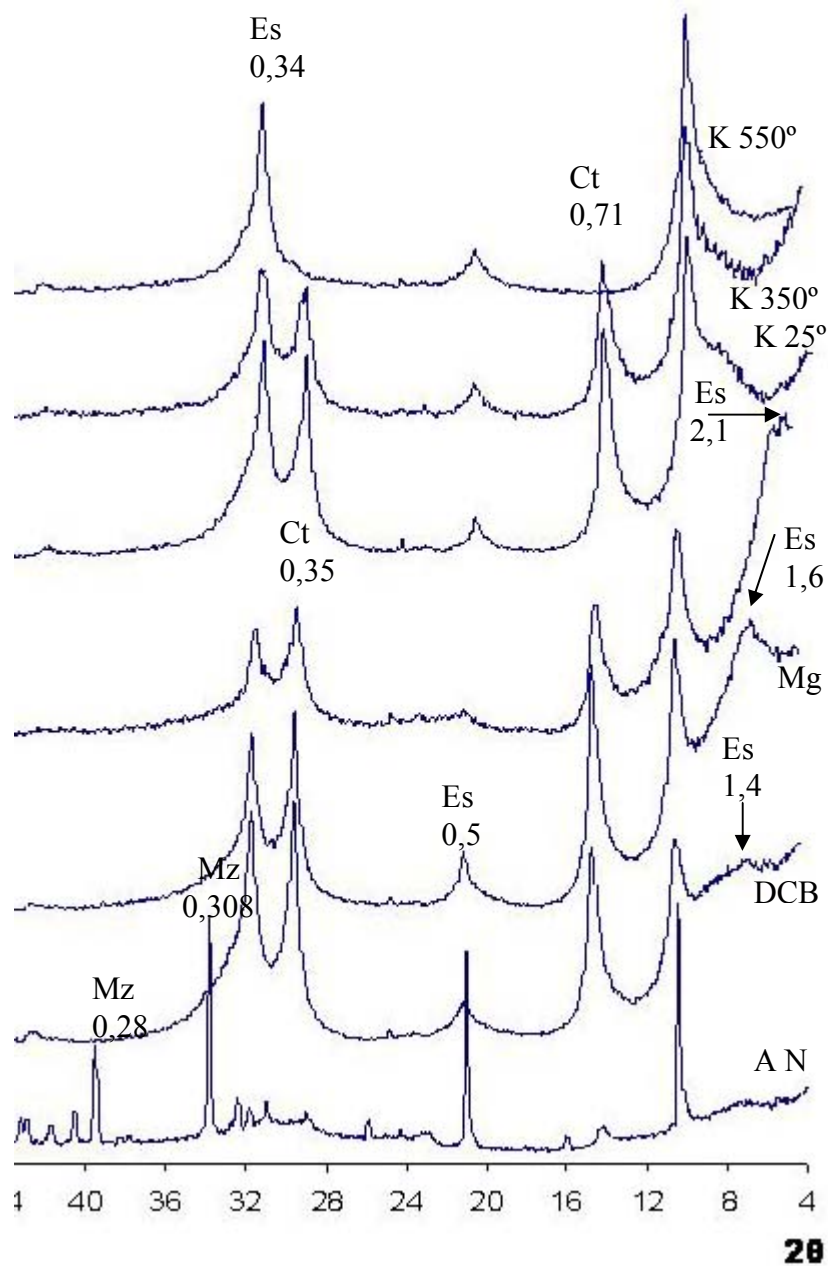


FIGURA 5– Difratoograma de raios-X da fração argila do **horizonte B** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K- 350°C e K-550°C. VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico. Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita.

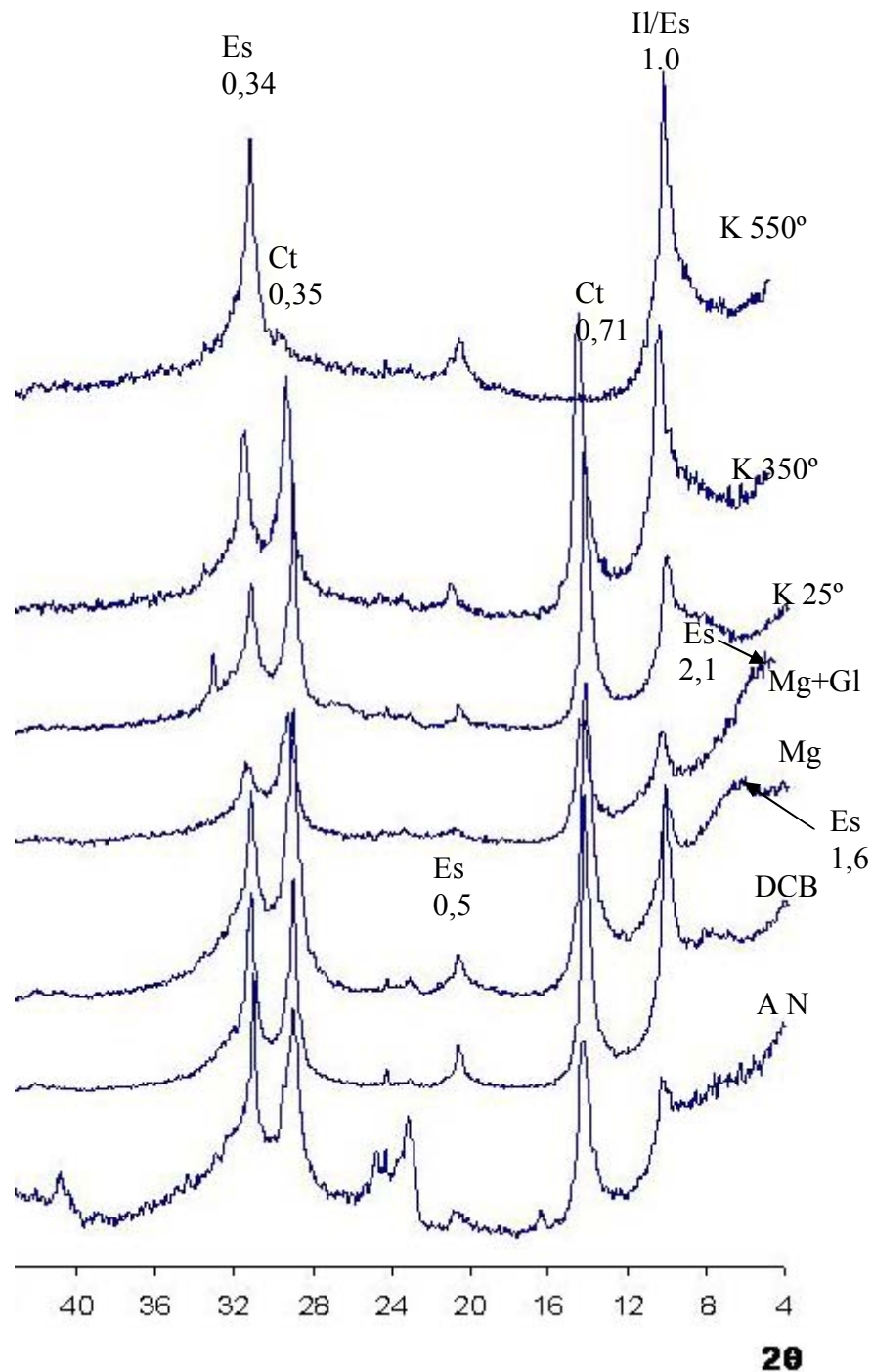


FIGURA 6 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **Murundu** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio (Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K) : K a 25°C; K a 350°C e K a 550°C de aquecimento. VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico.

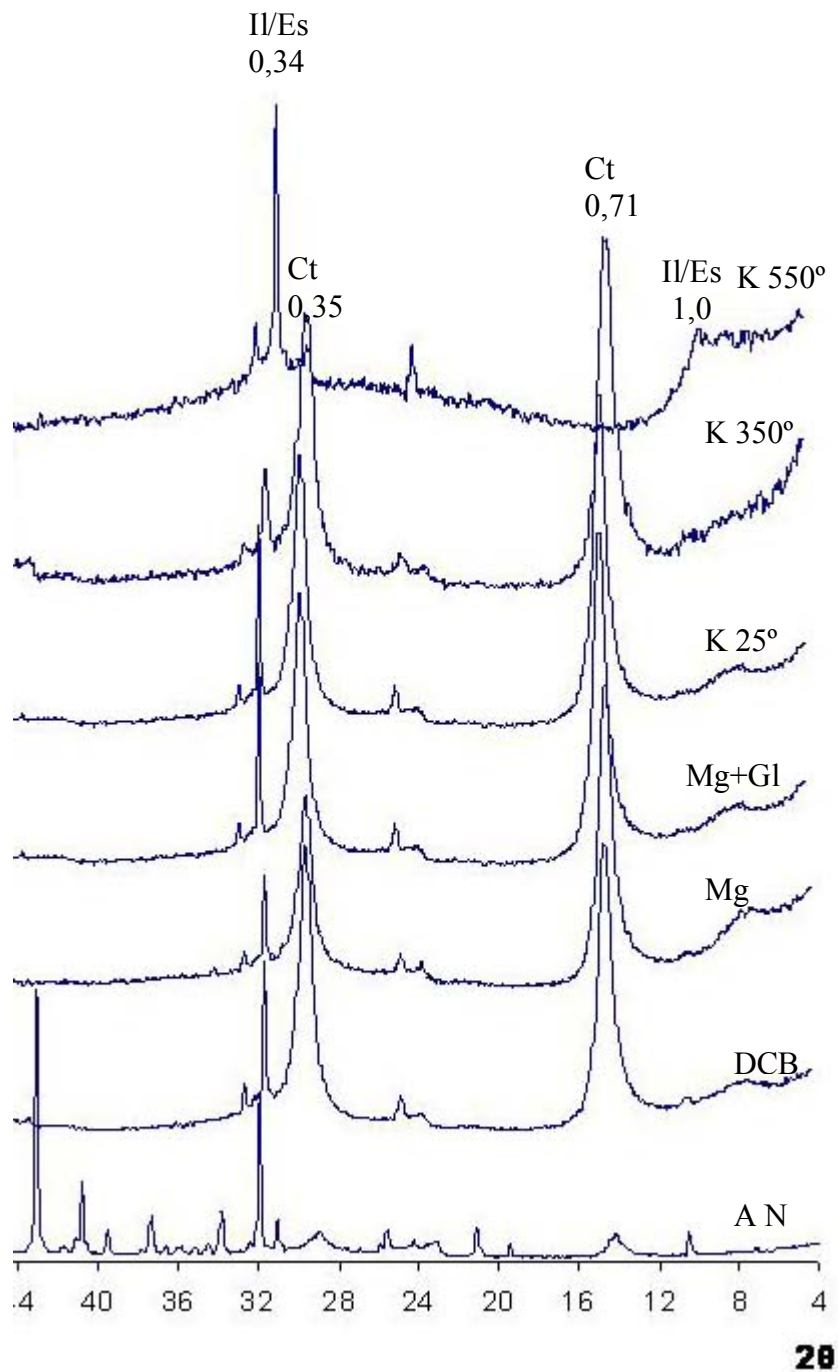


FIGURA 7 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte B - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio (Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K -350°C e K-550°C. NEOSSOLO QUARTZRANICO Distrófico. Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita.

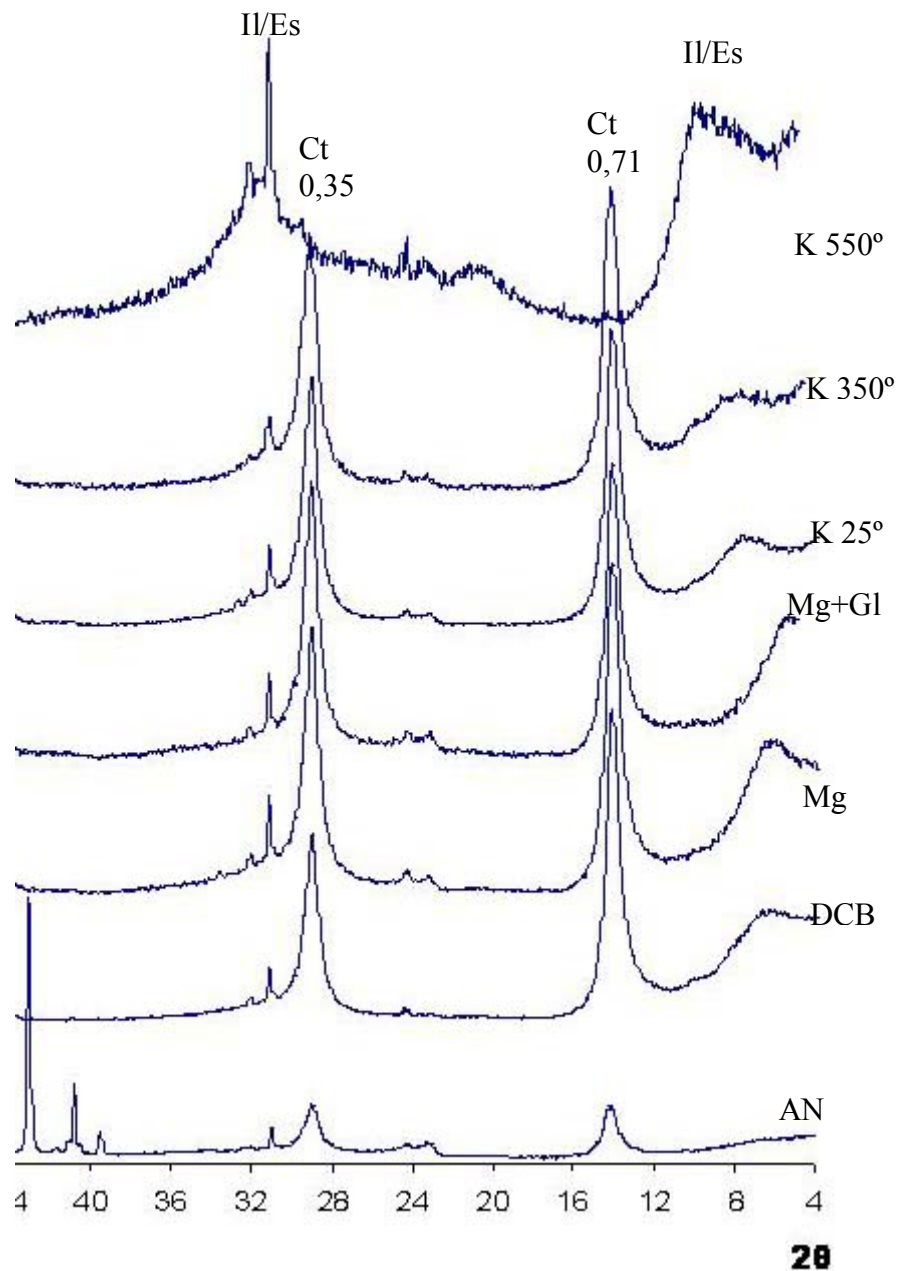


FIGURA 8 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **Murundu** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K- 350°C e K-550°C. NEOSSOLO QUARTZRÄNI-CO Distrófico. Es – Esmectita, Il - Ilita e Ct – Caulinita.

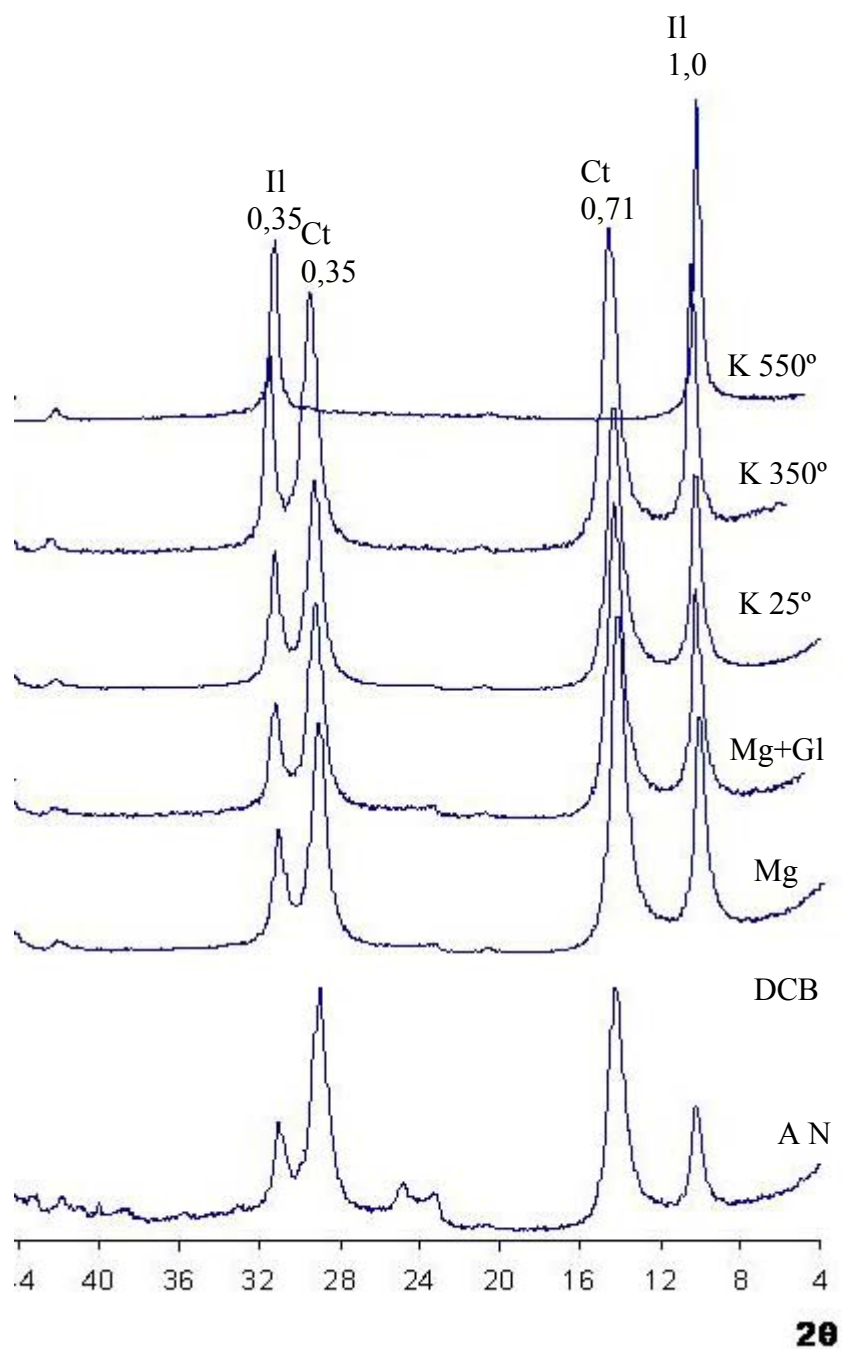
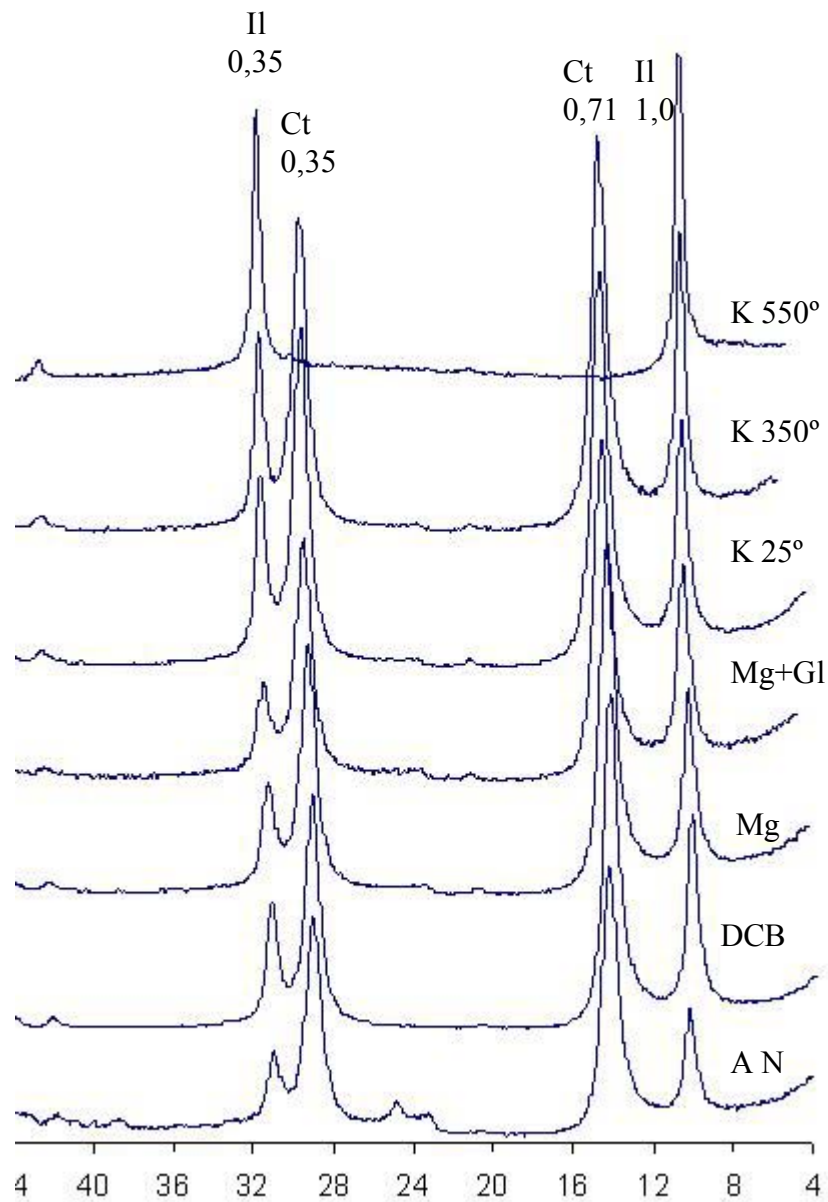


FIGURA 9 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte Bt1 - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio (Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K) : K a 25°C; K a 350°C e K a 550°C de aquecimento. ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico. Il - Ilita e Ct – Caulinita, Mz – Monazita.



28

FIGURA 10 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte Bt2 - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl);Potássio (K) : K-25°C; K-350°C e K-550°C. ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto. Il – Ilita e Ct – Caulinita.

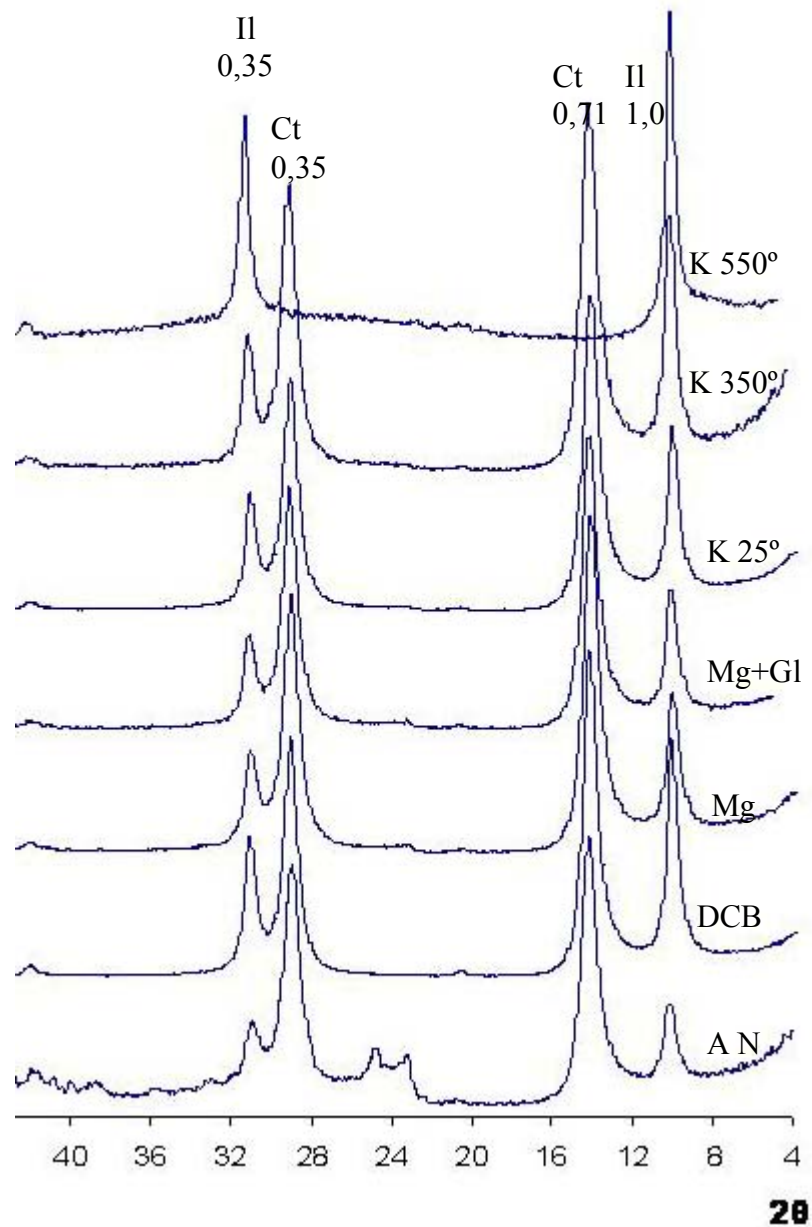


FIGURA 11 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte Bt3 - Argila Natural (NA) e Argila desferificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto. Il – Ilita e Ct – Caulinita.

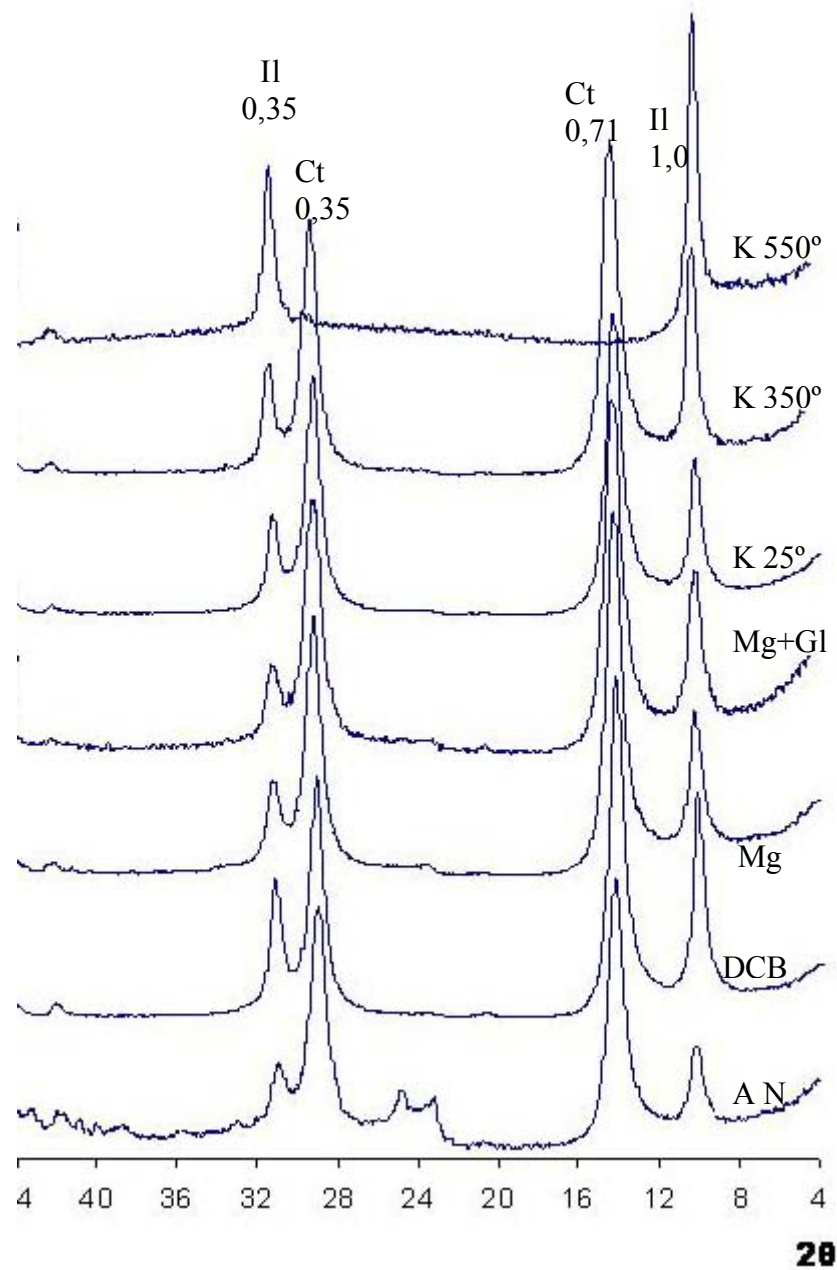


FIGURA 12 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte C - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico. Il – Ilita e Ct – Caulinita.

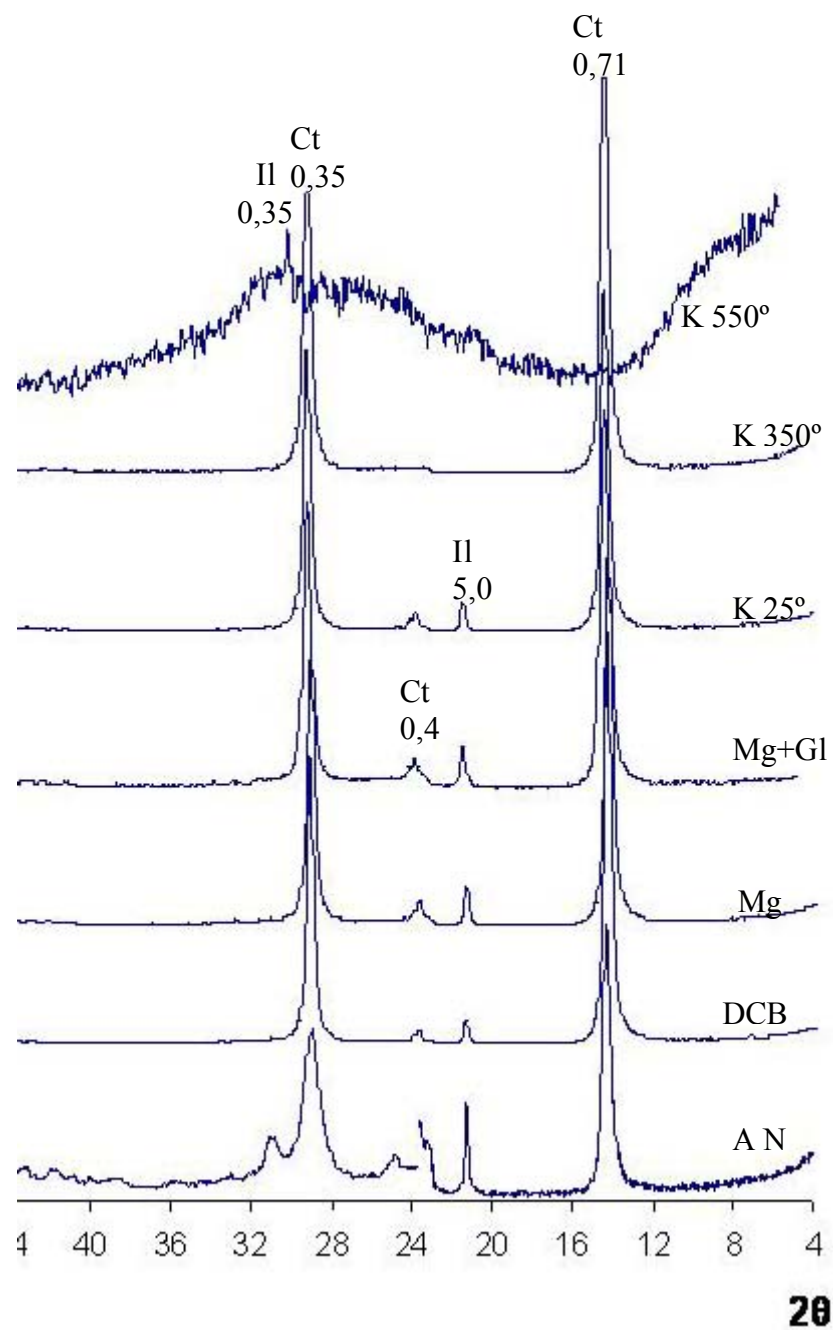


FIGURA 13 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte Bw1 - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Il – Ilita e Ct – Caulinita.

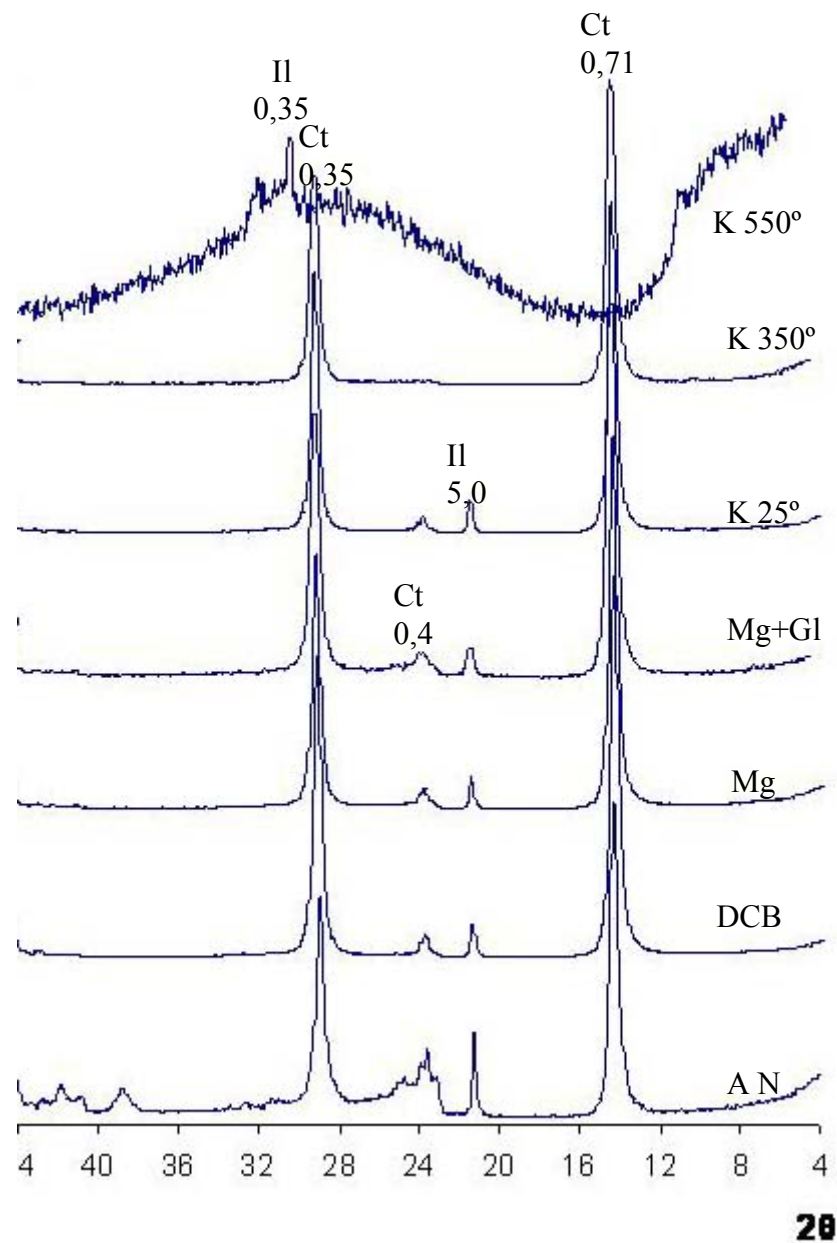
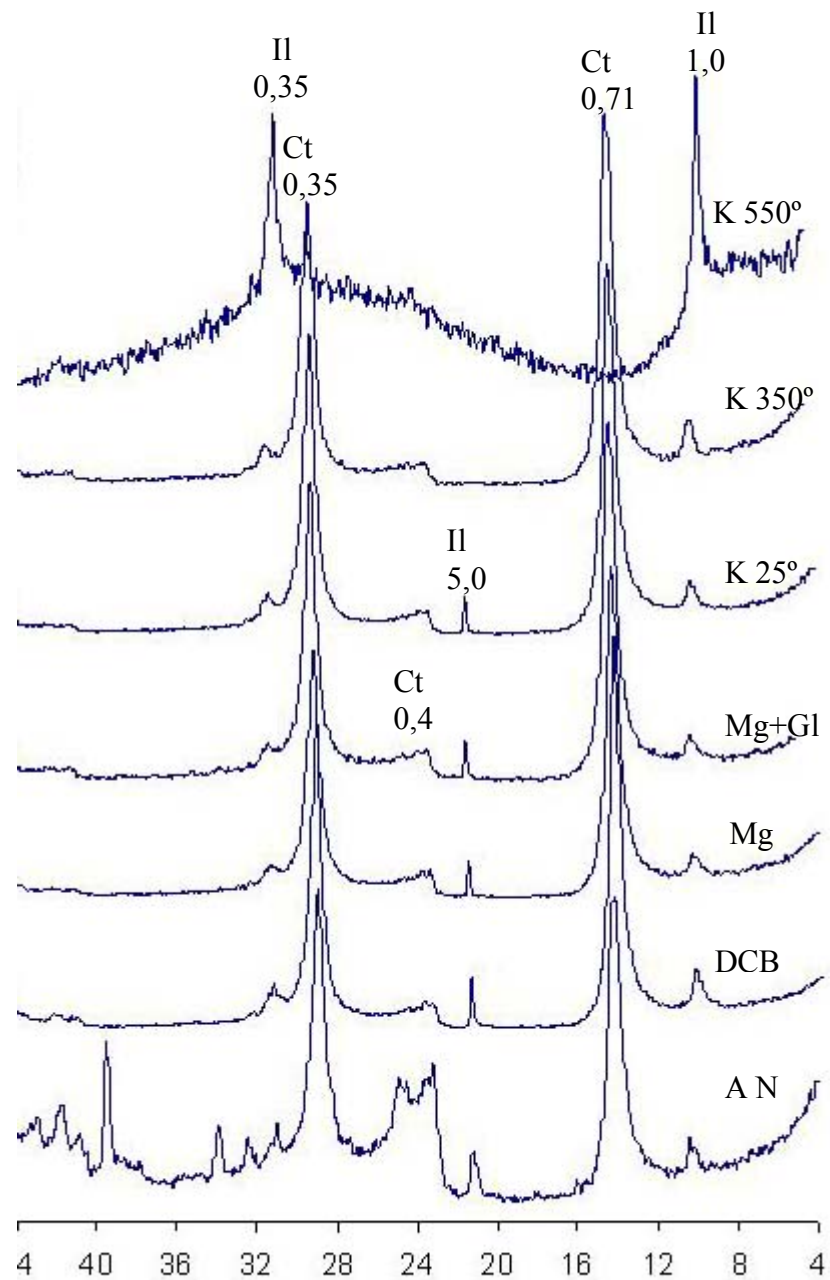
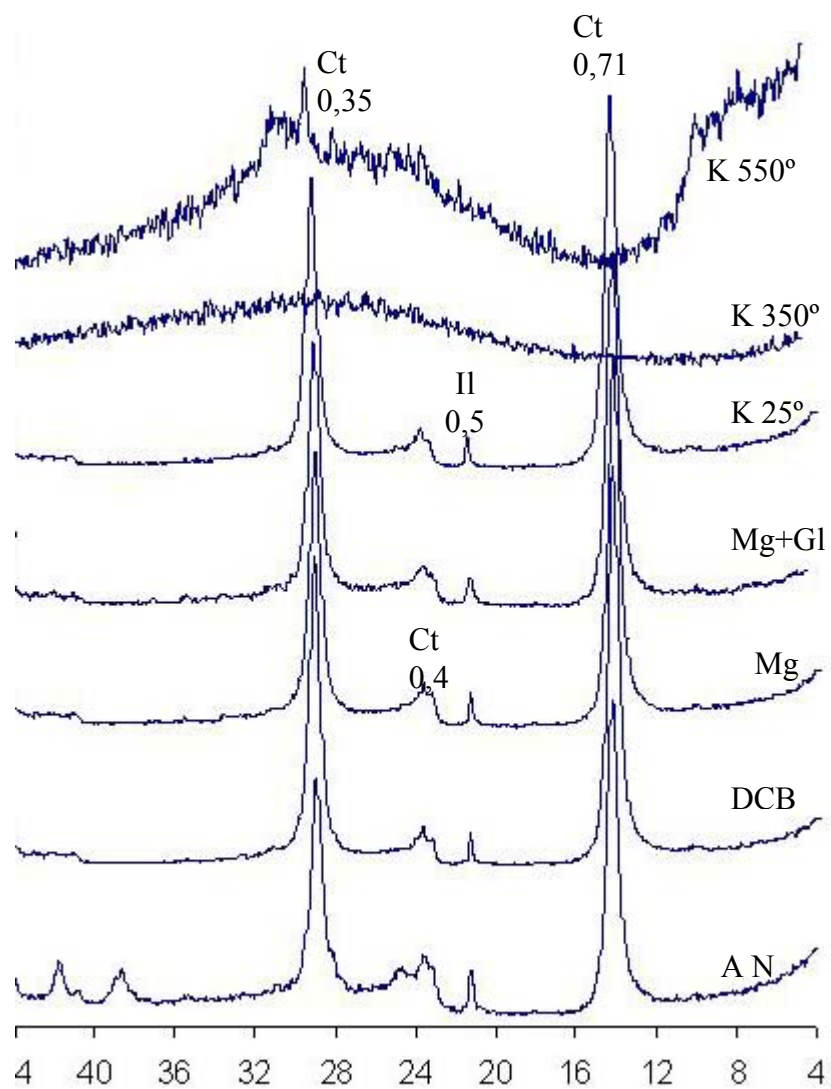


FIGURA 14 – Difratoograma de raios-X da fração argila do horizonte Bw2 - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Il – Ilita e Ct – Caulinita.



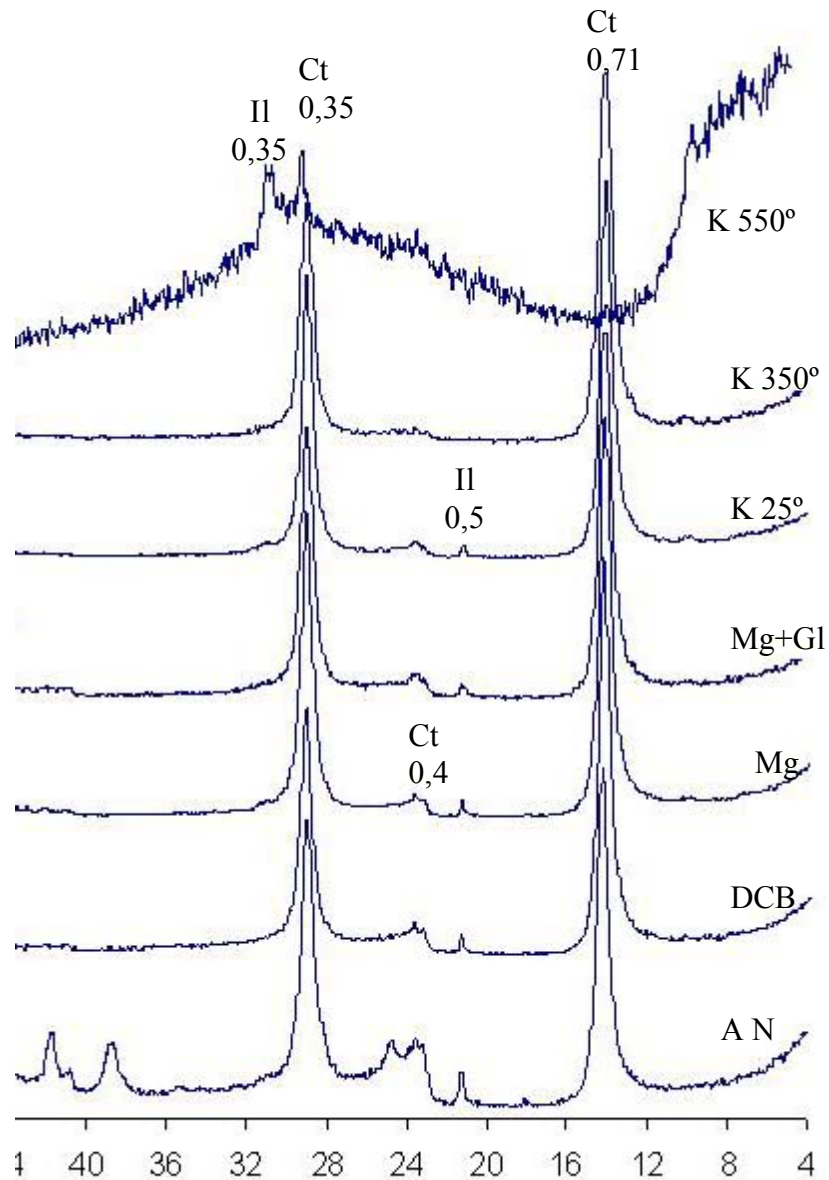
20

FIGURA 15 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **horizonte C** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico. Il – Ilita e Ct – Caolinita.



20

FIGURA 16 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **horizonte B** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos : Magnésio (Mg) e Magnésio+Glicerol (Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico. Ct – Caulinita e Il – Ilita.



20

FIGURA 17 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **Murundu** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio (Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K- 350°C e K-550°C. NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico: Ct – Caulinita e Il – Illita.

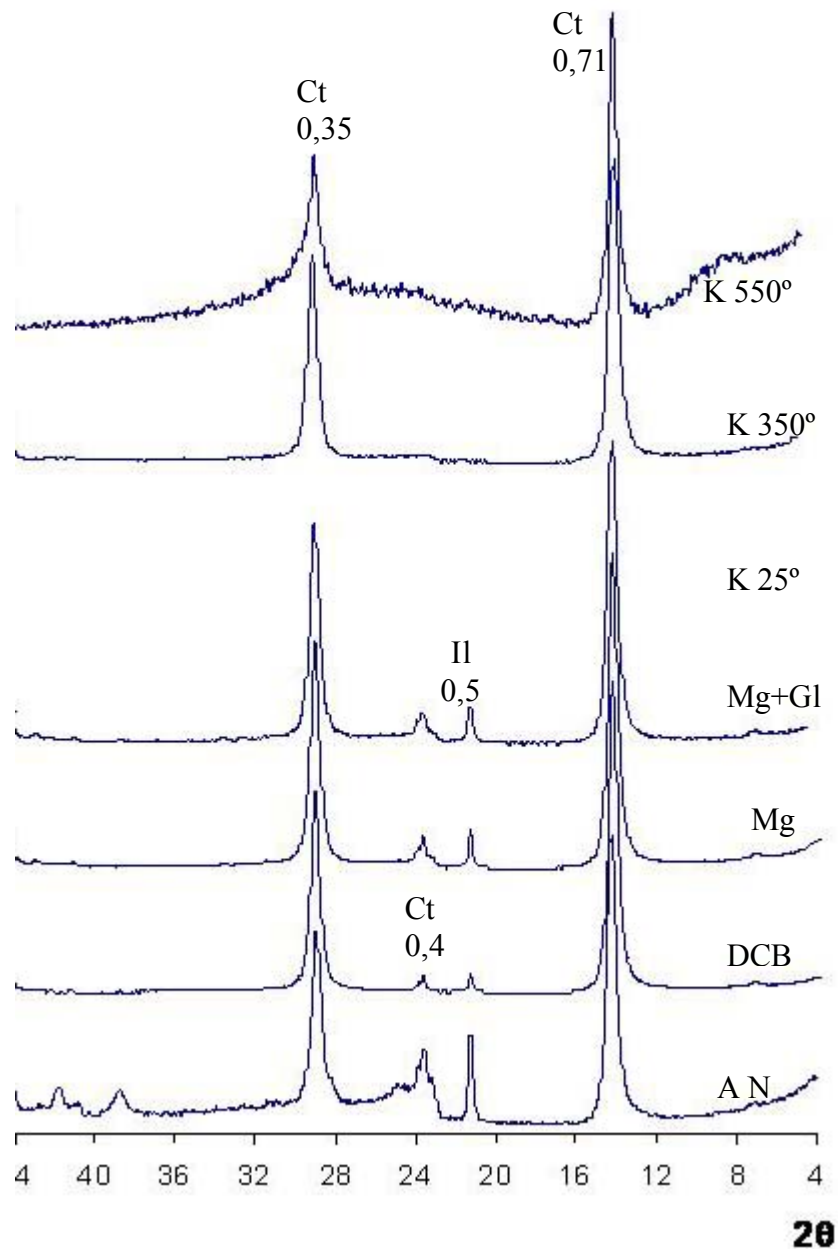


FIGURA 18 – Difratoograma de raios-X da fração argila do **horizonte Bw2** - Argila Natural (NA) e Argila desferrificada com DCB com seqüências de tratamentos: Magnésio(Mg) e Magnésio+Glicerol(Mg+Gl); Potássio (K): K-25°C; K-350°C e K-550°C. LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Ct – Caulinita e Il – Ilita.

5.2. Micromorfologia

As feições microestruturais do horizonte Bv do Vertissolo (P3) mostram que o processo de expansão e contração de minerais 2:1 são destacadas nestes solos, com o desenvolvimento de fraturas de cisalhamento e intensa pedoturbação, seguindo o modelo clássico de Vertissolos descritos por BLOCKHUIS et al., (1991) e WILDING e TESSIER (1988); além disso há predominância de cores cinzentas ou brunadas, mais ou menos escuras, conforme ilustrados nas Figuras 19a e 19b, luz polarizada e figuras 19c e 19d, luz plana. Nas zonas mais gleizadas, há ocorrência de nódulos ferruginosos ou mosqueados difusos (Figura 19a), com grãos de quartzo e calcita, pequenos, distribuídos no solo. Na parte superior do solo (Figura 19c e 19d), há um desenvolvimento de estrutura angular derivada do estresse de tensão do solo, pela natureza expansível da argila (BLOCKHUIS et al., 1990). Matéria orgânica do tipo black-carbon, extremamente escura e isotrópica, forma uma borda, emoldurando ou englobando a totalidade dos agregados em blocos ou prismas. A rede de poros é imperfeitamente conectada, e a estrutura mostra uma tendência a formas de paralelepípedo, com laminações horizontais. A estrutura granular ou grumosa (self-mulching), descrita por NETTLETON et al., (1983) em Vertissolos, não se faz tão notável, possivelmente pelo avançado grau de degradação dos horizontes superficiais deste solo pelo cultivo.

No Perfil 5 (Argissolo) no horizonte AB mostra uma estrutura em grãos simples com plasma (Figura 20a e 20b) de entremeio aos grãos minerais e restos de raízes. Os grãos são predominantemente quartzosos. Em Bt2, a estrutura em blocos é incompleta, e os agregados menores estão coalescidos, formando um horizonte Bt algo coeso (Figura 20c e 20d). A estrutura é mais compacta e massiva que argissolos semelhantes estudados no Brasil.

No perfil 6, a microestrutura granular é bem evidenciada em Bw2 (Figura 21c e 21d) com a tendência à maior soldagem de microagregados em Bw1 (Figura 21b), formando até zonas maciças e coesas (Figura 21a). Os grãos de quartzo correspondem à maior parte do esqueleto, com raros minerais de Ti e feldspatos ao lado de fragmentos carbonizados muito comuns (black-carbono) (Figura 21e e 21f). A cor vermelho-amarela com tendência mais brunada à superfície é típica dos LVA do Brasil, descritos por NUNES et al., (2000) e SCHAEFER (2001). Pelo grau de estruturação, são semelhantes aos Latossolos (LVA) mais caulíníticos do Sudeste (SCHAEFER, 2001). A raridade de grãos primários contrasta com os LVA câmbicos descritos por ALBUQUERQUE FILHO (2001) na região de Valadares.

O perfil 8, (LVA), (figura 22) mostra estrutura microgranular fortemente desenvolvida em Ap, com muitos fragmentos de raízes e restos orgânicos. Em Bw1 a microestrutura é forte, e os agregados se encontram mais soldados e coesos, e mostram grande abundância de pontuações escuras de carvão e poucos grãos de quartzo. Este solo mostra o grau mais avançado de intemperismo entre todos os solos estudados, sendo comparável aos latossolos caulíníticos/gibbsíticos do Brasil.

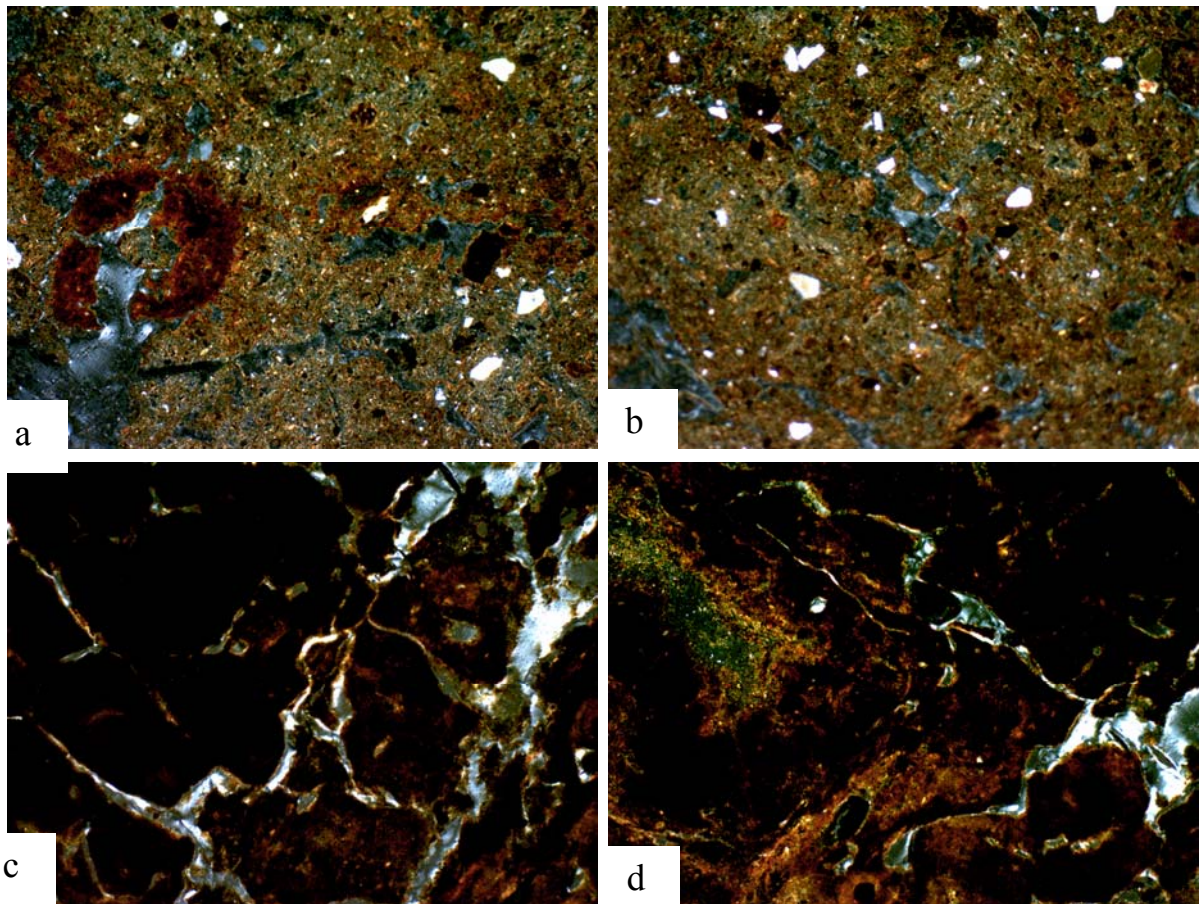


Figura 19 - Microfotografias em luz polarizada ilustrando a microestrutura, feições pedológicas e grãos minerais dos horizontes A (a e b) e Bv (c e d) do Perfil 1 - VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico.

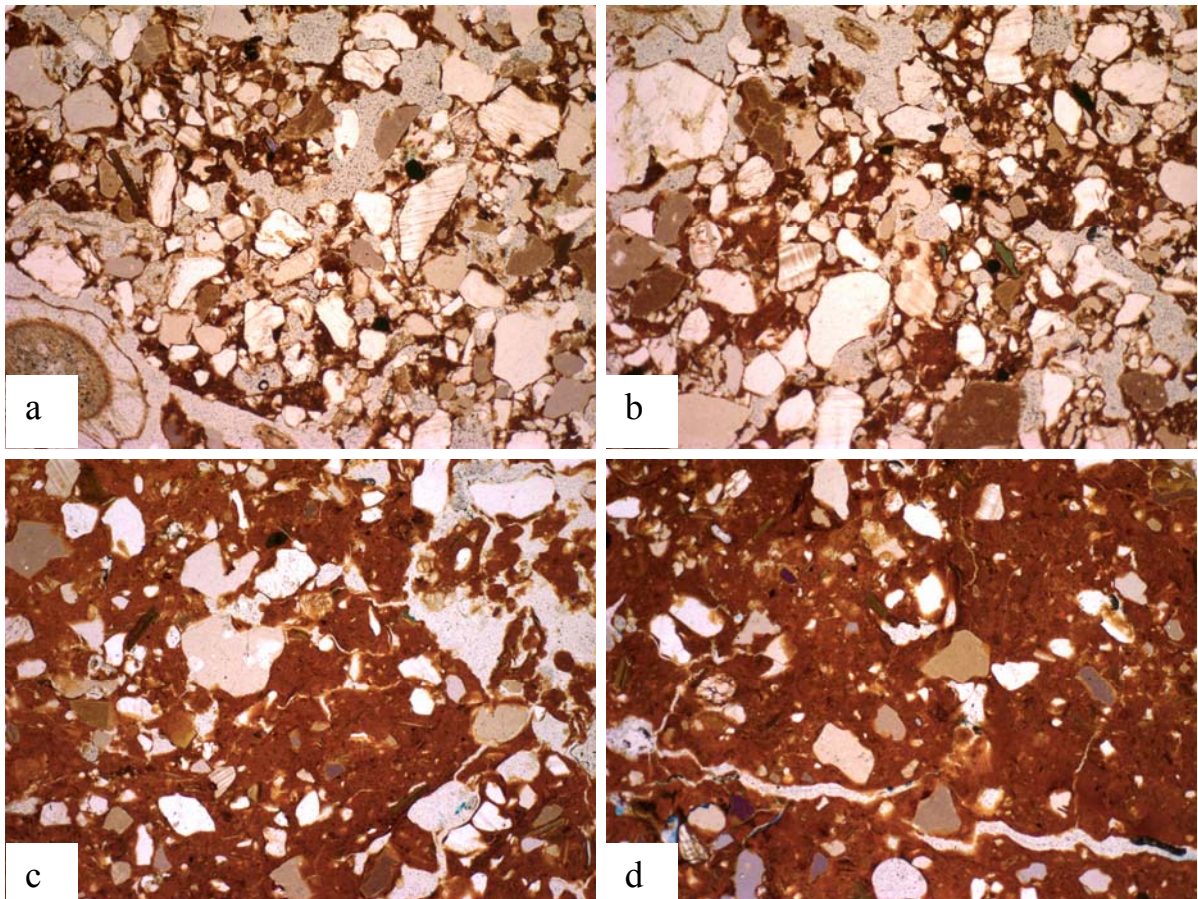


Figura 20 - Microfotografias em luz plana ilustrando a microestrutura, feições pedológicas e grãos minerais dos horizontes Bt1 (a e b) e Bt2 (c e d) do Perfil 5 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico.

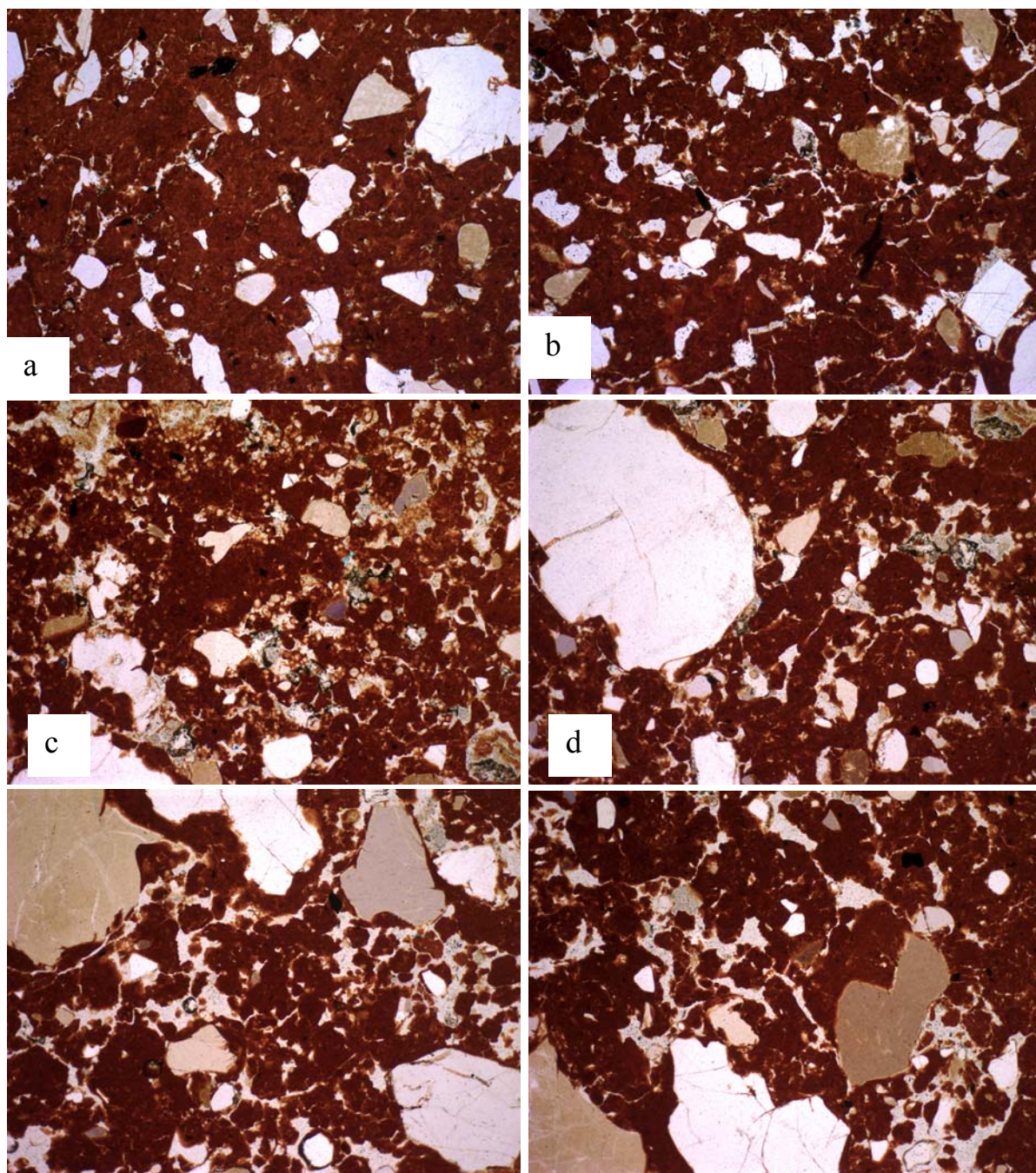


Figura 21 - Microfotografias em luz plana ilustrando a microestrutura, feições pedológicas e grãos minerais dos horizontes BA (a e b); Bw1 (c e d) e Bw2 (e e f) do Perfil 6 - LATOSSOLO VERMELHO.

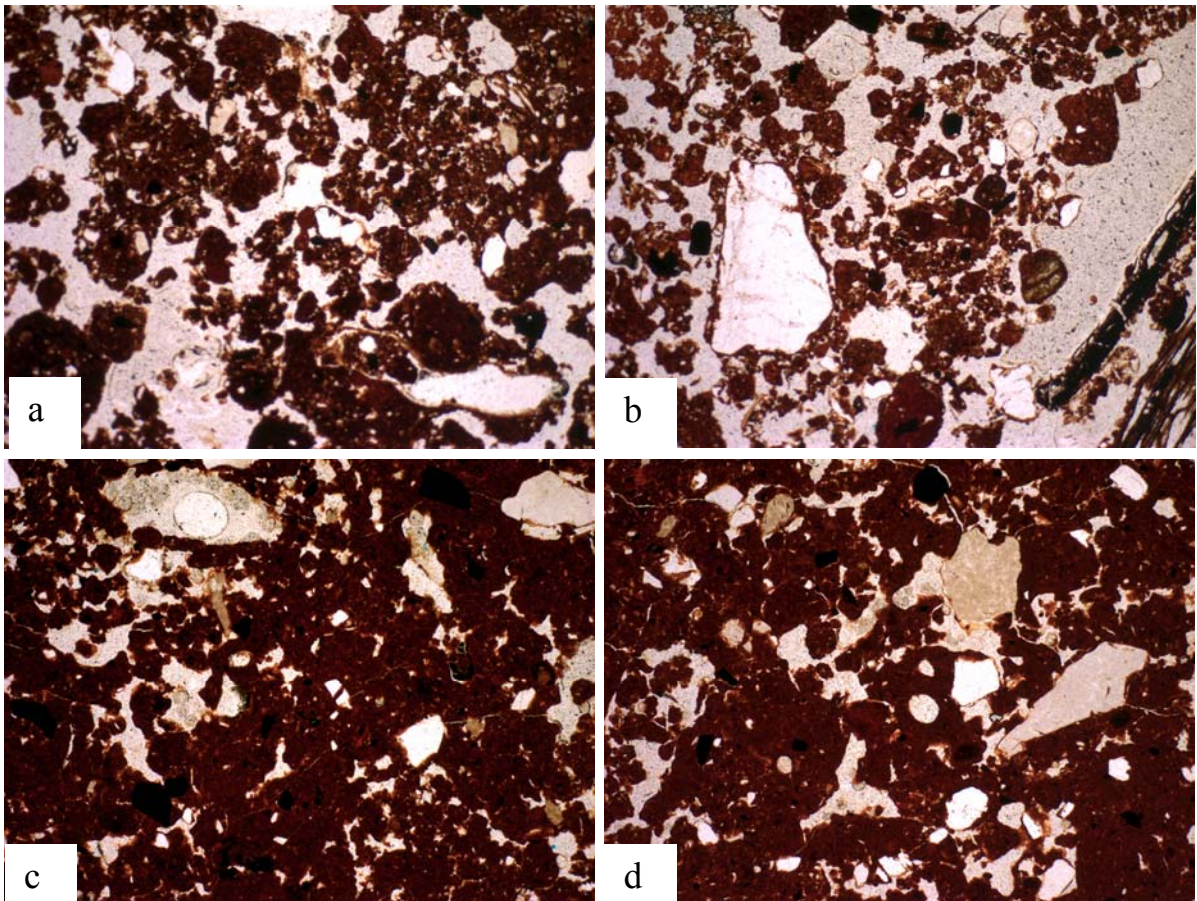


Figura 22 - Microfotografias em luz plana ilustrando a microestrutura, feições pedológicas e grãos minerais dos horizontes AB (a e b) e B1 (c e d) do Perfil 8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico.

6. CONCLUSÕES

Com referência aos solos estudados, chegou-se às seguintes conclusões:

- Há uma presença marcante de horizontes A escuros ou chernozêmicos na maioria dos perfis estudados, com alto teor de matéria orgânica e conseqüente eutrofização dos perfis, com exceção dos Latossolos, grande parte de MO é constituída de carvão;

- Todos os solos da província da Zambézia apresentam caulinita, sendo este mineral dominante na fração argila dos solos mais desenvolvidos (Latosolos, Nitossolos e Argissolos). Nenhum solo mostra gibbsita na fração argila;

- Esmectita é dominante nos Vertissolos do Delta do Zambeze, mas não nos Chernossolos estudados;

- Neossolos regolíticos mostraram esmectita e ilita, além de caulinita;

- Os solos estudados mostram que o grau de intemperismo na Zambézia não é tão elevado quanto nas condições brasileiras. Uma boa reserva de potássio não-trocável pode ser inferida pela presença conspícua de ilita na fração argila dos solos;

- A abundância de Monazita na fração argila é uma peculiaridade dos solos zambezianos, que merecem estudos mais aprofundados;

- A caulinita dos solos com Bt e Bw é de boa cristalinidade em todos perfis, e apresentam misturas com argilas 2:1 (ilita), embora em proporções reduzidas;

- A pedogênese nesta região é reduzida em relação à erosão, enquanto os índices Ki e Kr não explicam o intemperismo destes solos;

- A podzolização é o processo mais atuante nos solos do embasamento cristalino. A formação de minerais como hematita, gibbsita é reduzida nos Latossolos, em contraste ao que normalmente acontece em Latossolos brasileiros.

7. BIBLIOGRAFIA

AFONSO, R.S.; MARQUES, J.M.; FERREIRA, M. A **Evolução geológica de Moçambique**. – Lisboa: IICT/DNG, 1998. 95p.

ALBUQUERQUE FILHO, M.R. de. **Relações homem-ambiente e pedogênese em uma Microbacia do Médio Rio Doce, MG**. Tese (Mestrado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa, UFV, 2001. 73p.

ALVAREZ et al.. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001.131p.

ANJOS, L.H.C.; PERREIRA, M.G.; RAMOS, D.P. **Matéria orgânica e pedogênese**. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O. (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. São Paulo: Gênese, 1999. p.91-116.

BARBOSA FILHO, M.P. Toxicidade de ferro em arroz irrigado. In: IRENIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA. p.113-136, 1988.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. São Paulo, 1999. p.91-116

BENNEMA, J. The red and yellow soils of de tropical and subtropical uplands. Madison: **Soil Sci**, 1963. p. 250-257,

BENNEMA, J.; CAMARGO, M.N. **Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros**. Rio de Janeiro:DPFS/MA, 1964. 17p. (Mimeogr.)

BENNEMA, J.**Rrport to the government of Brazil on classification of brazilian soils**. Rome: FAO, 1966. 83p.

BLOKHUIS, W.A.; KOOISTRA, M.J.; WILDING, L.P. Micromorfology of cracking clayey soils (Vertssols). In: DOUGLAS, L.A. Soil Micromorphology: a basic and applied science. **Proceeding** 19. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo 1990. p. 123-148,.

BOTELHO DA COSTA, J. V. **Caracterização e constituição do solo**. 2 ed. LISBOA: Fundação Calouste Gulbenkian, 1973. 526p.

CASIMIRO, J.F. **Alguns solos de Litunde** (Vila cabral). Lourenço Marques: IIAM, 1969b, 27p. (Comunicações n° 31)

CASIMIRO, J.F. **Alguns solos do Guvuro** (Mambone, Chemba, Maave). Lourenço Marques: IIAM, 1969a, 46p. (Comunicações n° 35)

DE, P.D.; MANDEL, L.N. **Physiological diseases of rice**. Madison: Soil Sci., 84:367-376, 1957.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A C. **Análise química do solo**. 2ª ed. Viçosa , MG: UFV, 1991. 22p. (Boletim de Extensão, 29)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e conservação de Solos. Reunião De Classificação , Correlação De Solos E Interpretação De Aptidão Agrícola, 3 Rio de Janeiro, 1988. **Anais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1988. 425 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA/CNPS, 1999. 412 p.

FAO/UNESCO/ISRIC,1990. **Soil Map of World, Revised Legend**.Rome: FAO, 1990. (World Soil Resources Report 60)

FASSBENDER, h.w.; BORNEMISZA, E. **Química de suelo** – com ênfasis em suelos de América Latina. San José: IICA., 1987. 420p.

GOUVEIA, D.G. **Vertissolos do norte de Moçambique**. In: AGRONOMIA Moçambicana. Lourenço Marques: IIAM, 1968. v.3. p.139-147.

GOUVEIA, D.G.; MARQUES, A.S.M. **Carta dos solos de Moçambique** (Escala. 1:4.000.000). AGRONOMIA Moçambicana. Lourenço Marques: IIAM. 1973. v.1. p. 1-20.

IINSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA. **Manual para a descrição do solo e codificação para o banco de dados (SDB)**. Maputo: DTA, 1995b. 87 p. (Comunicação 74)

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA. Legenda da carta nacional de solos (Escala 1:1000000). Maputo: DTA, 1995a. sp. (Comunicação 73)

ISHIZUKA, Y. Effect of iron, manganese and copper level in culture solution on yields and chemical composition of the plant. In: **J. Sci. Soil Manure**. Japan, 32:97-100, 1961.

KER, J.C. **Mineralogia sorção e dessorção de fosfatos, magnetização e elementos traços de latossolos do Brasil**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa – UFV, 1995. 181p.

KIEHL, E.D. **Manual de edafologia** – Relações solo-planta. São Paulo: agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KONONOVA, M.M.; NOWAKOWSKI, T.Z.; NEWMAN, A.C.D. **Soil organic matter: its nature, its role in soil formation na in soil fertility**. London: Pergaman, 1966. 544p.

LEMOS, R.C. de.; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 3 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 1996. 83p.

McKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite and oxalate extractable Fe an Al as aids in differentiating various classes of soil. **Can. J. Soil Sci.**, 46: 13-22, 1966.

MEHERA, J.P.; JAKSON, 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.

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO - MINED. **Atlas Geográfico**. 2ª.ed MOÇAMBIQUE: MINED, 1986. 49p.

MOORE, D.M.; REYNALDS JUNIOR, R.C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals**. New York: Oxiford University Press, 1989. v. 34, p. 173-332.

NACIF, P.G.S. **ambientes naturais da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, com ênfase aos domínios pedológicos**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2001. 119p. (Tese DS)

NUNES, W.A G.A.; SCHAEFER, C.E.; KER, J.C.; FERNANDES FILHO, E.I. Micropedological characterization of some soils of the Zona da Mata, Minas Gerais, Brazil. **J. Soil Sci.**, 24(1):103-116, 2000.

PRATT, P.F. **Química do solo**. Rio de Janeiro: MA/DPFS – USAID/Brasil, 1966. 88p. (mimeogr.)

RAMOS, D.P. Latossolos brasileiros: um novo enfoque para o reconhecimento de características diferenciadas. Tese (Doutorado em Solos em Solos). Piracicaba, SP: ESALQ, 1981. 184 p.

REBELO, D.C. **Os Solos do Gurulé**. Lourenço Marques: IIAM, 1969. 102p. (Comunicações - 40)

REBELO, M.A.G. **Correlação dos valores de óxidos de ferro livre, determinados pelos métodos de Makenzie e de Olson, em alguns solos de Moçambique**. In: AGRONOMIA Moçambicana. Lourenço Marques. IIAM, 1971. v. 2. p. 85-146.

RESENDE, M.; SANTANA, D.P. Uso das relações Ki e Kr na estimativa da mineralogia para classificação de Latossolos. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3, Rio de Janeiro, 1988. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS/SBCS, 1988. p. 225-232.

RIBEIRO, A.C.; RESENDE, M.; FERNANDES, B. Latossolos em horizontes subsuperficiais escurecidos na região de Viçosa. **R. Ceres**. Viçosa:UFV, v. 19. p. 280-298, 1972.

ROLIM NETO, F.C. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de topolito-sequências de solos do alto Paranaíba, MG**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2002. 143p.

SCHAEFER, C.E.G.R. Brazilian Latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal Soil Res**, 39(5):909-926, 2001.

SOUTO, M.C. **Os solos de Namacurra-Nicoadala – Aptidão frutícola e hortícola**. Lourenço Marques: IIAM, 1969. 43p.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry, genesis, composition, reactions**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 496p.

WHITTING, L.D.; ALLARGE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: AUTOR.. Methods of soil analysis. Madison: **Soil Society of America**, 1994. p. 331-359.

WHITTING, L.D.; ALLARGE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis. Part. 1. Physical and mineralogical methods. Madison: **American Society of agronomy**, 1986. p. 331-362.

YEOMANS, J.C.; BREMMNER, J.M. A rapid precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun.in Soil Sci. Plant. Anal.*, v.19, p. 1467-1476, 1988.

8. APÊNDICE

8.1. Perfil 1

Classificação: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico

Data de coleta: 28/09/2001

Localização: Laranjeiras – Maquival

Coordenadas: Latitude – 17° 47' 2'' S; Longitude 37° 1' 24'' E.

Altitude: 7 m.

Formação geológica: Dunas costeiras (areias holocênicas)

Litologia: areias castanhas acinzentadas

Situação e declive: plano

Relevo: quase plano (< 2%)

Erosão: ausente

Drenagem: imperfeita

Vegetação: matagal coberto

Uso atual: coqueiros e pastagem

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
DC	Solos de dunas costeiras	Haplic arenosol	Ustic Quartzipsamments

Descrição Morfológica

A; 0-10 cm; amarelo-acinzentado (2,5 Y 7/1, seco) e cinzento escuro (2,5 Y 3/1, úmido; areia-franca; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

C; 20-40 cm; cinzento brunado-claro (2,5 Y 6/2, seco) e cinzento-escuro (2,5 Y 3/2, úmido); areia; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 23 - Faixa de corredor arenoso do perfil 1 NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, com monocultura de coqueiro e pastagem natural.

8.2. Perfil 2

Classificação: NEOSSOLO FÚLVICO Ta Eutrófico sódico

Data: 28/09/2001

Localização: Larangeiras – Maquível Sede

Coordenadas: Latitude – 17° 47' 2'' S; Longitude 37° 1' 24'' E.

Altitude: 5m;

Formação geológica: coberturas arenosas eólicas pleistocênicas

Litologia: Solos orgânicos sobre coberturas arenosas eólicas pleistocênicas

Situação e declive: depressões arenosas hidromórficas

Relevo: plano (0 -1%)

Erosão: aparentemente ausente

Drenagem: imperfeita

Vegetação: savana e pastagem

Uso atual: pastagem e culturas anuais

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade.	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
Ah	Solos arenosos hidromórficos	Gley arenosols	Aquic Quartzipsamments

Descrição Morfológica

A; 00-40 cm; cinzento muito escuro (3 N, seco) e preto (2,5 N, úmido); areia-franca; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição clara.

C; 40-80; bruno-acizentado (2,5 Y 5/2, seco) e cinzento-escuro (2,5 Y 4/1, úmido); areia; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 24 - Faixa rebaixada (Vazante), com pastagem natural e em ambiente hidromórfico com solos orgânicos, atualmente, invadida para produção familiar (NEOSSOLO FÚLVICO). Observe-se a técnica de cultivo em camalhões, típica dessa região.

8.3. Perfil 3

Classificação: VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico Localização:

Data de coleta: 28/09/2001

Coordenadas: Latitude – 17° 44' 2'' S; Longitude 36° 54' 24'' E.

Altitude: 4m

Formação geológica: sedimentos recentes de origem flúvio-marinha

Litologia: sedimentos argilosos

Situação e declive: quase plano

Relevo: plano

Erosão: laminar superficial

Drenagem: deficiente

Vegetação:

Uso atual: cultivo de arroz sequeiro

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Um.	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
FE	Solos de sedimento marinho estuarino	Eutric Fluvisols	Mollic Ustfluvents

Descrição Morfológica

Ap; 0-40 cm; cinzento escuro (2,5 Y 3/1, seco) e cinzento muito escuro (2,5 Y 1/1, úmido); muito argilosa; maciça, extremamente duro, muito plástico e pegajoso, transição difusa;

B; 40-60 cm; cinza-oliváceo (5 Y 4/2, seco) e cinza-oliváceo (5 Y 4/1, úmido); muito argilosa; maciça; extremamente duro e muito pegajoso; transição clara.

Morundú; 0-5 cm; cinzento-oliva (5 Y 3/1, seco) e cinzento-escuro (5 Y 2,5/1, úmido); argila; maciça; muito duro, plástico e muito pegajoso.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 25 – Planície do Delta do rio Zambeze, com plantas invasoras que localmente indicam degradação em VERTISSOLOS EBÂNICOS.

8.4. Perfil 4

Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico

Data de coleta: 28/09/2001

Localização: Dugudiu - Namacura

Coordenadas: Latitude – 17° 30' 18'' S; Longitude 37° 50' 55'' E.

Altitude: 40 m.

Formação geológica: Coberturas arenosas eólicas pleistocênicas

Litologia:

Situação e Declive: Planície arenosa

Relevo: Quase plano (2%)

Erosão: aparentemente ausente

Drenagem: excessivamente drenado

Vegetação:

Uso atual: caju, mandioca, bananal.

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade.	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
AA	Solos arenoso amarelados	Ferralic Arenosol	Ustoxic Quartzipsamments

Descrição Morfológica

Ap; 0-10 cm; Oliva-acinzentado (5 Y 5/1, seco) e Cinzento-oliva (5 Y 3/1, úmido); areia; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

B; 30-40 cm; Bruno-avermelhado (5 YR 4/2, seco) e Bruno-avermelhado-cinzento (5 YR 4/1, úmido); areia; grãos simples; soltos, não plástico e não pegajoso; transição difusa.

Morundú; 0-5 cm; cinzento (10 YR 5/1, seco) e cinzento muito escuro (10 YR 3/1, úmido); franco-arenosa; maciça; muito duro, plástico e pegajoso.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 26 – Área de planície elevada, zona de transição geoambiental, com murundu ladeado de bananeiras. Áreas consideradas como moderadamente férteis em paisagem de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico

8.5. Perfil 5

Classificação: ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto

Data de coleta: 28/09/2001

Localização

Coordenadas: Latitude – 17° 6' 49'' S; Longitude 37° 57' 54'' E.

Altitude: 100m

Formação geológica:

Litologia:

Situação e Declive: terço superior da encosta;

Relevo: relevo suave ondulado;

Erosão: laminar ligeira;

Drenagem: bem drenado;

Vegetação:

Uso atual: milho, mandioca, abóbora, feijão, sapé etc.

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
VM	Solos vermelhos de textura média	Ferric Lixisols	Rhodustalfs

Descrição Morfológica

Ap; 0-25 cm; bruno muito escuro (10 YR 2/2, seco) e cinzento muito escuro (10 YR 3/1, úmido); franco-arenosa; moderada, pequena a média blocos subangulares; muito friável, pegajosos e plástico; transição abrupta.

Bt1; 25-40 cm; bruno (7,5 YR 5/4, seco) e bruno-escuro (7,5 YR 4/3, úmido); argilo-arenosa; moderada a forte, média a grande blocos subangulares; duro; transição clara

Bt2; 40-65 cm; (7,5 YR 4/6, seco) e bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido); argila; forte, média a grande blocos subangulares; muito duro; transição plana.

LP; 65-75 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/3, seco) e vermelho-escuro (5 YR 3/3, úmido); argila; com cascalho arredondado e arestado; muito duro; transição clara.

Bt3; 75-120 cm; bruno (7,5 YR 5/4, seco) e bruno-forte (7,5 YR 4/4, úmido); argila; forte, média a grande blocos subangulares; muito duro; transição plana.

C; 120-150⁺ cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6, seco) e cinzento-escuro (10 YR 4/4, úmido); franco-arenoso; friável, não pegajoso e não plástico.

Observação: presença de raízes até no horizonte C; bicromia de Bt1 até Bt3; colorações escuras com pontuações de feldspato abaixo da linha de pedra. PE abrupto eutrófico Ta semelhante a antigo Bruno não cálcico (NC) atualmente Luvisolo amarelo. Com transição abrupta. O Horizonte A é muito friável e fácil de trabalhar e o B muito duro; a susceptibilidade à erosão merece destaque mas o cultivo é sem trégua; não há pousio; plantam milho em abril e out. ; feijão só em outubro. Ver a precipitação.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 27 – Perfil de ARGISSOLO AMARELO – Perfil 5, no planalto rebaixado.

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO

Data de coleta: 29/09/2001

Localização: Chefe Elope; barranco esquerdo de estrada em direção Alto-Molucue

Coordenadas: Latitude – 16° 3' 24'' S; Longitude 37° 29' 18'' E.

Altitude: 554m

Formação geológica:

Litologia:

Situação e declive: Terço superior da encosta;

Relevo: Relevo ondulado

Erosão: laminar

Drenagem: Bem drenado

Vegetação:

Uso atual:

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1982)
VGp	Solos argilosos vermelhos distrófico	Ferric Acrisol	Paleustults

Descrição Morfológica

Ap; 00-30 cm; bruna (7,5 YR 4/6, seco) e Bruno-amarelo-escuro (7,5 YR 3/4, úmido); argilo-arenoso; moderada pequena média angular; maciço, friável, plástico e pegajoso; transição plana a clara.

BA; 30-60 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco) e Bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido); argila; fraca pequena blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

Bw1; 60-100 cm; bruno amarelado (2,5 YR 5/6, seco) e Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4, úmido); argila; moderada pequena blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajosos; transição plana e difusa.

Bw2; 100-150⁺ cm; bruno-avermelhado (2,5 YR 4/8, seco) e vermelho-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); franco-argilosa; moderada a pequena média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico epagajoso; transição plana e difusa.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 28 – aspecto do perfil 6 de LATOSSOLO VERMELHO do planalto.

8.7. Perfil 7

Classificação: CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico

Data de coleta: 29/09/2001

Localização: Marata, trincheira à direita da estrada no sentido Mugeba

Coordenadas: Latitude – 16° 37' 20'' S; Longitude – 37° 7' 9'' E.

Altitude: 200 m

Formação geológica: solos de coluviões não especificados

Litologia: colúvio derivado de rochas precâmblicas: granito e gnaiss

Situação e Declive:

Relevo: Quase plano 0 a 2%

Erosão:

Drenagem: imperfeita a má drenada

Vegetação:

Uso atual:

Correlações das classificações de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1982)
C	Solos castanho acinzentados de textura variável	Gleysols	Fluvaquents

Descrição Morfológica

A; 0-40 cm; cinzento-oliváceo (5 Y 4/1, seco) e cinzento muito escuro (5 Y 2,5/1, úmido); franco; moderada pequena média granular; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.

Ap; 0-40 cm; cinzento-oliváceo-claro (5 Y 7/2,seco) e cinzento-escuro (10 YR 3/2, úmido); franco; moderada pequena média granular; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual

C; 40+ cm; amarelo brunado (10 YR 6/6, seco) e bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido); franco-arenosa; regolito maciço, granular, friável; não pegajoso e não plástico.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 29 – Trincheira do perfil 7 de CHERNOSSOLO, área do planalto rebaixado.

8.8. Perfil 8

Classificação: NITOSSOLO HÁPLICO Eutrófico;

Data de coleta: 30/10/2001

Localização: Margem direita da rodovia no sentido Liciro-Milange

Coordenadas:

Altitude:

Formação geológica: soco pré-câmbrico rochas ácidas: gnáisse

Litologia: produto da decomposição do soco precâmbrico rochas ácidas: gnáisse

Situação e declive: no topo de interflúvio superior

Relevo: ondulado (0 – 8%)

Erosão: moderada

Drenagem: boa

Vegetação: floresta aberta e mata alta.

Uso atual: pastagem

Correlações da classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1982)
VM	Solos vermelhos de textura média	Ferric Lixisol	Rhodustalfs Kanhaplic

Descrição Morfológica

CS; 00-05cm; bruno escuro (7,5 YR 2,5/3, seco) e Bruno muito escuro (7,5 YR 3/1, úmido); franco.

Ap; 00-25 cm; bruno escuro (7,5 YR 2,5/3, seco) e acinzentado muito escuro (7,5 YR 2,5/2, úmido); argila; forte pequena média blocos subangulares e moderada muito pequena a pequena granular; duro, firme, friável, plástico e pegajoso; transição plana a difusa.

A2; 25-45 cm; bruno-escuro (7,5 YR 3/4; seco) e bruno-muito-escuro (7,5 YR, 2,5/2, úmido); argila; forte pequena a média blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana a difusa.

B1; 45-65 cm; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4, seco) e bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmido); muito argilosa; forte pequena a grande blocos angulares e subangulares; cerosidade moderada e comum; muito duro, friável, muito plástico e pegajoso transição plana a difusa.

Morundú; 0-5 cm; vermelho-amarelado (5 YR 5/6, seco) e bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; maciço, sem estrutura; muito duro, muito firme; muito plástico e muito pegajoso.

Descritos e coletados por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlos Ker e Momade Mamudo Ibraimo.

8.9. Perfil 9

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

Data de coleta: 30/10/2001

Localização: Mutange - Malawi

Coordenadas

Altitude: 687m

Formação geológica:

Litologia: gnaisse

Situação e declive:

Relevo: ondulado

Erosão: moderada

Drenagem: bem drenado

Vegetação: floresta aberta savana arbustiva

Uso atual: cultura de chá

Correlações com a classificação de Moçambique, FAO e Soil Taxonomy System.

Unidade	Moçambique (1995)	FAO (1988)	Soil Taxonomy (1992)
VGo	Solos argilosos vermelhos óxicos	Rhodic ferralsols	Rhodic Eutrastults

Descrição Morfológica

Ap; 0-20 cm; bruno-avermelhado (5 YR 4/4, seco) e bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmido); argila; forte muito pequena granular; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana a difusa.

Bw2; 80-100 cm; bruno-avermelhado (2,5 YR 4/8, seco) e bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/6, úmido); muito argilosa; muito pequena blocos subangulares; maciço, friável, plástico e pegajoso; transição plana a gradual.

Descrito e coletado por Carlos Ernesto Schaefer, João Carlo Ker e Momade Mamudo Ibraimo.



Foto 30 – Perfil do LATOSSOLO VERMELHO sob cultivo de chá no Malawi.

CAPÍTULO 4

ATRIBUTOS QUÍMICOS E ADSORÇÃO DO FÓSFORO EM SOLOS DA PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA - MOÇAMBIQUE

RESUMO

A planta tem seu crescimento diretamente dependente da concentração de P na solução do solo, ou do fator intensidade (I), e indiretamente, do fator quantidade (Q) e do fator capacidade de P do solo (Q/I ou Capacidade Tampão de P?), que orientam o valor de I. Com objetivo de estudar o comportamento destes fatores nas diferentes topolitosseqüências de solos da Província da Zambézia – Moçambique, determinou-se o fósforo remanescente (P-rem), a capacidade máxima de adsorção de fosfato (CMAP), a intensidade (I) e o índice de dessorção deste elemento (CTP). Para melhor caracterização do fator quantidade, nos materiais dos horizontes A e B, foram usados diferentes extratores. A relação solo:solução foi de 1:10. Os dados de CMAP foram avaliados, admitindo-se três sítios de adsorção, tendo sido aplicada à equação de isotermas de Langmuir (região II), para obtenção destes valores. Após ajuste de equações lineares e quadráticas, foram determinados os índices de CTP. A CMAP variou de 0,46 a 1,38 mg g⁻¹ de solo, não sendo, portanto, possível inferir a sua aplicação na diferenciação de classes de solo desta região. O P-rem serviu de indicativo na distinção das classes e na identificação de solos problemáticos, em relação à disponibilidade de fósforo. O índice de dessorção foi alto e variou de 730,3 a 9090 nmoles P g⁻¹ upF. Os solos são, geralmente, pobres em fósforo disponível: P-Mehlich-1 variou de 0 – 112 mg kg⁻¹ e média de 26 mg kg⁻¹; o fator Intensidade variou de 6,57 a 11,36, com média de 9,12 upF. Pelo fracionamento de fósforo inorgânico (Pi), não foi possível determinar o P-NH₄Cl. O P-NH₄F, indicando formas de P ligadas a Al (P-Al), variou de 2 a 389 mg kg⁻¹ de P no solo e o P-NaOH (P-Fe) variou de 7 a 402 mg kg⁻¹ de P no solo sendo a forma predominante; e o P-H₂SO₄ (P-Ca) de 1 a 181 mg kg⁻¹ no solo. As frações de Pi (P-

Ca, P-Fe ou P-Al) e P-rem foram consistentes com o grau de intemperismo dos solos estudados, sendo que os solos mais jovens e desenvolvidos de rochas máficas mostraram maiores valores de P-Ca. O P-rem foi mais baixo nos Latossolos e no Vertissolo, sendo este último solo do Delta do Zambeze, um padrão atípico.

1. INTRODUÇÃO

O fósforo é um nutriente importante para a agricultura, em particular, nos solos das regiões tropicais, sendo que a maior parte deles é deficiente em P e as quantidades das adubações, superam as reais necessidades das plantas. Por essas e outras razões, o P é um dos nutrientes mais usados nas adubações (RAIJ, 1989; MELO, 1983).

A agricultura moçambicana faz pouco uso de fertilizantes, prevalecendo uma agricultura de subsistência milenar que, por não usar fertilizante, conduz os solos a condições de deficiência generalizada.

As plantas absorvem o fósforo da solução do solo. Assim, a única forma de fósforo imediatamente disponível, a um dado momento, seria o da solução (RAIJ, 1989; NOVAIS e SMYTH, 1999). Contudo, os teores de fósforo na solução do solo são, geralmente, muito baixos. Se for admitido, por exemplo, um solo contendo 25% de água e $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ de P na solução, este teor de fósforo solúvel na camada arável de 0 – 20 cm é de apenas 50g de P, sendo insuficiente para suprir as necessidades de uma cultura. Além do mais, a concentração de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ é, em geral, muito alta para a maioria dos solos, particularmente os mais intemperizados. Portanto, é bastante claro que deve haver uma constante reposição do fósforo em solução, o que se dá pelo suprimento do fosfato lábil, em equilíbrio com o fosfato da solução (ALVAREZ V, 1982; RAIJ, 1989; NOVAIS e SMYTH, 1999).

Para solos tropicais, concebe-se que os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio indisponibilizam grande parte do fósforo total para as plantas, principalmente para as plantas cultivadas. A África é um continente predominantemente tropical, e com solos comparativamente, bem intemperizados, com presença variável de óxidos de ferro e alumínio. Em Moçambique, a província da Zambézia caracteriza-se por possuir vários ambientes fisiográficos, que espelham vários ambientes pedológicos distintos com graus variáveis de intemperismo e diferentes composições mineralógicas.

As diferenças pedológicas vigentes impõem diferenças no comportamento físico e químico dos solos; sobretudo o status e a dinâmica de P. O estudo do fósforo, principal macronutriente das plantas em ambiente de agricultura de subsistência, revela-se de grande importância a fim de melhorar as colheitas cada vez mais escassas, fato comum na África Sub-sahariana.

REBELO (1969), em seu trabalho sobre solos de Gurue - Zambézia, mostrou a presença de caulinita e óxidos de ferro e/ou alumínio. Admitiu também a presença de alofana. O referido autor reportou que os teores de fósforo são dependentes do ferro, alumínio e material inorgânico amorfo. Devido a isso, com base na classificação projetada pela FAO/UNESCO (1968), citado por REBELO (1969), propõe-se a estes solos a classificação de FERRALSSOLOS ÂNDICOS.

O grande problema no estudo de fósforo reside no processo de extração. Os diferentes métodos não dão resultados idênticos, o que dificulta comparações. Em muitos casos, a conveniência analítica tem tido preferência sobre a qualidade dos métodos em avaliar a disponibilidade do elemento no solo. Isto se insere em uma lamentável tendência de acreditar que métodos de análise devem ser simples e baratos. Por essa razão, na maioria dos casos, os métodos de análise do solo são bastante empíricos, não tendo, ainda, incorporação dos melhores conhecimentos que se têm de comportamento do fósforo em solos (RAIJ, 1989).

Para nenhum outro nutriente existem tantos trabalhos dedicados a métodos de extração. Soluções das mais diversas têm sido usadas, incluindo água, tamponadas de ácidos fracos, diluídas de ácidos fortes, tamponadas de bases e de sais diversos, isto com várias alternativas de concentrações, pH, relações solo-solução para solos, tempos de agitação, etc. Cada mudança de técnica de extração leva a resultados diferentes. Isto faz com que haja a necessidade de se padronizar os métodos de extração e calibrá-lo regionalmente (RAIJ, 1989; MELO, 1983).

Extratores ácidos extraem mais fósforo ligado ao cálcio no solo, e apenas pequena proporção de elemento ligado a alumínio e ferro. Contudo, em solo ácido e rico em óxidos de Fe e Al e caulinita, como é o caso da maioria dos solos tropicais os produtos de reação do fósforo no solo são fosfatos de ferro e alumínio. Desta maneira, os extratores ácidos não deveriam ser a melhor opção para extrair fósforo de tais solos. Na prática, esta afirmação se confirma, sendo comum a obtenção de resultados excessivamente baixos de P em solos argilosos, que vêm sendo adubados com fósforo e nos quais as culturas produzem bem e pouco respondem às adubações fosfatadas (RAIJ, 1989).

O presente capítulo objetivou contribuir para a compreensão do fenômeno de adsorção de P e o comportamento do P em solos com diferentes mineralogias e graus de intemperismo, desde solos mais jovens até os mais intemperizados, típicos das regiões tropicais equivalentes aos Latossolos.

1.1. Problema

O grande problema na nossa região, em particular, e em Moçambique, é a baixa produção por área, que tende a reduzir-se a cada ano que passa, agravando o

flagelo da fome e miséria e dependência externa. A ausência de adubações fosfatadas é apenas uma entre tantas técnicas para melhoria da nossa produção, apesar de Moçambique possuir extensas áreas planas e vários tipos de solos cultiváveis e clima favoráveis a boas produções.

1.2. Hipótese

A hipótese de trabalho é que, com a pedogênese diferenciada, as propriedades coloidais de cada tipo de solo conferiram características distintas em relação aos fatores intensidade, quantidade e capacidade máxima de adsorção de P, que afetam a liberação deste elemento para a planta em condição de agricultura sem qualquer uso de fertilizante fosfatado, como é o caso de grande parte de Moçambique.

1.3. Objetivos

Os principais objetivos a serem alcançados são:

- estudar a dinâmica do P (fator intensidade, capacidade máxima de adsorção e capacidade tampão) em diferentes pedoambientes fisiográficos da província da Zambézia, caracterizados por diferentes tipos de solos, desde os mais recentes aos mais intemperizados (Latosolos);
- determinar o P por alguns métodos aplicados no estudo de fósforo em solos tropicais, visando melhor caracterização do fator quantidade;
- verificar a viabilidade da utilização de valores do fósforo remanescente, como critério auxiliar na diferenciação das classes de solo, na província da Zambézia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Província da Zambézia - Moçambique

A Zambézia caracteriza-se por possuir vários ambientes fisiográficos, acompanhados por altitudes que espelham vários ambientes pedológicos que fazem referência ao tempo geológico. O transecto de Quelimane-Gurúè equivale ao Quaternário recente ao Cambriano contido no macro clima tropical (Figura 1).

Os solos estudados, neste trabalho, estão localizados na província da Zambézia, no centro do País - Moçambique. Ela possui uma superfície de 103.127 km², limita-se com as províncias de Nampula e Niassa ao norte, Sofala ao sul, Malawi e Tete a oeste, e Oceano Índico a Leste (Figura 2). A densidade populacional é de 29 habitantes/ km², sendo as etnias mais representadas o Chuabo e Macua. Os principais produtos agrícolas regionais são chá, mandioca, arroz e cana de açúcar.

O clima é tropical úmido, com temperaturas que variam conforme a altitude desde 24-26 °C ao nível do mar, para 22-24 °C nos planaltos, e nas montanhas frias com máximas de 18 °C. As precipitações variam de 1400 a 1800 mm anuais, bem distribuídas no litoral, baixando no planalto para médias de 1000-1400 mm sazonais e retornando para chuvas intensas e constantes nas regiões acima de 1000 m de altitude, a valores de 1400-1800 ou mais nas regiões montanhosas do interior da província da Zambézia (MINED, 1986).

2.2. Amostragem, extração e determinação do P

Foram colhidas amostras de perfis representativos de solos da província da Zambézia, representando topossequências, de acordo com a evolução pedogenética de cada perfil em seus horizontes principais (Figura 1).

2.2.1. Fósforo disponível

Foi determinado usando, o extrator Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$), na relação de 10 g TFSA: 100 mL de extrator, com 5 min de agitação e decantação por 16 h (EMBRAPA, 1997).

2.2.2. Fósforo total

Foi determinado no extrator de ataque sulfúrico, conforme VETTORI (1969) com modificações (EMBRAPA, 1997).

2.2.3. Fósforo remanescente (P-rem)

Foi determinada a concentração de P da solução de equilíbrio, após agitação, durante 1 h de 5 g TFSA com 50 mL de solução de $\text{CaCl}_2 0,01 \text{ mol L}^{-1}$, contendo 60 mg L^{-1} de P (RIBEIRO et al., 1999 e ALVAREZ V et al., 2001).

2.2.4. Capacidade máxima de adsorção de fosfato (CMAP)

Amostras em duplicatas de 2,5 g TFSA foram colocadas em contato com 25 mL de $\text{CaCl}_2 0,01 \text{ mol L}^{-1}$, contendo concentrações crescentes de P, sob a forma de KH_2PO_4 , e agitadas por 24 horas, em agitador circular (OLSEN e WATANABE, 1957). Após este tempo de equilíbrio, o material foi centrifugado por 5 minutos a 2.500 rpm, filtrado e o fósforo determinado no sobrenadante pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974). O fósforo adsorvido foi considerado a diferença entre a concentração adicionada e aquela determinada no sobrenadante. CMP foi calculada por meio de Isotermas de Langmuir (Região II), em sua forma linearizada, considerando uma única superfície de adsorção (OLSEN e WATANABE, 1957).

2.2.5. Índice de dessorção (FCP)

Amostras em triplicatas de 4 g TFSA foram colocadas em contato com 40 mL de $\text{CaCl}_2 0,01 \text{ mol L}^{-1}$, contendo concentrações crescentes de P, sob a forma de KH_2PO_4 , e agitadas por 1 hora, em agitador circular. Após este tempo de equilíbrio, o material foi centrifugado por 5 minutos a 2.500 rpm, filtrado e o fósforo determinado no sobrenadante pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974). CTP foi calculada por meio de ajuste de equações lineares e quadráticas em unidades potenciais. Conseqüentemente, foi determinado também o valor do “ $I = 0,5 \text{ pCa} + \text{pH}_2\text{PO}_4$ ” em Q é P adsorvido (dessorvido), em $\text{mol P} \times 10^{-8} \text{ g}^{-1}$ solo. O Potencial de fosfato nas condições naturais de solo.

2.2.6. A Extração seqüencial de fósforo inorgânico (Pi)

Foi feita em TFSA, passada na peneira de 100 mesh, em triplicatas, com os seguintes extratores: cloreto de amônio (NH_4Cl) 1 mol L^{-1} ; fluoreto de amônio (NH_4F) $0,5 \text{ mol L}^{-1}$; hidróxido de amônio (NaOH) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e ácido sulfúrico (H_2SO_4) $0,25 \text{ mol L}^{-1}$: P solúvel, P-Al, P-Fe e P-Ca, respectivamente e foram determinadas conforme CHANG e JACKSON (1957) e HEDLEY et al. (1982).

2.2.7. Fósforo oxalato de amônio

Na TFSA, determinou-se o P extraído por oxalato de amônio ácido (Timm), conforme SCHWERTMANN (1964) e McKEAGUE e DAY (1966) em triplicata com uma única extração e determinado pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974).

2.2.8. Fósforo extraído por citrato –ditionito-bicarbonato (P-DCB)

O P-DCB foi extraído na fração argila, com a exceção do selamento superficial (SS) que foi extraído da TFSA com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) (cinco extrações sucessivas em triplicata), conforme MEHRA e JACKSON (1960). O fósforo foi determinado pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974).

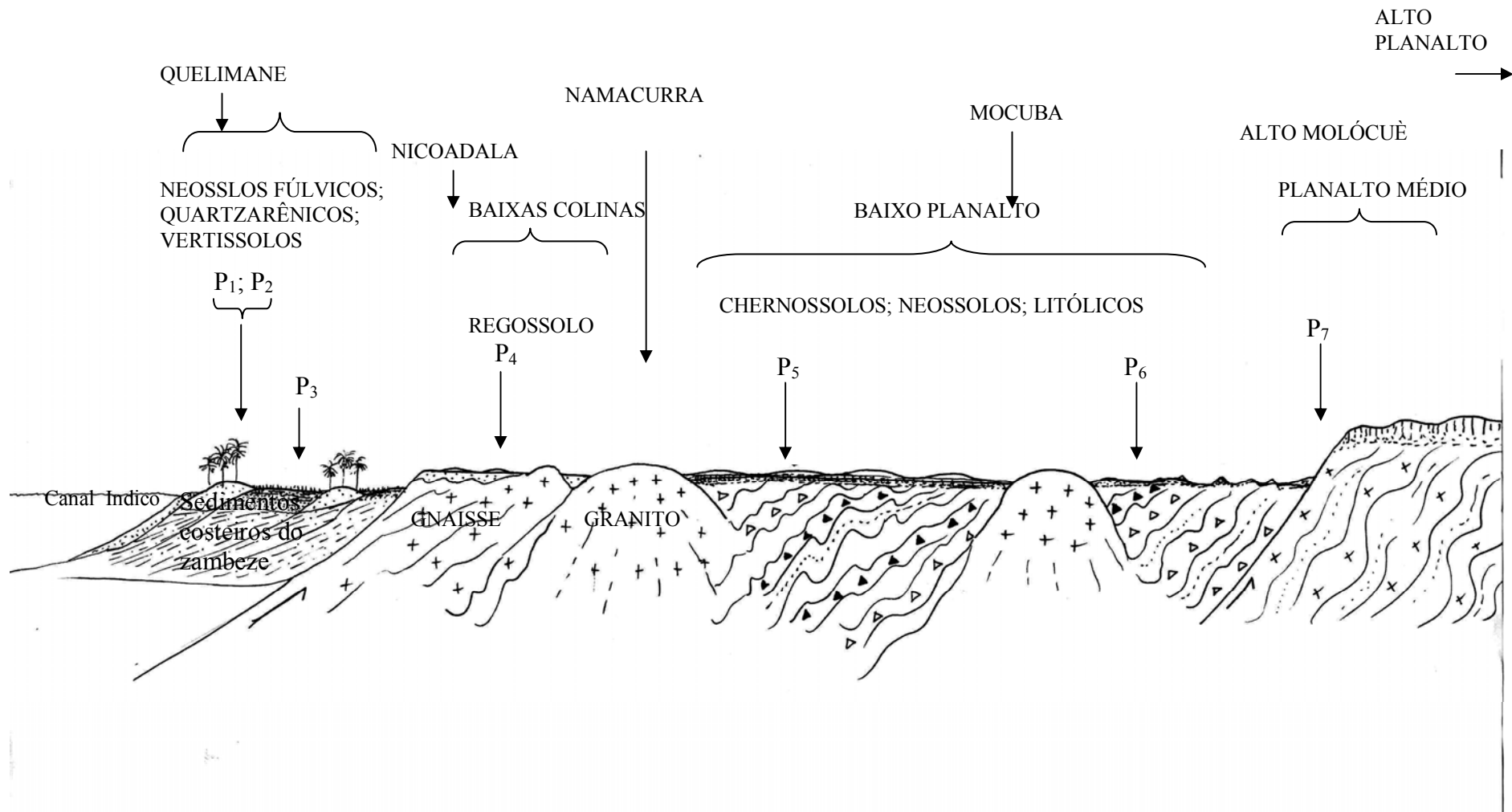


Figura 1 – Topolitosequencia de algumas amostra objeto de estudo da província da Zambézia - Moçambique

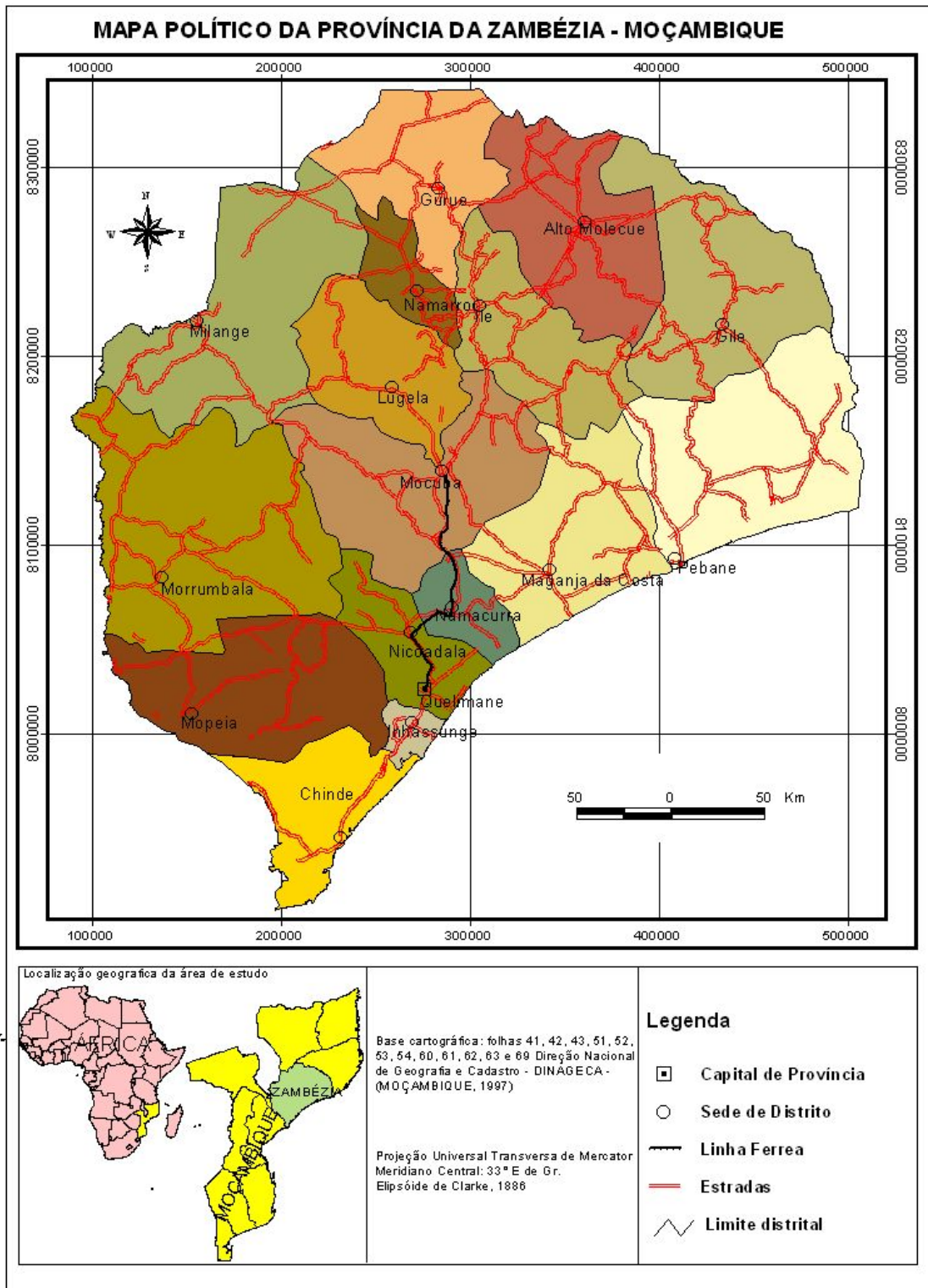


Figura 2 – Localização geográfica da província da Zambézia – Moçambique.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos solos estudados, observaram-se baixos teores de P extraído pelo Mehlich-1, extrator mais indicado para fósforo disponível (Quadro 1). Os valores de P disponível mostraram-se variáveis, com tendência de apresentar menores valores nos solos mais velhos e maduros (P4, P5, P6 e P9) e no Vertissolo. Este último foi surpreendente, em conjunto com os Latossolos, o que mostrou os menores valores de P remanescente.

Em solos de baixa capacidade de adsorção de fosfatos, o fósforo remanescente (P-rem) variou de 47 a 51 mg L⁻¹: pontos 1 e 2; perfil 1, 2 e 4 (Quadro 1), na solução de equilíbrio e em solos de alta capacidade de adsorção de fosfatos os valores de P-rem variaram de 1 a 5 mg L⁻¹: perfil 3, 6, 8 e 9 (Quadro 1). Em ambos tipos de solos esse extrator forneceu valores baixos de P disponível em relação aos demais extratores (Figuras 3 e 4). Os resultados da análise de P variam de acordo com o método utilizado (RAIJ, 1989). Essa variação independe do teor de argila, tendência que foi observada nesse trabalho. Na prática, é possível obter-se resultados excessivamente baixos de P mesmo em solos argilosos, que vem sendo adubados com fósforo, nos quais as culturas produzem bem e pouco respondem à adubações fosfatadas (RAIJ, 1989).

A quantidade de fósforo associado a colóides de baixa cristalinidade, extraído pelo Oxalato de amônio, apresentou valores superiores em relação ao P extraído pelo Mehlich-1 (Quadro 1). O oxalato pode extrair 1,2 a 8,5 vezes mais P, a partir das formas P-Al e P-Fe, em relação ao NH₄Cl, NH₄F e NaOH, não sendo, portanto, um indicador de saturação de P no solo (PELVUORI, 2002).

Pelos dados apresentados no quadro 1, pode-se inferir que os solos mais jovens possuem maiores proporções de frações de P ligadas a compostos de baixa cristalinidade (P-oxalato) (P1, P2, P7 e P8), enquanto os Latossolos ou Neossolos Quartzarênicos distróficos mostram valores bem mais baixos. De forma mais destacada, as razões P oxalato/P ataque sulfúrico ilustra o grau de insolubilização dos

Quadro 1 - Valores de Fósforo: em solução de equilíbrio (P-rem); fósforo oxalato de Amônio para colóides amorfos; fósforo disponível pelo Mehlich; fósforo-total pelo ataque sulfúrico em terra fina seca ao ar (TFSA) – Zambézia, Moçambique.

amostras	horizonte	profundidade (cm)	Prem mg L ⁻¹	P oxalato	P Mehlich	P ataque sulfúrico	P-ox/P-a.s.
				-----mg kg ⁻¹ -----			
NEOSSOLO QUARTZARENICO Órtico latossólico							
Amostra 1	Bw	40-80	47	7	1	86	0,081
CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico							
Amostra 2	Ap	0-20	43	31	26	199	0,156
NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico							
Perfil 1	A	0-10	52	124	87	393	0,316
	C	20-40	51	125	75	380	0,329
NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico							
Perfil 2	A	0-40	34	126	21	725	0,174
	C	40-80	49	118	95	549	0,215
VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico							
Perfil 3	Ap	0-40	3	45	3	468	0,096
	B	40-60	4	19	2	335	0,057
	Mur	0-5	12	40	3	287	0,193
NEOSSOLO QUARTZANICO Distrófico							
Perfil 4	Ap	0-10	57	10	8	66	0,152
	B	30-40	47	5	2	48	0,104
	Mur	0-5	48	28	20	111	0,252
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico							
Perfil 5	Ap	0-25	8	173	108	456	0,379
	Bt1	25-40	14	5	2	279	0,018
	Bt2	40-65	8	15	1	279	0,054
	LP	65-75		15	1	302	0,049
	Bt3	75-120	6	14	0	216	0,065
	C	120-150+	17	16	1	126	0,127
LATOSSOLO VERMELHO							
Perfil 6	Ap	0-30	6	41	5	277	0,148
	BA	30-60	5	25	1	245	0,098
	Bw1	60-100	3	21	0	240	0,088
	Bw2	100-150+	3	18	0	187	0,096
CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico							
Perfil 7	A	0-40	33	495	83	1342	0,369
	Ap	0-40	40	557	112	1190	0,468
	C	40+	12	87	13	3208	0,027
NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico							
Perfil 8	SS	0-0,5		701		2189	0,320
	Ap	0-25	7	339	41	2353	0,144
	A2	25-45	6	169	11	2096	0,081
	B1	45-65	5	223	22	2114	0,105
	Mur	0-5	3	76	7	1498	0,051
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico							
Perfil 9	Ap	0-20	5	217	79	974	0,223
	Bw2	80-100	1	34	2	494	0,069

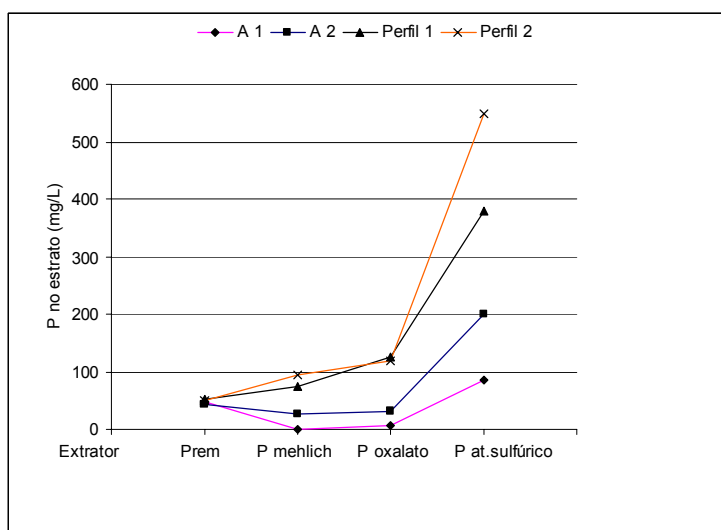


Figura 3 – Fósforo na solução de equilíbrio em solos de baixa capacidade de retenção de P comparados com valores de extratores: P Oxalato de Amônio “reagente Timm” para colóides amorfos; Pats – P-total por ataque sulfúrico

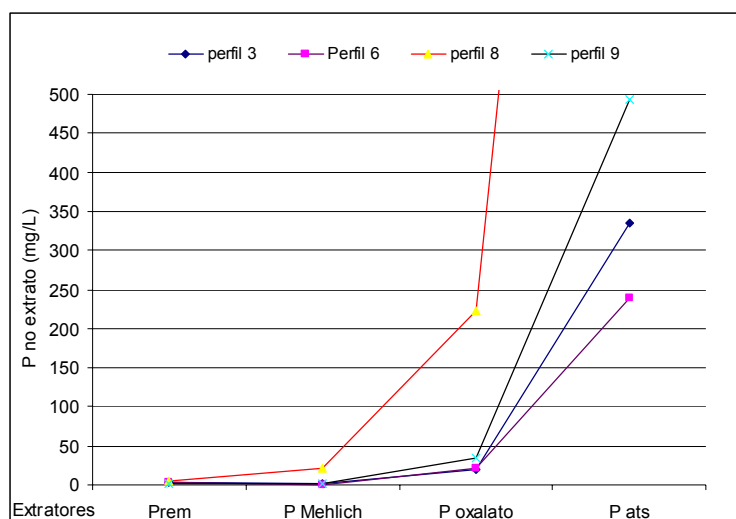


Figura 4 – Fósforo na solução de equilíbrio em solos de alta capacidade de retenção de P comparados com valores de extratores: Prem (fósforo remanescente); P Oxalato de Amônio para colóides amorfos; Pats – P-total por ataque sulfúrico.

compostos de P ligados ao ferro e o grau de intemperismo dos solos, com valores das relações maiores nos solos menos intemperizados.

Pelos dados apresentados no quadro 1, observam-se valores relativamente baixos de P total nos solos mais arenosos e jovens (A1, P1 e P4), excetuando-se P3. Nos solos desenvolvidos de rochas básicas, observam-se valores de P total bem superior (P7 e P8), enquanto que os latossolos (P6 e P9) mostram valores intermediários.

Na extração sequencial dos óxidos de Fe pelo DCB, as quantidades de fósforos presentes nos extratos foram maiores que os observados em oxalato de amônio (Quadro 2). Esses resultados indicam que os solos estudados apresentam importante “pool” de P em formas pouco disponíveis (fator quantidade), o que pode explicar a maior demanda das plantas por P normalmente verificado nesses solos.

Os resultados obtidos nos diferentes métodos de extração seguiram a tendência do fósforo remanescente. Em razão disso, o P-rem pode ser uma boa distinção desses solos quanto à adsorção de P e conseqüentemente, a presença de óxidos de ferro e alumínio ou minerais alofânicos. Isso se torna evidente no perfil-3 do Vertissolo cujo P-rem foi de 3 e 4 mg g^{-1} , nos horizontes A e B, respectivamente (Quadro 1). Nesses mesmos horizontes, o teor do P disponível foi de 2 e 3 mg kg^{-1} , pelo Mehlich-1, de 45 e 19 mg kg^{-1} pelo oxalato de amônio, enquanto os valores de P extraído pelo DCB foram de 515 e 335 mg kg^{-1} de P_2O_5 .

Verifica-se que as quantidades de ferro pelo Mehlich-1 foram de 1272 e 57 mg kg^{-1} de Fe nos horizontes A e Horizonte B, respectivamente, corroborando com os dados de P-Fe observados no Quadro 3. Nesses resultados, não foi possível apresentar os dados da primeira extração feita com o extrator Cloreto de Amônio (NH_4Cl) 1mol L^{-1} (concentração P- H_2O ou fator intensidade), pela falta de sensibilidade deste método em solos não adubados com P.

Contrariamente a afirmação de KAILA (1963), citado por PELTOVUORI et al. (2002), de que a maior parte do fósforo no solo encontra-se sob forma de P-Ca, os resultados dessa pesquisa indicam que tal fato depende do perfil estudado; e que o P-Fe para estes solos foi o mais dominante. Resultados semelhantes foram parcialmente encontrados por BAHIA FILHO e BRAGA (1975b).

As frações P_i , encontradas na TFSA dos solos de Moçambique, são variáveis e consistentes com a natureza dos solos e grau de desenvolvimento (Quadro 3). Solos com comportamentos importantes de P-Ca (P- H_2SO_4) são aqueles desenvolvidos de substratos calcários ou ricos em Ca (Chernossolos (A2 e P7) ou desenvolvidos de rochas máficas (Nitossolo P8), ou ambiente hidromórficos eutróficos (neossolos P1 e P2). Os Latossolos (P6 e P9), Argissolos (P5), Neossolos Quartzarênico Latossólico ou distrófico (A1 e P4), mostraram valores geralmente baixos de P-Ca, como reflexo do grau de intemperismo avançado e ambiente ácido. Nestes solos, as formas dominantes de P_i são aquelas ligadas a Fe (P-NaOH) principalmente, ou Al (P- NH_4F). No caso dos solos desenvolvidos de rochas máficas, pouco intemperizados, há coexistência de formas de P-Al, P-Ca e P-Fe, com predominância dos últimos (Quadro 3). Os valores da frações dos últimos encontradas nos Murundus associados a cada pedoambiente foram variáveis, mas acompanham os valores dos horizontes superficiais A_p , exceto no no caso de P 8 onde todos os valores do Murundu foram inferiores ao solo.

Quadro 2 - Variações de P₂O₅ em extrações sequenciais de Citrato-ditionito bicarbonato (DCB) dos solos da Província da Zambézia - Moçambique.

horizontes	Profundidade. (cm)	P ₂ O ₅ na fração argila					total DCB
		Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	EX. 5	
		-----mg kg ⁻¹ -----					
		A 1 - NEOSSOLO QUARTZARENICO Órtico latossólico					
Bw	40-80	93	73	46	25	37	274
		A2 - CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico					
Ap	0-20	210	55	56	30	52	402
		P1 - NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico					
A	0-10	3230	230	114	86	69	3728
C	20-40	2747	355	99	77	82	3361
		P2 - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico					
A	0-40	2193	827	230	92	54	3395
C	40-80	3033	209	92	100	71	3505
		P 3 - VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico					
Ap	0-40	269	77	45	89	37	515
B	40-60	107	48	43	117	19	335
Mur	0-5	83	55	41	201	24	403
		P 4 - NEOSSOLO QUARTZRANICO Distrófico					
Ap	0-10	473	89	77	126	24	789
B	30-40	115	76	96	147	76	511
Mur	0-5	234	92	46	52	41	466
		P 5 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico					
	0-25	1817	469	99	81	71	2537
Bt1	25-40	259	149	45	28	95	575
Bt2	40-65	186	177	48	40	43	493
LP	65-75	171	95	48	43	32	389
Bt3	75-120	147	95	43	145	32	462
C	120-150+	142	111	60	90	32	435
		P 6 - LATOSSOLO VERMELHO					
Ap	0-30	210	218	91	52	58	629
BA	30-60	239	183	68	43	71	604
Bw1	60-100	230	117	66	50	39	502
Bw2	100-150+	186	114	51	559	34	945
		P 7 - CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico					
A	0-40	2544	1722	324	356	150	5096
Ap	0-40	2998	912	381	294	101	4686
C	40+	1450	836	472	145	95	2998
		P 8 - NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico					
SS*	0-0,5	519	367	510	187	497	2080
Ap	0-25	1704	2836	763	283	131	5718
A2	25-45	903	761	326	156	80	2227
B1	45-65	2412	1207	1068	124	86	4897
Mur	0-5	933	610	147	108	75	1873
		P 9 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	0-20	879	472	175	100	69	1696
Bw2	80-100	454	234	88	47	28	851

C* dados extraídos na terra fina seca ao (TFSA). Com peneira de 100meshs. Ex – extração.

Quadro 3 – Fracionamento de fósforo inorgânico (P-Al, P-Fe e P-Ca) dos perfis de solos estudados na Província da Zambézia – Moçambique.

amostras	horizontes	profundidade cm	P-NH ₄ F	P-NaOH	P-H ₂ SO ₄
			P-Al	P-Fe	P-Ca
-----Mg kg ⁻¹ -----					
NEOSSOLO QUARTZARENICO Órtico latossólico o					
A1	Bw	40-80	5	15	5
CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico o					
A2	Ap	0-20	29	43	76
NEOSSOLO NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico					
P1	A	0-10	39	61	38
	C	20-40	39	76	46
NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico sódico					
P2	A	0-40	19	93	92
	C	40-80	18	54	181
VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico					
P3	Ap	0-40	15	118	21
	B	40-60	8	50	7
	Mur	0-5	17	49	10
NEOSSOLO QUARTZRANICO Distrófico					
P4	Ap	0-10	29	32	4
	B	30-40	22	7	1
	Mur	0-5	41	34	2
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico					
P5	Ap	0-25	87	127	96
	Bt1	25-40	92	28	7
	Bt2	40-65	10	22	6
	LP	65-75	10	29	5
	Bt3	75-120	4	15	19
	C	120-150+	5	16	4
LATOSSOLO VERMELHO					
P6	Ap	0-30	22	47	11
	BA	30-60	5	26	9
	Bw1	60-100	2	19	6
	Bw2	100-150+	3	10	5
CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico					
P7	A	0-40	135	289	132
	Ap	0-40	134	286	146
	C	40+	37	194	56
NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico					
P8	SS	0-0,5	389	402	157
	Ap	0-25	175	360	106
	A2	25-45	67	250	77
	B1	45-65	110	281	84
	Mur	0-5	9	132	27
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico					
P9	Ap	0-20	217	112	37
	Bw2	80-100	6	40	14

O único perfil atípico foi o Vertissolo Ebânico (P3), em que os teores de P-Fe foram bem superiores aos de P-Ca ou P-Al, sugerindo uma mistura de materiais sedimentares no delta do Zambeze, onde estes solos são intensamente cultivados, ou a um possível esgotamento de P-Ca com o cultivo, caso igualmente aplausível para os perfis P7 e P8, solos menos desenvolvidos e que possuem níveis de Ca ainda elevados.

Nos solos estudados, o teor do P-NH₄F (P-Al) variou de 2 a 389 mg kg⁻¹P, com valor médio de 56 mg kg⁻¹ P; o P-NaOH (P-Fe) variou de 7 a 402 mg kg⁻¹, com valor médio 104 mg kg⁻¹ no solo e o P-H₂SO₄ de 1 a 181 mg kg⁻¹, com valor médio de 46 mg kg⁻¹ de P no solo (Quadros 3 e 6). Em Latossolo do cerrado brasileiro, BAHIA FILHO e BRAGA (1975b), citados por NOVAIS e SMYTH (1999), obtiveram, em média, 76,4 mg kg⁻¹ de P-Al, 106,6 mg kg⁻¹ de P-Fe e 55,3 mg kg⁻¹ de P-Ca..

Todavia, a variabilidade de P, ao longo do perfil, é grande, a exemplo do observado no Vertissolo, onde o P-Al foi de 15 a 8 mg kg⁻¹, o P-Fe de 118 a 50 mg kg⁻¹ e o P-Ca de 21 a 7 mg kg⁻¹ do solo, nos horizontes A e B, respectivamente. As formas e distribuições de fósforo do solo (P) são fortemente afetadas pelos processos pedogenéticos que resultam em variabilidade vertical de reservas de P dentro de um perfil do solo (WALKER e SYERS, 1979).

3.1. Adsorção e dessorção P

3.1.1. Capacidade máxima de adsorção de P

As diferentes concentrações de fosfatos adicionadas permitiram alcançar a CMAP para todos os solos, indicando ser adequada a utilização do P-remanescente na classificação de solos a respeito a demanda por P, conforme sugerido por ALVAREZ e FONSECA (1990) e FERNANDES (2000).

A capacidade máxima de adsorção de fosfato (CMAP) das amostras de solos avaliadas, indicada pelo parâmetro “b” das equações ajustadas de Langmuir, variou de 0,46 a 1,38 mg kg⁻¹ de P no solo (Quadro 4), com R² variando de 0,86 a 0,99 (em apêndice). Esses resultados indicam pequena amplitude de adsorção de fosfatos dos solos estudados, à semelhança do que foi observado por FERNANDES (2000).

Tendo em conta a classificação de CURI et al. (1988); FERNANDES, (2000), pode se afirmar que somente a CMAP de 0,46 mg kg⁻¹ pode ser considerada baixa, enquanto que os demais valores de CMAP são médios (1 a 2,5 mg kg⁻¹). Isso indica que os Latossolos da Zambézia são constituídos relativamente por poucos óxidos de ferro e alumínio, se comparados aos dados observados por KER (1995) em Latossolo Brasileiro, cuja variação foi de 0,73 a 3,93 mg kg⁻¹ de P. O mesmo pode ser afirmado com respeito aos dados obtidos por ROLIM NETO (2002) em Latossolos de textura argilosa que variaram de 0,91 a 2,98 mg kg⁻¹ de P na TFSA. Os valores encontrados por Ker para Latossolos superaram os obtidos a partir de cinzas vulcânicas (FASSBENDER, 1966; ALVAREZ V., 1982), citados por KER

(1995), reconhecidamente os maiores fixadores de P, em virtude de presença de alofanas (PARFITT, 1978 e 1989; FROSSARD et al., 1994).

Observaram-se correlações positivas, significativas em nível de 10% de probabilidade entre CMAP e o teor de argila ($r = 0,62$) (Quadro 5). Esse valor se aproxima ao do ROLIM NETO (2002), que obteve uma correlação (r) entre CMAP e teor de argila de 0,71, corroborando com os dados de LEAL (1971); NOVAIS (1977); BAHIA FILHO (1982); PEÑA e TORRENT (1984); NOVAIS e SMYTH (1999). Todavia KER (1995) não observou correlação positiva entre argila e CMAP ($r = -0,05$) em latossolo brasileiro, fato pouco esperado, mas, que coincidiu com muitas outras tendências encontradas na literatura, onde é mencionado que o teor de argila parece afetar relativamente pouco a sorção do P em solos (LOPEZ HERNANDEZ, 1982; MANIKADAM e SASTRY, 1982; DICK, 1986; CURI e CAMARGO, 1986; CURI et al., 1988).

Não foi constatada correlação significativa em nível de 10% de probabilidade entre a CMAP, e a superfície específica da fração terra fina seca ao ar (TFSA) passada na peneira de 100 mesh, conforme observado também por KER (1995) na fração argila. Essa correlação foi também observada por LOPEZ HERNANDEZ (1982); MANIKANDAN e SASTRY (1982); DICK (1986); CURI et al. (1988). Esses resultados são esperados, pois a adsorção de P mantém estreita relação com superfície específica dos minerais presentes na fração argila (CABRERA et al., 1981; FONTES, 1988; RESENDE et al., 1988; TORRENT et al., 1990). As correlações entre CMAP com o K_i , teores óxidos de silício, alumínio e ferro (ataque sulfúrico) e ferro oxalato, não foram significativas em nível de 10% de probabilidade (Quadro 5). Esse fato foi também observado por KER (1995) para solos do Brasil.

Observou-se correlação negativa entre CMAP e fósforo inorgânico (P-Al, P-Fe e P-Ca) da extração seqüencial em nível de 5% de probabilidade, tendo sido significativa para P-Al e P-Ca (Quadro 5). As correlações negativas, observadas nesses solos, confirmam a idéia da presença de sítios de adsorção de P que, quando ocupados, diminuem a CMAP no solo.

A correlação entre a CMAF com Energia de Adsorção e Fator Capacidade foi positiva, mas não significativa. Todavia, o fator intensidade correlacionou-se de forma positiva e significativa com a CMAF, em nível de até 1% ($r = 0,81$). Entretanto, HOLFORD e MATTINGLY (1976) consideram que, em condições de elevado “status” de P no solo, as correlações entre CMAF e “energia de ligação ou de adsorção” podem ser também baixas ou nulas. Como o poder de ressuprimento do P-solução pelo fator capacidade depende não apenas da CMAF, mas também da Energia de adsorção de P, compreende-se essa possível não correlação entre FCP e CMAP (NOVAIS e SMYTH, 1999).

A constante “a” de Langmuir, relacionada à energia de adsorção, variou de 0,0448 a 1,0199 mg L^{-1} , com média de 0,8514 mg L^{-1} . O valor baixo observado corresponde ao solo de maior CMAF (Vertissolo). Esses valores enquadram-se dentro da média encontrada na literatura, que varia de 0,25 a 4,5 mg L^{-1} (BAHIA FILHO, 1982; SINGH et al., 1983); embora, FERNANDES (2000) encontrou valores variando de 0,25 a 26,09 mg L^{-1} , com média de 3,44 mg L^{-1} .

Quadro 4 – Coeficientes da equação de Langmuir e fatores capacidade e Intensidade que determinam a dinâmica de fosfato nos perfis estudados - Zambézia.

horizonte	Capacidade máxima de adsorção de P (CMAF) mg g ⁻¹	Energia de adsorção (a) mg (L ⁻¹) ⁻¹	Fator capacidade tampão de P (FCP) n moles Pg ⁻¹ upF ⁻¹	Intensidade (0,5 pCa+pH ₂ PO ₄) upF
VERTISSOLO EBÂNICO Sódico típico				
B	1,0057	0,7775	1471,24	9,8009
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto				
Bt2	1,3799	0,0448	730,3	11,361
LATOSSOLO VERMELHO				
Bw1	1,0456	1,0199	9090	7,3922
CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico				
Ap	0,4586	1,0199	1450,33	6,5689
NITOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico				
B1	1,1990	0,6459	990,589	10,255
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico				
Bw2	1,1527	1,6006	5000	8,5458

Quadro 5. Correlações (r) de Pearson entre os fatores determinantes da dinâmica de fósforo em solos da província da Zambézia – Moçambique.

Características físico-químicas do solo	Fatores de dinâmica de fósforo no solo			
	CMAF	Energia	FCP	Intensidade
Argila	0,63*	0,36ns	0,08ns	0,56ns
CMAF	-	0,12ns	0,02ns	0,81***
Energia de adsorção P	-	-	-	-
FCP	-	0,70*	-	-
Intensidade	-	-0,31ns	-0,53ns	-
Superfície Específica (SE)	0,13ns	0,12ns	-0,26ns	0,38ns
Ferro Oxalato (Feo)	-0,57ns	-0,45ns	-0,06ns	-0,54ns
Índice Ki	0,13ns	-0,28ns	-0,66*	0,55ns
Ataque sulfúrico				
SiO ₂	0,55ns	0,21ns	-0,10ns	0,61*
Al ₂ O ₃	0,37ns	0,40ns	0,58ns	0,01ns
Fe ₂ O ₃	0,01ns	-0,29ns	-0,40ns	0,17ns

ns = não significativo; * Significativo a 10% de probabilidade do teste de t. ** Significativo a 5% de probabilidade do teste de t. *** Significativo a 1% de probabilidade do teste de t.

Quadro 6 - Teor médio de fósforo (mg.kg^{-1}), em função do fracionamento de fósforo inorgânico em solos da província da zambézia – Moçambique.

Frações de fósforo (P)	Teores de P (mg.kg^{-1})*	Extremos (mg.kg^{-1})
P-Al	$56,19352 \pm 8,3100$ b	1,6162 - 410,5382
P- Fe	$104,8055 \pm 11,2831$ a	7,8740 - 439,3700
P- Ca	$45,98268 \pm 5,3720$ b	0,9850 - 197,9905

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 1% de significância

3.1.2. Capacidade tampão e Potencial de fosfato (Intensidade)

A capacidade tampão destes solos, como índice de dissorção, é alta, variando de 730,3 a 9090 $\text{nmol Pg}^{-1}\text{upF}^{-1}$ ou 0,02 a 0,28 $\text{mg Pg}^{-1}\text{upF}^{-1}$ (Quadro 4).

O potencial de fosfato (pP) destes solos, a quantidade do fósforo ativo nos solos, demonstra uma pobreza total deste elemento em solução, variando de 6,5689 a 11,3610, com média de 9,1245 upF (Quadro 4). Essa média é muito baixa quando comparada com observada em 20 Latossolos de cerrados brasileiros, que foi de 7,43 upF , variando de 6,84 à 7,99 upF (BAHIA FILHO e BRAGA, 1975a), considerados compatíveis com a baixa disponibilidade natural do P desses solos, cujo nível crítico do pP deve ser inferior a 7,0 e variável com o FCP (NOVAIS e SMYTH, 1999).

4. CONCLUSÕES

Todos os solos estudados apresentaram baixos teores de fósforo prontamente disponível para as plantas cultivadas.

Os baixos teores de P disponível revelam a degradação de horizontes A, e o esgotamento de fósforo, exigindo uma reposição para elevar os estoques no solo, com finalidade de incrementar as colheitas.

Há necessidade de trabalhos complementares, aliados com os dados experimentais de campo, para revelar os verdadeiros níveis críticos, destes solos para que se garanta uma boa produção em níveis sustentáveis.

Os valores observados de fósforo remanescente na faixa mediana, levam à inferência de que os solos estudados são relativamente mais jovens, corroborando com a evolução pedo-geomorfológica da região, que registra poucos testemunhos de solos profundamente intemperizados (Latosolo mais gibbsíticos).

5. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ V, V.H.; FONSECA, D.M. Definição de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **R.Bras.Ci. Solo**, 14: 49-55, 1990.

ALVAREZ V., V.H. Efeito de los factores cantidad, intensidad y capacidad amortiguadora de fosfatos em la evaluación Del fósforo disponible de suelos derivados de cinzas volcánicas de la Meseta Tarasa. Chapingo: Colégio de Posgraduados. 1982. 300p.

ALVAREZ V.et al. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001.131p.

BAHIA FILHO, A.F.C. **Índices de disponibilidade de fósforo em Latossolo do planalto central com diferentes características texturais e mineralógicas**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 1982. 179p.

BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M. Fósforo em Latossolos de Estado de Minas Gerais. III. Índices de disponibilidade de fósforo e crescimento vegetal. **Experientiae**, 20:217-234, 1975a.

BAHIA FILHO, A.F.C.; BRAGA, J.M. Fósforo em Latossolos do Estado de Minas Gerais. I. Intensidade e capacidade tampão de Fósforo. **Experientiae**, 19:17-32, 1975b.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **R. Ceres**, 21:73-85, 1974.

CABRERA, F.; DE ARAMBARRI, P.; MADRI, L.; TOCCA, C.G. Desorption of phosphate from iron oxides in relation to equilibrium pH and porosity. **Geoderma**, 26:203-216, 1981.

CHANG, S.C.; JACKSON, M.L. Soil phosphorus fractions in some representative soils. **Journal of soil Science**. 9: 109-119. 1958.

CURI, N.; CAMARGO, O. A. Phosphorus adsorption characteristics of Brazilian Oxisols. In: International Soil Classification Workshop; classification, characterization and utilization of Oxisols, 8, rio de Janeiro, 1986. **Proceedings...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SMSS, 1986. v. 1. p. 56-63.

CURI, N.; CAMARGO, O. A.; GUEDES, A.; SILVEIRA, J.V. Sorção de fósforo em materiais de latossolos do Brasil sudeste. In: Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola, 3 Rio de Janeiro, 1988. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA -SNLCS/SBCS, 1988. p.267-282.

DICK, D.P. **Caracterização de óxidos de ferro e adsorção de fósforo na fração argila de horizontes B latossólicos**. Tese (Mestrado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Poro Alegre, RS: UFRS, 1986. 196p.

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

FERNANDES, R.B.A. **Atributos mineralógicos, cor, adsorção e dessorção de fosfatos em latossolos do Sudeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2000. 265p.

FONTES, M.P.F. Iron oxide mineralogy in some brazilian oxisols. (Tese Ph.D.). Releg: North Carolina State University, 1988. 175p.

FROSSARD, et al., **Reactions controlling the cycling of P in soils**. In: TIESSEN, H., ed. P cycling in terrestrial and aquatic ecosystem; a global perspective. New York, John Wiley & Son, 1994. p 1-65.

HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B; CHAUHAN, B.S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fraction induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Sci. Soc.Am.J.**, 46:970-976, 1982.

HOLFORD, I.C.R.; MATTINGLY, G.E.G. Phosphate adsorption and plant availability of phosphate. **Plant Soil**, 44:377-389, 1976.

KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 1995. 181p.

LEAL, J.R. **Adsorção de fosfato em latossolos sob cerrado**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Itaguaí, RJ, UFRRJ, 1971. 96 p.

LOPEZ HERNANDEZ, D. Phosphate adsorption in relation with other soil proprieties and orders in some tropicals soils. In: INTERNATIONAL Gongress of

soil Science, 12, New Delhy, 1982. **Abstracts voluntary papers...** New Delhy: Int. Soil Sci. Soc., 1982. p.40.

MANIKADAM, P.; SASTRY, T.G. Role of amorphous material in phosphate sorption of a few red and associated soils of Mysore Plateau, India. In: INTERNATIONAL Congress of soil Science, 12, New Delhy, 1982. **abstracts voluntary papers...** New Delhy: Int. Soil Sci. Soc., 1982. p.39-40

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 oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate, *Clays clay miner.* 7(4):317-327, 1960.

MELO, F.F.de. **Fertilidade do solo.** São Paulo: Nobel, 1983. 400p

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa, MG: UFV/DPS, 1999. 399p.

NOVAIS, R.F. **Phosphorus supplying capacities of previously heavily fertilized soils.** (Tese Ph. D.S.). Raleigh, North Carolina State University, 1977. 153p.

OLSEN, S.R.; WATANABE, F.S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. *Soil Sci. Soc. Am. Proceedings*, 21: 144-149, 1957.

PARFFIT, R.L. Anion adsorption by soil and soil materials. **Adv. Agron.**, 30:1-50, 1978.

PARFFIT, R.L. Phosphate reactions with natural allphane, ferrihydrite and goethite. **J. Soil Sci.**, 40:359-369, 1989.

PELTOVOURI, T.; UUSITALO, R. KAUPPILA, T. **Phosphorus reserves and apparent phosphorus saturation in four weakly developed cultivated pedons.** *Geoderma. FINLAND.* 2002.13p.

PEÑA, F.; TORRENT, J. Relationships between phosphate sorption and iron oxides in Alfisols from a river terrace sequence of Mediterranean Spain. **Geoderma**, 33:283-296, 1984.

RAIJ, B.VAN. **Fósforo no solo.** In: BUL, L.T. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu: FEPAF, 1989. p 75-95.

REBELO, D.C. **Os Solos do Gurué.** Lourenço Marques, IIAM, 1969. 102p. (Comunicações - 40)

RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; CURI, N. **Pedologia e fertilidade do solo; interação e aplicações.** Lavras: ESAL, 1988. 81p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª. Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

ROLIM NETO, F.C. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de topolitosseqüências de solos do Alto Paranaíba, MG**. Tese (Doutorado em Solos em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2002. 143p.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der Eisenoxide des bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-losung. Z. Pflanzenernahr. **Und Bodenk.**, 105:105-202, 1964.

SINGH, R.; MÖLLER, M.R.F.; FERREIRA, W.A. Cinética da sorção de fósforo em solos dos trópicos úmidos da Amazônia. **R. Bras. Ci. Solo**, 7:227-231, 1983.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7)

6. APÊNDICE

Quadro 7 - Dados experimentais de capacidade máxima de adsorção de fosfato (CMAF), em mgL^{-1} .

padrão esperado	padrão 1	solo 8	solo 15	solo 21	Padrão 2	solo 24	solo 29	solo 32
0	0,00	-0,08	-0,29	-0,20	0,00	0,05	0,02	0,01
0	0,00	-0,07	-0,18	-0,18	0,00	0,25	0,03	0,01
10	10,66	-0,07	-0,08	-0,06	9,29	1,32	0,04	0,01
10	10,66	-0,06	-0,07	-0,06	9,29	1,47	0,02	0,01
20	20,57	-0,06	-0,07	-0,05	19,64	4,44	0,02	0,01
20	20,57	-0,05	-0,07	-0,04	19,64	4,48	0,02	0,02
35	33,13	0,18	0,73	-0,04	35,43	10,96	0,25	0,02
35	33,13	0,88	0,76	-0,04	35,43	11,75	0,10	0,02
55	50,35	1,03	3,91	0,44	50,32	24,86	0,97	0,20
55	50,35	1,24	4,27	0,63	50,32	22,71	1,01	0,22
75	76,80	4,31	20,12	2,65	75,89	35,34	2,86	1,16
75	76,80	4,74	13,60	3,23	75,89	36,92	2,95	1,25
100	102,59	10,99	23,42	10,31	98,56	53,01	7,30	5,00
100	102,59	10,99	24,17	10,13	98,56	53,01	7,34	5,07
125	120,04	21,21	38,20	19,52	123,85	77,60	12,92	12,05
125	120,04	22,31	36,62	19,29	123,85	80,99	13,18	12,43
160	160,96	36,49	65,53	36,11	156,53	107,30	29,32	30,45
160	160,96	36,87	61,19	40,07	156,53	109,94	24,42	30,45
190	194,73	49,31	83,82	50,44	187,80	125,40	40,45	40,83
190	194,73	50,25	86,84	52,89	187,80	127,29	40,26	41,01
230	234,29	69,11	116,44	139,07	229,41	165,47	58,17	65,53
230	234,29	70,43	116,44	104,19	229,41	152,46	58,74	68,17

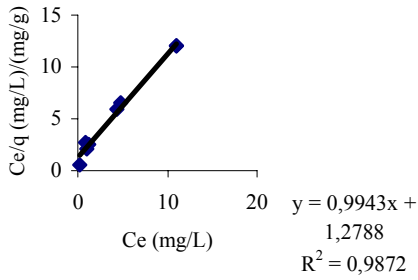
Capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAF) e energia de adsorção (a) da região II conforme Muljad et al., (1966); segundo o modelo linearizado da equação de Langmuir.

Quadro 8 - Capacidade Tampão de Fosfatos e seus respectivos ajustes das equações quadráticas (DPBC) e lineares PBC

	upF	DPBC n moles $\text{Pg}^{-1}\text{upF}^{-1}$	PBC
Equ 1	$Y = 3\text{E-}06x^2 - 0,0068x + 9,8009$ $R^2 = 0,87$ 1 = 9,8009	1471,24	
Equ 2	$Y = 7\text{E-}06x^2 - 0,0137x + 11,361$ $R^2 = 0,90$ 2 = 11,361	730,3	
Equ 3	$Y = -0,0011x + 7,3922$ $R^2 = 0,86$ 3 = 7,3922		9090
Equ 4	$Y = 5\text{e-}06x^2 - 0,0069x + 6,5689$ $R^2 = 0,99$ 4 = 6,5689	1450,33	
Equ 5	$Y = 5\text{E-}06x^2 - 0,0101x + 10,255$ $R^2 = 0,92$ 5 = 10,255	990,589	
Equ 6	$y = -0,002x + 8,5458$ $R^2 = 0,94$ 6 = 8,5458		5000

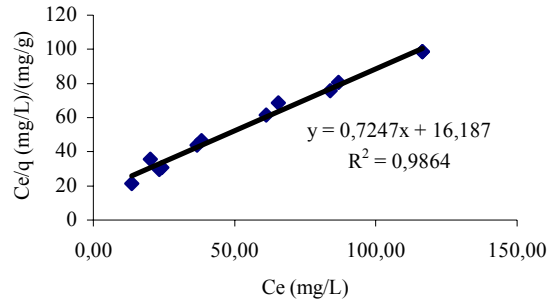
Isotermas de adsorção de fósforo (região II) de seis (6) horizontes de perfis estudados

Isoterma de adsorção de fósforo (região II)



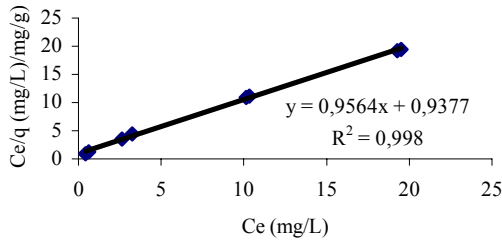
solo 8 B - VERTISSOLO EBÂNICO

Isoterma de adsorção de fósforo região II



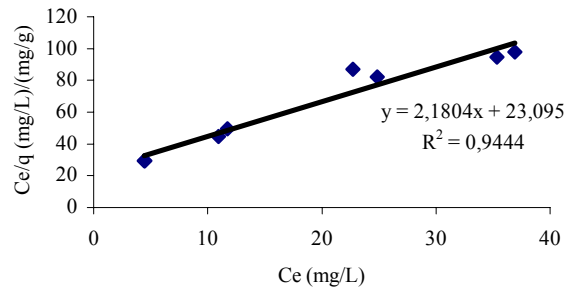
solo 15 Bt2 - Argissolos Amarelo

Isoterma de adsorção de fósforo região II



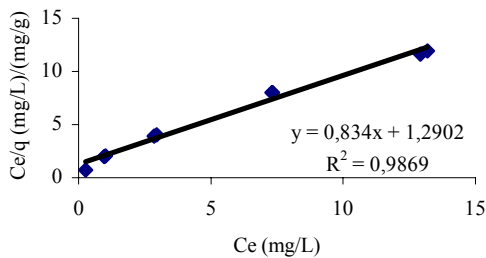
solo 21 Bw1 - LATOSSOLO VERMELHO

Isoterma de adsorção de fósforo região II



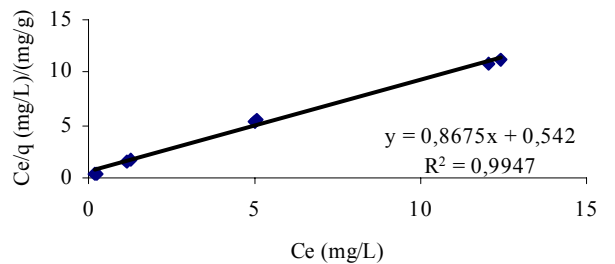
solo 24 Ap - CHERNOSSOLO HÁPLICO

Isoterma de adsorção de fósforo região II



solo 29 - BI, NITOSSLO VERMELHO

Isoterma de adsorção de fósforo região II



solo 32 - Bw, LATOSSOLO VERMELHO

Figura 4 - Gráficos de ajuste de Isotermas de Langmuir na região II.do CMAF

Quadro 9 - pH dos dos extratos para CAPACIDADE TAMPÃO DE FOSFATOS

solo 8		DP Rep		solo 15		Dp R.		solo 21		Dp R.		solo 24		DP pH R.		solo 29		DP pH R.		solo 32		DP pH R.	
doses	pH	pH		pH	pH			pH	pH			pH	pH			pH	Ph			pH	pH		
0	6,32		pH máx	5,25		pH máx	4,53		pH máx	4,73		pH máx	4,46		pH máx	4,41				pH máx			
0	6,02		6,92	4,67		5,57	4,75		5,7	4,65		5,13	4,60		5,73	4,22				4,68			
0	6,60	0,290057		5,00		0,290918	4,60		0,112398	4,82		0,085049	4,67		0,106927	4,29			0,09609				
4	6,75		pHmín	4,98		pHmín	4,73		pHmín	4,95		pHmín	4,57		pHmín	4,25				pHmín			
4	6,57		6,02	5,07		4,13	4,68		4,53	4,87		4,59	4,78		4,46	4,22				4,18			
4	6,23	0,264071	média pH	5,21		0,115902	média pH	4,70		0,025166	média pH	5,09	0,111355	média pH	4,61	0,111505	média pH	4,19		0,03	média pH		
8	6,48		6,61	5,40		5,017083	4,83		4,9675	4,71		4,855	4,97		5,194583	4,18				4,304167			
8	6,67		d. padrão	5,57		d. padrão	4,84		d. padrão	4,59		d. padrão	4,77		d. padrão	4,19				d. padrão			
8	6,67	0,109697	0,227265	4,87		0,365103	0,298409	4,70		0,078102	0,314853	4,69	0,064291	0,147471	5,09	0,161658	0,436488	4,18		0,005774	0,124479		
12	6,74			5,40				5,03				4,64			5,70					4,18			
12	6,77		Amp.	5,28		Amp.	4,97		Amp.	4,96		Amp.	5,70		Amp.	4,30				Amp.			
12	6,70	0,035119	0,90	4,13		0,701166	1,44	5,05		0,041633	1,17	4,91	0,172143	0,54	5,50	0,11547	1,27	4,30		0,069282	0,5		
16	6,66			5,28				4,77				4,77			5,13					4,23			
16	6,77			4,92				4,77				5,13			4,85					4,32			
16	6,74	0,056862		5,16		0,183303		4,72		0,028868		4,95	0,18		5,14	0,164621				4,25	0,047258		
22	6,80			4,64				4,96				4,87			5,43					4,25			
22	6,92			5,02				4,97				4,88			5,63					4,33			
22	6,75	0,087369		5,05		0,228546		5,13		0,095394		4,97	0,055076		5,57	0,102632				4,30	0,040415		
30	6,87			4,76				5,29				4,76			5,58					4,27			
30	6,63			5,03				5,60				4,92			5,57					4,45			
30	6,17	0,355715		4,97		0,141774		5,41		0,156312		4,76	0,092376		5,73	0,089629				4,42	0,096437		
40	6,50			4,97				5,14				5,05			5,44					4,33			
40	6,54			4,82				5,35				4,82			5,55					4,68			
40	6,81	0,168622		4,96		0,083865		5,70		0,282902		5,03	0,12741		5,63	0,095394				4,56	0,177858		