

Avaliação das Terras de Pastoreio Extensivo na Província do Namibe – ANGOLA

TESE APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
EM ENGENHARIA AGRONÓMICA

Joaquim César

ORIENTADOR: Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira

COORIENTADORAS: Doutora Maria da Graça Corte-Real Mira da Silva Abrantes
Doutora Maria José Alves do Rio Perestrelo de Vasconcelos

JÚRI:

Presidente: Reitor da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor Orlando Manuel José Fernandes da Mata
Professor Titular, Universidade Agostinho Neto, Angola;

Doutor Ricardo Paulo Serralheiro
Professor Catedrático Aposentado, Instituto de Ciência Agrárias
Ambientais e Mediterrâneas da Universidade de Évora

Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira
Professor Catedrático, Instituto Superior de Agronomia da
Universidade de Lisboa

Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia
Professor Associado com Agregação, Instituto Superior de
Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Fernando Manuel Girão Monteiro
Professor Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da
Universidade de Lisboa

Lisboa 2014

À memória da
Aida Nangombe
(minha mãe)

AGRADECIMENTOS

O presente estudo implicou substanciais recursos financeiros e materiais e a contribuição de diferentes áreas do conhecimento pelo que, para a sua concretização contou com o apoio de entidades do Estado Angolano e de Portugal e com o envolvimento directo de pessoas e instituições às quais não posso deixar de expressar o meu profundo e agradecido reconhecimento, permitindo-me, no entanto, salientar o importantíssimo papel desempenhado:

Pelo antigo Ministro da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Eng^o Gilberto Buta Lutucuta que autorizou e incentivou a realização do presente trabalho e pela amizade;

Pelo antigo Ministro da Educação, Dr António Burity da Silva pela gentileza nas facilidades da obtenção da bolsa de estudos;

Pelo Instituto de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD), em especial o seu Presidente Prof. Manuel Correia, pela gentileza e pela decisiva intervenção na atribuição da bolsa de estudos;

Pelo Ministro da Agricultura, Eng^o Afonso Pedro Canga, pelo incentivo, prestimoso e cordial apoio;

Pelo Secretário-Geral do Ministério da Agricultura, Eng^o José Rodrigues Prata, pela permanente disponibilidade na viabilização dos vários apoios;

Merece especial agradecimento o meu orientador Professor Catedrático Manuel Valeriano Madeira pelo permanente e incansável apoio desde a proposta, pelo paciente e rigoroso acompanhamento, pelo aconselhamento, pelos preciosos ensinamentos e pela amizade;

Pela minha co-orientadora Professora Maria da Graça Abrantes, pelo acompanhamento, cruciais ensinamentos, paciência e gentileza;

Pela minha co-orientadora, Investigadora Maria José de Vasconcelos, pela disponibilidade e paciente apoio, incentivo, ensinamentos e amizade;

Pelo Professor Catedrático Jubilado Ilídio Moreira (falecido) e Professor José Carlos Costa pelo acompanhamento na supervisão dos reconhecimentos de campo e apoio nas áreas de taxonomia e sistemática botânica;

Por Hendrick van den Berg pelo prestimoso apoio na disponibilização de dados de detecção remota, preparação de materiais e assistência na participação nos reconhecimentos de campo e por Markus Metz pela disponibilização de dados ambientais de detecção remota;

Pelo Professor Fernando Girão Monteiro, pelos valiosos ensinamentos desde a Faculdade de Ciências Agrárias (Huambo), pelo apoio na caracterização mineralógica dos solos, permanente e paciência e disponibilidade em esclarecer dúvidas e pela amizade.

Pelo Professor Catedrático Jubilado Rui Pinto Ricardo, profundo conhecedor da área de estudo, pelos materiais e pelas informações obtidas durante os reconhecimentos para a elaboração da Carta Geral dos Solos de Angola (Província de Moçâmedes).

Pela Professora Catedrática Manuela Neves e pelo Professor Jorge Cadima no que se refere a esclarecimentos e apoios em matérias de estatística.

Pelo Professor Catedrático José Miguel Cardoso Pereira, pelos ensinamentos de matérias de detecção remota, e pelo Duarte Oom e João Silva na análise e processamento de imagens de satélite.

Pelo Professor Francisco Abreu no apoio em matérias de climatologia.

Pelo colega Paulo Marques pelo incansável e voluntarioso apoio na organização das amostras e dados analíticos dos solos, processamento de texto e análise estatística dos dados.

Pelos Investigadores do IICT José Raposo, Ana Cabral, Fernando Costa, Madalena Fonseca, Cristina Duarte, Luís Catarino, Rui Figueira e João Carreiras, pela disponibilização de diversos tipos de dados de georrecursos e em matérias de SIG e detecção remota.

Pelos colegas do IICT Inês Pinto, Miguel Alves, Joana Melo, Patrícia Lourenço e Cristina Gabriel pela amistosa colaboração no esclarecimento de dúvidas e partilha de conhecimentos e experiências em diversas matérias.

Pelo apoio prestado na caracterização analítica dos solos, um agradecimento muito especial ao pessoal do Laboratório de Solos do DRAT-ISA: D^a Isabel Balsemão, D^a Ana Maria Batista, D^a Maria João Novo, D^a Conceição Silva e D^a Maria de Lurdes Canilho (já aposentada).

Pelo Professor Catedrático Pedro Leão de Sousa, então presidente do CENTROP - Centro de Estudos Tropicais para o Desenvolvimento - e pela respectiva Secretária Cristina Mariz ("Madrinha"), no apoio na tramitação de documentos administrativos.

Pelos colegas da equipa dos reconhecimentos de campo: João Cardoso Amélia Chitwé, António Neto, Bartololomeu Pequenino, Jorge Muondo, Daniel Dissoloquele, Mateus Manuel, Georgina Neto, João Daniel, Domingos Silva, Rosário Sianhime e Ernesto Caprindi e pelos apoiantes logísticos: Hebe Gonçalves, Prudenciana Vusawekumbi, Rosa Campos, Cristóvão Correia (falecido) e José Tyianika e aos grupos de jovens que efectuaram a abertura dos perfis.

Pela apoio prestado na realização dos trabalhos de campo pela então Directora Provincial do MINADER no Namibe Dra Maria dos Anjos Mahove, os Administradores Municipais do Virei Dr Gabriel Félix sucedido pela Sra Amélia Camunheira, o Director da Estação Zootécnica do Caraculo Dr Francisco Felgueiras e o Director do Instituto Médio Agrário do Tchivinguiro Eng^o Pedro Ebo.

Pelo guia e intérprete Basílio Chivinda pelo paciente acompanhamento durante os reconhecimentos de campo e pela amizade e a Carlos Henriques pelo incentivo e pela amizade.

Pelo Luís Beça, Mateus Ricardo e Lino Capingala pela boa prestação no asseguramento do património familiar.

Finalmente, o meu profundo reconhecimento à Didas, à Renée e Miriam e ao Ladislau, Caius, Omar, Maasai e Raúl, pela compreensão e sacrifícios consentidos durante as prolongadas ausências.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. AVALIAÇÃO DAS TERRAS	11
2.1. Objectivos da Avaliação da Terra	14
2.2. Conceitos de base na Avaliação da Terra	15
2.3. Evolução do Sistema de Avaliação das Terras	16
2.3.1 – Avaliação e Classificação da Terra Antes do Sistema FAO	17
2.3.2 – Sistemas de Avaliação da Terra Posteriores ao Sistema FAO	18
2.3.3 – Os Desafios para o Futuro	23
2.4. Avaliação e Planeamento do Uso da Terra	24
2.4.1. Procedimentos Gerais na Avaliação da Terra	24
2.4.2. Métodos de Avaliação da Terra	25
2.4.3. Avaliação da Terra	26
2.4.4. Aptidão da Terra	28
2.5. Avaliação das Terras e as Alterações Climáticas	35
3. ÁREA DE ESTUDO	37
3.1. Clima	40
3.2. Relevo	43
3.3. Geologia e Litologia	44
3.4. Vegetação	45

3.5. Solos	46
3.6. Aspectos Sócio-Económicos	47
4. METODOLOGIAS	51
4.1. Classificação e Distribuição Dos Solos	53
4.1.1. Prospecções de Campo	53
4.1.2. Métodos Analíticos	58
4.1.3. Classificação dos Solos	60
4.1.4. Cartografia Dos Solos	62
4.2. Avaliação das Terras	66
4.2.1. Unidades de Terra	66
4.2.2. Requisitos do Tipo de Utilização da Terra	67
4.2.3. Características e Qualidades da Terra	70
4.2.4. Adequação das Unidades da Terra aos Requisitos do Uso	73
4.3. Metodologias de SIG	75
4.3.1. Meios de Trabalho	76
4.3.2. Organização dos Dados	76
4.3.3. Geoprocessamento dos Dados	77
4.3.3.1. Aquisição dos Dados	78
4.3.3.2. Operações de Processamento dos Dados	82
4.4. Cobertura da Terra	84
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
5.1. Factores de Formação do Solo	89
5.1.1. Rocha-Mãe	89
5.1.2. Relevo	93
5.1.3. Clima	101
5.1.4. Classes de Cobertura da Terra e Formações Vegetais	105
5.2. Unidades Fisiográficas Básicas	111

5.3. Os Solos	120
5.3.1. Classificação e Distribuição dos Solos	120
5.3.2. Correlação com Outros Sistemas de Classificação	128
5.3.3. Os Solos e os Factores de Formação	130
5.4. Unidades das Terras	149
5.5. Aptidão das Terras para o Pastoreio Extensivo	156
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS	169
7. CONCLUSÕES	181
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
ANEXOS	
ANEXO 1 – Características Morfológicas de Perfis Representativos das Unidades Pedológicas	
ANEXO 2 – Características Físicas e Químicas dos Solos Estudados	
ANEXO 3 – Teores de Ferro e de Alumínio Livres, Características do Complexo de Troca e Classificação dos Solos Estudados	

RESUMO

Avaliaram-se os recursos de terras da Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola, onde o sistema de pastoreio extensivo em transumância é praticado pelo povo *Kuvale*. A partir da informação climática, litológica e relevo foram delimitadas unidades fisiográficas básicas, a que foram associadas as unidades cartográficas de solos e de terras. A aptidão das unidades de terra para o uso em transumância foi avaliada pelo método paramétrico através de quatro qualidades e dez características da terra. As características dos solos são fortemente dependentes da natureza do material originário. A disponibilidade dos recursos de terras está associada ao gradiente de precipitação, mas com variações locais devidas à litologia e formas de relevo. Cerca de 47% das terras apresentam-se com aptidão marginal, 43% com aptidão moderada e 10% como não aptas para pastoreio extensivo. As primeiras são ocupadas quase exclusivamente pelos *Kuvale* e as segundas (dominadas pelos agropastoralistas) acolhem periodicamente os pastores e as suas manadas. A precipitação média anual e a espessura efectiva dos solos são factores de diagnóstico determinantes na avaliação da aptidão. O futuro do sistema de transumância dependerá da disponibilidade dos recursos de terras e do enquadramento do povo *Kuvale* no desenvolvimento sócio-económico, no âmbito de um reordenamento dos espaços pastoris.

Palavras-chave: Aptidão da terra, SIG, solo, transumância, *herero_kuvale*.

Land Evaluation for Extensive Grazing in the Namibe Province: Angola

ABSTRACT

The land resources of the Arid Sub-Region of Southwestern Angola, where the transhumance extensive grazing is practised by the *Kuvale* people, were evaluated. From climate, lithology and relief information basic physiographic units were delimited, being the framework for soils and land mapping units. The land units were subsequently evaluated by a parametric method for transhumance purposes using four land qualities and ten land characteristics. Soils characteristics are strongly dependent on the nature of the respective parent material. The availability of land resources is associated with a rainfall gradient, but with local variations associated with lithology and landforms specificity. About 47% of the land was evaluated as marginally suitable, 43% as moderately suitable and 10% as not suitable for extensive grazing. The first ones are almost exclusively occupied by the *Kuvale* and the second ones (dominated by the agropastoralists) receive periodically the pastoralists and their herds. Mean annual rainfall and effective soil depth were determinant diagnostic factors for the suitability evaluation. The future of the transhumance system will depend on availability of land resources and framing of *Kuvale* people in the economy and social development under a resettlement of pastoral spaces.

Key words: land suitability, GIS, soil, transhumance, *herero_kuvale*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação esquemática da Zonagem Agro-ecológica Global	21
Figura 2.2 – Representação esquemática das actividades na avaliação da terra	24
Figura 2.3 – Esquema geral do planeamento do uso das terras	27
Figura 2.4 – Representação esquemática de um sistema de uso das terras (origem Dent & Young, 1991)	33
Figura 2.5 – Avaliação das terras para o pastoreio extensivo (FAO, 1991)	34
Figura 3.1 – Localização da área de estudo	39
Figura 3.2 – Localização das estações meteorológicas do Bruco e do Caraculo	40
Figura 3.3 – Digrama ombrotérmico do Bruco	41
Figura 3.4 – Digrama ombrotérmico do Caraculo	42
Figura 4.1 – Localização dos perfis descritos e dos mini-perfis, considerados exclusivamente para análise do carbono orgânico, ao longo dos percursos efectuados	54
Figura 4.2 – Esquematização geral da abordagem metodológica	74
Figura 4.3 – Esquema simplificado de operações e funções de um SIG	75
Figura 4.4 – Etapas do geoprocessamento em SIG	77
Figura 5.1 – Distribuição espacial das unidades geológicas na área de estudo	92
Figura 5.2 – Distribuição espacial das classes de altitude na área de estudo	97
Figura 5.3 – Distribuição espacial das classes de declive e das formas de relevo	100
Figura 5.4 – Distribuição espacial das classes de precipitação média anual na área de estudo	104
Figura 5.5 – Distribuição espacial das classes de cobertura da terra na área de estudo	110
Figura 5.6 – Distribuição espacial das unidades fisiográficas básicas na área de estudo	115
Figura 5.7 – Esboço da distribuição espacial das unidades cartográficas dos solos na área de estudo	125
Figura 5.8 – Representatividade das classes de espessura por Grupos de Referência dos Solos	133

Figura 5.9 – Representatividade das classes de textura por Grupos de Referência dos Solos	135
Figura 5.10 - Relação entre a concentração de C orgânico e o teor de argila no solo.	138
Figura 5.11 – Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) e os teores de argila dos solos estudados.	142
Figura 5.12 – Representatividade das classes de pH por Grupos de Referência dos Solos	146
Figura 5.13 – Representatividade das classes de fósforo extraível por Grupos de Referência dos Solos	147
Figura 5.14 – Distribuição espacial das unidades das terras	152
Figura 5.15 – Distribuição espacial das classes de aptidão para o sistema de pastoreio de transumância na área de estudo	160

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Estrutura da classificação da aptidão das terras	31
Quadro 4.1 – Resumo das actividades de campo desenvolvidas na área de estudo e identificação dos diferentes participantes.....	57
Quadro 4.2 – Classes de diagnóstico e valores críticos	69
Quadro 4.3 – Qualidades das terras, características das terras, simbologia e unidades.....	71
Quadro 4.4 – Características das terras e respectiva classificação de diagnóstico: valores críticos e parâmetros para classificação das unidades de terra.....	72
Quadro 4.5 – Exemplificação da utilização do método paramétrico.....	74
Quadro 4.6 – Extracto da base de dados dos solos.....	81
Quadro 5.1 – Os tipos de rochas e as unidades geológicas (grupos de rochas afins) consideradas para a área de estudo.....	90
Quadro 5.2 – Área e representatividade das diferentes classes de altitude.....	98
Quadro 5.3 – Classes de declive, formas de relevo, áreas e respectiva representatividade.....	101
Quadro 5.4 – Área e representação das diversas classes de precipitação média anual (PMA)	105
Quadro 5.5 – Área e representatividade das classes de cobertura da terra.....	111
Quadro 5.6 – Factores discriminantes das unidades fisiográficas básicas, símbolos e descrição.....	113
Quadro 5.7 – Unidades fisiográficas básicas e respectivos factores de diferenciação.....	116
Quadro 5.8 – Área e representatividade das unidades fisiográficas básicas de acordo com as classes de declive e dos afloramentos rochosos no domínio de cada formação litológica.....	119
Quadro 5.9 – Áreas (ha) e representatividade (%) dos Grupos de Referência de Solos e das Unidades Pedológicas, assim como de afloramentos rochosos, que ocorrem na área de estudo e perfis típicos.....	124
Quadro 5.10 – Unidades cartográficas de solos: unidades fisiográficas básicas em que se inserem, solos dominantes, solos subdominantes, área total e número de áreas pelas quais se distribuem.....	126
Quadro 5.11 – Enquadramento dos solos estudados nas Classificações dos Solos de Angola (MPAM & CEPT, 1968; IICT & CEP, 1997) e na “Soil Taxonomy” (SSS,1999)	129

Quadro 5.12 – Frequência de observação (número de casos) e proporção (%) dos Grupos de Referência dos Solos e das situações em que se verificou existir correlação entre a respectiva ocorrência e a natureza do substrato geológico, o declive e a precipitação.....	131
Quadro 5.13 – Concentração de argila e de ferro e alumínio livres e importância relativa dos minerais constituintes da fracção argila de unidades pedológicas dos solos estudados	136
Quadro 5.14 – Representatividade dos teores de carbono orgânico por classes de declives e de precipitação.....	139
Quadro 5.15 – Frequência (número de casos observados) e proporção (%) da distribuição das classes de valores da CTC, CaCO ₃ e GSB pelos Grupos de Referência dos Solos.....	140
Quadro 5.16 – Área e representatividade das unidades das terras. AR – afloramentos rochosos	151
Quadro 5.17 – Áreas e classes de declive pela geologia e Grupos de Referência dos solos	156
Quadro 5.18 – Intervalo das notações para categorizar os factores de diagnóstico face aos requisitos de uso da terra	158
Quadro 5.19 – Factores de diagnóstico (características da terra) e respectiva ponderação (<i>rating</i>) e classes de aptidão das unidades das terras da área de estudo.....	159
Quadro 5.20 – Classes de aptidão, unidades cartográficas, áreas e representatividade	161
Quadro 5.21 – Discriminação por ordem decrescente (área e representatividade) das diferentes áreas correspondentes a cada classe de aptidão da terra	163

1

INTRODUÇÃO

A vida na superfície da Terra depende dos recursos naturais que incluem materiais bióticos tais como cereais ou madeiras, materiais abióticos tais como minerais e combustíveis fósseis, energia, água e as terras¹ disponíveis (Lubowski, 2006). Actualmente, regista-se a sobre-exploração dos recursos naturais, nomeadamente do solo, devido ao crescimento da população, principalmente nos países em desenvolvimento, e à rápida industrialização que resulta num aumento crescente da pressão sobre o ambiente e nas emissões de dióxido de carbono para a atmosfera que se consideram associadas às alterações climáticas (Desjardins *et al.*, 2007).

A inventariação dos recursos mundiais de terras teve início há mais de 30 anos, com a publicação das folhas do Mapa Mundial de Solos (FAO, 1977). No programa de acção designado Agenda 21 da Cimeira Mundial sobre o Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1993), as terras áridas² foram considerados ecossistemas frágeis devido aos riscos de desertificação (FAO, 1997). Estas são objecto de grande preocupação na medida em que cobrem cerca de 40% da superfície terrestre, 43% do Continente Africano e 38% da região Subsaariana; em Angola ocupam cerca de 38% do território (FAOSTAT, 2010). Nas terras áridas, as pastagens ocupam aproximadamente 41% da respectiva área; nos países em desenvolvimento, muitos deles nas áreas áridas, o pastoreio é a fonte principal de rendimentos de parte da população, a qual se estima que ronde entre 180 a 200 milhões de pessoas (Freiera *et al.*, 2011).

Nas terras áridas, a precipitação apresenta forte variabilidade inter-anual, verificando-se em regra que essa variabilidade aumenta com o grau de aridez, o que influencia em grande medida o comportamento dos ecossistemas e culturas que nelas ocorrem. Os efeitos da irregularidade e variabilidade da precipitação sobre os recursos hídricos e a vegetação são agravados pela intensificação da diferença entre a evapotranspiração e a precipitação (UNEP, 1992).

¹ Terra, segundo a FAO (1993), é uma área delimitável na superfície sólida da terra cujas características compreendem todos os atributos da biosfera que se encontram verticalmente acima ou abaixo dessa superfície, incluindo as da baixa atmosfera, o solo e a geologia subjacente, a hidrologia, as populações de plantas e animais, os padrões de povoamento e os resultados da actividade humana no passado e no presente.

² As terras áridas, segundo a UNEP (1992), são áreas em que a precipitação média anual é inferior à evapotranspiração (evaporação e transpiração). Nas terras áridas o quociente entre a precipitação (P) e a evapotranspiração potencial (ETP) é inferior a 0.65.

O pastoralismo é considerado um sistema de produção de gado ajustado às terras áridas na medida em que se observa um baixo encabeçamento e as respectivas manadas são deslocadas na devida oportunidade, sendo exploradas, em condições extremas, as disponibilidades dos recursos de pastos e água que são escassos e grandemente variáveis no espaço e no tempo (Okayasua, 2010). Trata-se de uma estratégia de sustento baseada na pecuária e de um modo de vida com normas, valores e sabedoria popular que está centrada no gado. Este tem, sobre outras formas de acumulação da riqueza, a vantagem de constituir uma liquidez que pode ser utilizada para suprir as necessidades imediatas da população, garantindo alguma estabilidade face às necessidades internas e externas dos agregados familiares (Boone, 2011). As sociedades pastoris são exímias a suportar condições climáticas adversas, como as secas, devido às capacidades de adaptação dessas sociedades associadas aos baixos custos, à liberdade de movimento, à fraca aderência aos regulamentos administrativos e ambientais e à exploração de áreas inadequadas para a agricultura (Blench, 2001).

A necessidade de otimizar o uso das terras nunca foi tão importante como nas actuais circunstâncias, em que se verifica o aumento da população e a expansão urbana que fazem com que as actividades agrárias sejam cada vez mais desenvolvidas em áreas mais restritas (Käyhkö, 2011). Assim, a avaliação das terras, como parte do planeamento do uso das mesmas, é essencial para o conhecimento do seu potencial actual e para a previsão de usos alternativos, tendo em consideração as condições económicas e sociais com vista a seleccionar e adoptar as melhores opções de uso, através da melhoria dos sistemas de gestão e da eficiência de uso de recursos, tendo em atenção os novos padrões de uso das terras resultantes de mudanças de contexto (FAO, 1993).

É por demais evidente que o futuro do pastoralismo não é promissor porque geralmente sai desfavorecido em qualquer região onde compete com a agricultura (Neameh, 2003). Contudo, trata-se de um sistema de produção de carne e leite a baixo custo, em terras que são de exploração difícil, e que ainda assim subsiste de alguma maneira. Este sistema constitui um recurso que pode ser protegido e manejado eficientemente, ou ignorado e deixado esmorecer (Ayantunde *et al.*, 2007). É pouco provável que as

políticas dos governos sejam equilibradas a respeito do pastoralismo pelo que é possível que os pastores se movimentem sempre que possível, para as áreas em que as condições são mais favoráveis. Assim, é necessário aprofundar os conhecimentos para uma melhor compreensão das sociedades pastoris fazendo com que a política e a gestão efectiva dos recursos naturais sejam amplamente difundidas (Blench, 2001).

As alterações climáticas são um fenómeno global a considerar na sustentabilidade do sistema de pastoreio extensivo, a médio e longo prazo, na medida em que os seus impactos vão aumentar a vulnerabilidade dos sistemas de criação de gado e agravar os outros factores adversos ao pastoralismo, tais como o rápido crescimento populacional, o aumento da procura de alimentos, os conflitos devidos à escassez dos recursos de terras, água e combustíveis (Nardone *et al.*, 2011). Além disso, prevê-se que a elevação da temperatura e a variação dos padrões das chuvas, por exemplo, irão aumentar a disseminação de vectores das doenças e parasitas e que a emergência decorrente da circulação de novas doenças poderá ainda gerar novos modelos de transmissão de doenças (IFAD, 2010).

O sistema de pastoreio extensivo tem expressão em várias regiões do continente Africano e em particular na África Subsaariana (Homewood, 2004). Com efeito, existem pastores transumantes em várias regiões, como é caso dos *Maasai* na África Oriental (Butta, 2010), dos *Twareg*, na África Ocidental (Cissé, 1983), dos *Fulbe*, na África Central (Bassetta, 2009) e dos *Herero* na África Austral (Ward, 1998), que movimentam as manadas regularmente entre áreas pré-estabelecidas. Estas sociedades normalmente não praticam a agricultura e utilizam as terras que têm aptidão marginal ou são inaptas para uso agrícola (Okello, 2008).

Em Angola, o pastoralismo está maioritariamente associado ao povo Kuvale (conhecido vulgarmente por Mucubal, nome por que foi designado pelos portugueses) e que pertence ao grupo etno-linguístico Herero. Trata-se de exímios pastores que praticam o sistema de pastoreio extensivo em transumância. Estima-se que actualmente na província do Namibe, com cerca de 56 000 km², exista um efectivo de cerca de 500.000 cabeças de bovinos (Gomes, 2013), a maior parte do qual pertence aos pastores *kuvales*, cuja população não deve atingir sequer 10.000 pessoas, mas vagueiam em

mais de metade desse território. O referido sistema de pastoreio em transumância abrange áreas com condições ecológicas variáveis que vão desde o nível do mar até ao “planalto antigo”, a cerca 2000 m de altitude, vencendo em anos de extrema secura o desnível de mais de 1000 m, nas modalidades mais amplas da transumância. As movimentações do gado em transumância na província do Namibe no espaço e no tempo são conhecidas: de Maio a Setembro todo o gado Kuvale converge para as áreas de “mutiati” de porte baixo (“transumância pulsatória”); os movimentos podem alargar-se a partir de Julho–Novembro até à Escarpa da Chela (“transumância horizontal”); nos anos de seca prolongada, as manadas são forçadas a subir a escarpa e alcançarem as terras do planalto interior (“transumância vertical”) (Carvalho, 1997).

Para os pastores transumantes, nos ambientes áridos, a mobilidade das manadas é a estratégia principal para a sobrevivência a curto prazo e a sustentabilidade a longo prazo. Por exemplo, no sudoeste de Angola, na província do Namibe, os pastores *Kuvales*, na senda da gestão das parcas disponibilidades de pastos e água, movimentam as manadas desde o litoral até ao médio e baixo Cunene (Carvalho, 1974). A sociedade *Kuvale* está firmemente estruturada com base na endogamia grupal, segmentarismo, parentesco e reciprocidade, e é funcionalmente resistente às incidências externas, por exemplo a escolaridade. Os pastores *Kuvale* possuem uma elevada capacidade de gestão das suas manadas e o gado está bem adaptado às condições de aridez, onde a produção de cereais é insignificante para suprir as necessidades alimentares; por isso, o maior problema desse povo é a segurança alimentar, dado estarem dependentes do abastecimento exterior de cereais (Carvalho, 1997).

No sudoeste de Angola, o futuro do pastoreio extensivo, além das ameaças das calamidades naturais (secas, epizotias), depende também em grande medida das incidências externas (Correia & Santos, 1998). Aliás, na Sub-Região Árida, durante o período que antecedeu a Independência, em 1975, os povos mucubais estiveram permanentemente envolvidos durante mais de um século em conflitos (“guerras”) com as autoridades coloniais, que se apoiaram noutros povos nativos para levar a cabo razias e perseguições (Carvalho, 1997) - “guerras” dos *Hotentotes*, dos *Inglese*s, do

Nano e do *Kokombola*. A última, conhecida por “guerra dos mucubais”, teve lugar em 1940-41 e foi a mais violenta e com consequências drásticas: centenas de mortos, 3.500 capturados e deportados (para São Tomé e Príncipe, Malanje e Lunda) e 20.000 cabeças de gado (90% dos efectivos) confiscadas. Ela deveu-se em grande parte à relutância e à resistência desses pastores “a pagar o imposto” e a “adquirir hábitos de trabalho e ter interesse na agricultura” (Sotto-Mayor, 1943).

Dadas as relações com o meio envolvente já referidas, é de prever que com a estabilização do País irão emergir medidas de política tendentes a retomar a problemática da “sedentarização” das sociedades transumantes, outrora consideradas pelo sistema colonial (MINADER, 2006). A evolução da economia globalizante irá certamente orientar-se para a pecuária, uma economia de carne que, sendo mais poderosa, pretenderá integrar o pastoralismo transumante que é essencialmente uma economia de leite (Rella, 1970).

Nos últimos tempos têm-se revelado sinais de perturbações internas no quadro institucional da transumância, o qual cultural e socialmente assenta em valores como a endogamia, a mobilidade, a flexibilidade, o parentesco, a reciprocidade e a solidariedade. A alterarem-se esses pilares, o sistema poder-se-á desmoronar, como consequência dos seus próprios excessos, através da sobrevalorização dos seus próprios argumentos: multas avultadas (feitiçaria, adultério, divórcio, agressões, devolução de multas por adultério *nampingo's*), insignificância e desinteresse pela actividade agrícola, razias³, desvios de gado (*kwholela*), consumo de álcool, o mais generalizado aliciante do exterior para os *Kuvale* (Carvalho, 1997). São aspectos que transcendem o âmbito do presente trabalho, mas que não devem por isso, deixar de ser mencionados.

Na caracterização e na análise do contexto sócio-económico do pastoreio extensivo, são de realçar alguns aspectos gerais inerentes ao meio físico em que esse sistema tem forte expressão: (i) o clima é árido ou semi-árido, a água é a das chuvas que são escassas e erráticas, sendo também limitadas as possibilidades de implementação de

³ Apropriação de gado com violência praticada pelos pastores aos grupos vizinhos (Carvalho, 1997)

regadios e, portanto, a produção agrícola; (ii) as terras correspondem a pastagens naturais que de uma maneira geral são marginais ou inaptas para a maior parte dos usos agrários, sendo as suas qualidades determinadas mais pelos factores físicos do que pela fertilidade dos solos; (iii) a disponibilidade de água, mais limitante do que a dos solos e a de outros factores, é a principal condicionante da qualidade das terras; (iv) a tecnologia pouco intervém, sendo a maior parte da actividade dos pastores determinada pelas condições ambientais; (v) o gado é a base da economia da sociedade e é criado na dependência da gestão de condições ambientais e ecológicas extremas.

Os *kuvale* vagueiam em mais de metade do território e, além disso, recorrem às terras dos povos vizinhos (*Nyanekas* e *Tyilenges*) que praticam o agropastoralismo (Santos & Zacarias, 2010). Os centros urbanos do Namibe e do Lubango que registaram elevada concentração de população, devido aos conflitos militares do passado, continuam a crescer e, por conseguinte, a aumentar a pressão sobre as terras e os corredores de transumância. Embora os terrenos comunitários e os corredores de transumância estejam protegidos pela legislação (Lei das Terras – Lei 09/04 e Regulamento da Lei das Terras – Decreto 58/09), actualmente os instrumentos para a sua implementação são ainda muito débeis.

A maior parte dos estudos efectuados sobre o pastoralismo em África abordaram principalmente matérias de âmbito sócio-económico (Teaguea *et al.*, 2009), tratando sobretudo aspectos inerentes aos hábitos e costumes dos pastores, as suas relações com outras sociedades, com ênfase nos conflitos entre pastores, as relações com as autoridades administrativas, incluindo questões como o uso e a posse das terras, a gestão do gado e a economia familiar. Porém, os estudos respeitantes ao meio físico do pastoralismo são escassos (Gomes, 2013). Alguns desses estudos abrangem principalmente aspectos ecológicos, nomeadamente a degradação das terras e a desertificação e ultimamente, os aspectos relacionados com as alterações climáticas (Lourenço, 1992; Carvalho, 1999,). São, assim, limitadas as informações detalhadas e rigorosas sobre a avaliação da disponibilidade e gestão dos recursos de terras em que

as sociedades estão associadas ao pastoreio extensivo, que possibilitem uma abordagem explícita do futuro dos sistemas de transumância no continente africano.

Neste contexto, afigura-se ser crucial, por um lado, avaliar os recursos naturais disponíveis na área de pastorícia extensiva no Sudoeste de Angola, bem como as possíveis formas de assegurar a sustentabilidade desse sistema e o desenvolvimento de serviços às populações que dele dependem. Por outro lado, é fundamental identificar, compilar e recolher informação sobre o sistema que permitam basear o desenvolvimento de políticas de contexto para o bem-estar das populações.

Objectivos

De acordo com considerações anteriores e atendendo à importância do pastoralismo no continente africano, o conhecimento e a avaliação dos recursos de terras é de extrema importância para melhor adequar o sistema de pastoreio extensivo em transumância e melhorar o modo de vida das respectivas comunidades, em particular na Província do Namibe, onde o pastoreio extensivo é praticado pelos pastores *Kuvalés*. Assim o presente estudo, considerando as metodologias de avaliação das terras de pastoreio extensivo implementadas pela FAO (1991), visa especificamente:

- I. Analisar a disponibilidade e distribuição espacial dos recursos de terras utilizadas no sistema de pastoreio extensivo no Sudoeste de Angola, alargando a capacidade de aplicação das metodologias actuais de inventariação e de avaliação dos recursos de terras no País;
- II. Contribuir para a análise da sustentabilidade e o futuro do sistema de uso das terras pelo sistema de transumância, no âmbito dos respectivos condicionalismos ecológicos e sócio-económicos;
- III. Disponibilizar as bases que permitam melhor fundamentação para o desenvolvimento de políticas e decisões sobre o desenvolvimento sustentado das regiões do Sudoeste de Angola;
- IV. Contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre os sistemas de pastoreio extensivo em África.

O presente trabalho abrangeu várias actividades inerentes ao estudo das terras, incluindo recolha, organização, processamento, interpretação e análise de dados do meio biofísico e do contexto socioeconómico, com a finalidade de avaliar as terras associadas a um sistema de pastoreio extensivo, a transumância. Foram integradas informações com uma abrangência multidisciplinar das ciências agrárias e ambientais. - No presente Capítulo é apresentado o enquadramento do estudo, abordando-se a problemática das terras, com particular incidência sobre as terras das regiões áridas; no segundo Capítulo são apresentados os conceitos e bases das metodologias de avaliação das terras, no terceiro é descrita a área de estudo, no quarto abordam-se as diferentes metodologias utilizadas, no quinto Capítulo são apresentados os resultados o sexto Capítulo é dedicado às considerações gerais e, finalmente, o sétimo Capítulo às conclusões do estudo.

2

AVALIAÇÃO DAS TERRAS

A avaliação da terra para fins agrários, só tomou expressão no início do século passado com o desenvolvimento da Pedologia e da Cartografia de Solos, como ciências autónomas e com princípios próprios, na altura em que a avaliação dos solos e a avaliação da terra ganharam uma perspectiva puramente territorial (Constantini, 2009). Nos últimos 30 anos, verificaram-se naturalmente alterações de conceitos e definições de avaliação da terra:

- ❖ A avaliação da terra, segundo a FAO (1976), diz respeito à apreciação do desempenho da mesma quando utilizada para fins específicos. Essa avaliação compreende a execução e a interpretação de dados cartográficos de base respeitantes ao clima, aos solos, à vegetação e a outros atributos das terras em termos dos requisitos de tipos de uso alternativos da terra. Para satisfação das necessidades do planeamento, a amplitude dos tipos de uso considerados deve ser restringida aos que são relevantes no contexto biofísico, económico e social da área em consideração e as respectivas comparações devem incluir aspectos económicos.
- ❖ Pouco depois, Dent & Young (1981) ampliam essa definição, considerando que a avaliação da terra é o processo de estimar o potencial da terra para tipos de uso alternativos e inclui os usos de índole produtiva (tais como a produção agrícola, a produção pecuária e a produção florestal) concomitantemente aos usos associados a bens e serviços tais como a água, o recreio, o turismo, a biodiversidade e outros benefícios.

A avaliação da terra consiste num processo de estimativa do desempenho da terra quando é submetida ao uso para um fim específico, o que envolve a execução e a interpretação de reconhecimentos de campo e de estudos das formas de clima, do relevo, de solos, da vegetação e de outros aspectos da terra com a finalidade de identificar e comparar tipos promissores do uso da terra em termos aplicáveis aos objectivos da avaliação (FAO, 1985).

2.1 – OBJECTIVOS DA AVALIAÇÃO DA TERRA

O objectivo da avaliação da terra abarca o estudo do desempenho das terras no seu estado actual e os efeitos das mudanças que nelas se operam, quando são submetidas a um uso alternativo. Qualquer que seja o propósito, essa avaliação tem em consideração os aspectos económicos, as consequências para a população da área e do país a que diz respeito, bem como as consequências benéficas ou adversas para o ambiente (Calzolari *et al.*, 2009).

Com a implementação do processo de avaliação da terra pretende-se compatibilizar os requisitos de cada tipo de uso potencial da terra com as características e qualidades da mesma. Um dos aspectos fundamentais da avaliação da terra consiste na previsão das consequências das mudanças. Assim, a avaliação da terra apenas se justifica quando se prevêem mudanças no tipo de uso ou na introdução de novas tecnologias e sistemas de gestão (Dent & Young, 1981; FAO, 1999).

Inicialmente, a avaliação das terras restringia-se à avaliação do potencial das mesmas para a agricultura e a abordagem dos aspectos ambientais limitava-se aos critérios utilizados na determinação da aptidão das terras para um determinado tipo de uso (FAO, 1995). Nos anos 1970s (UNFPA, 2010) do século passado, surgiram preocupações à escala global relativamente à capacidade do planeta alimentar a população em crescimento e, ao mesmo tempo, preservar os seus recursos naturais e garantir a qualidade do ambiente. Assim, emergiram fortes preocupações, nomeadamente com as terras submetidas a sobre-utilização e degradadas, que quando situadas nas regiões áridas conduzem à desertificação (Dregne, 1986; Ravi, 2010), encontrando-se esta também associada ao agravamento das questões ambientais que hoje em dia são consideradas cruciais: o aquecimento global e as alterações climáticas (FAO, 2009; Pretty *et al.*, 2011).

2.2 – CONCEITOS DE BASE NA AVALIAÇÃO DA TERRA

Os conceitos e a terminologia utilizados na avaliação da terra apresentados a seguir estão praticamente padronizados e são consensuais na maior parte dos documentos que tratam da matéria (FAO 1976, 1991; Dent & Young, 1981; Calzolari *et al.*, 2009).

O conceito de *terra* é mais abrangente do que o de solo, na medida em que também diz respeito ao meio em que este se insere.

O uso da terra (*land use*) é o conjunto de actividades realizadas sobre a terra, com o propósito de obter bens e serviços. O uso da terra caracteriza-se pela organização de actividades e investimentos para produzir, modificar ou preservar um determinado tipo de cobertura da terra (*land cover*) (Di Gregorio & Jansen, 2000).

Os tipos principais de uso da terra (*major kinds of land use*) compreendem extensas divisões do território em uso rural (agricultura de regadio ou sequeiro, pastagens naturais ou melhoradas, exploração florestal, silvopastorícia) bem como em uso não rural (urbanos e industriais) – (FAO, 1976, 1991).

Os tipos de utilização da terra (*land utilization types*) correspondem a usos específicos e são descritos com maior detalhe e precisão do que os tipos genéricos, em conformidade com o propósito dos estudos.

As *características da terra* são atributos da terra utilizados para medir ou estimar as *qualidades da terra*. Delas são exemplo: o declive, a textura do solo, a capacidade utilizável de água do solo, a biomassa da vegetação, etc.

As *qualidades da terra* são atributos complexos que actuam de uma forma distinta, entre si, no respeitante á influência sobre a aptidão para um tipo específico de uso. Entre as qualidades da terra podem indicar-se, por exemplo, os riscos de erosão, o regime de temperatura, o índice de fertilidade do solo, o valor nutritivo das pastagens, a acessibilidade de máquinas e animais, etc.

O conceito de avaliação da terra (*sensu* FAO, 1976) distingue-se claramente de outros que também envolvem a avaliação das terras, designadamente o subjacente à

Classificação da Capacidade da Terra (*Land Capability Classification* - Klingbiel & Montgomery, 1961) e à *Canada Land Inventory Agriculture Capability* (DFRD, 1960). O conceito de “capacidade da terra” (*land capability*) não está relacionado com uma cultura ou sistemas e práticas culturais específicas; consiste num sistema de avaliação de potencialidades e limitações relativamente à produção sustentada de sistemas de uso comuns, considerando nomeadamente os riscos da degradação dos solos pela erosão hídrica. O sistema tem sido considerado útil no ordenamento de uso da terra e na identificação da necessidade de investimento em práticas de uso e gestão da terra conducentes à atenuação da erosão do solo (Dent & Young, 1981; Brady & Weil, 2008). A aptidão da terra, por seu turno, diz respeito à adequação de uma determinada área para um tipo de uso específico (FAO, 1976).

O termo aptidão da terra é entendido como a aptidão da terra para um uso específico da mesma. O termo vocação da terra, é em certa medida sinónimo de aptidão de uso, embora o termo “vocação” também tenha uma conotação “positiva” que não está necessariamente incluída no termo “aptidão”, frequentemente baseada no conceito “limitação de uso”. O termo vocação provém de um contexto puramente agronómico e abarca as particularidades do enquadramento ambiental do solo, determinantes do sucesso qualitativo e produtivo de uma cultura (Calzolari *et al.*, 2009).

A avaliação da terra (FAO, 1976) também deve ser diferenciada da avaliação da terra para fins comerciais (*valuation*), que diz respeito à estimativa monetária ou de valor de “mercado” (FAO, 1999).

2.3 – EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA TERRA

O sistema da FAO (1976) é, ainda hoje, a principal referência da avaliação da terra a nível mundial, que serviu de base para a elaboração das directivas (*guidelines*) para diferentes tipos de uso das terras, implementadas em muitos países, sem que fosse necessário fazer alterações profundas à metodologia geral. Desde que foi divulgado o sistema de avaliação da terra da FAO, em 1976, ocorreram importantes inovações tecnológicas que facilitaram a implementação dos seus princípios. O uso em grande

escala dos sistemas de informação geográfica (SIG) influenciou fortemente os procedimentos metodológicos da avaliação da terra (FAO, 2007). Com efeito, o recurso aos sistemas de informação geográfica (SIG) facilitou o armazenamento e a análise espacial de dados. Actualmente, as bases de dados informatizadas e os programas de modelação, possuindo interface com os SIG, facilitam a avaliação da terra e a análise de cenários alternativos que podem ser apresentados como mapas. Esta capacidade gráfica possibilita a rápida e expedita informação dos resultados da avaliação da terra em formatos úteis para apoiar as tomadas de decisão em vários níveis administrativos ou técnicos (George, 2009).

A evolução histórica dos sistemas de avaliação da terra encontra-se em vários documentos (Rossiter, 1996; FAO, 2007; Calzolari, 2009; George, 2009). Historicamente, podem ser distinguidos três grandes períodos no desenvolvimento da avaliação da terra: antes da divulgação do sistema de avaliação da terra da FAO (1976), o período amplamente influenciado por este sistema e o período dos desenvolvimentos mais recentes (FAO, 2007).

2.3.1 – Avaliação e Classificação da Terra Antes do Sistema FAO

Antes do sistema da FAO (1976) destacam-se os sistemas americanos, designadamente o Sistema de Classificação da Terra para a Irrigação, do Gabinete de Recuperação do USBR (USBR, 1951), a Classificação da Capacidade da Terra⁴ (*Land Capability Classification* do USDA; Klingbiel & Montgomery, 1961), a Classificação da Capacidade de Fertilidade do Solo de Buol *et al.* (1975), modificada por Sanchez *et al.* (1982) e revista e actualizada por Sanchez *et al.* (2003).

Origem e Natureza do Sistema FAO

A avaliação da terra foi motivada pela necessidade de avaliar de maneira racional o desempenho da terra quando é utilizada para fins específicos. Nos anos 1970s muitos países criaram os seus próprios sistemas de avaliação. Na sequência colocaram-se dificuldades na troca de informações e sentiu-se uma necessidade premente de

⁴ A sua parcial aplicação em Portugal (não foram consideradas as condições climáticas) deu origem à denominada Capacidade de Uso dos Solos de Portugal (SROA, 1972).

debates internacionais para se alcançar alguma padronização. Assim, a partir de 1972, por iniciativa da FAO, foram criadas comissões especializadas e organizados encontros internacionais que conduziram à elaboração do primeiro esboço do sistema FAO em 1973 e a geração da versão definitiva 1976, que até hoje é considerado a principal referência internacional da avaliação das terras.

O sistema FAO (1976) formulou seis princípios: (i) a aptidão da terra é avaliada e classificada no respeitante a um tipo de uso específico, (ii) a avaliação pressupõe a comparação entre os benefícios obtidos e os inputs necessários para os diferentes tipos de terras, (iii) o processo de avaliação pressupõe uma abordagem multidisciplinar, (iv) a avaliação deve ser **feito** nos termos do contexto biofísico, económico, social e político da área em consideração, (v) a avaliação é respeitante ao uso numa base sustentável e, (vi) a avaliação envolve a comparação de mais do que um tipo de uso.

O sistema FAO definiu conceitos (ponto 2.2), métodos e procedimentos (ponto 2.4) e proporcionou com detalhe os factores ou qualidades das terras na avaliação das terras para os diferentes tipos de usos. Com o objectivo de classificar a capacidade produtiva supra-nacional, as bases de dados do clima e os inventários dos recursos de terras foram combinadas nas zonas agro-ecológicas e os aspectos sócio-económicos foram abordados nas directrizes (*guidelines*) referidas a seguir.

2.3.2 – Sistemas de Avaliação da Terra Posteriores ao Sistema FAO

Em geral, o sistema da FAO (1976) para a avaliação da terra tem sido o principal procedimento utilizado para abordar o planeamento do uso terra a nível local, regional e nacional. Subsequentemente ao sistema FAO (1976) foram produzidas as directrizes (*guidelines*) para a avaliação da terra de agricultura de sequeiro (FAO, 1983), de florestas (FAO, 1984), de agricultura de regadio (FAO, 1985) e de terras montanhosas (Siderius, 1986). Posteriormente, na década de 90, foram publicadas as directrizes para a avaliação da terra de pastoreio extensivo (FAO, 1991) e para o planeamento do uso das terras (FAO, 1993). Além disso, o sistema FAO teve influência noutras metodologias cuja base é essencialmente agro-ecológica, que se referem a seguir:

A - Interpretação da Cartografia dos Solos e Produtividade das Culturas

Classificação da capacidade da fertilidade (Sanchez *et al.*, 1982) trata-se de um sistema técnico de classificação centralizado nas propriedades físicas e químicas do solo que são importantes para a gestão da fertilidade;

Índices de produtividade (Sys *et al.*, 1991b) são índices multiplicativos associados às propriedades da camada superficial do solo que são utilizadas na ponderação dos solos relativamente à produtividade das culturas (ex. pH, densidade aparente do solo);

Estimativas do potencial do solo (*soil potential ratings*) são classes que indicam a qualidade relativa de um solo quando é comparado com outro solo da mesma área (Beatty *et al.*, 1979);

Avaliação da aptidão para estimativa de um sítio (*site assessment*) (LESA) é utilizada na abordagem para estimar a qualidade relativa dos recursos de terra baseados na estimativa de propriedades mensuráveis (USDA, 1983).

B - Combinação da Avaliação da Terra com Sistemas de Análise de Culturas

Avaliação da terra e análise de sistemas culturais (LEFSA) foi o primeiro método utilizado para estabelecer a relação entre os sistemas de cultivo e os sistemas pecuários para os tipos de uso georreferenciados (Fresco *et al.*, 1992);

Gestão sustentável da terra (SLM) associa tecnologias, políticas e actividades com o propósito de integrar princípios sócio-económicos e ambientais em simultâneo (Dumanski & Smyth 1994);

Sistema de avaliação da gestão sustentável da terra (FESLM) concebido como sistema internacional para analisar a sustentabilidade e apoiar as análises da sustentabilidade, através de uma série de etapas lógicas e cientificamente poderosa (FAO, 1995).

C - Zonagem Agro-Ecológica

A metodologia da ZAE foi o primeiro exercício de aplicação da avaliação da terra à escala de um continente e constituiu uma forma de dar resposta à crescente pressão demográfica a nível mundial sobre os recursos agrários. As primeiras *guidelines* da ZAE foram publicadas em 1996 (FAO, 1996). O rápido desenvolvimento nas tecnologias de informação abriu caminho à criação de múltiplas bases de dados globais, cada vez mais detalhadas, que deram lugar à primeira ZAE global (FAO & IIASA, 2000). A partir daí, as avaliações da ZAE global à escala continental passaram a ser efectuadas em períodos com intervalos de poucos anos. Em cada actualização do sistema, os assuntos tratados e o volume da base de dados e os resultados multiplicaram-se, originando terabytes de dados que cobrem as áreas temáticas de recursos naturais, agro-climáticos, aptidão e produtividade de culturas e estimativas de rendimentos.

Numa iniciativa conjunta entre a FAO e o Instituto Internacional para a Análise de Sistemas Aplicados (IIASA) do Luxemburgo foram efectuadas três publicações da Zonagem Agro-ecológica Global (Global Agro-ecological Zones, GAEZ). Merece destaque a primeira publicação, designada GAEZ CD-ROM 2000 (FAO & IIASA, 2000), que é uma base de dados com uma matriz de células latitude/longitude de 5'. O conteúdo de cada uma das células estabelece um *link* com a Base de Dados Digital do Mundo da FAO/UNESCO e nas tabelas de atributos associadas constam dados de declive e da cobertura da terra. O *output* é constituído por bases de dados com mapas agro-climáticos à escala nacional e regional. Na segunda publicação, denominada Avaliação Agro-ecológica Global para a Agricultura no Século XXI, Metodologia e Resultados (FAO & IIASA, 2002), os dados estão estruturados numa matriz semelhante à da base de dados anterior e cada uma das células contém dados da avaliação de 28 culturas possíveis, com cenários de três níveis de inputs. A versão 3 da GAEZ, designada Portal de Dados GAEZ (FAO *et al.*, 2012) pode ser acedida pelo público através da internet. Trata-se de uma base de dados de grande dimensão e de elevada complexidade, sendo composta por mapas de vários terabytes com resolução de 5 arcos-minuto que estão agregados a tabelas com dados globais, nacionais (ao nível

das divisões administrativas de cada país) e regionais. As mais importantes bases de dados espaciais para o clima, solos e terreno são utilizadas para compilar os inventários dos recursos de clima com expressão agronómica, incluindo os regimes de humidade e térmicos no espaço e no tempo. Na Figura 2.1 representa-se a estrutura global da GAEZ.

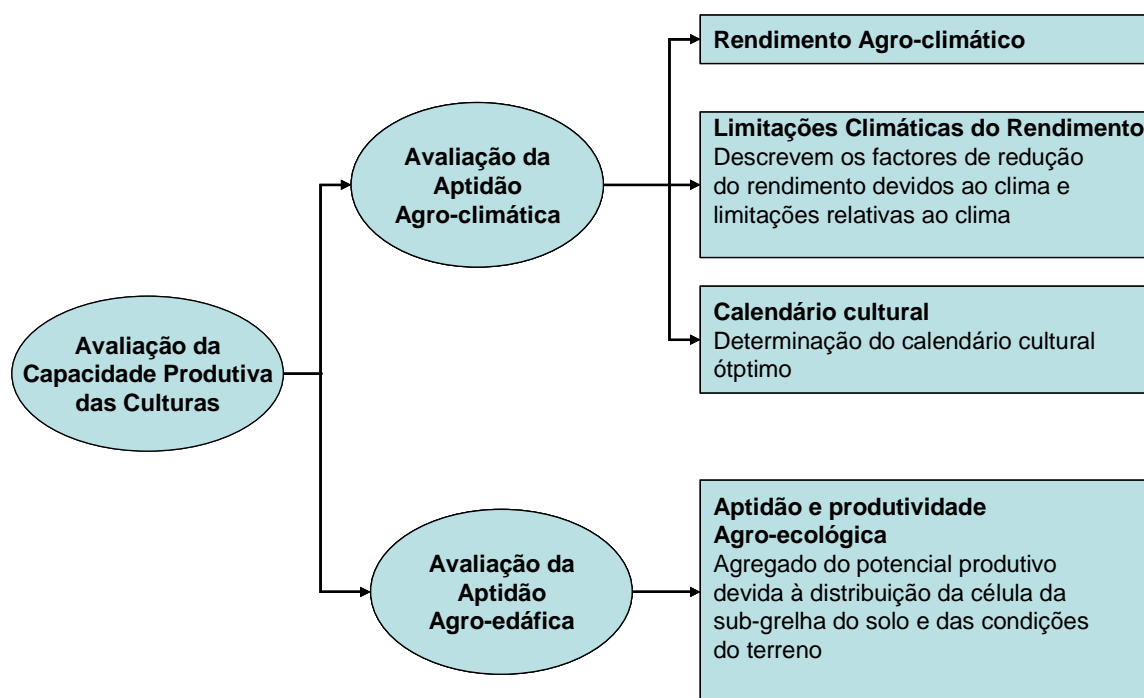


Figura 2.1 – Representação esquemática da Zonagem Agro-Ecológica Global (FAO & IIASA, 2012).

Em Angola, a metodologia de zonagem agroecológica foi implementada em trabalhos como o de 200.000 km² do território nas regiões cafeeícolas (Diniz & Aguiar, 1998), o da Zonagem Agro-Ecológica da Huila (Aguiar, 1978) e, mais recentemente, o da província do Kwanza Sul (Raposo, 2000).

D - Sistemas de Avaliação da Terra Computorizados e Sistemas de Informação Geográfica

Desde a publicação do sistema da avaliação da terra (FAO, 1976), ocorreram importantes inovações tecnológicas que favoreceram a implementação dos seus princípios. O uso em grande escala dos sistemas de informação geográfica (SIG) influenciou fortemente os procedimentos metodológicos da avaliação da terra (FAO, 2007). Com efeito, o recurso aos sistemas de informação geográfica (SIG) facilitou o armazenamento e a análise espacial de dados.

Alguns sistemas de avaliação da terra computadorizados utilizam modelos estatísticos e analíticos aplicados ao uso da terra enquanto outros utilizam métodos de avaliação qualitativa do impacto baseados em asserções e regras periciais (*expert rules*). As tecnologias de Geo-informação geraram os meios para satisfazer a procura de dados espaciais quantitativos sobre os recursos de terras. Apresenta-se a seguir uma listagem dos principais sistemas automatizados para avaliação da terra:

ALES (*Automated Land Evaluation System*) (Rossiter, 1990), que foi implementado a várias escalas desde o nível de país, província e região.

MicroLEIS (De la Rosa *et al.*, 1992) para os climas do Mediterrâneo, o sistema ILWIS criado pelo *International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences* (ITC).

APT (*Agricultural Planning Toolkit*). Um sistema baseado em unidades cartográficas, com abordagem em regras e asserções periciais; ILWIS – *Integrated Land and Water Information System*, desenvolvido pelo Instituto de Prospecções Aeroespaciais e Ciências da Terra (*International Institute for Aerospace Surveys and Earth Sciences*) da Holanda (ITC, 1988).

Além dos sistemas já referidos existem outros sistemas como: ECOCROP – *The Crop Environmental Requirements Database* (FAO, 2004b); SOLUS - *Sustainable options for Land Use* (Bouma *et al.*, 1998); ISLE – *Intelgent System for Land Evaluation* (Tsoumakas & Vlahavas, 1999); CYSLAMB – *Crop Yeld Simulation on Land*

Assessment Model for Boswana (Tersteeg & Radcliffe, 1994); LEACHM - *Pesticide Leaching Model* (Hutson & Wagenet, 1992).

E - Utilização de Meios de Observação da Terra na Avaliação da Terra

Os avanços verificados na natureza e na análise de imagens de satélite têm proporcionado novas fontes de dados e técnicas para actualizar a informação sobre a cobertura da terra e a monitorização das transformações decorrentes da actividade humana no Globo (Jensen, 2005). Em países como Angola, em que os dados de cobertura da terra escasseiam em qualidade e quantidade, a utilização de dados de detecção remota, incluindo fotografias aéreas e imagens de satélite pode ser muito vantajosa. Abrem-se novas perspectivas para a introdução e a intensificação do uso das novas tecnologias nos estudos para prever as transformações espaciais e temporais dos padrões de distribuição espacial do cobertura da terra.

2.3.3 – Os Desafios para o Futuro

O desafio na maior parte das aplicações dos recursos das terras prevalece na integração de abordagens centradas nas pessoas, métodos biofísicos e aspectos ambientais para alcançar o balanço entre a gestão e conservação dos recursos das terras para o uso futuro. Enquanto a participação dos interessados está a merecer mais atenção no planeamento e gestão dos recursos, os desenvolvimentos recentes da análise espacial e da ecologia da paisagem têm muito a contribuir na compreensão das ligações entre os recursos das terras e a gestão local e na monitorização da sustentabilidade da sua gestão. Precisa de ser desenvolvida uma metodologia combinando os reconhecimentos biofísicos e a modelação espacial com métodos participativos que possibilite incorporar os conhecimentos locais, as preocupações ambientais na avaliação das terras e modelos de recursos naturais.

2.4 – AVALIAÇÃO E PLANEAMENTO DO USO DA TERRA

2.4.1 – Procedimentos Gerais na Avaliação da Terra

O desenvolvimento das actividades do processo de avaliação da terra depende da metodologia de avaliação e da abordagem escolhidas. Podem resumir-se nas seguintes etapas: (i) consultas iniciais, inerentes aos objectivos da avaliação e aos dados e pressupostos em que se baseia, (ii) descrição dos tipos de uso a serem considerados e identificação dos respectivos requisitos, (iii) descrição das unidades cartográficas das terras e das qualidades que lhes são inerentes, (iv) comparação dos tipos de uso com os tipos de terras disponíveis, (v) análises económicas e sociais, (vi) classificação da aptidão das terras e (vii) apresentação dos resultados. Na Figura 2.1 apresenta-se o esquema geral destas actividades na avaliação da terra.

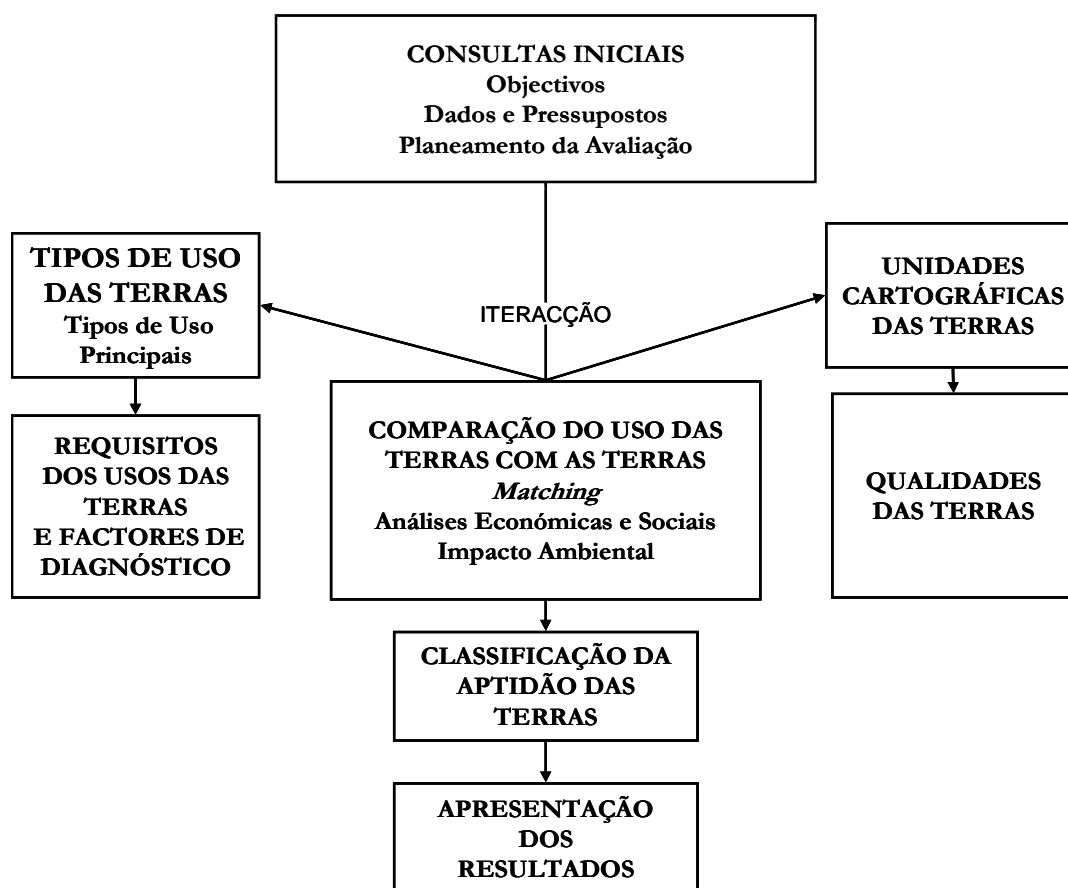


Figura 2.2 – Representação esquemática das actividades na avaliação da terra (FAO, 1976).

2.4.2 – Métodos de Avaliação da Terra

Existem vários métodos de avaliação da terra com diferentes origens conceptuais e utilizando diferentes técnicas. O Manual de Métodos para Avaliação de Solos e da Terra (*Manual of Methods for Soil and Land Evaluation*) (Constantini, 2009) refere os autores que se dedicaram à sistematização dos tipos e à lógica da avaliação da terra. Consoante a apresentação dos resultados, os métodos de avaliação da terra podem ser considerados **qualitativos, semi-quantitativos e quantitativos (físicos e económicos)**.

Os **métodos qualitativos** consistem na descrição da aptidão para quatro níveis hierárquicos: ordem, classe, subclasse e unidade. As **avaliações qualitativas** são normalmente efectuadas à escala de reconhecimento ou de reconhecimentos preliminares nos trabalhos mais detalhados. Em geral, os resultados da avaliação qualitativa permanecem válidos por muitos anos ou até ao momento em que forem introduzidas inovações tecnológicas importantes.

Alguns métodos utilizam dados qualitativos que são ponderados separadamente e combinados para se obter um resultado numérico. A avaliação semi-quantitativa é mais frequente; para o efeito considera-se uma cultura de referência e as classes de avaliação estabelecidas são expressas em intervalos de percentagem da produção pretendida (Calzolari *et al.*, 2009). Os **métodos paramétricos ou aritméticos** são uma abordagem semi-quantitativa na medida em que se situam, em certa medida, entre os métodos qualitativos baseados em análises periciais e os métodos quantitativos baseados em modelos matemáticos. Os métodos paramétricos podem ser classificados como **aditivos** ou **multiplicativos**, consoante a operação que se utiliza nas ponderações de cada uma das características da terra.

Os **métodos quantitativos**, em geral, são utilizados para servir de base às avaliações económicas. Efectuam-se com dados mensuráveis, obtidos a partir de reconhecimentos de campo e colhidos por amostragem representativa das condições ambientais. Na **avaliação quantitativa física** é estimada a produção ou outros benefícios esperados. Neste caso, é necessário estimar os gastos em termos quantitativos, mas os aspectos

económicos são incluídos apenas como informação de referência. Na **avaliação económica** incluem-se despesas e receitas, prejuízos e ganhos de um empreendimento para um determinado tipo de uso da terra. É um processo imprescindível na avaliação dos projectos e na tomada de decisões relativas ao planeamento do investimento privado.

Os tipos de avaliação da terra podem ainda ser classificados como actuais ou potenciais. A classificação da **aptidão actual** refere-se ao valor da terra no seu estado actual, quando não tenha merecido investimentos importantes. Todavia, podem ser considerados pequenos investimentos na especificação dos tipos de utilização das terras. A classificação da **aptidão potencial** diz respeito ao valor da terra no futuro, após investimentos importantes.

A **modelação** pode ser considerada um método quantitativo quando é sustentada por uma quantidade suficiente de dados fiáveis. A modelação tem sido impulsionada pela evolução nas áreas da informática, registando-se avanços significativos na avaliação quantitativa da terra. O processamento automatizado dos dados permite, nos casos mais complexos, avaliar vários usos das terras interdependentes. Segundo Rossiter (1996), atendendo a que a avaliação da terra é o processo de estimar o uso potencial com base nos seus atributos, vários modelos analíticos têm sido concebidos para efectuar essas estimativas em termos qualitativos ou quantitativos, funcionais ou mecânicos (*mechanistic*) e específicos ou gerais. Nas aplicações da modelação físico-matemática na avaliação da terra (Calzoari *et al.*, 2009), os modelos podem ser enquadrados em dois grupos: estatísticos ou empíricos, determinísticos e dinâmicos. Estes recorrem, entre outras, a técnicas de apoio à decisão (*decision support*), análises multicritério (*multi-criteria*) e programação linear.

2.4.3 – Avaliação da Terra

A avaliação da terra é efectuada, com frequência, em resposta à constatação da necessidade de mudanças nas formas como as terras estão a ser usadas no presente. As informações e recomendações resultantes da avaliação da terra, constituem apenas uma das múltiplas componentes do processo de planeamento do uso das terras. Na

realidade, o processo de planeamento do uso das terras pode servir para uma selecção preliminar das opções do uso que deverão ser consideradas na avaliação da terra.

A implementação de um processo de planeamento integrado do uso das terras para a gestão sustentada dos respectivos recursos, assenta em seis pilares (FAO, 1993): (i) objectivos claramente definidos, (ii) identificação dos actores (*stakeholders*) e dos seus diferentes objectivos, (iii) ambiente favorável para as políticas de regulamentação, (iv) regulamento de uso e posse da terra, instituições fortes, (v) base objectiva para debate e (vi) adopção de procedimentos adequados no uso das terras.

Existem vários métodos de planeamento do uso das terras que podem ser adequados a diferentes escalas e níveis de detalhe, e o interesse comparativo pode variar em função do ambiente físico, sócio-económico e político. Na Figura 2.1 apresenta-se um esquema de planeamento do uso das terras.

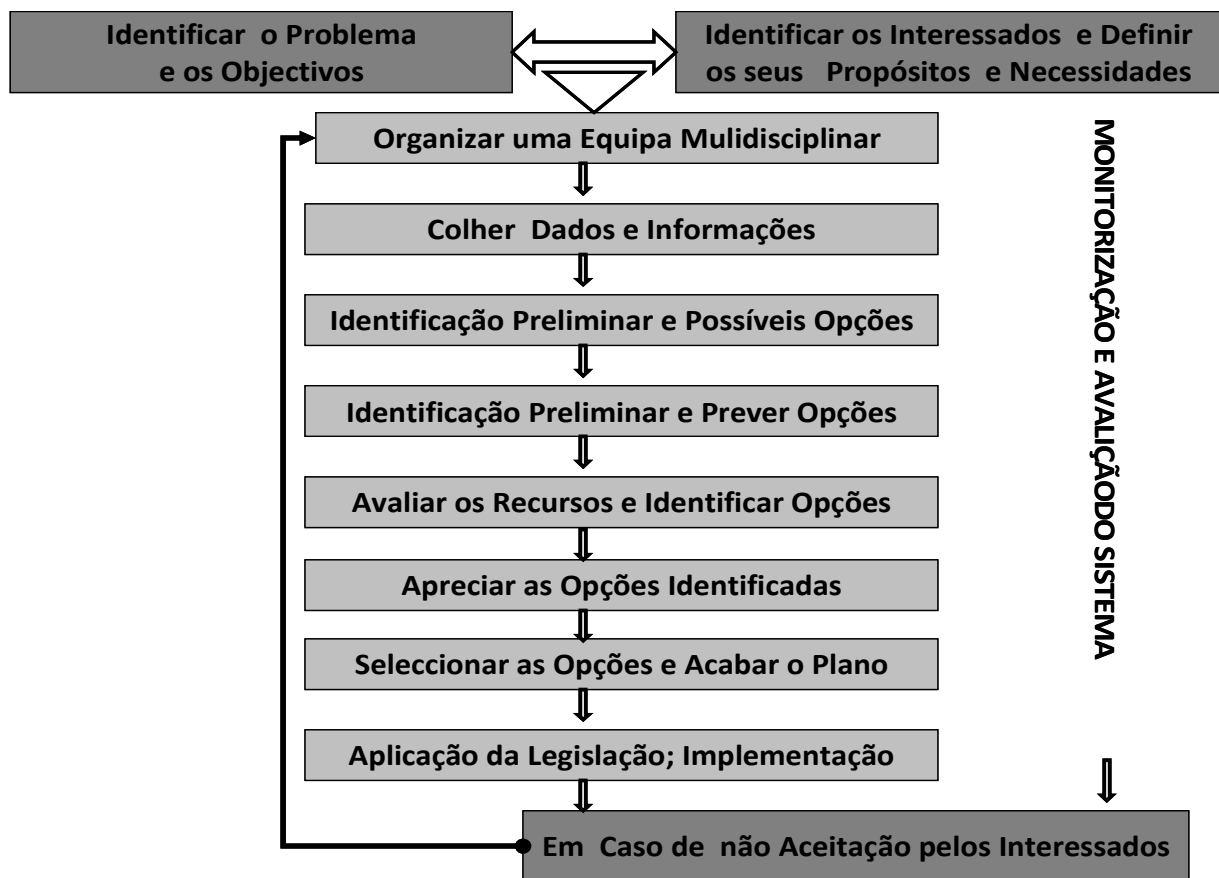


Figura 2.3 – Esquema geral do planeamento do uso das terras (FAO & UNEP, 1999).

2.4.4 – Aptidão da terra

Aptidão da terra é a adaptabilidade de um tipo de terra a um tipo de uso definido. O processo de classificação da aptidão consiste em avaliar e agrupar áreas específicas em termos da sua aptidão para usos definidos (FAO, 1976; Dent & Young, 1981). A classificação da aptidão depende dos objectivos da avaliação que podem ser estabelecidos com base em critérios físicos ou económicos. Os critérios físicos baseiam-se, essencialmente, na influência que os factores físicos exercem sobre a produção e as avaliações económicas na estimativa do valor económico das terras.

O conceito mais alargado da aptidão da terra inclui também as análises dos serviços prestados pela terra que são valorizados pela sociedade. Entre esses serviços podem considerar-se, por exemplo, o sequestro do carbono, a biodiversidade, a qualidade da água e o valor da paisagem. Os mesmos necessitam de ser avaliados e monitorizados através de indicadores agro-ambientais adaptados a cada uso específico da terra (FAO, 2007).

Na abordagem da aptidão das terras segundo a metodologia do *Framework* (FAO, 1976), os pressupostos são diferentes dos que são adoptados no sistema de classificação da capacidade da terra (Klingbiel & Montgomery, 1961). O sistema de Classificação da Capacidade da Terra (CCT) permite avaliar os usos apropriados dos vários tipos de terra, identificando sistemas de uso e práticas de gestão que minimizem a degradação da terra, por exemplo em consequência da erosão (Brady & Weil, 2008). O sistema de CCT baseia-se em dois conceitos básicos, o de “capacidade” e o de “limitações”: **capacidade** é o potencial da terra para o uso de diferentes formas, com práticas de gestão específicas; **limitações** são características da terra que têm um efeito adverso sobre a capacidade da terra. Consideram-se *limitações permanentes* as que não podem ser alteradas sem proceder a investimentos substanciais na terra como a profundidade do solo, declive, a susceptibilidade às inundações, etc. As *limitações temporárias* são as que podem ser corrigidas ou atenuadas através de sistemas de gestão da terra. São ainda considerados os seguintes pressupostos: a avaliação diz respeito a um conjunto de actividades agrícolas possíveis num território considerado e não a uma cultura em particular; não são considerados os factores económicos e

sociais; o conceito de limitação (sub-classe) está ligado à flexibilidade agrícola no sentido de que ao aumento do grau de limitação corresponde a diminuição das possibilidades de usos agro-pastoris ou silvícolas; as limitações consideradas são as que são permanentes e não as que são temporárias e que podem ser resolvidas com melhoramentos substanciais tais como a drenagem temporária ou a fertilização; o conceito de “dificuldades de gestão” abrange os sistemas e medidas de conservação necessárias para que o uso do solo não provoque a perda da fertilidade ou a degradação do mesmo; a avaliação tem como referência um nível de gestão média a elevada mas no geral é acessível a todos os agricultores (Constantini, 2009).

A CCT utiliza três categorias hierárquicas: classe, subclasse e unidade. Cada classe de capacidade é um grupo de subclasses de capacidade com o mesmo grau relativo de limitações ou riscos (Dent & Young, 1981). As classes, num total de oito, estão baseadas no número e severidade das suas limitações. A primeira (Classe I), por exemplo, corresponde a áreas com solos com poucas ou sem limitações no seu uso para a agricultura que suportam os vários tipos de culturas praticadas no território e que não precisam de medidas de conservação; pelo contrário, a última (Classe 8) corresponde a áreas que não devem ser usadas para qualquer tipo de produção comercial; podem, porém, ser utilizadas para recreio, vida selvagem, conservação, abastecimento de água ou fins estéticos.

Os termos **capacidade** e **aptidão** não são o mesmo mas têm sido confundidos com frequência ou considerados idênticos (McRae & Burnham, 1981). A aptidão é utilizada para uma produção específica, por exemplo, a produção de milho enquanto a capacidade é utilizada no sentido mais geral, como por exemplo para a agricultura ou desenvolvimento florestal. Segundo Dent & Young (1981), é pelo teste da utilidade prática no planeamento do uso da terra e gestão que qualquer sistema de avaliação da terra deve ser aceite ou recusado. Sob este ponto de vista, a avaliação da aptidão da terra é considerada de longe superior à classificação da capacidade da terra para muitos propósitos; de facto, esta é somente eficiente ao nível do planeamento da exploração agrícola e, por isso, ao nível de áreas muito restritas. A avaliação da terra adianta possibilidades de alternativas de mudanças de uso da terra se houver novas

mudanças ou de pormenor, apresenta as consequências das mesmas mudanças para cada parte da área abrangida e também dá indicações que contribuem para o planeamento, gestão e decisões sobre o investimento. Efectivamente, o método foi amplamente implementado e de maneira abrangente principalmente nos países em desenvolvimento e por isso, com o presente trabalho, pretende-se contribuir para as experiências que tiveram lugar no continente africano.

As metodologias da FAO (1976) para a avaliação da aptidão das terras, mais do que proceder à descrição de classes, definem um quadro global teórico para a classificação da aptidão (Rossiter, 1996). O sistema de avaliação da terra com base no *Framework* da FAO (1976) é considerado como o padrão em matérias de avaliação da terra (Dent & Young, 1981) na medida em que a sua aplicação, como referência universal, abrange desde estudos detalhados (escala 1/50.000 ou maior) às escalas mundiais como, por exemplo, a Zonagem Agro-Ecológica, que foi utilizada pela FAO em estudos de inventariação global com incidência, principalmente, nos países em desenvolvimento (George, 2009).

Aptidão da terra para o pastoreio extensivo

O *pastoreio extensivo* é um tipo de uso genérico que pela sua especificidade, ao incluir animais, difere dos tipos de uso da agricultura, o que implica algumas modificações às modalidades de avaliação da terra. Incluem-se nessa modalidade três tipos de uso da terra nomeadamente, o *pastoreio nómada*, a *transumância* e o *pastoreio sedentário*.

O *pastoreio nómada* consiste na movimentação contínua de manadas (de camelos, bovinos, caprinos, asininos e ovinos) por populações com modo de vida nómada.

A *transumância* consiste na movimentação das manadas entre duas ou mais áreas. O animais primeiro pastam nas áreas semiáridas ou nas montanhas, que têm estações de crescimento curtas devido às baixas precipitações e baixas temperaturas, e depois movimentam-se para as áreas mais húmidas ou que possuem invernos ou estações do ano mais húmidas e mais suaves no resto do ano.

No *pastoreio sedentário* os animais pastam nos campos de cultivo em que o restolho das culturas, arbustos e ervas das terras em pousio se encontram acessíveis.

Classificação da Aptidão para o Pastoreio Extensivo

O estabelecimento das classes de aptidão das terras pode ser feito de três formas (FAO, 1991): através das qualidades das terras; por intermédio das características das terras; e por uma abordagem mista com a utilização das qualidades das terras por intermédio da medição das características das terras.

De acordo com o *Framework* (FAO, 1976) a adopção de um ou outro procedimento acarreta vantagens e desvantagens que devem ser ponderadas em função dos dados disponíveis.

A estrutura que se apresenta no presente estudo foi extraída das directrizes da FAO (1991) para o pastoreio extensivo que está em linha com as metodologias adoptadas pelo *Framework* (FAO, 1976). Consideram-se quatro níveis ou categorias na classificação da aptidão das terras: *ordens*, *classes*, *subclasses* e *unidades*. Estas categorias hierárquicas de aptidão são avaliadas, separadamente para todos os níveis de detalhe de classificação, para qualquer tipo de uso da terra e para cada unidade cartográfica da terra da área de estudo (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Estrutura da classificação da aptidão das terras (FAO, 1976).

Ordem	Classe	Subclasse	Unidade
	S1		
	S2	S2r	S2r – 1, S2r – 2, etc.
		S2g	
S – Apto		S2u	
	S3		
	etc.		
N – Não apto	N1		
	N2		

Ordens de aptidão da terra – separam as unidades das terras avaliadas como aptas (S) das que não são aptas (N) para os tipos de uso considerados. As terras aptas são as que podem ser submetidas ao uso sustentável para o tipo de uso em consideração, sem provocar a degradação da terra. As terras não aptas têm limitações de tal modo acentuadas que não permitem o uso sustentado para o tipo em consideração. Nas avaliações quantitativas consideram-se dois níveis de terras não aptas: a classe N1 correspondente às terras não aptas no presente, mas que podem ser utilizadas caso sejam feitos investimentos; a classe N2 corresponde às terras permanentemente não aptas, pois as limitações são muito severas o que as torna impraticáveis para o uso em causa.

Classes de aptidão da terra – indicam o grau de aptidão. Normalmente utilizam-se três classes: S1, S2 e S3 que simbolizam aptidão elevada, aptidão moderada e aptidão marginal, respectivamente. A separação entre as classes é feita com base nos graus das limitações face aos requisitos de uso.

Subclasses de aptidão da terra – exprimem o grau de limitação dentro da mesma classe e são anotadas com uma letra minúscula. Não é estabelecido nenhum limite para o número de símbolos de subclasses que podem ser utilizados numa avaliação, em particular. Devido ao baixo grau das limitações, na classe S1 naturalmente não se consideram subclasses

Unidades de aptidão da terra – são subdivisões das subclasses que diferem umas das outras em aspectos de detalhe que podem ser, por exemplo, características de gestão.

Classificação da aptidão das terras para a transumância

As directrizes para o pastoreio extensivo (FAO, 1991) são, até ao presente, um dos principais documentos de referência no domínio da avaliação das terras para esse tipo de uso. Na elaboração dessas directrizes foi seguida a metodologia de classificação da aptidão da terra do sistema da FAO (1976), tendo sido introduzidos os ajustamentos necessários para se ter em conta as especificidades do uso da terra para o pastoreio extensivo (Constantini, 2009).

Segundo Dent & Young (1981) a esquematização conjunta das diferentes componentes de um tipo de utilização da terra está bem resumida pelo conceito de *sistema de uso da terra* que traduz o resumo da avaliação da aptidão e revela a interdependência das diferentes componentes. Aplica-se, assim, um tipo de uso específico a uma unidade cartográfica de terra (Figura 2.3).

Na avaliação da terra considera-se que cada tipo de uso da terra tem certos requisitos e cada unidade cartográfica tem certas qualidades da terra. Se forem feitos investimentos num tipo de uso da terra, o sistema de uso da terra resultante vai produzir bens e serviços e outros benefícios a partir da unidade da terra. Por isso, o sistema de uso da terra descreve um tipo uso específico praticado numa determinada superfície da terra (FAO, 1991). No caso do pastoreio extensivo, associado ao sistema de uso temos as entradas (*inputs*, por exemplo gado), a beneficiação dos terrenos (por exemplo, o melhoramento das pastagens) e as saídas (*outputs*, por exemplo carne e leite).

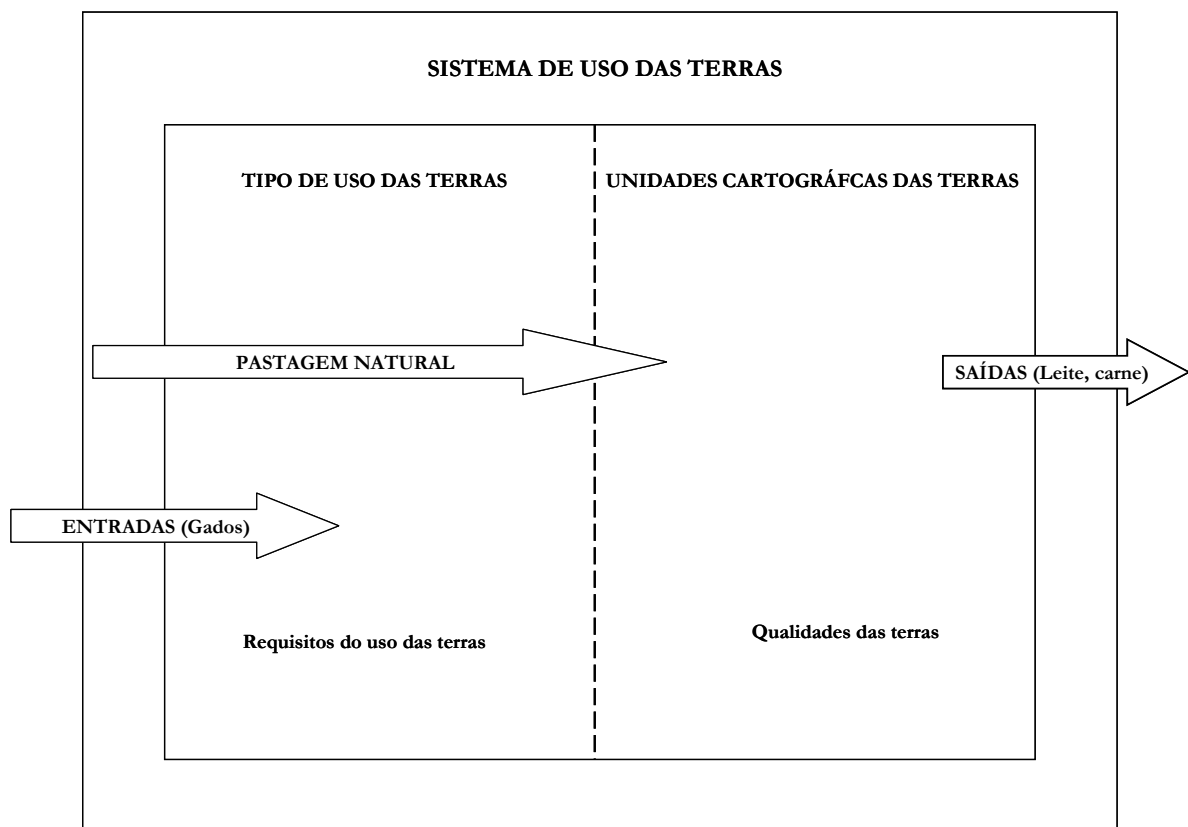


Figura 2.4 – Representação esquemática de um sistema de uso das terras (origem Dent & Young, 1991).

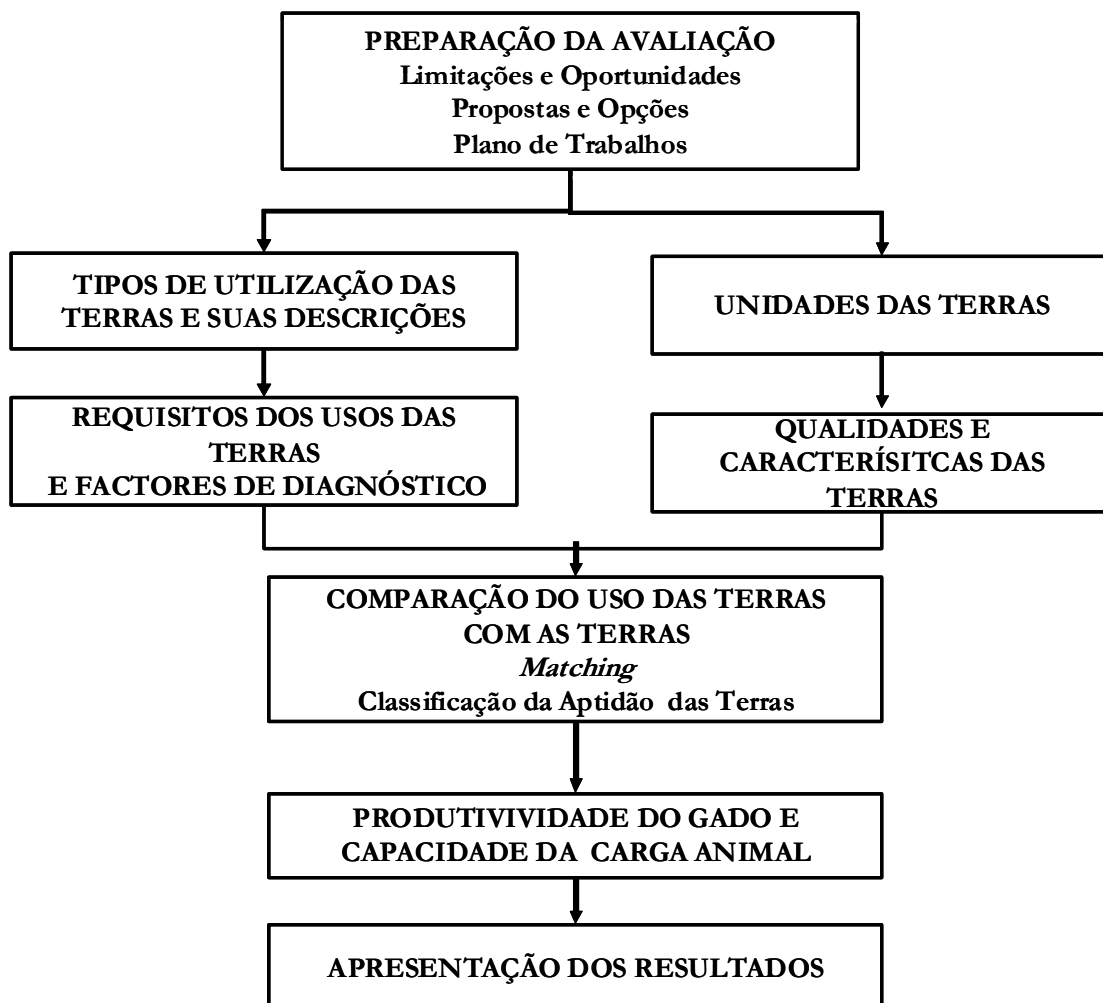


Figura 2.5 – Avaliação das terras para o pastoreio extensivo (FAO, 1991).

Ao contrário da produção agrícola e florestal em que a produção se mantém *in situ*, a avaliação para o pastoreio extensivo tem em consideração a produção do pasto, designada **produção primária**, e o gado que se alimenta dos pastos, que é a **produção secundária**. O pastoreio extensivo também difere da pecuária intensiva, porque nesta os animais alimentam-se de forragens e pastos cultivados e naquele apenas da vegetação natural (Figura 2.4).

A implementação com êxito da avaliação da terra para o pastoreio extensivo é uma condição para a execução de investimentos, devendo-se ter em conta que a maior

parte dos sistemas de posse da terra são comunitários (Bennett *et al.*, 2010). Por conseguinte, é pouco provável que haja indivíduos que invistam os seus próprios capitais no melhoramento de pastagens a não ser que existam garantias de retorno num certo período, principalmente se houver direitos exclusivos de uso para o pastoreio (Campbell *et al.*, 2000). No entanto, o pastoreio extensivo como forma de uso da terra tem baixa produtividade por unidade de área, o que implica reduzido interesse no seu melhoramento se este necessitar de investimentos substanciais, principalmente se não houver uma clara evidência de retorno associado ao sistema de gestão da terra previsto. Assim, só será considerado quando tiverem sido esgotadas as terras com potencial mais elevado (FAO-UNEP, 1999).

2.5. AVALIAÇÃO DA TERRA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

No processo de avaliação da terra a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de pastoreio extensivo deve ter em consideração o contexto político, sócio-económico e ambiental (Ayankunde *et al.*, 2001). No contexto actual, as questões ambientais assumem uma importante dimensão devido à incidência e impacto das alterações climáticas nesses ecossistemas (IPCC, 2007; Blench, 2001). Em África a degradação dos recursos de “terras secas” devido à desertificação, é uma das maiores causas e consequências da pobreza que ameaça o crescimento económico (Hulme *et al.*, 2001). As capacidades de produção dos pequenos agricultores e criadores tradicionais de gado têm sido seriamente afectadas pelas alterações climáticas e pela frequente ocorrência de eventos climáticos extremos, principalmente as secas repetidas (Munyao, 2010; MPIDO, 2012). Assim, para fazer face aos impactos e à vulnerabilidade, e/ou com apoio externo têm adoptado várias estratégias, de adaptação e mitigação (Bauer & Scholz 2010; Radulescu & Orășanu, 2011).

A África Austral tem atravessado períodos de desenvolvimento não sustentável pelo que a vida das populações, bem como as perspectivas económicas da maior parte dos países, estão afectados pela degradação do ambiente (GECHS, 2008). As comunidades pastoris estão a testemunhar alterações climáticas severas (frequentes

episódios de seca) que os têm levado a moverem-se com maior frequência e para áreas mais distantes. Além disso, as áreas estão cada vez mais fragmentadas, o que condiciona os movimentos e diminui o acesso aos pastos e água (WORLDAGROFORESTRY, 2013). Além dos problemas ambientais, na África Austral subsiste um sério problema social, inerente à posse da terra e de recursos, herdado do passado colonial (UNRISD, 2010).

Em Angola, no âmbito da Convenção Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC), foi elaborado o Programa de Acção Nacional para Adaptação (PANA), no âmbito da Rede da Convenção das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, para gizar um instrumento para desenvolver respostas imediatas e adequadas aos desafios que o país enfrenta na adaptação às alterações climáticas. No Sudoeste de Angola as alterações climáticas previstas afectarão a principal actividade sócio-económica - criação de gado e pecuária – através da escassez estacional e baixa qualidade dos alimentos, da diminuição das áreas de pastagem e do acesso à água, da degradação das terras, da variabilidade climática e da incidência de secas. No futuro próximo as acções deverão ser concentradas na mitigação dos efeitos dos eventos extremos, particularmente as secas no caso do Sudoeste de Angola, que tendem a ocorrer com mais frequência (DWA, 2011).

3

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, localiza-se no Centro-Leste da Província do Namibe, da República de Angola, e é delimitada a norte pelo paralelo 15° S, a sul pelo paralelo $15^{\circ} 45'$ S, a oeste pelo meridiano $12^{\circ} 36'$ E, e a leste pela fronteira entre as Províncias do Namibe e da Huíla, tendo como limite extremo o meridiano $13^{\circ} 33'$ E. Ocupa uma superfície estimada em 7.517 km^2 que corresponde a cerca de 13% da área da Província do Namibe (Figura 3.1). Distribui-se pelos municípios do Virei e da Bibala, situando-se a maior extensão no primeiro. Considera-se que é representativa da Sub-Região Árida da região Sudoeste de Angola (Gomes, 2013) também conhecida por *Sudoeste Angolano* (MIAA, 1970). A referida Sub-Região Árida é delimitada pelo Oceano Atlântico a oeste, pela Cadeia Marginal de Montanhas a leste, pelo curso do rio Coporolo a norte e pelo rio Cunene a sul; engloba parte da província do Namibe e uma pequena parte da província de Benguela (municípios de Benguela e Chongoroi).

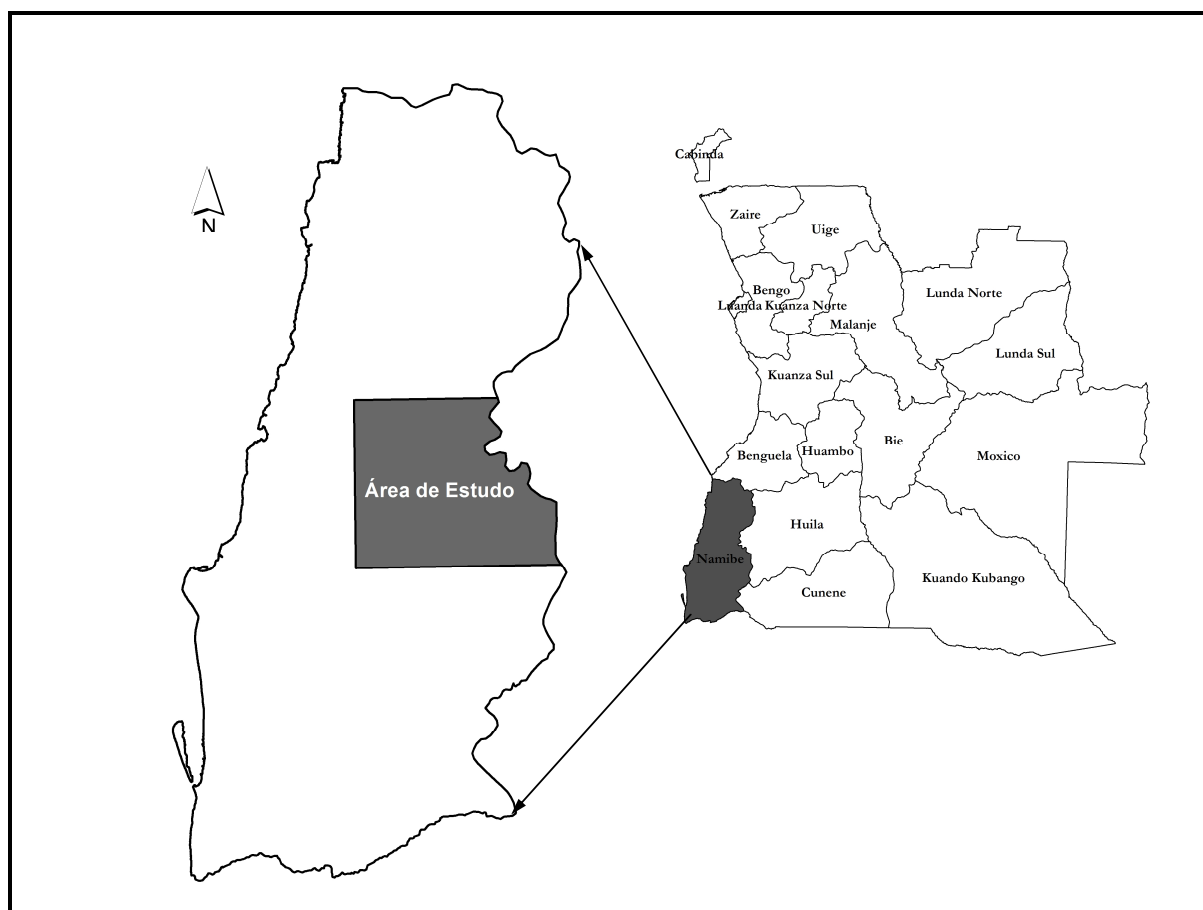


Figura 3.1 – Localização da área de estudo.

3.1 – CLIMA

A área sofre a influência dos efeitos combinados da corrente fria de Benguela, do deserto do Namibe e da altitude. Caminhando no sentido de poente para nascente ocorrem variações que vão desde o clima seco, desértico e temperado da Província do Namibe até climas sub-húmidos sob a influência da escarpa da Serra da Chela e do Planalto da Humpata (Diniz & Aguiar, 1967).

Até 1974 operaram duas estações meteorológicas na área de estudo (Figura 3.2), uma na localidade do Caraculo (na Estação Zootécnica do IIV⁵) e outra no Bruco (na Fazenda Experimental do IMAT⁶) Os dados meteorológicos referentes às duas localidades incluem a precipitação diária e a temperatura máxima e mínima diária, no período 1951-1974 (Manuel, 2005).

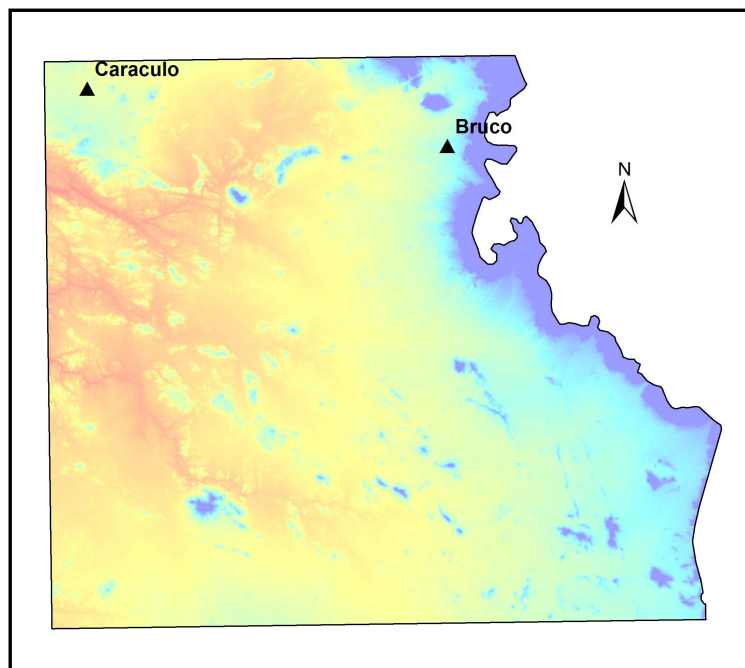


Figura 3.2 – Localização das estações meteorológicas do Bruco e do Caraculo.

⁵ Instituto de Investigação Veterinária

⁶ Instituto Médio Agrário do Tchivinguiro

Verifica-se um decréscimo da precipitação média anual desde valores próximos dos 600 mm ou um pouco mais elevados no sopé da Serra da Leba, a NE, para valores inferiores aos 200 mm, a SW.

No Bruco, os valores da precipitação média mensal atingem o máximo de 180 mm no mês de Março e os mínimos entre Junho e Agosto. A Figura 3.3 mostra os valores da precipitação média mensal e da temperatura média mensal no Bruco.

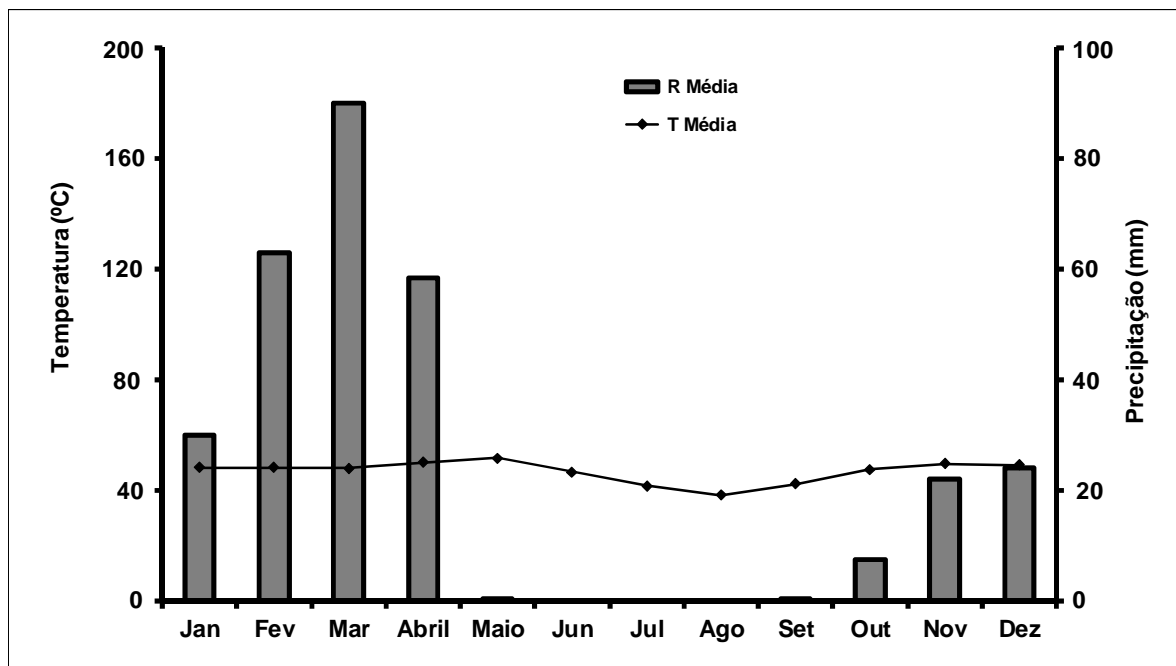


Figura 3.3 – Diagrama ombrotérmico do Bruco.

A precipitação média anual (1951-1974) no Caraculo foi de 169 mm, registando-se os mínimos da precipitação média mensal em Junho e em Setembro com valores nulos (Figura 3.4). O mês mais chuvoso é Março, mas apenas com 68 mm. Cerca de 90% das chuvas concentram-se em quatro meses consecutivos (Janeiro-Abril).

Na área de estudo as temperaturas são elevadas, com médias anuais geralmente superiores a 23°C. Os valores registam um aumento ligeiro para SW, com valores médios acima dos 24°C, enquanto a diminuição, ocorre no sopé da Serra da Chela, onde os valores se aproximam dos 21-22°C.

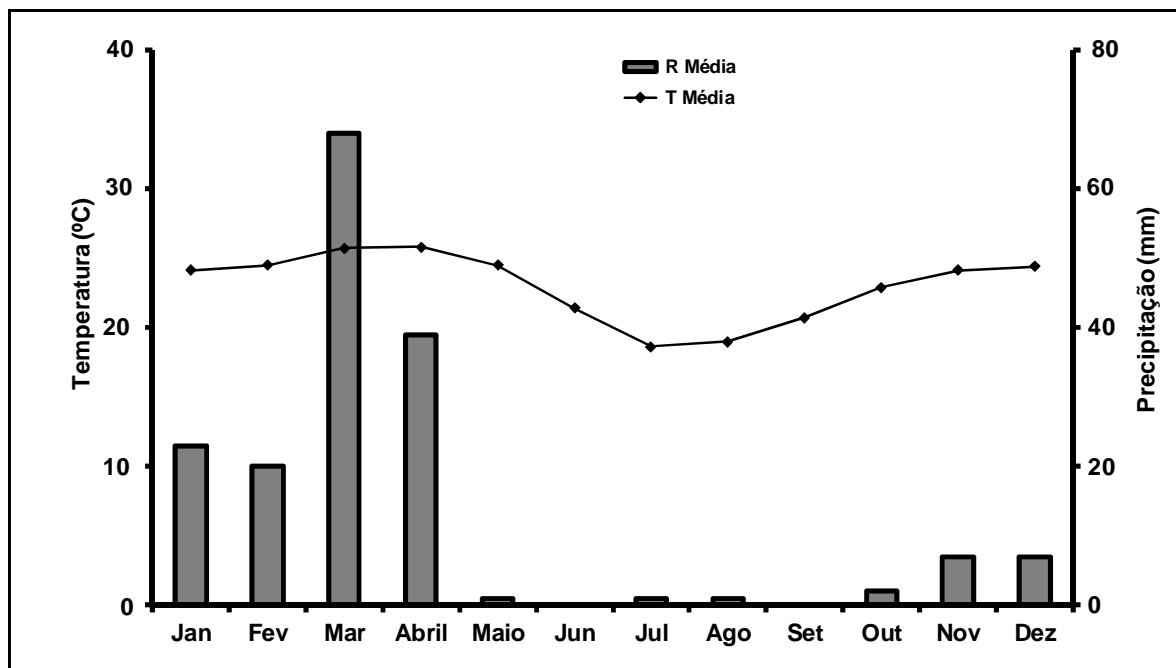


Figura 3.4 – Diagrama ombrotérmico do Caraculo.

Os registos da média anual da humidade relativa do ar, às 9 horas, atinge 65-70% e a nebulosidade é variável (Diniz, 2002).

A maior parte da área (IIAA, 1963) enquadra-se, de acordo com a classificação de Köppen, na faixa de clima semi-árido, verificando-se contudo uma variação que vai de árido a SW a sub-húmido seco e quente nos contrafortes da Serra da Chela. Segundo a distribuição do índice hídrico de Thornthwaite, a maior parte da área enquadra-se na faixa D (semi-árido) e com menor representação na faixa E (árido).

Dada a exiguidade de dados climáticos disponíveis, para a caracterização espacial do clima da área de estudo, foram também utilizados dados de detecção remota para a precipitação e para a temperatura. Os dados da precipitação, com resolução espacial de 8 km, são provenientes da FEWS NET (*Famine Early Warning Network*), uma dependência da USAID (*United States Agency for International Development*), e disponibilizados pelo ADDS (*Africa Data Dissemination Service*), actualmente designado Portal de Dados para África que é um servidor de dados da NOAA-CPC

(NOAA's *Climate Prediction Center*) do USGS (*United States Geological Survey*). Os dados da temperatura são os processados pela CRU (*Climatic Research Unit*) e pelo *WorldClim* que possuem bases de dados mundiais com estimativas de dados climáticos desde 1902 com resolução espacial de 0.5°.

3.2 – RELEVO

O enquadramento do relevo da área de estudo foi efectuado com base na Carta dos Solos do Distrito de Moçâmedes (MPA, 1963), nas interpretações do relevo do Sudoeste de Angola efectuadas por Feio (1946, 1964, 1981) e nos estudos interpretativos de Diniz (2002). De acordo com essa informação, a área de estudo distribui-se por duas grandes unidades geomorfológicas, a *Cadeia Marginal de Montanhas* e a *Peneplanície* que também é conhecida como *Zona de Transição*. A oriente, a *Cadeia Marginal de Montanhas* estende-se desde o topo do imponente paredão, a *Escarpa da Chela*, que descai abruptamente para ocidente e vai introduzindo desníveis de altitude até 1000 m. A *Peneplanície* corresponde a uma vasta aplanação que ocupa mais de 90% da área de estudo e vai descaindo gradualmente para poente a partir de cotas da ordem dos 600 m até valores à volta de 300 m.

Na *Peneplanície*, descaindo da *Escarpa da Chela* para o Oceano Atlântico, sobre as formações graníticas destacam-se na paisagem formas de relevos residuais, os montes-ilha ou “inselbergs” que, nalguns casos, assumem um aspecto majestoso com topos atingindo altitudes semelhantes às dos planaltos superiores, como é o caso do Morro Maluco, como resultado dos processos de pediplanação.

A rede hidrográfica é reduzida, sendo dominada pelas cabeceiras das bacias hidrográficas dos rios Giraul e Bero, ambos de regime torrencial e que se tornam caudalosos nos meses de Fevereiro e Março, por períodos curtos de alguns dias ou semanas. Os afluentes do rio Giraul na área são o Maconge, o Tampa, o Bumbo e o Mualongoloca, o Tenteca e o Ndiombo; os do rio Bero são o Vitvi, o Lacuni (afluentes do rio Saiona), o Cubal e o Muve. Localmente estes cursos de água recebem o nome

de “rios de areia” por apresentarem leitos largos com materiais arenosos e saibrentos e sem escoamento superficial mas com o lençol freático a baixa profundidade.

Para a caracterização e interpretação do relevo da área de estudo foram utilizadas, por um lado, cartas topográficas nas escalas 1/100.000 e 1/1.000.000 do Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola e, por outro, dados de detecção remota. Estes últimos incluíram o modelo digital SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução de 30 m.

3.3 – GEOLOGIA E LITOLOGIA

Na área de estudo ocorrem seis dos nove agrupamentos geológicos do Sudoeste de Angola, considerados no âmbito do comportamento geomorfológico relatado por Feio (1981). Esses agrupamentos correspondem (i) a granitos, granodioritos, quartzodioritos e gnaisses, (ii) à intrusão gabro-anortosítica, (iii) a xistos metamórficos, (iv) a quartzitos e calcários, (v) a arenitos e conglomerados, (vi) e a filões de rochas eruptivas básicas.

Cerca de metade da área de estudo é abrangida pelas Folhas 355, 356 e 376 da *Carta Geológica de Angola* na escala 1/100.000 (IGA, 1972), em que se detecta a ocorrência das seguintes formações: (i) granitos e granitóides do complexo xisto-quartzítico, pórfiros e porfiróides e pórfiros de diferentes texturas e geralmente avermelhados, (ii) a intrusão básica do Sudeste de Angola (complexo gabro-anortosítico, granodioritos, rochas básicas e ultrabásicas), (iii) e complexos de materiais xistosos que incluem quartzo, granito, migmatitos, dioritos e rochas básicas.

Dado que a área de estudo está apenas parcialmente coberta pela *Carta Geológica de Angola*, na escala 1/100.000 (IGA, 1972), o enquadramento espacial da respectiva geologia/litologia em toda a sua extensão foi efectuado de acordo com a Folha nº 4 da *Carta Geológica de Angola* na escala 1/1.000.000 (Carvalho, 1982). Segundo este autor, verifica-se a ocorrência na área de estudo de formações antigas de rochas eruptivas, sedimentares e metamórficas do Precâmbrico com várias orogenias, sendo as do Mesozóico as mais recentes.

3.4 – VEGETAÇÃO

A caracterização da vegetação da área de estudo foi feita tendo como referência cartas respeitantes à cobertura de todo o território nacional, designadamente a Carta Fitogeográfica de Angola, na Escala 1/2.000.000 (Gossweiler, 1939) e a Carta Fitogeográfica da Angola, na Escala 1/2.500.000 (Barbosa, 1970). Também foi tida em conta a informação disponível na memória descritiva da Carta dos Solos do Distrito de Moçâmedes (MPA, 1963) e noutros documentos como Regiões Naturais de Angola (Diniz & Aguiar, 1967), as Grandes Bacias Hidrográficas de Angola (Diniz, 2002) e outros correspondentes a estudos localizados (Diniz & Aguiar, 1968).

Na área de estudo, em altitudes intermédias entre os 600 e os 800 m, em contacto com a faixa sub-húmida, ocorrem espécies arbóreas ainda com algum porte e surge uma comunidade com feição de savana-bosque mais diversificada, podendo mesmo aparecer uma mata de elementos arbóreos concentrados em forma de floresta densa seca, em que se destaca o imbondeiro (*Adansonia digitata*) em mosaico com formações do tipo savana com várias espécies de gramíneas.

As zonas de cotas inferiores a 600 m e com precipitações à volta de 500-600 mm correspondem a mata de *Colophospermum mopane* (“mutiati”), a qual aparece muitas vezes associada a outras espécies arbóreas tais como a *Spirostachys africana*, *Acacias*, *Comíforas* e *Combretos* (MPA, 1963; Diniz, 2002). Para poente, os valores da precipitação vão diminuindo e a mata de “mutiati” toma menor porte e perde preponderância, aumentando a importância de um estrato inferior arbustivo e herbáceo. No mesmo sentido e já sob a influência directa do deserto, sob as condições de aridez nas áreas marginais do *Deserto de Namibe*, o estrato arbustivo vai rareando e dando lugar a formações herbosas de espécies anuais quebradiças e que tendem a desaparecer logo que cessam as escassas chuvas (Barbosa, 1970; Diniz, 2002).

Nas baixas dos principais “rios de areia”, onde o lençol freático se encontra a pequena profundidade, no sopé da Serra da Leba caminhando para sul para a área do Bruco, surgem pequenas galerias onde se observam espécies de *Ficus* e arbóreas como *Adansonia*, *Combretum*, *Diospiros*, *Acacia*, *Azelia* e *Pterocarpus*.

Especificamente para a classificação da cobertura da terra também foram utilizados dados de detecção remota, incluindo três cenas das fiadas (*paths*) e das linhas (*rows*) 181.71, 182.70 e 182.71 de LANDSAT TM 4-5, de Abril de 2010, descarregadas dos sites www.nasa.gov e www.Landsat.usgs.gov do Serviço de Geologia dos Estados UNIDOS (USGS).

3.5 – SOLOS

A caracterização dos solos da área de estudo teve como referência a documentação disponível para a Província do Namibe, designadamente, a Carta dos Solos do Distrito de Moçâmedes na escala 1/1.000.000 (MPA, 1963) e as informações de outros documentos descritivos, nomeadamente a Caracterização Sumária das Condições Ambientais de Angola (Azevedo *et al.*, 1972) e o Estudo das Grandes Bacias Hidrográficas de Angola (Diniz, 2002). Para o efeito, também se tiveram em consideração dois estudos sobre os solos de áreas áridas do País: o Estudo dos Solos do Platô de Luanda (Diniz & Aguiar, 1968) e o dos Solos do Vale do Cavaco (Diniz, 1974).

A Carta dos Solos do Distrito de Moçâmedes (MPA, 1963), já referida, é o principal documento disponível sobre os solos da Província do Namibe. No entanto, a respectiva escala é muito pequena e pouco apropriada para uso no presente estudo. Além disso, a simbologia que foi utilizada nessa carta não permite discernir para cada unidade cartográfica a distribuição e a proporção das diversas unidades-solo, o que em certa medida limitou a sua utilidade. Na análise do referido documento identifica-se, na área de estudo, a ocorrência de cinco agrupamentos de solos: *Litossolos* e/ou *Solos Litólicos*, *Solos Arídicos*, *Solos Fersialíticos*, *Solos Paraferalíticos* e *Terreno Rochoso* (MPA, 1963). Os *Litossolos* e os *Solos Litólicos*, dadas as condições geomorfológicas e climáticas prevaletentes, são largamente dominantes em toda a extensão da área de estudo. Seguem-se, em termos de representação, os *Solos Arídicos* que ocupam duas importantes áreas a SW e NE da área. Estes solos ocorrem sobre rochas eruptivas

cristalofílicas quartzíferas ou sedimentos não consolidados e geralmente apresentam crosta calcária; a sua génese está associada às condições de aridez da área.

Neste contexto, afigurou-se crucial efectuar o reconhecimento e a caracterização dos solos da área de estudo para a respectiva adequação aos objectivos gerais do presente trabalho.

3.6 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÓMICOS

Os pastores *kuvales* encontram-se dispersos em praticamente toda a extensão da Sub-Região Árida mas regista-se maior concentração no centro-leste da província do Namibe. Na faixa leste, ao longo das faldas da cadeia de montanhas da Chela, encontram-se populações mais sedentarizadas do grupo etno-linguístico *nyanekas*, principalmente os *Mumuilas* (Diniz, 1973, 2002, 2006). Sobre os povos *herero*, a pastorícia e a transumância, os documentos de base disponíveis correspondem a um estudo sobre o grupo etno-linguístico *Herero* elaborado por Esterman (1961), à análise dos sistemas de criação de gado (*Traditional and Modern Pastoralism*) por Carvalho (1974), ao estudo da ecologia dos sistemas pastoris por Morais (1974), às publicações de índole antropológica sobre os povos *Herero* por Carvalho (1995, 1997) e, mais recentemente, ao estudo dos meios de vida e vulnerabilidade dos pastores do Sul de Angola por Gomes (2013).

A pastorícia extensiva é a actividade económica dominante na área. Em praticamente toda a extensão da área de estudo, o sistema tem uma feição silvopastoril, na medida em que arbustos e árvores contribuem decisivamente para a alimentação dos animais. Nas condições ecológicas mais favoráveis à agricultura de sequeiro, os *nyanekas* cultivam cereais, como milho-miúdo, massambala (*Sorghum* sp.), massango (*Penisetum* sp.), feijões e cucurbitáceas. Nos principais cursos de água de caudal intermitente na faixa nordeste, entre a área das Mangueiras, no sopé da escarpa da Serra da Leba, e o rio Bumbo, cultivam-se esporadicamente fruteiras, legumes e hortícolas com recurso a pequenos regadios.

O gado bovino representa, na área de estudo, uma actividade de importância decisiva para a subsistência da população *Kuvale*, tendo em conta a grandeza do seu efectivo, a sua distribuição espacial, a mobilidade e a grande dimensão do nicho ecológico em que se insere. Os bovinos mucubais são diferentes das outras raças do sul de Angola, recebendo a designação de “Raça Mucubal”, que pertence ao grande grupo dos bovinos do tipo *Sanga* da África Austral. A diferença supracitada diz respeito à sua conformação, pelagem e qualidade zootécnica: cornos longos com bossa mais ou menos desenvolvida provavelmente derivada das raças *Afrikander*, maior corpulência (peso vivo médio: machos 500 kg e fêmeas mais de 300 kg), pelagem avermelhada ou amarelada (Pereira, 1966, 1967). A diferenciação destas características decorre de um processo de selecção ao longo dos tempos e corresponde a uma adaptação ao meio.

A área de estudo enquadra-se na chamada zona de pastos doces (Scott, 1955) que são palatáveis mesmo quando no estado de maturação, mas apenas suportam uma baixa carga bovina por hectare; esses pastos caracterizam-se ainda pela abundância de arbustos comestíveis e espinhosos, o que dificulta o seu corte para feno. Nas zonas de pastos doces há tendência para pastoreio contínuo, o que leva frequentemente à exaustão dos recursos pascigosos. Não há tradição de aprovisionamento de fenos por parte das populações nativas e como medida de prevenção das secas, em alguns casos, são reservadas áreas para esse fim. A escassez de pastos e a indisponibilidade de água para o abeberamento do gado, durante uma parte do ano ou por períodos mais longos, leva a que os criadores de gado (quase exclusivamente os *Kuvales*) se desloquem com as suas manadas em transumância.

Os dados e informações sobre os efectivos pecuários também são vagos. O recenseamento dos efectivos pecuários foi realizado há mais de 40 anos, pela Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola (MIAA, 1970). Até ao presente, essas informações são ainda a principal referência sobre a pecuária Angolana. As estimativas dos efectivos pecuários no Sudoeste de Angola podem ser consultadas em documentos tais como: Considerações Sobre a Pecuária (Rella, 1970), Programa de Racionalização da Pecuária (MINAGRI, 1984), Estudo de Viabilidade para o Desenvolvimento da Pecuária (SATEC-SOGREAH, 1991), Avaliação dos Recursos Pecuários (Correia & Santos,

1998) e Recolha e Tratamento de Dados (GEPROC, 2001). Para o efeito, também foram consultados dois relatórios de projectos do MINADER, nomeadamente o projecto de Mapeamento dos Recursos Naturais do Sudoeste de Angola (Berg, 2002) e o Projecto de Apoio aos Corredores de Transumância nas Províncias da Huíla, do Namibe e do Cunene (GFA, 2011).

A actividade empresarial é reduzida e a sua debilidade faz-se sentir principalmente no comércio rural que não registou mudanças substanciais desde o fim do período colonial. Actualmente, o comércio rural baseia-se na permuta de animais por bens de consumo, principalmente alimentos e vestuário, e é assegurado por mercadores ambulantes.

A expansão da educação debate-se com a crónica dificuldade da fraca aderência por parte dos *Kuvale*, devido aos seus hábitos e costumes. No entanto, a rede escolar está a ser reabilitada, salientando-se a recente abertura, em Capangombe, de um Instituto Politécnico. Realça-se, ainda, a existência dos Centros Experimentais do Bruco e do Chão da Chela adstritos ao Instituto Médio Agrário do Tchivinguiro (Huíla)

No que toca aos cuidados primários de saúde, regista-se a reabilitação e a construção de postos médicos e o aumento da prestação de serviços de assistência médica e medicamentosa. De salientar a recente abertura de um Centro de Saúde no Virei e de postos de saúde em Cainde e no Caraculo.

4

METODOLOGIAS

O presente estudo, visando a avaliação da terra para a pastorícia extensiva no Namibe, foi realizado através de um conjunto de procedimentos metodológicos que envolveram princípios e tecnologias de várias áreas temáticas relacionadas com a inventariação e avaliação dos recursos de terras. Estes procedimentos integraram análises e interpretações de dados de diferentes naturezas, produção cartográfica em SIG e detecção remota, envolvendo as Ciências Naturais e do Ambiente, nomeadamente Agricultura, Ciências Florestais e Geociências. Assim, no presente Capítulo consideram-se as metodologias respeitantes a três áreas temáticas: (i) classificação e distribuição dos solos, (ii) classificação e distribuição das terras e (iii) SIGs e aplicações de detecção remota.

As populações dependem dos solos e, em certa medida, os bons solos dependem das pessoas e do uso a que estas os sujeitam. O nível de vida é frequentemente determinado pela qualidade dos solos, bem como pelo tipo e pela qualidade das plantas e dos animais que neles se criam (Brady & Weil, 2008). Tendo em consideração que os conceitos de solo e de terra não são coincidentes, mas que aquele é uma das componentes desta, são abordadas a seguir as metodologias que foram utilizadas na descrição, caracterização e classificação dos solos. Assim, explana-se seguidamente a metodologia respeitante (i) às prospecções de campo, (ii) à metodologia laboratorial, (iii) à classificação dos solos e (iv) à cartografia dos solos.

4.1 – CLASSIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS

4.1.1 – Prospecções de Campo

Não se dispondo de fotografia aérea, usada habitualmente na elaboração dos reconhecimentos e prospecções convencionais dos solos e de outros recursos naturais agrários, recorreu-se a informações descritivas, a mapas analógicos e a mosaicos de imagens de satélite. Foram utilizadas as cartas topográficas (IGA, 1972) da escala 1/100.000 e 1/250.000 e, com menor frequência, as cartas de 1/500.000 e de 1/1.000.000. Também foi utilizado um mosaico de cor natural de três imagens de

satélite *Landsat* ETM+ (USGS, 2005), composto por três cenas das fiadas (*paths*) e das linhas (*rows*) 181.71, 182.70 e 182.71. No campo, com o apoio de um receptor de GPS (*Global Position System*), foram efectuadas as orientações e a localização dos locais de observação e de amostragem dos perfis dos solos (Figura 4.1).

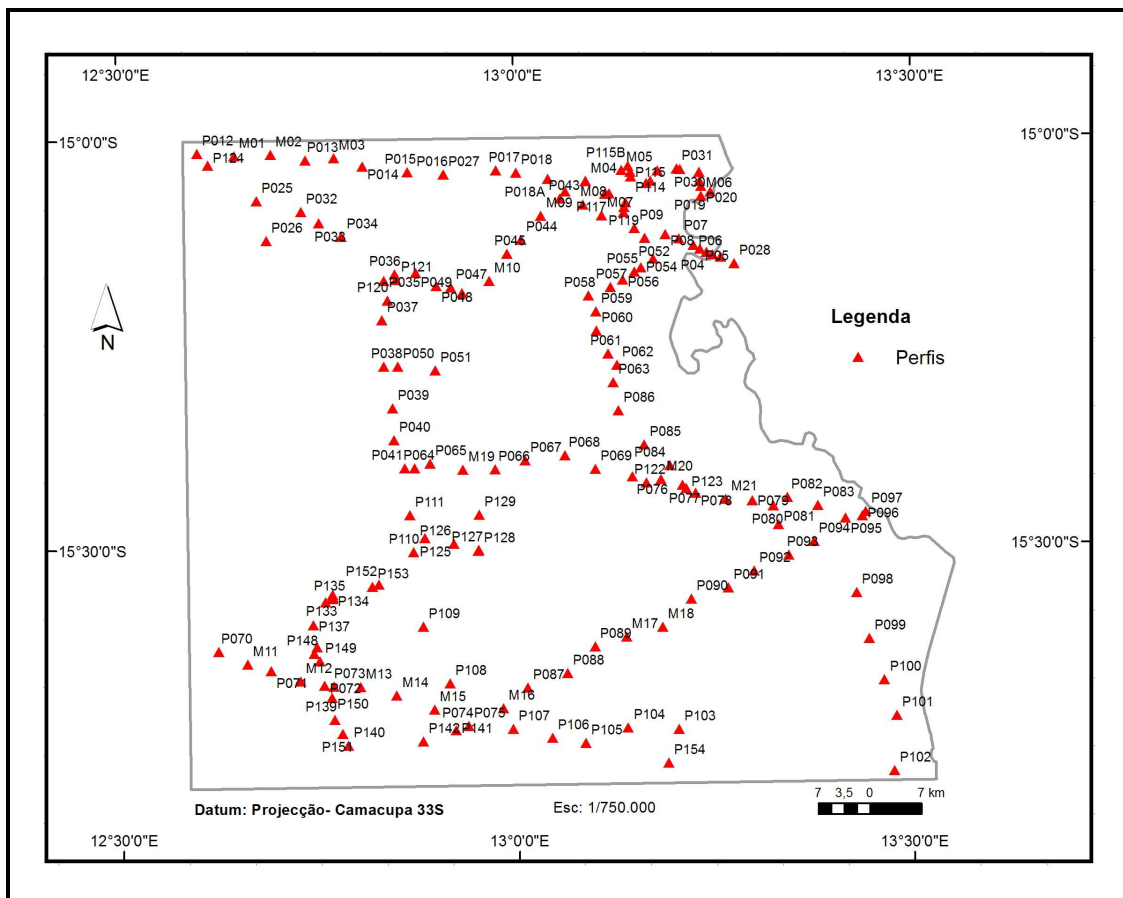


Figura 4.1 – Localização dos perfis (letra P) descritos e dos mini-perfis (letra M), considerados exclusivamente para análise do carbono orgânico, ao longo dos percursos efectuados.

Os reconhecimentos de solos foram efectuados no campo por intermédio de percursos ao longo das principais estradas e picadas (as que se apresentavam transitáveis), tendo em consideração factores determinantes da formação e evolução dos solos: clima, geologia, formas de relevo e características topográficas; foram também tidos em

conta alguns percursos (referenciados esquematicamente por distância quilométrica) realizados durante a elaboração da Carta de Solos do Distrito de Moçâmedes (MPA, 1963). As principais actividades de campo ligadas à cartografia de solos, desenvolvidas de 2005 a 2009, foram as seguintes:

1. Março de 2004: visita do Orientador, Prof. Catedrático Manuel Madeira, à área de estudo para familiarização com a mesma.
2. Setembro de 2005: visita do consultor Sul Africano do MINADER⁷ Hendrick Van Den Berg (Hennie) que apoiou a formação sobre a utilização do GPS e de outros meios, como mapas diversos de inventariação de factores de formação do solo, e a preparação da metodologia de campo.
3. Abril – Maio de 2006: três equipas de técnicos do IIA efectuaram a descrição de 84 perfis de solos; uma equipa de dois docentes da Universidade Agostinho Neto (Faculdade de Ciências - FC, Faculdade de Ciências Agrárias - FCA) e um técnico do Instituto Superior de Ciências da Educação, efectuaram a prospecção e amostragem de vegetação ao longo dos percursos e junto dos perfis descritos e/ou amostrados.
4. Maio de 2007: foi efectuada a descrição de 12 perfis nas áreas sob a influência de “Inselbergs” e colhidas 77 amostras de solos anteriormente descritos, com a participação de uma equipa de três técnicos do IIA e do também doutorando João Cardoso (FCA) na descrição da vegetação.
5. Setembro de 2007: reconhecimento ao longo da Estrada Nacional (Lubango-Namibe) e Namibe-Virei-Chibia para observação e colheita de amostras de rochas com o apoio de um Engenheiro Geólogo da Direcção Provincial do Ministério da Geologia e Minas da Huíla.
6. Fevereiro de 2008: nos percursos de reconhecimento para observação e anotação da variação de factores de formação do solo (geologia/litologia, vegetação e formas de relevo), com a participação do doutorando João Cardoso, foram descritos três

⁷ Ministério da Agricultura

perfis e colhidas 8 amostras dos solos numa área seleccionada sobre o mosaico de imagens de satélite.

7. Agosto de 2008: com a participação de um técnico contratado propositadamente pelo IIA desenvolveram-se duas tarefas: (i) descrição de 12 perfis e colheita de 22 amostras para aumentar a densidade das observações em áreas com possibilidades de acesso; (ii) amostragem dos solos para o estudo da variação espacial do teor do carbono orgânico em duas profundidades: de 0 – 15 e 15 – 30 cm; para este efeito foram observados e amostrados 57 perfis pré-existentes que foram complementados com “mini-perfis” (exclusivamente para análise do carbono orgânico) que foram localizados entre os perfis, quando a distância entre estes era superior a 5 km. No total foram descritos 21 mini-perfis e colhidas 133 amostras (perfis e mini-perfis).
8. Junho de 2009: deslocação de três professores do Instituto Superior de Agronomia para supervisão do trabalho de campo. Foi efectuada a revisão dos percursos de prospecção anteriormente realizados (excepto o percurso Tchivinguiro-Bruco, na Escarpa da Chela, e o de Cainde-Luvar, a sudeste da área de estudo). Foi passada em revista a descrição de mais de uma centena de perfis, foram descritos quatro novos perfis e efectuada a colheita de 33 amostras de solos. Também foi revista a inventariação da vegetação nas áreas circundantes aos perfis revistos e colhidas amostras de espécies presentes.
9. Agosto de 2009: foram efectuados mais dois reconhecimentos de campo; o primeiro, contou com a participação de um técnico do IIA e foi dedicado à descrição de quatro perfis (e colheita de 14 amostras) para aumentar a densidade de observações e examinar alguns detalhes das bancadas de materiais calcários que foram escavadas para possibilitar as análises pretendidas. O segundo foi efectuado pelo doutorando já referido atrás, tendo descrito quatro perfis com o propósito de colher dados de áreas seleccionadas no mosaico de imagens de satélite. Foram colhidas 26 amostras, incluindo a desses novos perfis e de outros anteriormente revistos.

No Quadro 4.1 estão resumidas as actividades de reconhecimento e de prospecção de campo que foram levadas a cabo de 2005 a 2009 e que incluíram a descrição de 135 perfis e a colheita de 321 amostras de solo e visitas para outros fins.

Quadro 4.1 – Resumo das actividades de campo desenvolvidas na área de estudo e identificação dos diferentes participantes

Mês	Ano	Perfis	Mini-Perfis	Amostras	Participantes
Março	2004	-		-	Orientador do doutoramento
Setembro	2005	-		-	Consultor Sul-Africano ¹
Abril Maio	2006	96		-	Três equipas do IIA ² e uma equipa da UAN ³
Maio	2007	12		77	Três técnicos do IIA ⁴ + JC ⁵
Setembro	2007	-		-	Geólogo: Ministério de Geologia e Minas
Fevereiro	2008	3		8	JC
Agosto	2008	12		22	
		57*	21	133**	Técnico Assistente ⁷
Junho	2009	4		8	Docentes do ISA ⁸ + JC
		Revisão		33***	
Agosto	2009	8		40	Técnico do IIA ⁹

(¹) Perfis revistos; (²*) Amostras de perfis revistos e dos miniperfis para determinação do carbono orgânico; (³**) Amostras de perfis revistos; (⁴) E. Van Den Berg, consultor do MINADER; (⁵) Mateus Manuel e Daniel Dissolokele; António Neto e Jorge Muondo; Bartolomeu Pequenino e Amélia Chitwé; (⁶) João Cardoso (FCA), Georgina Neto (FC) e João Daniel (ISCED); (⁷) Bartolomeu Pequenino, Amélia Chitwé e Domingos Silva; (⁸) João Cardoso (FCA); (⁹) Faria Sunda; (¹⁰) Ernesto Caprindi; (¹¹) Prof Manuel Madeira, Prof Ilídio Moreira e Prof José Carlos Costa

Durante os percursos prestou-se grande atenção às relações morfo-pedológicas e foram feitas observações dos solos em barreiras das estradas, ravinas, pedreiras de exploração de rochas ornamentais (granitos, mármore, etc). A interpretação dos padrões de variação espacial dos solos teve como referência as relações litomorfológicas peculiares às duas principais formações geológicas da área de estudo

(os granitos e os xistos), a ocorrência dos afloramentos rochosos, os montes-ilha (*inselbergs*), a pedregosidade e os depósitos de vertente (coluvionares).

Foram efectuadas observações *in situ* das rochas por exame macroscópico e colhidas amostras que foram posteriormente identificadas no Instituto Superior de Agronomia.

As análises dos solos foram efectuadas no Laboratório de Solos do Departamento de Recursos Naturais, Território e Ambiente, do Instituto Superior de Agronomia, de acordo com a metodologia que se descreve a seguir.

4.1.2 – Métodos Analíticos

A preparação das amostras para determinação dos elementos grosseiros foi efectuada no Laboratório de Solos do Instituto de Investigação Agronómica, no Huambo. As 321 amostras, sendo 188 para as análises de caracterização dos solos e 133 para determinação do teor do carbono orgânico, foram secas ao ar e crivadas por um crivo com orifícios de 2 mm de diâmetro. O material do solo retido no crivo (elementos grosseiros) foi quantificado por pesagem, logo após a crivagem das amostras. A proporção de elementos grosseiros foi expressa em relação à massa da amostra total seca ao ar.

O processamento analítico das amostras (na fracção <2 mm), envolvendo análises físicas, químicas e mineralógicas, foi realizado no Laboratório de Solos do Departamento de Recursos Naturais, Ambiente e Território (DRAT) do Instituto Superior de Agronomia (Universidade de Lisboa).

As fracções granulométricas da terra fina foram determinadas após destruição da matéria orgânica com H_2O_2 e dispersão com uma solução de hexametáfosfato/carbonato de sódio, coadjuvada por agitação mecânica em agitador de vai-vém durante 16 horas. A fracção areia grossa (2 – 0,2 mm) foi quantificada por crivagem, a areia fina (0,2 – 0,02 mm) por sedimentação e decantação, e o limo (20 – 2 μm) e a argila (<2 μm) por pipetagem. A proporção dos diversos lotes granulométricos considerados apresenta-se expressa em relação à massa de terra fina seca a 105 ± 3 °C.

O pH foi medido com um potenciómetro Metrohm 632 em H₂O e em KCl 1M, em suspensões com razão solo/solução de 1:2,5. Em qualquer dos casos, a suspensão foi agitada manualmente e intermitentemente durante uma hora.

As bases de troca (Ca, Mg, K e Na) e a capacidade de troca catiónica foram determinadas pelo método de Mehlich (método em que o solo é lixiviado com solução de trietanolamina-cloreto de bário - Cl₂Ba-TEA - tamponizada a pH 8,1), seguindo a metodologia descrita por Póvoas & Barral (1992). A capacidade de troca catiónica foi determinada por duas vias. Por um lado, seguindo a metodologia usada na caracterização dos solos de Angola (CEP, 1995), através da soma das bases de troca com a acidez titulável. Por outro, pela substituição do Ba²⁺ adsorvido na amostra pelo Ca²⁺, por lixiviação com 60 mL de uma solução de CaCl₂ 0,3 M a pH 8,1. O Ba²⁺ de troca removido foi então doseado por colorimetria.

O potássio extraível foi determinado pelo método de Egnér-Riehm, conforme descrito em Póvoas & Barral (1992) e doseado por EAA; o mesmo método foi também utilizado para determinar o fósforo extraível, sendo este doseado por colorimetria (método do azul de molibdato), utilizando um espectrofotómetro UV/VIS a um comprimento de onda de 880 nm. Face à reacção alcalina dos solos e aos valores obtidos por esse método, optou-se por fazer também a determinação do P extraível pelo teste de Olsen, conforme a metodologia descrita por Olsen & Sommers (1982).

O C orgânico total foi determinado na terra fina, por via húmida, pelo método de Springer & Klee com as adaptações introduzidas por De Leenheer & Van Hove (1958). O azoto total foi determinado pelo método de Kjeldal, com o sistema Kjeltex (Auto 1030 Analyser), tal como descrito em Póvoas & Barral (1992).

Os carbonatos totais foram determinados pelo método do calcímetro, que consiste na medição do dióxido de carbono libertado devido à decomposição dos carbonatos quando a amostra de solo é tratada com ácido clorídrico a 10%, sendo os resultados apresentados em percentagem de CaCO₃ (Póvoas & Barral 1992).

Nas amostras de estudo, foi efectuada a pesquisa de sais solúveis (cloretos e sulfatos) e de carbonatos, através dos testes expeditos em uso no Laboratório de Solos do DRAT do ISA (Póvoas & Barral, 1992). Em resumo, os procedimentos adoptados para os sais solúveis foram os seguintes: foi misturada uma colher de solo (de medida) com água destilada e três gotas de ácido acético num tubo de ensaio que foi agitado por um período de um minuto. Após filtração da suspensão, o filtrado foi transferido para dois tubos de ensaios; para detectar a presença dos cloretos adicionou-se AgNO_3 , enquanto que para detectar a dos sulfatos se adicionou BaCl_2 . Após agitação da mistura comparou-se a turbidez da solução com uma escala. A pesquisa dos carbonatos foi efectuada pela aplicação de HCl a 10% na amostra.

O teor dos constituintes de ferro e alumínio livres foram avaliados por solubilização das formas de Fe e de Al presentes na fracção fina (<2 mm), utilizando uma solução de citrato de sódio e ditionito de sódio tamponizada com bicarbonato de sódio – CBD (Mehra & Jackson, 1960). Tanto o Fe como o Al foram doseados por EAA.

A mineralogia da fracção argila (<2 μm) foi estudada por difracção de RX, em lâminas orientadas, tendo-se executado varrimentos das amostras saturadas com Mg e secas ao ar, bem como após solvatação com etileno-glicol, e aquecimento a 550° C. Foi utilizado um difractómetro *Philips* (gerador PW 1732 e goniómetro PW 1050, equipado com uma unidade de controlo PW 1710 comandada por computador com o *software* PC-APD versão 3.6B). Foram utilizadas a radiação $\text{K}\alpha$ do cobre, emitida por uma ampola a trabalhar a 40 KV e a 30 mA, e velocidades de varrimento de $0,02^\circ 2\ \Theta\text{s}^{-1}$, acumulando contagens durante 2 segundos.

4.1.3 – Classificação dos Solos

A classificação dos solos é uma das áreas em que se têm verificado os maiores debates entre os pedologistas, desde a existência da Ciência do Solo. As classificações são concebidas pela mente humana para servir os seus interesses. Segundo Buol *et al.* (1997), classificação é o processo de ordenar e organizar os objectos em grupos de acordo com um sistema ou um conjunto de princípios. O processo de organização dos

solos em grupos (categorização) implica o estabelecimento prévio de classes ou grupos de objectos que possuem uma ou mais propriedades comuns.

Na classificação dos solos, para definir as hierarquias entre unidades taxonómicas e estabelecer os meios de comunicação na ciência do solo, os solos são agrupados em unidades-solo ou unidades pedológicas. Estas são atributos conceptuais dos solos para descrever o seu domínio de variação no espaço. Cada unidade pedológica é caracterizada por um perfil modal, o perfil representativo ou típico, que é o conceito central ou mediano do referido domínio, com uma variação dentro de certos limites (Soil Survey Staff, 1999).

Na área de estudo, o enquadramento taxonómico dos solos foi efectuado em conformidade com o sistema da Base Mundial de Referência para os Recursos de Solos (WRB, 2006). A adopção deste sistema deveu-se às razões abaixo discriminadas.

- i. A WRB é um sistema racional que permite acomodar os vários sistemas ou classificações nacionais; é simples, pois possui apenas duas categorias hierárquicas – um primeiro nível com 32 Grupos de Solos de Referência (*Reference Soil Groups*, RSG) e um segundo nível, que se obtêm a partir da combinação de um conjunto de prefixos e sufixos qualificadores (*qualifiers*) que são simplesmente adicionados á designação do RSG, permitindo identificar e classificar de forma precisa os perfis representativos das unidades-solo.
- ii. Muitos dos RSGs são representativos das principais regiões e permitem ter uma percepção global da distribuição mundial dos solos.
- iii. A Base de Referência não foi concebida para substituir os sistemas nacionais de classificação dos solos mas, acima de tudo, para servir como denominador comum para a comunicação a nível internacional. Isto significa que níveis mais baixos, eventualmente um terceiro nível hierárquico do WRB, poderão abarcar a diversidade a nível nacional e local; concomitantemente, os níveis mais baixos poderão envolver as propriedades dos solos mais importantes para o uso e a gestão da terra.

- iv. Na 4ª Aproximação da Carta Generalizada dos Solos de Angola (em publicação) foi adoptada a classificação WRB e, por isso, a utilização deste sistema no presente estudo tem duas vantagens: a) correlacionar e integrar os dados do presente trabalho na base de dados nacional; b) adaptar o sistema WRB à escala adoptada e actualizar os sistemas de classificação anteriormente usados pelo Centro de Estudos de Pedologia (CEP) e pela Missão de Pedologia de Angola e Moçambique (MPAM) da Junta de Investigações do Ultramar (JIU), actual Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) de Portugal.
- v. O sistema WRB, no período de 1998-2006, tornou-se a nomenclatura oficial de referência e de classificação de solos da Comissão Europeia e foi adoptado pela Associação da Ciência do Solo da África Ocidental e Central como o sistema preferido para harmonizar e trocar as informações sobre os solos na região. O texto principal foi traduzido em 13 línguas e ao nível mais elevado foi adoptado como sistema de classificação nacional em alguns países.

Em conformidade com os princípios da WRB (2006) foram identificadas, descritas e classificadas as unidades pedológicas da área de estudo, sendo também estabelecida a respectiva correlação com a Classificação dos Solos de Angola (MPAM & CEPT, 1968; IICT/CEP, 1997) e com a *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1999).

4.1.4 – Cartografia dos Solos

A distribuição espacial dos recursos de solos, como uma das principais componentes das terras, mereceu uma atenção especial na abordagem metodológica do presente trabalho. Assim, desde a preparação dos reconhecimentos de campo até à distribuição espacial dos solos, foram levadas a cabo vários procedimentos que se enquadram nas técnicas de cartografia dos solos. Segundo Dent & Young (1981), a cartografia de solos é um processo sistemático de observação, descrição, classificação e distribuição dos mesmos numa área determinada. Na cartografia de solos pretende-se identificar a distribuição dos solos como entidades naturais através da descrição das suas propriedades (Soil Survey Staff, 1993).

A cartografia dos solos compreendeu a (i) caracterização das unidades cartográficas e a (ii) delimitação das unidades cartográficas. Descreve-se a seguir de maneira resumida a abordagem metodológica adoptada.

A distribuição espacial dos solos no campo e as técnicas e instrumentos de cartografia dos solos foram efectuadas numa abordagem que se pode considerar como de cartografia integrada (Zonneveld, 1989). A interpretação da distribuição dos solos na paisagem foi efectuada pela análise dos factores condicionantes da evolução e das características dos solos, nomeadamente, o clima, a rocha-mãe, a topografia e os organismos (vegetação).

As escalas de trabalho e nível de pormenor cartográfico adoptados foram os seguintes: nos reconhecimentos de campo foi utilizada a escala de 1/100.000; aquando da aquisição, importação e processamento dos dados em SIG trabalhou-se (provisoriamente) à escala de 1/250.000; finalmente, a escala de publicação adoptada foi de 1/500.000.

Entendeu-se que a variação espacial dos solos está correlacionada com a das unidades fisiográficas básicas, isto é, áreas homogéneas individualizadas de formas de relevo, numa formação geologia específica, que é utilizada no planeamento do uso da terra, de acordo com o pormenor e a escala de trabalho (Godfrey, 1977). No presente trabalho, a unidade fisiográfica básica foi considerada como uma unidade de paisagem relativamente homogénea quanto aos factores do meio que condicionam os solos e as terras incluindo o clima, a geologia, as formas do terreno, a vegetação natural e o uso da terra.

Como foi anteriormente dito a distribuição dos solos não teve o suporte da fotointerpretação e, por isso, a localização dos perfis, ao longo dos percursos dos acessos possíveis, foi efectuada com base na documentação disponível, incluindo cartas topográficas na escala 1/100.000 e o mosaico Landsat, mencionados no ponto 4.1.1., complementada com os mapas de solos referidos no ponto 3.5. A seguir procedeu-se à interpretação da distribuição espacial dos solos.

Tendo sido adoptada no reconhecimento de campo a escala semi-detalhada de 1/100.000, atendendo a que a área não estava coberta por fotografia aérea e que os acessos são limitados, foram adoptadas as unidades fisiográficas para base cartográfica da distribuição espacial dos solos, à escala de 1/500.000. Assim, a partir dos dados das observações dos perfis (incluindo as características morfológicas e os dados analíticos) e das informações relativas ao meio em que os mesmos se inserem, foram estabelecidas as unidades pedológicas ou taxonómicas, as quais foram identificadas através dos perfis representativos (típicos) ou modais. Os passos subsequentes foram executados com apoio de um SIG (ponto 4.3), tendo sido adoptados os procedimentos que a seguir se descrevem:

- ⇒ Os factores de formação dos solos, incluindo a geologia, o relevo e a precipitação, foram utilizados como camadas (*layers*) de informação para a diferenciação das unidades fisiográficas básicas e para a interpretação dos padrões de distribuição espacial dos solos.
- ⇒ Os atributos espaciais dos perfis dos solos foram adicionados por sobreposição às unidades fisiográficas. Nas unidades fisiográficas onde não foram efectuadas observações de solos assumiu-se que, em grande medida, os solos são os mesmos onde quer que os três factores (geologia, clima, relevo) considerados sejam os mesmos; isto é, em ambientes similares os solos são semelhantes. Assim, foi comparada a composição das unidades cartográficas que foram constituídas com base nas observações de solos no terreno com as que não dispunham de informações do terreno e por verosimilhança foram atribuídos os solos dominantes para a constituição das unidades cartográficas das mesmas. Foi essencialmente usada a informação do modelo digital de terreno SRTM (NASA & NGA, 2006) como uma fonte expedita dos factores de formação dos solos para a atribuição de unidades cartográficas de solos nas áreas em que não se dispunha de observações dos mesmos (Jensen, 2005).

Como foi anteriormente dito, as unidades cartográficas dos solos foram definidas em correspondência com os solos dominantes das unidades fisiográficas representadas por

uma unidade pedológica ou pela associação de duas unidades pedológicas. Esquemáticamente, cada unidade cartográfica de solos está associada a uma unidade fisiográfica, à escala de 1/500.000 – a escala adoptada como escala de apresentação do Esboço da Distribuição Espacial dos Solos. Portanto, o conceito de unidade cartográfica está associado apenas às unidades pedológicas dominantes ao nível das unidades do sistema WRB.

A simbologia das unidades cartográficas foi estabelecida de acordo com o procedimento utilizado na Carta de Solos e Aptidão das Terras da Zona Interior Centro de Portugal (Geometral & Agroconsultores, 2004). Cada unidade cartográfica foi representada por um símbolo cartográfico composto por duas letras maiúsculas indicativas do grupo de referência (GR) da WRB correspondente à unidade pedológica dominante, seguida do número de ordem do GR. No caso de ocorrer mais do que uma unidade pedológica, as duas letras fazem-se acompanhar de dois índices numéricos, estando em primeiro lugar o número de ordem do grupo de referência da unidade dominante, e em segundo lugar o número de ordem do grupo de referência da outra unidade dominante; no caso de existirem duas unidades pedológicas do mesmo GR, o número de ordem deste repete-se.

A significativa representatividade de afloramentos rochosos foi tida em consideração na delimitação das unidades cartográficas. As áreas de afloramentos rochosos proeminentes como os “inselberg” ou ilhas de pedras e nos casos em que os afloramentos rochosos ocorrem em proporção superior a 70% ou mais – as unidades cartográficas foram representadas pelo símbolo R.

As unidades cartográficas dos solos foram consideradas associações ou complexos. No geral, as associações de solos incluíram associações de duas unidades pedológicas dominantes e, sempre que se considerou necessário, foram também consideradas unidades subdominantes como será apresentado em detalhe na descrição do Esboço da Carta dos Solos (Capítulo 5).

4.2 – AVALIAÇÃO DAS TERRAS

Quando se consideram unidades fisiográficas (básicas) pressupõe-se que as formas de relevo semelhantes, em geologia e solos similares, corresponderão aptidões idênticas de uso (Meijerink *et al.*, 1988). Coloca-se o problema de interpretar a respectiva aptidão e as limitações. A abordagem fisiográfica consiste na hierarquização das formas de relevo das mais gerais para as mais pequenas, ou seja, das informações gerais para as mais detalhadas, retendo as mais detalhadas a informação respeitante às mais gerais.

Para esboçar a distribuição dos solos e das terras na área de estudo foram delimitadas as unidades fisiográficas, ou seja unidades cartográficas relativamente homogêneas no que concerne aos factores de formação dos solos. Os factores utilizados foram a geologia, o declive e a precipitação. Também se entendeu que a ocorrência de afloramentos rochosos é um factor relevante para a diferenciação das unidades fisiográficas.

Os elementos diferenciadores das terras foram tratados de acordo com os procedimentos que estão descritos no Anexo 4.1. Os procedimentos para a geração das unidades fisiográficas foram efectuados com apoio de um SIG, através de procedimentos que serão descritos no ponto 4.3. Para a avaliação da terras para o pastoreio extensivo, e em linha com o esquema ilustrado na Figura 2.4, descrevem-se a seguir as principais componentes da classificação da aptidão: as unidades das terras e os requisitos do sistema de uso das terras.

4.2.1 – Unidades de Terra

As unidades das terras são a base da cartografia dos recursos naturais. Trata-se de áreas de terra que são cartografadas com base em características relativamente permanentes e que geralmente integram três componentes: morfologia do terreno (*landforms*), solos e vegetação, embora possam ser consideradas outras variáveis desses factores como por exemplo, o NDVI no caso da vegetação (Dent & Young (1981). Os métodos de prospecção ou reconhecimento abordaram de modo integrado

os factores do ambiente físico, os quais foram inventariados simultaneamente, mantendo-se o grau de homogeneidade relativamente às suas características em função da escala do estudo. As unidades cartográficas dos solos podem ser interpretadas directamente para o uso das terras e ser utilizadas na delimitação das classes de aptidão das mesmas (FAO, 1985).

O uso das terras para o sistema de pastoreio extensivo determina o grau de detalhe e a subsequente combinação das qualidades das terras com os requisitos de uso das mesmas (Ogaro & Sarfatti, 2009). Não é possível obter um elevado grau de precisão na descrição dos recursos de solos e de vegetação nas prospecções ou reconhecimentos de áreas extensas (JRC, 2007). Para o pastoreio extensivo, normalmente, são consideradas áreas extensas em que as unidades de gestão são da ordem das dezenas ou centenas de quilómetros quadrados, idênticas dimensões em que devem ser fixadas as unidades das terras. Em tal caso, normalmente, a produção por hectare e o retorno dos investimentos são baixos quando comparados com outros tipos de uso das terras, como a agricultura de sequeiro ou a agricultura de regadio (FAO, 1991).

No presente trabalho as unidades fisiográficas básicas foram geradas para servirem de base para a identificação das unidades cartográficas das terras pela interpretação de três factores: geologia/litologia, relevo e clima. Os procedimentos e os critérios utilizados em SIG serão descritos em pormenor no ponto 4.3. No método de avaliação das terras, as unidades cartográficas das terras foram avaliadas relativamente aos requisitos do sistema de transumância, através das qualidades e das características das terras que estão descritas no ponto 4.2.2. As classes de aptidão das terras foram estabelecidas através da análise do grau de ajustamento das qualidades das terras aos requisitos do uso das terras para o sistema de transumância que são descritas a seguir.

4.2.2 – Requisitos do Tipo de Utilização da Terra

Segundo a FAO (1991), as condições da terra apropriadas para a implementação satisfatória de diferentes tipos de uso são designadas por **requisitos do uso da terra** e são expressas em termos de **qualidades da terra** ou, de maneira negativa, de **limitações do uso da terra**. Estas são as condições que afectam de maneira negativa

o potencial da terra para suportar um determinado tipo de utilização. Qualquer tipo de utilização da terra tem os seus requisitos, os quais podem ser definidos em termos (i) fisiológicos relativamente ao crescimento vegetativo, (ii) tecnológicos e de gestão e (iii) de conservação do solo (Calzolari *et al.*, 2009). A FAO (2007) introduziu o conceito de “sustentabilidade” para alargar o conceito de requisitos para a conservação, incluindo produtividade, equidade social e aspectos ambientais. Como já foi dito anteriormente, no uso das terras para o pastoreio extensivo (FAO, 1991) distinguem-se quatro grupos de requisitos:

- i. o crescimento e a composição dos pastos ao nível de produção primária;
- ii. os requisitos do gado ao nível secundário da produção;
- iii. as condições para uma boa gestão das pastagens e do gado;
- iv. os requisitos para a conservação da terra com vista à preservação de um sistema de pastoreio.

Os requisitos das terras para o pastoreio extensivo – o tipo de utilização considerado no presente estudo - assemelham-se a outros tipos genéricos de uso das terras, como é o caso da agricultura de sequeiro. De facto, os pastos para o consumo animal desenvolvem-se em condições de sequeiro e podem ser classificados como culturas perenes. Porém, o uso das terras para o pastoreio extensivo difere dos usos para a agricultura porque engloba dois níveis de produção, designadamente a **produção primária**, relativa aos pastos, e a **produção secundária** que diz respeito aos animais e seus produtos que dependem dos pastos.

Nas áreas de pastoreio extensivo, à semelhança do que se passa com outros usos da terra, há factores que limitam a aptidão da terra e impedem o uso da mesma de alcançar o seu potencial máximo. Por isso, seria inadequado abordar apenas as condições óptimas para o uso das terras porque nesse caso haveria o risco de serem rejeitadas todas aquelas que não satisfaçam essas condições. De facto, para a generalidade dos usos das terras é comum verificarem-se condições que podem afectar de maneira adversa o potencial do seu uso. Limitações da utilização da terra para o

pastoreio extensivo são, por exemplo, a presença de vectores da doença do sono ou de plantas tóxicas. Ao nível em que as condições adversas afectam a utilização da terra, merecem uma atenção especial as actividades que antecedem a classificação das qualidades ou características das terras relativamente aos requisitos da utilização das terras como se vai descrever a seguir.

Classificação de Diagnóstico (*Factor Ratings*)

Antes da análise do grau de adequação das qualidades e características (globalmente designadas por *factores de diagnóstico*) das unidades das terras ao tipo de uso da terra, para cada requisito de uso da terra é necessário estabelecer uma classificação de diagnóstico (*factor ratings*). Uma classificação de diagnóstico consiste num conjunto de valores críticos das condições da terra, revelando em que medida um requisito do sistema do uso da terra será satisfeito pela respectiva qualidade ou característica da terra (o *factor de diagnóstico*). A classificação de diagnóstico varia em função do tipo de utilização da terra e no caso do pastoreio extensivo em função dos tipos de pastos e de gado. Assim, qualquer nível de factor (classificação de diagnóstico) considerado numa avaliação da terra para o pastoreio extensivo deve referir-se a um tipo específico de utilização da terra, bem como aos efeitos num tipo de utilização da terra de um *factor de diagnóstico*, sejam uma qualidade ou uma característica da terra ou uma função de várias características da terra.

Quadro 4.2 – Classes de diagnóstico e valores críticos.

Classes de diagnóstico	Valores críticos
s1	100 – 80
s2	80 – 60
s3	60 – 40
n	40 – 0

A classificação de diagnóstico (de uma qualidade ou característica da terra) é em geral diferenciada em quatro classes com valores críticos associados a cada uma delas: s1 – aptidão elevada, s2 – aptidão moderada, s3 – aptidão e n - não apto (Quadro 4.2).

Sublinha-se que as abreviaturas das classes de diagnóstico de uma característica ou qualidade da terra são representadas por letras minúsculas, enquanto as classes da avaliação da aptidão da unidade de terra são representadas em letras maiúsculas. Os diferentes valores críticos indicam, por um lado, a redução relativa da produção e, por outro, o nível dos *inputs* necessários para cada classe de diagnóstico, a fim de atingir a produção mais elevada.

Existem duas possibilidades para o estabelecimento de valores críticos: **em termos de *inputs***, as classes são definidas pelos *inputs* ou práticas de gestão que são necessárias para alcançar diferentes percentagens das produções em condições óptimas e são específicas dos tipos dos requisitos do uso da terra considerado; **em termos de *produtividade***, as classes são definidas como a percentagem da produtividade máxima ou potencial dos produtos pecuários que é esperada na ausência de *inputs* específicos do tipo de uso da terra considerado.

4.2.3 – Características e Qualidades da Terra

A avaliação das terras pode ser feita com base nas qualidades das terras, nas características das terras e numa combinação dos dois métodos. Tanto quanto possível, a avaliação deve ser feita a partir das qualidades das terras, devido ao seu número limitado (25 no uso das terras para o pastoreio extensivo), ter em conta a interação entre as características das terras e estarem directamente ligadas aos requisitos das terras. No entanto, a utilização das qualidades da terra tem a desvantagem de tornar mais complexo o processo de análise, interpondo mais passos na avaliação das terras (FAO, 1991). Quando se utilizam as características da terra em si, esta desvantagem é ultrapassada e a avaliação é mais simples e directa.

A utilização directa das características das terras é mais vantajosa porque a avaliação é directa e simples. No entanto, verificam-se algumas limitações tendo em conta, (i) o elevado número de características das terras, (ii) muitas vezes não se sabe com

clareza qual é influência que uma característica da terra tem sobre o uso da terra e por isso qual o grau (*rate*) que se lhe pode atribuir, e (iii) as interações entre os factores de diagnóstico, quer se trate de características das terras, de qualidades das terras ou das funções de várias características, não tidas em consideração. Por isso, adopta-se com frequência uma abordagem intermédia em que se usam qualidades medidas por intermédio das características das terras e as características das terras utilizadas directamente na análise do nível de adequação das qualidades da terra ao tipo de uso da terra.

No processo de avaliação do sistema de pastoreio extensivo foram seleccionadas quatro qualidades das terras com base em dez características das terras incluídas na respectiva descrição (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Qualidades das terras, características das terras, simbologia e respectivas unidades.

Qualidades das Terras	Características das Terras	Símbolos	Unidades
Regime de Humidade	Precipitação média anual	R	mm
Disponibilidade de nutrientes	Fósforo extraível	P	mg kg ⁻¹
	Capacidade de troca catiónica	T	cmol _c .kg ⁻¹
	Carbonato de cálcio	K	%
	pH do solo	H	-
Condições de enraizamento	Espessura efectiva do solo	E	cm
	Elementos grosseiros	G	%
	Capacidade de água utilizável	U	mm
Acessibilidade aos animais	Afloramentos rochosos	O	%
	Ângulo de Inclinação	D	%

Para adequação das unidades cartográficas das terras ao uso das terras para a transumância (Quadro 4.4), pode-se verificar que as 10 características da terra foram classificadas em quatro classes de diagnóstico (s1, s2, s3, n) associados ao nível decrescente da aptidão. Para as classes de aptidão foram estabelecidos os parâmetros de classificação que serão utilizados no processo final de classificação da adequação das unidades de terra da área de estudo ao uso das terras para o pastoreio extensivo.

O processo de ajustamento das qualidades das terras ao uso das terras para a transumância foi efectuado com parâmetros de classificação cujos valores foram estabelecidos a partir da condição limitante mais desfavorável estabelecida ao nível s3. Por isso, e como se pode verificar no Quadro 4.5, o grau de limitação muito severo correspondente à classe n não foi considerado. Todavia este grau de limitação foi utilizado para a classificação das unidades cartográficas com formas de relevo escarpadas e muito escarpadas como veremos no Capítulo 5.

Quadro 4.4 – Características das terras e respectiva classificação de diagnóstico: valores críticos e parâmetros para classificação das unidades de terra.

CARACTERÍSTICAS DAS TERRAS	CLASSIFICAÇÃO DE DIAGNÓSTICO							
	Valores críticos*				Parâmetros para a Classificação			
	s1	s2	s3	n	s1	s2	s3	
Precipitação média anual	-	600-400	400-200	<	50	40	20	
Fósforo extraível (mg kg⁻¹)	>11	8-11	3-8	<3	100	80	40	
CTC (cmol_c kg⁻¹)	>24	24-16	<16	-	100	80	40	
Carbonato de cálcio (%)	0-10	10-25	25-50	>50	90	80	40	
pH do solo	5,5-6,5	6,5 -7,5	7,5-8,5	>8,5	100	80	40	
Espessura efectiva (cm)	<100	100-50	50-25	<25	75	40	10	
Elementos grosseiros (%)	<20	20-40	40-70	>70	80	60	40	
Capacidade utilizável (mm)	>150	150-100	100-30	>30	80	70	30	
Afloramentos rochosos (%)	<40	40-70	>70	-	100	80	60	
Ângulo de Inclinação (%)	<8	8-15	15-30	>30	80	60	40	

(*) s1– aptidão elevada, s2 – aptidão moderada, s3 – aptidão marginal, n – não apto.

4.2.4 – Adequação das Unidades das Terras aos Requisitos do Uso

O processo de análise do ajustamento (*matching*) das unidades da terra ao tipo de utilização da terra foi efectuado com base num método paramétrico (Sys *et al.*, 1991a). Para o estabelecimento dos valores críticos das classes de aptidão das unidades de terra foi adoptado o procedimento de combinação da classificação de diagnóstico das características das terras. Para o efeito, os requisitos do uso das terras da transumância foram combinados em cada uma das unidades de terras com os factores de diagnóstico (características) das terras expressos em graus de limitações.

Para as classes de diagnóstico das unidades de terra, foram estabelecidos parâmetros de classificação numa escala entre um valor mínimo e um máximo de 100. O valor mínimo é atribuído quando as condições são as mais desfavoráveis e o valor 100 é atribuído quando o factor de diagnóstico atinge o valor óptimo dentro do tipo de uso. A aplicação do sistema obedece ainda às regras que, resumidamente, a seguir se descrevem:

1. O número de características das terras a incluir deve ser reduzido para evitar repetições nos cálculos.
2. Para uma característica importante, a escala deve ser ampla (100 – 25), para uma de menor importância, adopta-se uma escala mais apertada (100 – 60) e desta forma introduz-se o conceito de peso do factor.
3. Excepcionalmente, podem ser adoptados valores acima de 100 quando determinada característica das terras possui valores acima desse valor.
4. O valor com que se vai calcular o índice, deve ser estabelecido para cada tipo de uso.

Para realçar a diferente influência dos diferentes factores de diagnóstico foram utilizados factores de ponderação (pesos) para os mesmos. Dada a grande influência da precipitação média anual e da espessura efectiva do solo, foram atribuídos aos

respectivos parâmetros os factores 3 e 2, respectivamente, como está exemplificado no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Exemplificação da utilização do método paramétrico.

Unidades das terras	Factores de diagnóstico										Média Ponderada	Classes de Aptidão
	Rx3	P	T	K	H	G	Ex2	U	O	D		
1	60	40	10	80	80	60	20	1	40	100	45	S3
2	60	50	10	80	40	30	200	1	80	100	65	S2

Os resultados do processo de avaliação da classificação da aptidão são apresentados e discutidos no Capítulo 5 e estão representados esquematicamente na Figura 4.2.

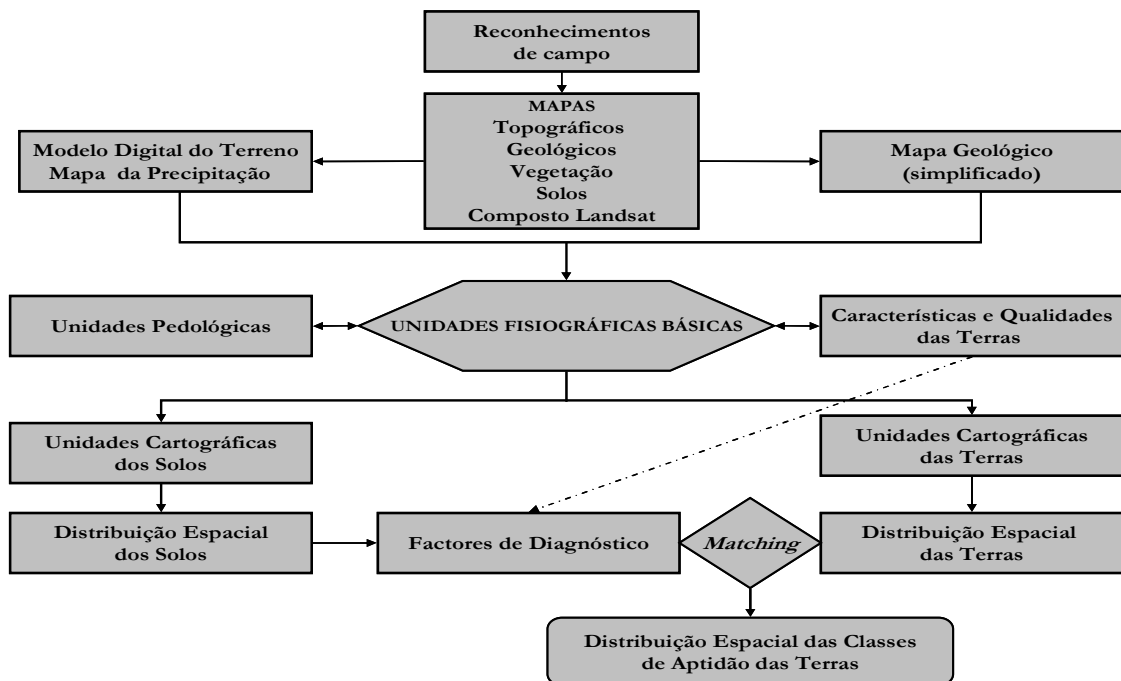


Figura 4. 2 Esquematização geral da abordagem metodológica.

4.3 – METODOLOGIAS DE SIG

Esta secção é dedicada ao geoprocessamento dos dados, isto é, às operações efectuadas num Sistema de Informação Geográfica (SIG) para manipular dados espaciais, utilizando uma aplicação informática que suporta vários tipos de informação (mapas, cartas topográficas, imagens de satélite) e outros dados a que se podem associar coordenadas geográficas. Numa operação normal de geoprocessamento, opera-se sobre os dados de entrada e, como resultado da operação, geram-se novos dados que são o resultado da operação. As operações e funções de um SIG podem ser apresentadas de maneira simplificada como está ilustrado na Figura 4.3.

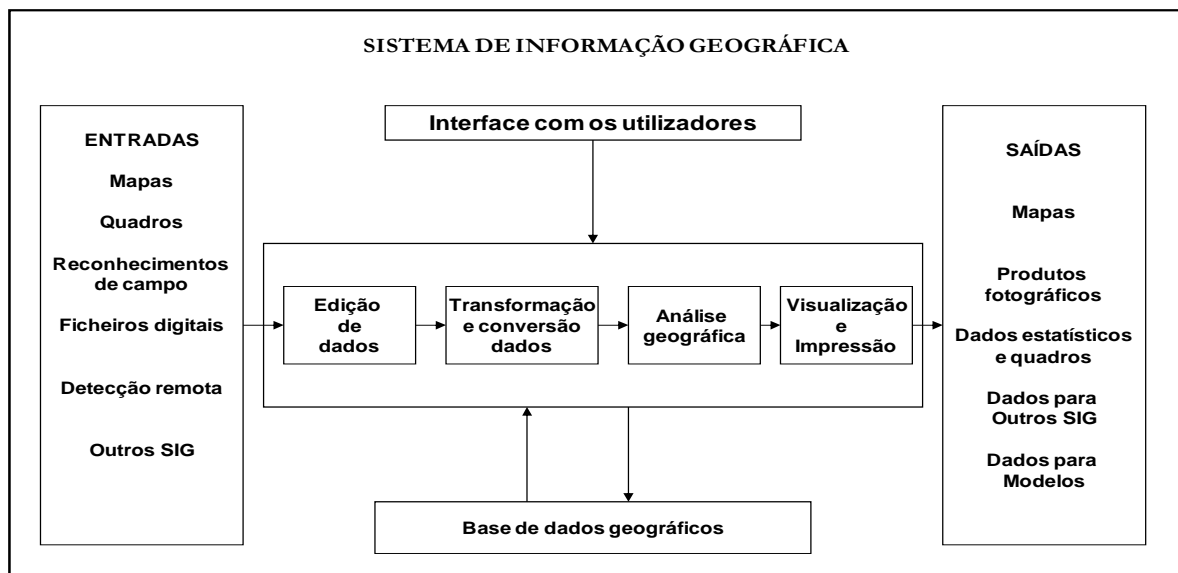


Figura 4.3 – Esquema simplificado de operações e funções de um SIG (Raposo, 2000).

Normalmente, as operações de geoprocessamento envolvem a selecção de objectos, sobreposição de objectos utilizando diversos operadores (intersecção e união, por exemplo), processamento topológico, cálculo de distâncias, perímetros e áreas, sobreposição e reclassificação de dados em formato matricial (*raster*) e conversão de dados (entre diferentes formatos e diferentes sistemas de referência de coordenadas, por exemplo). No essencial, o geoprocessamento apoia a gestão das informações para

se tomarem decisões (Burrough & MacDonnell, 1998). Segue-se uma descrição geral das principais operações executadas em SIG no presente trabalho.

4.3.1 – Meios de Trabalho

Como pré-requisito para a realização dos trabalhos em SIG, foram reunidos os meios técnicos essenciais nomeadamente *hardware*, *software* e dados. Além dos recursos adquiridos, foram utilizados os programas das redes internas do ISA e do IICT.

Em termos de *hardware* do ISA foram usados microprocessadores Intel ® Pentium D com sistema operativo Windows XP e computadores portáteis próprios com sistemas operativos da família Windows. Para a digitalização dos dados (cartas topográficas e geológicas) foi utilizado o Scanner Hp 26 do IICT e, sempre que necessário, os serviços de digitalização foram adquiridos.

Relativamente ao *software*, teve-se acesso a título individual ou através da rede interna do ISA, às licenças anuais de ArcGIS que a UTL adquire à ESRI Portugal. Foram utilizadas as versões ArcGIS 9.x e mais tarde de ArcGIS 10.0. Para as aplicações de detecção remota foi utilizado o programa IDRISI (licenças do ISA e *Academica* adquirida à empresa Clark Labs).

4.3.2 – Organização dos Dados

Tendo sido seleccionadas as variáveis para a descrição das unidades das terras, com vista à implementação do método de avaliação das terras para o pastoreio extensivo, foram estabelecidos os objectivos metodológicos no âmbito do SIG:

- a) Organizar os dados de campo, analógicos e de detecção remota e construir uma base de dados espaciais e não espaciais que possibilitasse o estudo do meio biofísico.
- b) Explorar o SIG na definição das áreas fisiográficas e na geração das unidades de terras para implementar as metodologias de classificação de aptidão do uso das terras para o pastoreio extensivo.

c) Interpretar os resultados e apresentar as conclusões.

4.3.3 – Geoprocessamento dos Dados

O geoprocessamento dos dados realiza-se, tipicamente, conforme esquematizado na Figura 4.4.

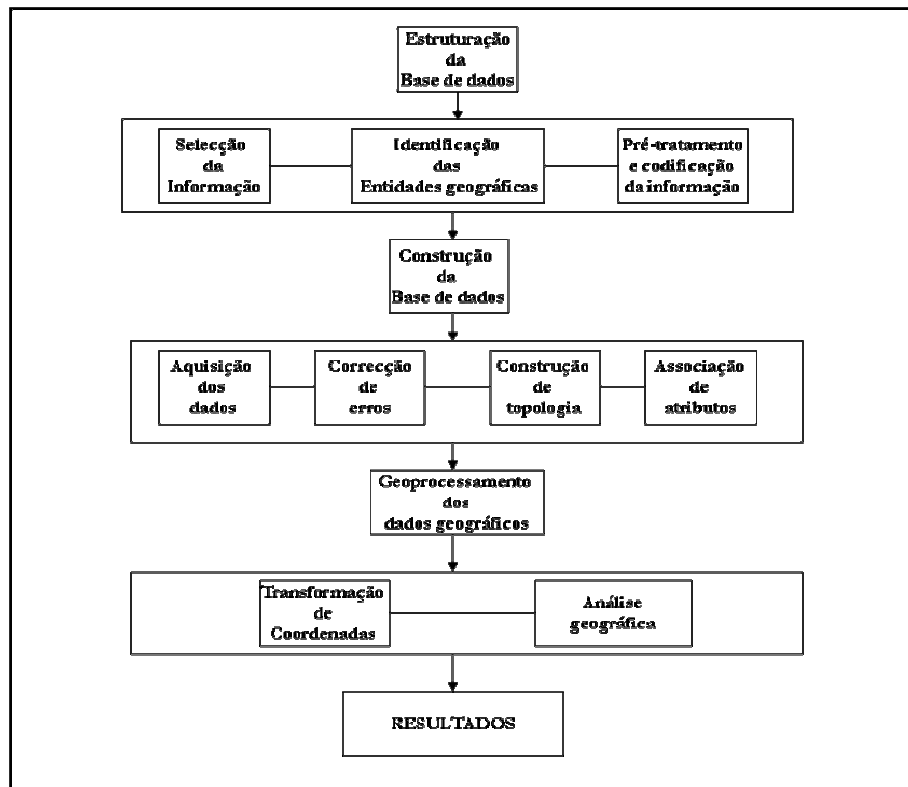


Figura 4.4 – Etapas do geoprocessamento em SIG (Raposo, 2000).

Descrevem-se a seguir as etapas de geoprocessamento utilizadas no desenvolvimento do presente trabalho, subdivididas em dois grandes grupos: aquisição e processamento dos dados.

4.3.3.1 – Aquisição de Dados

Um dos requisitos para a utilização de um SIG é os dados estarem em formato digital. Nesta etapa, os trabalhos tiveram lugar em quatro fases, designadamente, (i) preparação dos dados, (ii) georreferenciação dos dados, (iii) criação da base de dados e (iv) reestruturação e edição dos dados.

Preparação dos Dados

De acordo com a proveniência, os dados que foram compilados podem ser classificados em três grupos: dados de campo, dados de base e dados de detecção remota. Descreve-se a seguir o tratamento que foi dado a cada um destes três grupos de dados.

a) *Dados de campo*

Para apoio às observações do terreno foram criados, previamente, mosaicos georreferenciados de imagens de satélite *Landsat etm+* e das folhas S e T da Carta de Angola. Em SIG, por interpretação visual, foram assinalados os locais de amostragem previstos e posteriormente descarregados (*upload*) para o receptor de GPS. Os mosaicos com os pontos assinalados e carregados no receptor de GPS, serviram de apoio à orientação no campo, mormente para a localização, abertura e descrição dos perfis e de outros dados biofísicos. No caso da geologia, os mapas mais detalhados (1/100.000) que cobriam apenas aproximadamente 50% da área de estudo (faixa oriental), serviram apenas para apoio nos trabalhos de campo (Capítulo 3). Do mapa à escala 1/1.000.000, com cobertura total da área de estudo, obtiveram-se mapas ampliados que serviram, igualmente, para apoio às observações de campo.

Os dados de campo e os dados das análises laboratoriais dos solos foram registados em folhas de cálculo (Ms *Excel*) para posteriormente serem importados pela base de dados do SIG.

b) *Dados de base*

A maior parte das informações sobre os recursos naturais agrários de Angola foram produzidas há mais de três décadas e encontram-se em formato analógico. No caso do presente trabalho, a reestruturação de toda a informação incidiu sobre os mapas, como é o caso da topografia e da geologia, bem como sobre os dados estatísticos quantitativos. Estes últimos foram introduzidos em tabelas de folhas de cálculo e, posteriormente, importados pela base de dados do SIG. As cartas analógicas dos dados biofísicos, incluindo topografia, solos, vegetação e geologia, foram digitalizadas por edição de polígonos sobre imagens obtidas por *scanning* e, posteriormente, georeferenciadas. As informações relativas à altitude, cotas do clima, geomorfologia e aspectos socioeconómicos associadas a cada perfil, foram inseridas em *Excel* com vista ao posterior cruzamento com os dados espaciais.

Sobre uma imagem obtida por *scanner* da Carta Geológica de Angola (1:1.000.000), por digitalização de polígonos, foi obtida uma carta geológica de 15 classes com representação na área de estudo. Para uma melhor adequação à interpretação dos padrões de distribuição das unidades geológicas, o mapa de 15 classes foi, posteriormente, generalizado para uma versão de 9 classes (Figura 4.3). Esta variável espacial contribuiu para a definição das unidades fisiográficas.

c) *Dados de detecção remota*

Os dados *raster* do modelo digital de terreno, clima e vegetação foram descarregados de bases de dados internacionais encontrando-se, desta forma, *a priori* habilitados para serem integrados num SIG, requerendo apenas, em alguns casos, a conversão do sistema de coordenadas. Os dados de coberto *Landsat* foram exportados do programa ENVI em formato *Imagine* e, depois, importados pela base de dados do SIG.

Georreferenciação dos dados

Em linha com o facto da cartografia de Angola utilizar o sistema de coordenadas *Universe Transverse Mercator* (UTM), neste trabalho foi adoptado o sistema de referência de coordenadas seguinte: *Datum* D_Camacupa, modelo de referência –

Elipsóide de Clark, sistema de projecção – UTM e sistema de coordenadas – Camacupa UTM Zona 33 S. Assim, todos os conjuntos de dados que se encontravam noutros sistemas sofreram conversão de coordenadas efectuada no SIG.

Criação das bases de dados

As bases de dados do SIG foram criadas no formato *geodatabase* (ESRI, 2011) sobre Ms Access e são constituídas por diversos conjuntos de dados. Uma *geodatabase* (combinação de *geo* – espacial e *database* – base de dados) é um repositório de dados espaciais a que corresponde um ficheiro único (neste caso em formato *Ms Access*). As *geodatabases* podem armazenar dados em formato *raster* ou *vectorial*. As principais vantagens das *geodatabases* são:

- ✓ armazenar volumes apreciáveis de dados espaciais numa localização centralizada;
- ✓ manter a integridade dos dados espaciais numa base de dados consistente;
- ✓ permitir a definição de relações e regras topológicas entre dados espaciais;
- ✓ operar em ambientes multiuso (incluindo multi-edição) dependendo da aplicação para gestão da base de dados utilizada.

Para além do conjunto de dados relativos aos solos, foram criados 10 conjuntos de dados em formato *raster* e 17 conjuntos de dados em formato *vectorial*, sendo dez de polígonos, quatro de linhas e três de pontos. Destaca-se a seguir o conjunto de dados relativo aos solos pela complexidade da sua criação.

a) Conjunto de dados dos solos

Foi criado um conjunto de pontos, geograficamente referenciados, caracterizados por propriedades dos solos consideradas relevantes para este trabalho, obtidos através de observações de campo e análises laboratoriais. Aplicou-se o conceito de que o solo, como uma das componentes da terra, é o resultado de processos de interacção de factores físicos, biológicos e sociais que evoluem ao longo do tempo. O

desenvolvimento desse conceito, segundo o qual o solo é formado a partir de entidades naturais, permite estabelecer as relações dos aspectos fisiográficos com os solos individuais (UNEP *et al.*, 1995).

Quadro 4.6 – Extracto da base de dados dos solos.

ID	perfil	X_Long	Y_Lat	Z_alt	idLab	Horiz	profCm	pHH2O	CaCO3_Kg	cacmolKg	Código WRB
179	P109	12,8783	-15,6	-	51	CR1	0 – 15	7,23	1,2	2,89	LP.nt.eu
180	P109	12,8783	-15,6	-		CR2	15 -34				
181	P109	12,8783	-15,6	-		R	34-58				
183	P112	13,16427	-15,06	659	52	Ah	0 – 10	7,01	1	4,75	LX.nl.he
184	P112	13,16427	-15,06	659	53	Bt1	10 -30	6,94	3,4	6,03	
185	P112	13,16427	-15,06	659	54	Bt2	30 – 70	6,92	0	7,08	
186	P112	13,16427	-15,06	659		R	>70				
188	P113	13,16968	-15,06	642	55	Ah	0 – 15	7,04	0,8	7,29	CM.ha.eu
189	P113	13,16968	-15,06	642	56	C1	20 – 35	6,99	1,4	5,2	
190	P113	13,16968	-15,06	642	57	C2	60 – 80	6,84	0	7,36	
191	P113	13,16968	-15,06	642		R	>80				

Acima, no Quadro 4.6 que foi extraído do conjunto de dados geográficos relativos aos solos, observam-se as seguintes informações:

1. dados espaciais: pontos de localização dos perfis em coordenadas WGS84, não projectadas (graus);
2. a cada perfil ou *pedon* (realidade) foram associados horizontes e/ou camadas dos solos respectivas;
3. a cada horizonte/camada foi associada a informação das respectivas propriedades físicas e químicas.

Na base de dados, a tabela de solos é constituída por 339 instâncias (linhas) e 39 atributos (colunas).

4.3.3.2 – Operações de Processamento dos Dados

O processamento de dados do SIG teve como objectivo principal a geração das unidades fisiográficas, essenciais na caracterização das unidades **de terras** como será referido no ponto 4.4. No SIG, foram considerados três factores condicionadores dos solos e das terras, designadamente, geologia/litologia, clima e relevo. No caso da geologia foi utilizada uma carta analógica 1/1.000.000, para o clima foram utilizados dados da precipitação e para o relevo foi utilizado um modelo digital de terreno, como já foi referido na secção relativa à aquisição dos dados de base. As operações sobre os dados espaciais foram efectuadas, tendo em consideração os seguintes requisitos:

- ⇒ escala de trabalhos semi-detalhada (1/250.000);
- ⇒ delineamento de unidades relativamente homogéneas;
- ⇒ o uso das terras para o pastoreio extensivo.

As informações disponíveis sobre o meio biofísico e o conhecimento do terreno serviram de suporte para as decisões tomadas relativamente a cada uma das variáveis biofísicas que a seguir se descrevem.

Geologia e litologia: a carta geológica escala 1/1.000.000 (Carvalho, 1982) foi digitalizada por edição de polígonos sobre imagens obtidas por *scanning* que foram posteriormente georreferenciadas para possibilitar a compreensão das relações com as outras variáveis, o número de classes geológicas foi reduzido de dezasseis para nove classes.

Assim, por um processo de generalização, foram agrupadas as rochas e materiais litológicos da mesma família ou com propriedades físico-químicas semelhantes, nomeadamente: o grupo dos granitos diversos (leucogranitos, granitos do Caraculo-Bibala, granitos do Sudoeste e granitos vermelhos), o complexo gnaiisso-migmatítico-

granítico (gnaisses e migmatitos), rochas filonianas (noritos e doleritos e quartzo) e rochas básicas e ultrabásicas (rochas ultra-básicas e basaltos).

Declive: a partir do modelo digital de terreno SRTM de 30 m de resolução espacial, derivaram-se os declives (mantendo a resolução espacial) para sete classes definidas pelos critérios estabelecidos pela UNEP (UNEP *et al.*, 1995) para as unidades SOTER (*Soil and Terrain*). Nessa metodologia às classes de declives são associadas formas de relevo.

Na análise conjunta dos padrões das unidades geológicas principais e das classes de declive foram detectadas as relações litomórficas, como primeiro passo para a criação das unidades fisiográficas, e no passo seguinte foram considerados ainda os afloramentos como factor diferenciador (este aspecto será referido mais detalhadamente no (Capítulo 5).

Precipitação: a partir dos dados da precipitação ADDS, em formato *raster* com resolução espacial de 8 km, foi obtido um conjunto de dados com intervalos de precipitação de 100 mm (Figura 4.5). Para as combinações com as outras variáveis anteriores, na área de estudo foram consideradas três faixas: (i) precipitação inferior a 200 mm, (ii) precipitação entre 200 e 400 mm, e (iii) precipitação superior a 400 mm. Como se vai verificar mais adiante (no Capítulo 5), a precipitação foi a principal variável diferenciadora das unidades fisiográficas e, conseqüentemente, das classes de aptidão das terras.

Unidades fisiográficas básicas: a combinação das duas variáveis anteriores (litologia e relevo – declives e afloramentos rochosos) com a variável precipitação, gerou 136 tipos distintos de unidades fisiográficas básicas. Destas unidades fisiográficas foram derivados três novos conjuntos de dados (vectoriais) relativos à distribuição espacial dos solos, das terras e da aptidão para a transumância cujos resultados serão apresentados, fazendo-se a seguir numa breve descrição dos procedimentos metodológicos.

Solos (esboço): em linha com a relação que se estabelece na paisagem entre os padrões distribuição dos solos e a fisiografia, as unidades fisiográficas foram utilizadas como unidades cartográficas dos solos. A sobreposição dos pontos das unidades pedológicas dos perfis analisados permitiu atribuir os solos dominantes a cada uma dessas unidades fisiográficas.

Terras: por definição (FAO, 1992) as unidades das terras para o pastoreio extensivo são extensas abrangendo áreas de dezenas a centenas de hectares. Assim, algumas unidades fisiográficas foram aglutinadas quando as classes de declives não afectavam a aptidão das unidades das terras. Deste modo obtiveram-se 38 classes.

Aptidão: foram definidas com base no cruzamento entre as unidades das terras e as características e qualidades das terras para o pastoreio extensivo (ponto 4.4.3). Das classes de aptidão das terras, definidas anteriormente, resultaram três classes de aptidão, designadamente, aptidão moderada, aptidão marginal e não apto (esta classificação voltará a ser abordada no (Capítulo 5).

4.4 – COBERTURA DA TERRA

Para classificação de imagens *Landsat* para a produção de um mapa de coberto foi utilizado o Programa do IDRISI Selva versão 17.0 (Warner & Campagna 2009) da rede interna do ISA e uma licença Académica adquirida à Clark Labs (USA). Apresenta-se a seguir um resumo da classificação supervisionada.

Classificação supervisionada

Na classificação supervisionada (ou assistida), o analista de imagem “supervisa” o processo de categorização dos píxeis especificando a descrição numérica de vários tipos de coberto presentes na área de estudo. Para tal, as áreas representativas de um coberto de solo conhecido, designadas áreas de treino, são utilizadas para a criação, mediante um dado algoritmo de classificação, de uma *chave de interpretação* que descreve as assinaturas espectrais de cada categoria de interesse. A seguir, os valores

espectrais de cada *pixel* da imagem são comparados, numericamente, com cada uma das classes da chave de interpretação, sendo-lhe atribuída a classe “com que se parece mais” (Jensen, 2005; Lillesand, & Chipman, 2008; Pereira, 2008).

A classificação supervisionada obedece às seguintes etapas: 1) **etapa de treino** – o analista identifica as áreas de treino representativas e obtém a descrição numérica das assinaturas espectrais de cada um dos elementos das classes de coberto da área de estudo; 2) **etapa de classificação** – a cada *pixel* da imagem é atribuída a classe com que mais se assemelha (se um *pixel* não tem semelhança com nenhuma área de treino é-lhe atribuída a classe “desconhecido”). Assim, a matriz multidimensional da imagem é utilizada para criar a respectiva matriz dos tipos de classes de coberto, 3) **etapa de apresentação** – existem três formas de apresentação de resultados: mapas temáticos, tabelas com estatísticas para cada uma dos tipos de coberto considerados e dados digitais adequadamente preparados para serem integrados num SIG.

Classificador de máxima verosimilhança

O classificador de máxima verosimilhança avalia quantitativamente a variância e a covariância da resposta dos padrões das classes espectrais na classificação de um *pixel* não identificado. Para isso, pressupõe-se que a distribuição da nuvem de pontos que constitui as áreas de treinos é Gaussiana (distribuição normal). A hipótese da normalidade, geralmente, é razoável para os padrões de resposta espectrais. Com base nesta hipótese, a distribuição do padrão de distribuição espectral pode ser totalmente descrita pelo vector médio e pela matriz de covariância. Com base nesses parâmetros, pode-se calcular a probabilidade estatística de um certo *pixel* ser membro de uma determinada classe de coberto. Assim, o computador calcula a probabilidade do *pixel* pertencer a uma classe e depois disso, o *pixel* é atribuído à classe com que mais se assemelha, isto é, de maior probabilidade ou então, o *pixel* é etiquetado dentro dos valores que estão no limiar estabelecido pelo analista.

Com base nos conhecimentos dos padrões de distribuição das comunidades florísticas no terreno e tendo como referência a Carta Fitogeográfica de Angola (Barbosa, 1970) e o sistema de classificação de coberto *Africover* da FAO (Di Gregorio & Jansen, 2000),

foram definidas seis classes de cobertura da terra: (1) Solo nú, (2) Formações herbáceas, (3) Formações herbáceas com arbustos dispersos, (4) Formações arbustivas, (5) Floresta seca e (6) Floresta aberta.

Com base nas observações de terreno e nas colheitas efectuadas na área de estudo, foi efectuada a descrição das comunidades florísticas em correlação com as classes de cobertura da terra que se apresenta no capítulo 5 (ponto 5.14).

5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os recursos biofísicos da área de estudo que a seguir se apresentam, dizem respeito a uma extensão territorial de 7.517,4 km² (75.1737,7 ha) correspondente à superfície do polígono “Área de Estudo” adquirido por digitalização num SIG. No presente Capítulo são apresentados os resultados correspondentes à distribuição espacial dos factores de formação do solo que conduziram à geração das “unidades fisiográficas básicas”, as quais foram utilizadas como base cartográfica para o esboço da distribuição espacial dos solos. A análise e a interpretação dos padrões de distribuição espacial das unidades fisiográficas e dos solos permitiram a delimitação das unidades cartográficas das terras e conseqüentemente da definição das qualidades das mesmas. Através da análise da compatibilização das qualidades das terras com os requisitos do uso das terras para a transumância foram estabelecidas as classes de aptidão das terras para este sistema. Faz-se a seguir a apresentação da distribuição espacial dos factores que contribuem para a formação e distribuição dos solos e a influência dos mesmos nas qualidades das terras.

5.1 – FACTORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

A distribuição espacial dos diferentes tipos de solos foi estabelecida através da interpretação da distribuição espacial das formações geológicas, das formas de relevo (declive) e do clima (precipitação), bem como pela ocorrência de afloramentos rochosos). Fazem-se a seguir as considerações sobre as particularidades e a distribuição dos referidos factores.

5.1.1 – Rocha-mãe

Como já foi mencionado, a área de estudo está coberta por duas cartas geológicas: parcialmente pela *Carta Geológica de Angola*, na escala 1:100.000 (IGA, 1972) e na totalidade pela *Carta Geológica de Angola* na escala 1/1.000.000 (Carvalho, 1982). Embora a informação desta última seja já generalizada, optou-se por simplificá-la por aglutinação das 15 unidades geológicas presentes na área de estudo em nove unidades geológicas, agrupando rochas afins, à escala de 1/500.000 (Figura 5.1), tornando-a mais compatível com a densidade das observações no campo.

Quanto à natureza das formações geológicas, na área de estudo ocorrem rochas eruptivas, rochas sedimentares e rochas metamórficas, que se distribuem por várias idades e orogenias. De uma maneira geral a área é dominada pelas formações metamórficas e eruptivas (Quadro 5.1) mais antigas do Precâmbrico (Carvalho, 1982), sendo relativamente menos representadas as formações sedimentares mais recentes do Cenozóico (Quaternário).

A análise do Quadro 5.1 revela que entre as **rochas eruptivas**, os dioritos e os granodioritos, do Precâmbrico inferior (Carvalho, 1982), são as formações que têm maior representação (203.504 ha), ocupando cerca de 27% da área de estudo; essas formações distribuem-se praticamente por toda a extensão dessa área (Figura 5.1). Seguem-se em representatividade os “granitos diversos” (granitos do Caraculo-Bibala, granitos vermelhos, leucogranitos, pórfiros granitóides) que se estendem da escarpa da Chela para leste, atingindo áreas como o Caraculo; estas formações em conjunto perfazem 96.022 ha (cerca de 13% da área estudada). As rochas básicas e ultrabásicas ocupam 7.649 ha e representam apenas cerca de 1% da área.

Quadro 5.1 – Os tipos de rochas e as unidades geológicas (grupos de rochas afins) consideradas para a área de estudo.

Tipos de Rochas	Unidades Geológicas	Área	
		ha	%
Rochas eruptivas	Dioritos e granodioritos	203.505,3	27,07
	Granitos diversos	96.022,1	12,77
	Noritos, doleritos e quartzo	9.619,6	1,28
	Rochas básicas e ultrabásicas	7.649,1	1,02
Rochas sedimentares	Depósitos diversos	25.891,4	3,44
	Grupo da Chela	1.971,9	0,26
Rochas metamórficas	Complexo xisto-quartzífero	367.670,4	48,91
	Gnaisses e migmatitos	35.474,4	4,72
	Calcários cristalinos	3.933,5	0,52
Total		751.737,7	100,00

Finalmente, os possantes e extensos filões de rochas básicas (noritos/doleritos) e de quartzo formam um conjunto de diques que se destacam na peneplanície (Feio, 1981), com grande representatividade no sudeste da área de estudo; ocupam cerca de 9.619 ha (cerca de 1,3% da área).

As **rochas sedimentares** estão representadas por depósitos diversos do Quaternário (Carvalh, 1982) que ocorrem nas áreas limítrofes à Escarpa da Chela (também designada por Cornija) e que segundo as interpretações de Feio (1981) são constituídos por blocos, calhaus e areias de rochas greso-quartzosas, representando pelo menos 3,5% da área de estudo.

De uma forma geral, as formações de elementos grosseiros incluindo calhaus, pedras e blocos rolados e subrolados de diferentes origens e proveniência ocupam as aplanagens e as superfícies convexas; as areias e as cascalheiras, por seu turno, preenchem geralmente as superfícies côncavas e os escassos vales (Diniz, 2002).

As **rochas metamórficas** estão representadas por formações que foram enquadradas em dois “complexos” (Carvalho, 1982): o complexo xisto-quartzífero do Precâmbrico inferior e o complexo gnaisso-migmatítico-granítico. O primeiro ocupa uma área de 367 670 ha, correspondente à maior representatividade da área de estudo (cerca de 48,3%), e está em termos gerais distribuído por toda a extensão da mesma, excepto numa franja a nordeste e ao longo da Escarpa da Chela; as formações do complexo gnaisso-migmatítico-granítico, ainda do Precâmbrico, com muito menor expressão, são de assinalar a Sudeste da área de estudo, ocupando cerca de 35.474 ha e que representam 4,7% da dessa área.

Os calcários cristalinos ocupam apenas 0,52% (3.934 ha) e estão localizadas a centro e a norte da área de estudo (Quadro 5.1). A esses calcários associa-se o mármore que ocupa, em espessas camadas, a parte superior dos “inselbergs” mais proeminentes da área como a Serra Unimba, na área central do Chaco Chaco, o Monte Picono, a leste da Tchiqueia, e o Monte Binde a leste do Virei.

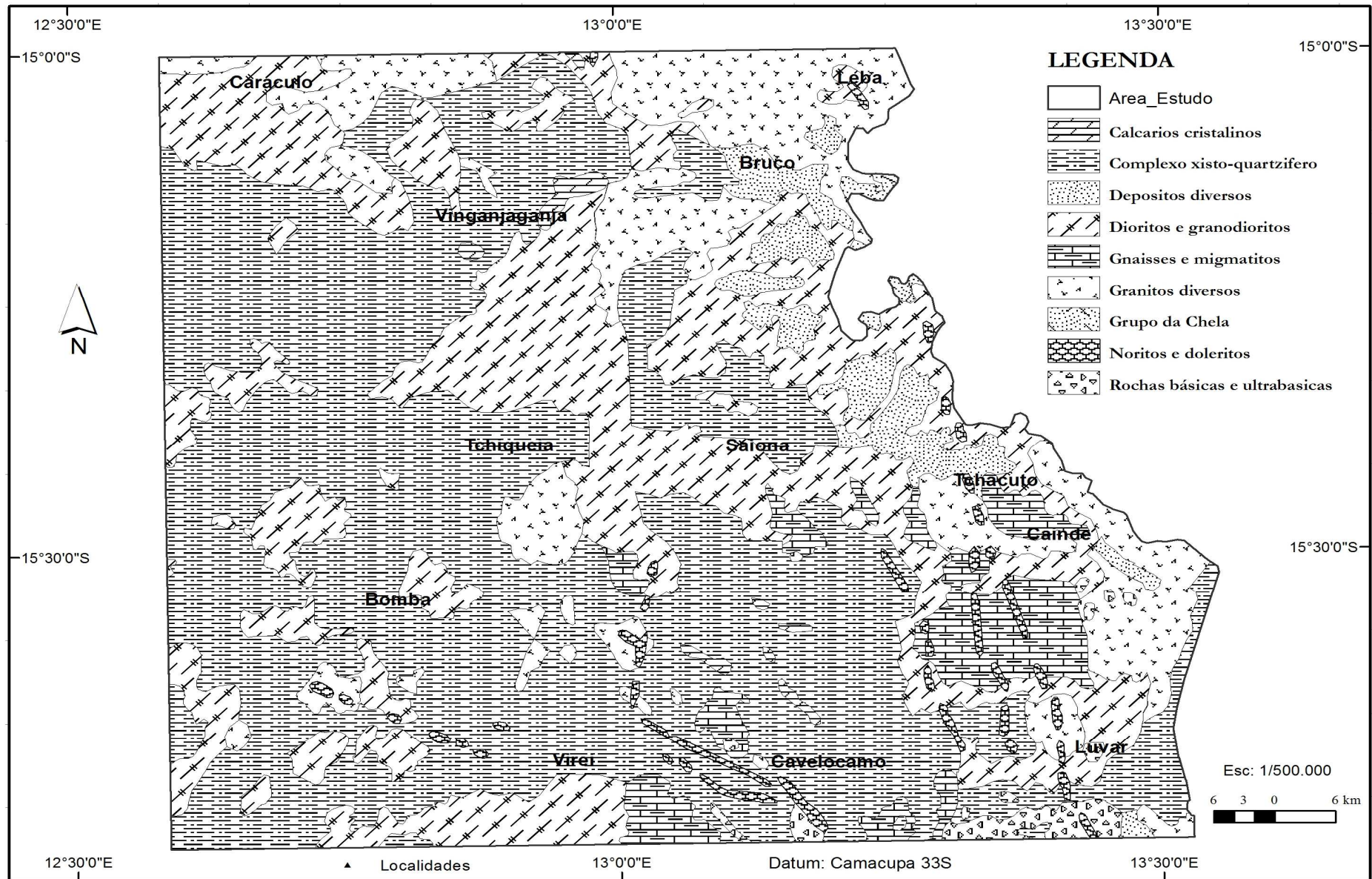


Figura 5.1 – Distribuição espacial das unidades geológicas na área de estudo.

Nos reconhecimentos de campo, à escala semi-detalhada (1/100.000), foram identificados padrões de distribuição espacial de algumas formações geológicas que não correspondem aos limites estabelecidos nas cartas geológicas de Angola nas escalas de 1/100.000 (IGA, 1972) e de 1/1.000.000 (Carvalho, 1982). Tal é o caso, por exemplo, das formações sedimentares correspondentes aos depósitos diversos, cuja área se afigurou muito mais extensa do que a indicada nessas cartas. Tal facto, deve-se em grande parte à expressiva ocorrência das formações de cobertura - em geral materiais soltos ou concrecionados de dimensão desde areias a blocos de grande dimensão - que se encontram distribuídas principalmente nas áreas adjacentes à Escarpa da Chela, influenciando decisivamente o tipo de solos que aí ocorrem. Além disso, quando se comparam as unidades geológicas das cartas acima referidas verifica-se que, além da diferença associada a escalas tão diferentes, há diferenças na representação gráfica no que diz respeito a cores e nomenclatura das unidades geológicas e por isso, a sobreposição das cartas por ampliação e redução para explorar a informação de ambas cartas revelou-se de fraca utilidade.

Relativamente à composição química e (mineralógica) das rochas verifica-se que no caso das rochas eruptivas é elevada a predominância das rochas intermédias (dioritos e granodioritos) e das rochas ácidas (granitos e rochas afins), em detrimento das rochas básicas (gabros e doleritos). No caso das rochas metamórficas, no complexo xisto-quartzífero são predominantes os xistos, micaxistos e quartzitos. No caso das rochas sedimentares salienta-se a ocorrência de mantos mais ou menos espessos de extensas formações de cobertura e a pequena representatividade de formações calcárias.

No geral verifica-se no ponto 5.3 que independentemente da sua natureza (eruptivas, sedimentares ou metamórficas) as características intrínsecas das rochas não favorecem os processos de alteração e a formação de minerais secundários. Por isso, para além dos efeitos devidos às condições climáticas, a natureza da rocha-mãe do solo também contribui para a fraca evolução dos solos da área de estudo, como será detalhado

5.1.2 – Relevo

De uma maneira global a altitude da área de estudo aumenta com o afastamento do mar, de oeste para leste (Figura 5.2). A variação da altitude pode ser abordada

tomando como referência os estudos do relevo efectuados por Feio (1946, 1964, 1982), segundo os quais na área de estudo a denominada Escarpa da Chela constitui um degrau entre o Planalto Principal ou Planalto Antigo (Superfície IV da nomenclatura utilizada por Jessen) e a “Superfície Intermédia” ou Peneplanície III (Superfície III de Jessen).

Pela sua imponência, a Escarpa da Chela (que está associada à denominada formação geológica do *Grupo da Chela*) é uma componente marcante na paisagem, que se estende na direcção norte-sul com desníveis que atingem 1000 a 1500 m e que é coroada por formações quartzíticas (correspondentes à denominada Cornija da Chela). A mesma apresenta-se com espessura variável e é um factor determinante na modelação dos relevos planálticos a leste e está na origem da rede hidrográfica que se dirige para oeste, em direcção ao Oceano Atlântico.

A partir do sopé da Escarpa da Chela, desenvolve-se a “peneplanície” ou “superfície intermédia” correspondente à Superfície II/III de Jessen (Feio, 1946), que é considerada uma enorme aplanação que se estende desde essa escarpa por algumas dezenas de quilómetros na direcção do mar. Nesta peneplanície destacam-se os relevos residuais (“inselbergs”) que junto da Escarpa da Chela constituem maciços montanhosos de granito, como o Morro Maluco, com os seus cumes de quartzitos com altitudes superiores a 1900 m, e a seu lado o Mulamaneco (1850 m); nas áreas de rochas metamórficas (complexo xisto-quartzítico) assinala-se o relevo residual do Catchila (1125 m) na área de Vinganganja e o da serra de Canauá na área de formações gnaisso-migmatíticas a Noroeste do Virei. A “peneplanície” é ainda cortada e atravessada por numerosos e possantes filões de noritos e doleritos, com a direcção norte-sul, e de quartzos com direcção noroeste-sueste e leste-oeste e que originam extensos relevos vigorosos em cristas (Figuras 5.1 e 5.2).

Tal como foi referido no ponto 4.3.3.2 as componentes do relevo incluindo o declive e as classes de altitude (do inglês, *elevation*) foram derivados do modelo digital de terreno SRTM de 30 m de resolução, para serem associados ao processamento de geração das unidades fisiográficas básicas. Faz-se a seguir a análise da distribuição espacial das referidas componentes.

Altitude

A variação da altitude na área de estudo, de acordo com os estudos de Feio (1946, 1964, 1981), está associada ao degrau entre o Planalto Principal (Superfície IV da nomenclatura utilizada por Jessen) e à peneplanície III (Superfície III de Jessen). O desnível entre estas duas grandes unidades geomorfológicas, segundo o mesmo autor que efectuou uma análise da evolução do relevo do Sudoeste de Angola, tendo como referência os trabalhos publicados anteriormente por outros autores, tem implicações na evolução do relevo que podem ser resumidos nos modos que a seguir se descrevem.

A Escarpa da Chela como uma componente da Cadeia Marginal de Montanhas (Marques, 1986) corresponde ao limite das antigas aplanações que estão preservadas da erosão que progridem para o interior. Com efeito, verifica-se o alargamento do planalto para ocidente por um lado, e por outro o avanço para oriente a partir do mar. Por conseguinte, a Escarpa da Chela é o resultado do recuo dos degraus da escadaria marginal. Os processos de pediplanação que se verificam de um e outro lado da Escarpa da Chela mostram que essas aplanações de altitude tiveram antigamente uma extensão muito maior. A sua resistência à erosão atribui-se à resistência do seu bordo superior formado por formações quartzíticas da denominada Cornija da Chela (Feio, 1981)

A Peneplanície é uma superfície da aplanação que se estende para ocidente e que é resultante dos processos de pediplanação acima mencionados, mas constituindo uma área ainda de grande heterogeneidade (Marques, 1986). Com efeito, nela ocorrem numerosos “inselbergs” que são o principal testemunho dos referidos processos e como se pode observar na Figura 5.2, os processos de erosão a ocidente terão influência directa nas unidades do sopé da Escarpa. A sul do Caraculo erguem-se os “inselberg” de xistos metamórficos que se elevam nas planícies graníticas (Feio, 1981) em que se destaca o imponente monte Cathila (1.125 m) na área de Vinganjanja. Para sul as áreas conservadas das aplanações alargam-se em toda a extensão que envolve a área de Cainde ao Cavelocamo, a leste do Virei, até ao sul nas áreas Luvar. A conservação e a estabilidade do relevo nesta área são provavelmente influenciadas pelos marcantes diques de filões (nomeadamente de noritos/doleritos) que atravessam a área no sentido sul-norte, paralelamente à Escarpa da Chela (Figuras 5.1 e 5.2).

Em altitudes inferiores a 400 m da peneplanície ocorrem superfícies claramente rebaixadas (Figura 5.2) em que predominam os processos de erosão devidos à instalação da rede hidrográfica correspondente aos rios Bero e Giraul. Esses rebaixamentos estendem-se para oeste para as altitudes inferiores a 200 m, sendo possivelmente determinados pela flexura do flanco Atlântico referida por Marques (1977).

Tomando como referência o paralelo 15° 50' que atravessa aproximadamente a área de estudo a meio, pela localidade da Tchiqueia, quando se faz o percurso a partir do oeste, observam-se altitudes inferiores a 200 m e logo a seguir ocorre a vasta unidade dos 200 aos 300 m e daí em diante para as unidades de altitudes mais elevadas até à curva de nível dos 700 m, que estabelece aproximadamente o limite entre a Peneplanície e a Escarpa da Chela. Nesta unidade geomorfológica, na área abrangida pelo estudo, foram consideradas duas classes de altitude, a compreendida entre 700 e 800 m e a de altitudes superiores a 800 m.

A área de altitudes inferiores a 400 m representa o desenvolvimento de uma superfície bastante depressionária que se prolonga para oeste e que atinge em alguns locais altitudes inferiores a 200 m, constituindo uma superfície de dissecação, sob a influência da modelação do relevo na dependência da dinâmica das bacias hidrográficas dos rios Bero e Griaul. A sul do Caraculo, o rebaixamento dos níveis de base devido a erosão provocada pela rede hidrográfica está associada ao surgimento de escarpas e que contribuem para o rejuvenescimento do relevo. Por isso, esta área pode ser considerada um nível de pediplanação.

No Quadro 5.2 é apresentado o apuramento das áreas e representação das classes de altitude em que se verifica que a área de menor representatividade (apenas 0,03%) corresponde às altitudes inferiores a 200 m, a de maior representatividade (34,8%) é a correspondente às altitudes compreendidas entre 400 e 500 m. A maior parte da área de estudo (cerca de 76,6%) está localizada em altitudes compreendidas entre 300 e 600 m, a que correspondem 576.177 ha.

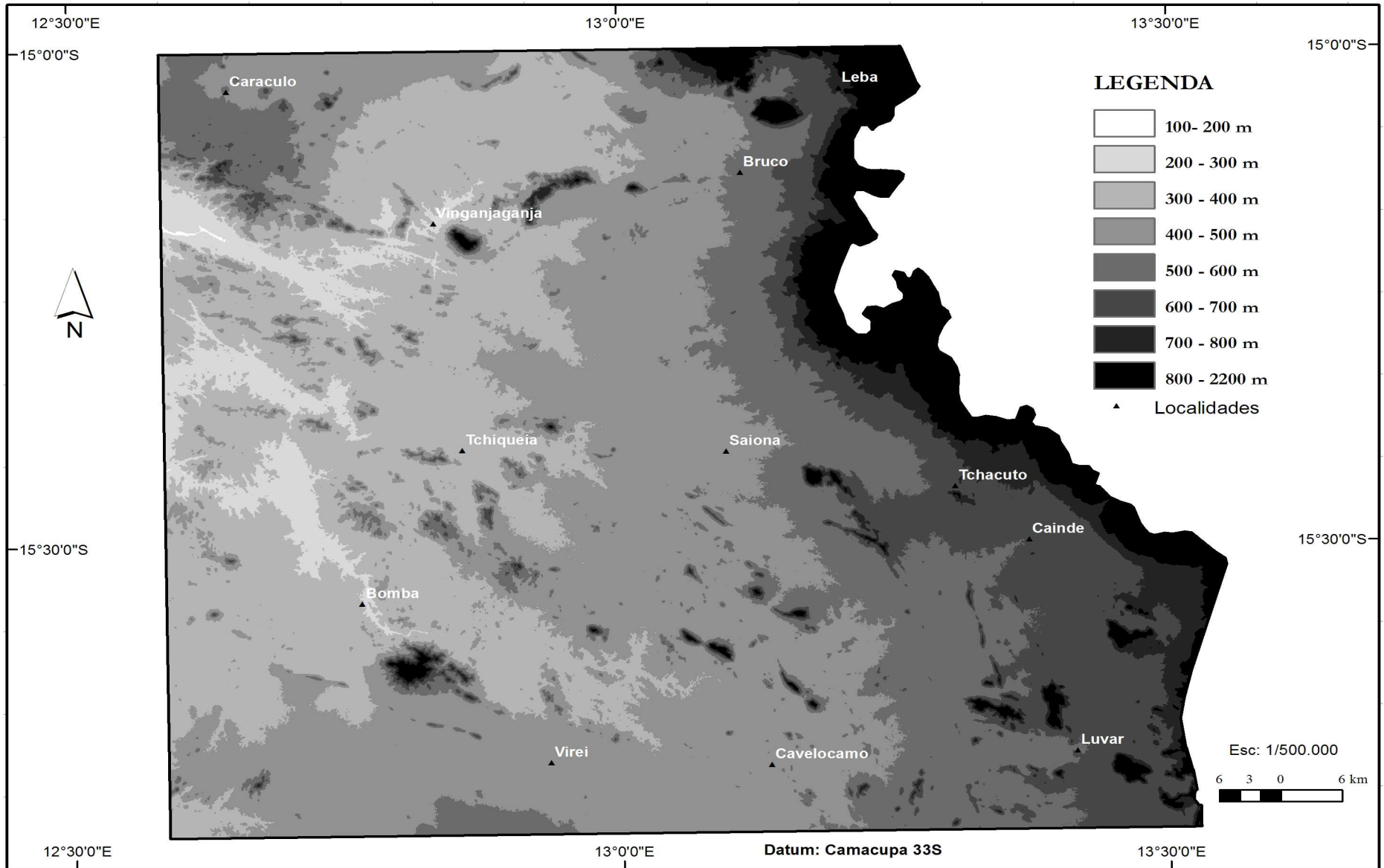


Figura 5.2 – Distribuição das espacial classes de altitude na área de estudo.

Quadro 5. 2 – Área e representatividade das diferentes classes de altitude.

Classes de altitude (m)	Área	
	ha	%
<200	200,3	0,03
200 – 300	29.308,7	3,90
300 – 400	193.067,6	25,68
400 – 500	261.920,1	34,84
500 – 600	121.189,4	16,12
600 – 700	77.064,9	10,25
700 – 800	25.923,9	3,45
>800	43.062,8	5,73
TOTAL	751.737,7	100,00

O Declive

Além da altitude e da configuração fisiográfica da paisagem, o declive é uma das importantes componentes da topografia do terreno. De uma maneira geral os declives acentuados estão associados à erosão por movimentos de materiais devido à gravidade e ao escoamento superficial; a estas condições associa-se a elevada erosividade da precipitação que é característica das regiões em que a precipitação média anual é baixa e irregular, mas concentrada em períodos muito curtos (UNCED, 1993).

A distribuição das classes de declive e das formas de relevo na área de estudo (Figura 5.3) permite estabelecer algumas associações com as formações geológicas e as classes de altitudes apresentadas anteriormente. Assim, pode-se estabelecer uma relação de conjunto incluindo os diferentes níveis de pediplanação para interpretar as relações entre a Escarpa da Chela, os relevos residuais e a peneplanície. Numa primeira aproximação os relevos moderadamente escarpados (declives 15-30%) a escarpados (declives superiores a 30%) associam-se aos resquícios de uma antiga aplanção cujo nível é representado actualmente pelos topos do Planalto Antigo e pelos “inselbergs” que resistiram à erosão. É o que se verifica, por exemplo no caso da Escarpa do Bimbe, incluída na Escarpa da Chela, e do adjacente Morro Maluco. Nesta aproximação podem ainda ser incluídas as estruturas correspondentes a afloramentos rochosos, como os filões de noritos e doleritos e de quartzo, que também estão associados a terrenos escarpados e muito escarpados.

A um outro nível a peneplanície é o resultado da aplanção com formas de relevo plano (declives 0-2%) e suavemente ondulado (2-5%) em correspondência com as formações de granitos diversos, dioritos e granodioritos, na área que vai desde o Caraculo até ao sopé da Escarpa da Chela, na área da Leba, e para a zona de Capangombe-Tchiqueia. À escala considerada também se verificam aplanções em áreas formações do complexo xisto-quartzífero a sul e a oeste do Virei. Nas áreas adjacentes ao sopé da Escarpa da Chela e aos “inselbergs” normalmente acumulam-se blocos de rochas e chegam a constituir-se em ilhas de rochas “inselfelsen” (Feio, 1946). Em áreas de relevo mais movimentado ocorrem as superfícies de relevo fortemente ondulado (declives 8-15%) como a que se verifica a sul do Caraculo e nas áreas de transição entre os relevos residuais.

A distribuição das áreas segundo as classes de declive consideradas (Quadro 5.3), à escala de 1/500.000, revela que os relevos considerados planos ocorrem em mais de metade da área de estudo com cerca de 423.104 ha, o que representa 56,3%; salienta-se ainda que as áreas escarpadas, desde moderadamente a muito escarpado que ocupam uma extensão de 63.839,7 ha representam 8,5% da área de estudo.

Como foi anteriormente mencionado, na “peneplanície” encontram-se afloramentos rochosos dispersos que assumem diferentes configurações de acordo com as formações geológicas que os originam (Amaral, 1985). Na proximidade da Escarpa da Chela e de uma maneira geral nas áreas em que predominam as formações graníticas ocorrem os principais “inselbergs”, os montes de rochas “inselfelsen”, bem como os filões de noritos e doleritos. Estas componentes do relevo contribuem de maneira significativa para a frequência das formas de relevos fortemente ondulado, escarpado e muito escarpado. Por isso, poderão ter forte influência nas características das terras e dos solos e, são por isso, importantes para a avaliação das mesmas para a transumância.

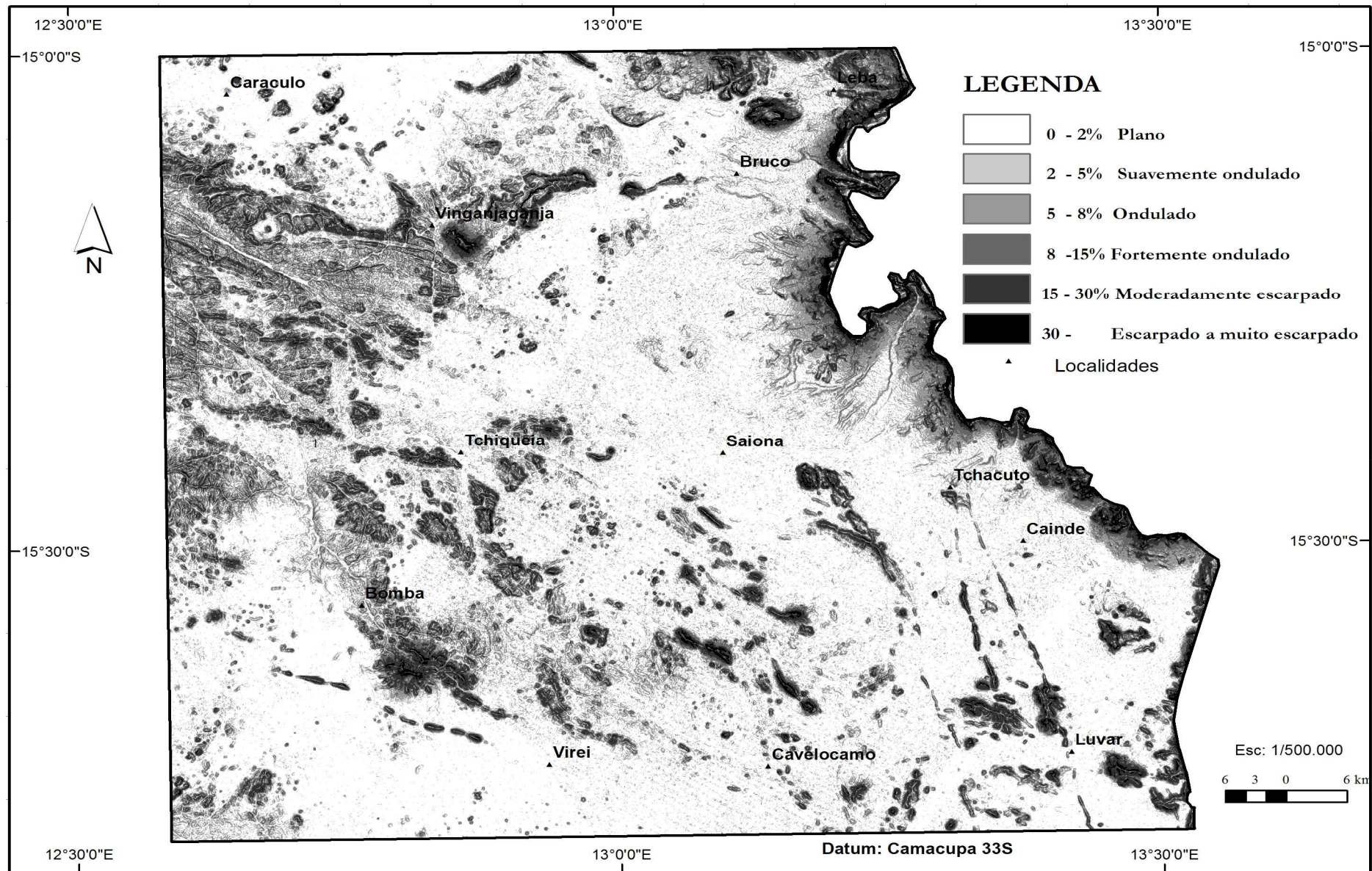


Figura 5.3 – Distribuição espacial das classes de declive e das formas de relevo.

Quadro 5.3 – Classes de declive, formas de relevo, áreas e respectiva representatividade.

Classe de declive	Formas de relevo	Área	
		ha	%
0 – 2%	Plano	423.104,5	56,3
2 – 5%	Suavemente ondulado	100.757,9	13,4
5 – 8%	Ondulado	87.690,6	11,7
8 – 15%	Fortemente ondulado	76.345,0	10,2
15 – 30%	Moderadamente escarpado	53.595,2	7,1
>30 %	Escarpado a muito escarpado	10.244,5	1,4
Total		751.737,7	100,0

Em função das escalas consideradas poderão detetar-se diferenças notórias na distribuição das classes de declive e das formas de relevo. Quando a escala aumenta e a partir dos níveis de reconhecimento (1/250.000) a paisagem revela-se menos homogénea. Aliás, ao nível de pormenor semi-detalhado (escala de 1/100.000) observou-se que o relevo se apresenta relativamente mais acentuado, com maior expressão das formas de relevo onduladas e fortemente onduladas. Este facto faz ressaltar a importância da validação dos modelos digitais de terreno e outros dados de detecção remota, tendo em atenção a selecção criteriosa das resoluções (espacial, radiométrica e temporal) dos produtos derivados aos objectivos e à escala do trabalho.

À acção conjugada da geologia e do relevo na formação dos solos junta-se o clima como o factor preponderante nos referidos processos (Madeira, & Ricardo 2012) e por isso faz-se a seguir a descrição sumária desta componente.

5.1.3 – Clima

As condições climáticas na área de estudo estão fundamentalmente associadas a dois factores locais: o afastamento do mar e a altitude. Na proximidade do mar, devido à corrente fria de Benguela que o percorre, verificam-se valores médios de humidade relativa média anual altos e a quase ausência de precipitações, o que é atenuado para as áreas mais interiores onde se verificam humidade do ar mais baixa e precipitações médias anuais relativamente mais elevadas (Azevedo *et al.*, 1972). As variações da altitude referidas anteriormente são outro factor a considerar na variação do gradiente da precipitação que se verifica de oeste para leste.

A temperatura média anual não apresenta diferenças acentuadas na área de estudo mormente em toda a extensão da peneplanície, verificando-se alguma variação entre esta e a Escarpa da Chela que estabelece as condições climáticas que se verificam no Altiplano da Humpata.

Relativamente à precipitação média anual são de realçar os seguintes aspectos: (i) condições de aridez do clima com valores da precipitação média anual inferiores a 600 mm e com valores inferiores aos da evapotranspiração média anual (Manuel, 2005), (ii) aumento dos valores médios da precipitação do litoral para o interior, (iii) elevada irregularidade na distribuição da precipitação, e (iv) quedas pluviométricas concentradas entre Fevereiro e Abril. Neste contexto, registam-se condições climáticas típicas dos climas áridos e semi-áridos.

Para a interpretação e análise da distribuição espacial da precipitação média anual, para além dos dados da precipitação e da temperatura obtidos nas estações meteorológicas do Bruco e do Caraculo, foram utilizados dados de detecção remota da ADDS com resolução espacial de 8 km. De acordo com estas bases de dados climáticos, os valores da precipitação média anual na área de estudo variam entre 144 e 840 mm. As diferentes classes dos valores da precipitação média anual considerando intervalos de 100 mm são apresentadas na Figura 5.4.

Da análise da distribuição das classes de precipitação média anual, verifica-se que os valores mais baixos ocorrem na faixa sudoeste sob a influência directa do Deserto do Namibe, enquanto que os mais elevados a nordeste, nas áreas próximas da Escarpa da Chela em transição para o Planalto da Humpata, por exemplo na área do Bimbe. A apreciação dos valores da precipitação média anual revela que a área com precipitação anual inferior a 200 mm ocupa aproximadamente 122.436 ha (Quadro 5.4), o que representa 16,3% da área de estudo; a área com 200-300 mm abrange 297.401 ha, sendo de longe a mais representada (cerca de 39,6%); aquela com 300-400 mm ocupa cerca de 192.564 ha (25,6%); as áreas com precipitação anual superior a 400 mm anuais ocupam apenas cerca de 139.347 ha (cerca de 18,5 % da área de estudo).

A comparação da precipitação média anual medida nas estações meteorológicas com a inferida da ADDS, permite concluir que a última é relativamente mais elevada quer para o Bruco quer para o Caraculo (FEWS-NET, 2005). Todavia essas comparações não são

consistentes por dois motivos. Em primeiro lugar, os respectivos dados foram obtidos em períodos diferentes: em 1951-1974, os dados medidos nas estações meteorológicas, e em 1995-2008, os dados de detecção remota; em segundo lugar, em qualquer dos casos não foi atingido o período mínimo de 30 anos que é recomendado para a caracterização do clima de uma localidade. Contudo, não se deve perder de vista a grande utilidade dos dados de detecção remota disponíveis que geralmente são uma fonte inestimável para a caracterização de índole ambiental. No entanto, é crucial a necessidade de validação dos dados de detecção remota, o que em Angola se afigura de alguma dificuldade pela escassez de dados medidos no terreno.

A precipitação média anual é um factor importante do meio biofísico particularmente, pela influência que exerce sobre os padrões de distribuição dos tipos de solos, pela influência directa que exerce nos processos da sua formação e evolução e de maneira indirecta sobre os recursos hídricos e a vegetação (Duchaufour, 1977). Deve-se salientar que apesar da aridez do meio na área de estudo se verifica um gradiente de precipitação que é notável, pois inclui desde valores de precipitação média anual inferiores a 200 mm anuais, a leste do Virei, a valores que atingem mais do dobro, na ordem 500-600 mm ou mais, que são verificados no sopé da Escarpa. Os valores de precipitação média anual inferior aos 200 mm ocorrem numa faixa localizada a sul do Caraculo que se vai alargando para sul e cujos efeitos mais acentuados de aridez se fazem sentir na áreas da Bomba e oeste do Caraculo (Figura 5.4). Antes de se proceder à análise conjunta dos factores anteriores que será efectuada a partir do ponto 5.2, apresenta-se a seguir a distribuição espacial da vegetação.

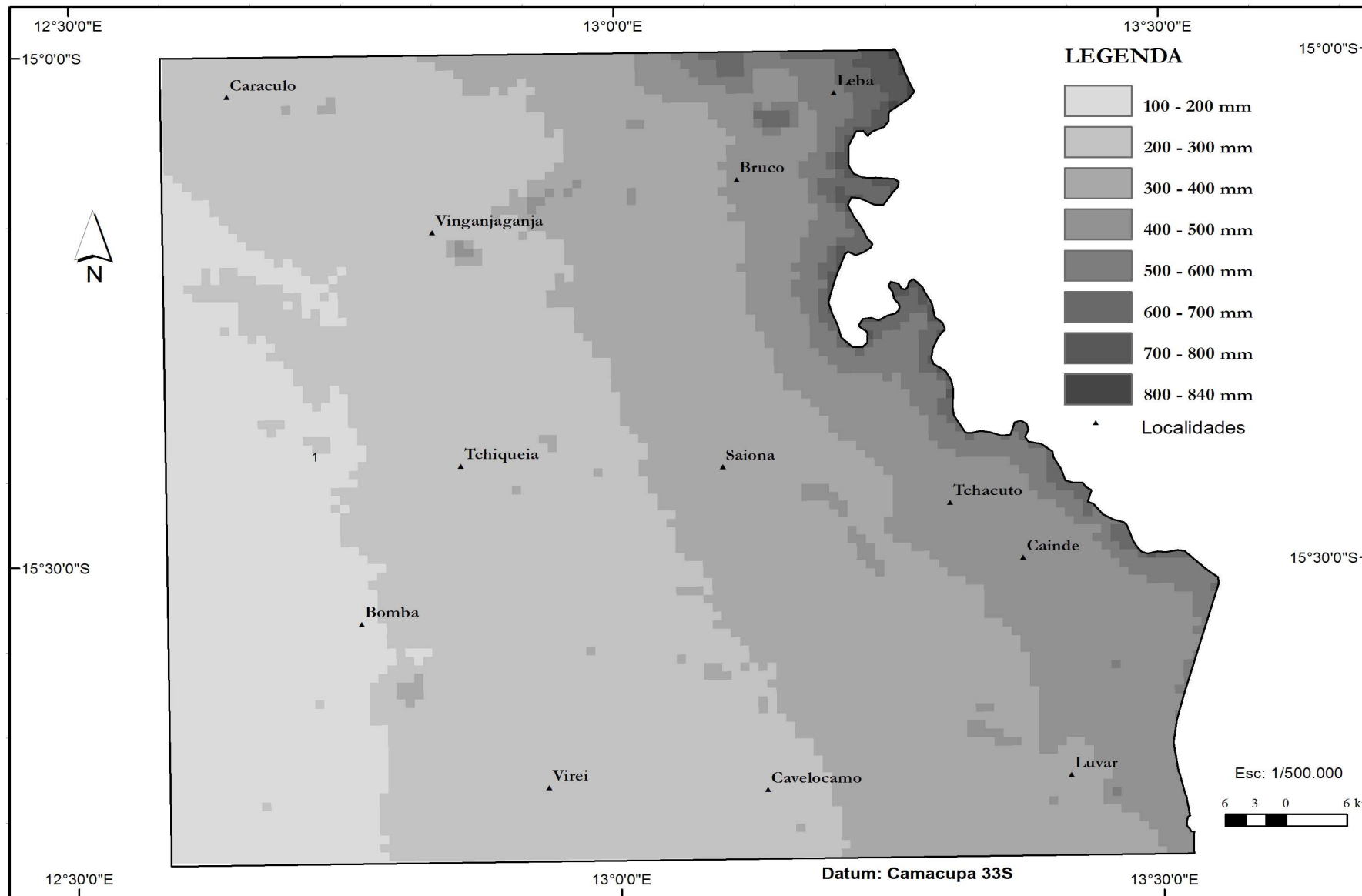


Figura 5.4 – Distribuição espacial das classes de precipitação média anual na área de estudo.

Quadro 5.4 – Área e representação das diversas classes de precipitação média anual (PMA).

CLASSES DE PMA	Área	
	ha	%
< 200	122.436,7	16,29
200 – 300	297.401,4	39,56
300 – 400	192.563,9	25,62
400 – 500	95.172,7	12,66
500 – 600	26.054,4	3,47
600 – 700	13.213,6	1,76
700 – 800	4.581,3	0,61
>800	313,6	0,04
Total	751.737,7	100,00%

5.1.4 – Classes de Cobertura da Terra^a e Formações Vegetais

A distribuição espacial das classes de *cobertura da terra* foi efectuada com recurso à classificação supervisionada de três imagens Landsat 4-5 *path and row* (fiada/linha: 181/70; 182/70-71) de Abril de 2010 (USGS, 2010), à escala 1/250.000, e apresentada na escala de 1/500.000 (Figura 5.5). Os dados das imagens analisadas mostram que a cobertura da terra no caso particular da vegetação se correlaciona de certo modo com o gradiente da precipitação, tal como foi anteriormente dito, verificando-se grande diferenciação do mesmo de oeste para leste. Na Figura 5.5 está ilustrada a distribuição das diferentes classes de cobertura da terra.

O aumento da precipitação média anual com o afastamento do mar está correlacionado com a variação da cobertura da terra. Assim, em condições climáticas sob influência directa do Deserto do Namibe verifica-se a ocorrência de formações do tipo estepe que ocorrem em clareiras com arbustos dispersos no bordo do Deserto do Namibe a leste do Virei e nas áreas que circundam o Caraculo. Daí para leste, regista-se um aumento gradual dos arbustos cuja densidade e porte vão aumentando bem como a diversidade das espécies.

As formações arbustivas ocorrem normalmente em áreas de relevo ondulado e em áreas sob a influência dos “inselbergs” e dos filões que podem ser destacadas em observações

^a *Land cover* da terminologia inglesa (Di Gregorio & Jansen, 2000; Jensen, 2005)

de pormenor. Na direcção leste e consoante se vão atenuando as condições de aridez, às formações arbustivas vão sendo associados elementos de porte arbóreo, com a crescente abundância e predominância de *Colophospermum mopane* [(J.Kirk ex Benth.) J.Léonard] - “mutiati” - e vai dar lugar a floresta densa seca.

No sopé da Escarpa da Chela ao “mutiati” juntam-se outras espécies como a *Adansonia digitata* L. (imbondeiro), a espécie como a *Sclerocarya birrea* subsp. *Caffra* [(Sond.) Kokwaro], a *Commiphora mollis* (Oliv.) Engl, a *Spirostachys africana* (Sond) e outras componentes da floresta densa seca. No topo da Escarpa da Chela, em transição para condições de clima sub-húmido (UNEP, 1992) a floresta densa seca vai dando lugar à “mata de panda” (Gossweiler, 1939), também conhecida por “miombo” (Barbosa, 1970). Faz-se a seguir a descrição das classes de *cobertura da terra* que foram definidas com base na classificação de imagens Landsat TM 4-5, cujos procedimentos metodológicos foram descritos no ponto 4.4.

Solo nú. Corresponde a áreas desnudadas tais como afloramentos rochosos, areias, mantos de elementos de grosseiros diversos, escarpas de montanhas, filões de rochas e leitos de areias e cascalheiras associados aos cursos de água temporários. Em observações detalhadas no campo e nas imagens de satélite também se distinguem áreas sem vegetação resultantes da deficiência de água própria das terras áridas, bem como a exposição de areias e cascalheiras dos leitos dos rios. As áreas mais significativas de solo nú foram observadas principalmente nas áreas de precipitação média anual inferior a 200 mm a sudeste do Virei, na área do Caraculo e outras com menor dimensão com para a área central e na faixa de transição entre a peneplanície e a escarpa da Chela (Figura 5.5).

Formações herbáceas. Estas formações ocupam a maior da área que grosso modo é delimitada a leste pela isoietas de 200 mm, sendo constituídas essencialmente por comunidades de espécies herbáceas como *Welwitschia mirabilis* (Hok.f.); *Stipagrostis uniplumis* (Licht.); *Geigeria spinosa* (Oliv. & Hiern); *Eragrostis rigidior* (Pilg); *Enneapogon cenchroides* [(Licht. ex Roem. & Schult.) C.E.Hubb]; *Aristida effusa* (Henrard); *Eragrostis dinteri* (Stapf). Esporadicamente podem ser encontradas no estrato arbustivo *Petalidium lepidagathis* (S. Moore); *Blepharis dicotom* (Engl); *Crotalaria* sp. (L.), *Corbicornea decumbes*; *Boscia welwitschii* [(Gilg); J.Léonard].

Formações herbáceas com arbustos dispersos. Estas formações ocorrem principalmente na faixa ocidental com precipitação média de 200 a 300 mm em correspondência com relevos aplanados e ondulados. O manto de herbáceas está representado pelas espécies *Amphiasma benguellense* (Hiern) (Bremek), *Stipagrostis hirtigluma* (Steud. De Winter), *Geigeria spinosa* (O.Hoffm), *Geigeria acaulis* (Benth. & Hook.f. ex Vatke.), *Aristida rhiniochloa* (Hochst), *Eragrostis superba* (Peyr.), *Schmidtia pappophoroides* (Steud.), *Enneapogon mollis* (Lehm.), *Eragrostis dinteri* (Stapf.), *Aristida hordeacea* (Hochst. ex Steud.), *Eragrostis pilgeriana* (Hitchcock), *Aristida effusa* (Henrard). Esse manto está associado a espécies subarbusivas como *Petalidium lepidogathis* (S.Moore) , *Blepharis dichotom* (Engl) e *Crotalaria* sp. (L.), bem como arbustivas, incluindo *Acacia mellifera* subsp. *detinens* [(Burch.) Brenan], *Corbicornea decumbes* (L.), *Adenolobus pechuelii* subsp. *mossamedensis* [(Torre & Hillc.) Brummitt & J. H. Ross] e *Terminalia prunioides* (M.A.Lawson); muito esparsamente podem ocorrer elementos de porte arbóreo de *Boscia welwitschii* (Gilg) e *Colophospermum mopane* [(J.Kirk ex Benth) J. Léonard].

Formações arbustivas. Estas formações ocorrem principalmente nas áreas com precipitação média anual entre 200 e 400 mm. A análise do mapa da cobertura da terra (Figura 5.5) com os mapas de componentes do relevo (Figuras 5.2 e 5.3) sugere que as formações arbustivas também estão associadas ao relevo. Com efeito, observa-se que as formações arbustivas estão essencialmente associadas às formas de relevo ondulado e escarpado, incluindo as áreas adjacentes aos relevos residuais (“inselbergs” e filões). Em geral, atendendo às relações entre o relevo e as formações rochosas, observa-se a tendência das formações arbustivas estarem mais associadas às formações do complexo xisto-quartzífero do que às formações de rochas eruptivas. Correspondem em geral a uma formação arbustiva com *Terminalia prunioides* M.A.Lawson, *Acacia mellifera* subsp. *detinens* (Burch.) Brenan, *Adenolobus pechuelii* subsp. *mossamedensis* (Torre & Hillc.) Brummitt & J. H. Ross, *Calostephane divaricata* (Benth), *Barleria prionitis* L. subsp. *prionitoides* (Engl.) Brummitt & J.R.I. Wood, *Acacia nilotica* subsp. *subalata* (Vatke) Brenan,, *Catophractes alexandri* D.Don, *Balanites angolensis* subsp. *welwitschii* (Tiegh.) Sands, *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn; podem ocorrer elementos de porte arbóreo dispersos de espécies como *Boscia welwitschii* Gilg, *Colophospermum mopane* [(J.Kirk ex Benth.) J. Léonard] e *Terminalia prunioides* (M.A.Lawson) em formações que geralmente possuem um estrato herbáceo em que se podem observar espécies como

Pogonarthria squarrosa (Pilg.), *Eragrostis dinteri* (Stapf), *Enneapogon cenchroides* (Licht. C.E.Hubb.), *Aristida hordeacea* (Kunth), *Aristida effusa* (Henrard), *Stipagrostis uniplumis* [(Licht. Ex Roem. & Schult.) De Winter].

Floresta densa seca – no geral observa-se uma variação gradual na estrutura das espécies arbóreas deste tipo de vegetação, notando-se o aumento gradual do seu porte com o aumento da precipitação. No entanto, também se observa a tendência dessas formações estarem associadas ao relevo e/ou formações litológicas, verificando-se que de uma maneira geral a sua extensão em áreas de menor precipitação, no caso dos relevos aplanados (planos a suavemente ondulados) da Peneplanície (Figuras 5.2 e 5.3) em correspondência com formações de rochas eruptivas. As formações de floresta densa seca estão associadas à vegetação que inclui além do *C Colophospermum mopane* [(J.Kirk ex Benth.) J. Léonard] outras espécies tais como *Sclerocarya birrea* subsp. *caffra* (Sond.) Kokwaro], *Commiphora mollis* (Oliv. Engl.), *Spirostachys africanus* Sond., *Adansonia digitata* (L.), , *Diospyros mespiliformis* (Hochst. Ex A.DC), *Combretum apiculatum* (Sond). e *Boscia welwitschii* (Gilg.), que dominam o estrato arbustivo, em que se observam espécies como *Ximenia americana* var. *caffra* [(Sond.) Eng], *Cordia sinensis* (Lam), *Dichrostachys cinérea* [(L.) Wight & Arn.], bem como espécies herbáceas como *Pogonarthria squarrosa* (Roem. & Schult.), *Eragrostis dinteri* (Stapf), *Enneapogon cenchroides* (Licht. C.E.Hubb.) e *Aristida hordeacea* (Kunth).

Floresta aberta – estas formações estão associadas às condições de clima sub-húmido seco, com valores de precipitações médias anuais de 600 mm ou mais elevadas. Porém, à semelhança do que foi referido em relação aos outros tipos de cobertura da terra anteriormente descritos, a distribuição espacial da floresta aberta também está associada ao relevo. De facto, observa-se que além da Escarpa da Chela, essa formação também ocorre, em altitudes elevadas de áreas menos húmidas como os imponentes “inselbergs” como o morro Maluco e o Catchila na área da Leba e o monte Mulamaneco, mais a sul na área de Cainde, bem como ao longo de alguns dos extensos filões. Na floresta aberta encontram-se as espécies típicas como *Ficus verruculosa* Warb, *Brachystegia spiciformis* (Benth), *Commiphora mollis* [(Oliv.) Engl.], *Senna singueana* (Del.) Lock, *Diospyros mespiliformis* Hochs *Ficus sur* Forssk., *Ficus sycomorus* (L.), *Bridelia angolensis* (Müll. Arg.), *Pterocarpus angolensis* (DC.), *Albizia gummifera* [(J.F. Gmel.) C.A. Sm.], *Pericopsis angolensis* (Baker) Meeuwen; as formações arbustivas incluem *Acacia brevispica* (Harms), *Combretum psidioides* subsp. *dinteri* [(Schinz) Exell], *Tarchonanthus*

camphoratus (L.), *Landolphia parvifolia* K.Schum. *Terminalia prunioides* M.A.Lawson, *Amphiasma benguellense* [(Hiern) Bremek.], *Combretum apiculatum* (Sond.), *Croton mubango* (Müll.Arg.), *Grewia cyclopetala* (Wawra), *Dichrostachys cinerea* [(L.) Wight & Arn], *Combretum psidioides* subsp. *dinteri* [(Schinz) Exell]. No estrato herbáceo ocorrem *Melinis repens* [(Willd.) Zizka], *Aristida rhiniochloa* (Hochst.), *Aristida hordeacea* (Kunth), *Eragrostis superba* (Wawra ex Peyr.), *Calostephane divaricata* (Benth.), *Eragrostis aspera* (Jacq.) Nees), *Eragrostis dinteri* (Stapf.) e *Panicum maximum* (L.).

A área e a representatividade dos tipos de cobertura da terra acima mencionados estão resumidas no Quadro 5.5. As áreas de solo desnudado com cerca de 41.994 ha perfazem cerca de 6% da área de estudo. Às formações herbáceas correspondem cerca de 238.087 ha, sendo 113.995 ha para as formações compostas essencialmente por herbáceas e 124.131 ha para as formações de herbáceas com arbustos dispersos, sendo a sua representatividade da ordem de 15 e 16,7%, respectivamente. Às formações arbustivas correspondem em superfície cerca de 126.950 ha que representam cerca de 16,9% da área de estudo. A floresta seca com uma área de cerca de 284.443 ha, apresenta a maior representatividade, com cerca de 37,8% da área, enquanto que a floresta aberta com uma área de 60.261 ha ocupa apenas cerca de 8% da área de estudo.

Em resumo, observa-se de maneira geral a associação dos tipos de cobertura da terra ao gradiente climático, mas este por si só não explica a distribuição espacial dos tipos de vegetação. Localmente, o relevo e a natureza do material originário também podem influenciar a variação espacial dos mesmos.

A classificação da cobertura da terra apresenta limitações, visto ela não ter sido devidamente validada pela precisão do classificador de Máxima Verosimilhança utilizado porque não foi possível obter meios apropriados para esse fim como fotografia aérea ou imagens de alta resolução; as tentativas de utilizar como alternativa as imagens do *Google Earth* também não produziram resultados satisfatórios. Além disso, as grandes dificuldades de acesso na área de estudo constituíram outro factor que impossibilitou implementar a sua validação no terreno com a aplicação de técnicas de

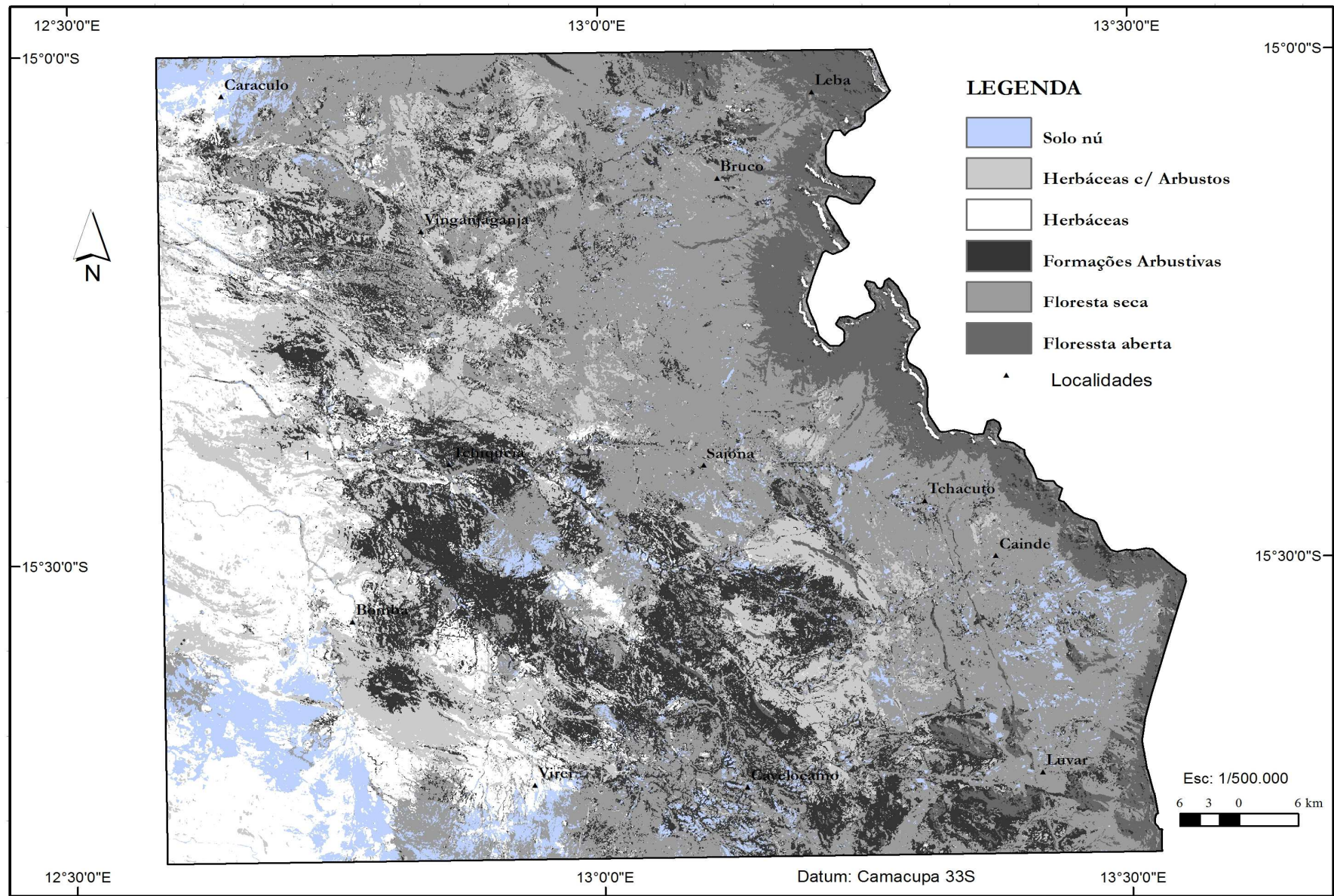


Figura 5.5 - Distribuição espacial das classes de cobertura da terra na área de estudo

amostragem apropriadas. Porém, o resultado obtido, apesar das limitações acima mencionadas, dá indicações gerais sobre os padrões de distribuição espacial das comunidades acima descritas que se correlacionam com o gradiente climático e de certo modo com as observações efectuadas no terreno. Assim, os procedimentos metodológicos apreendidos poderão vir a ser úteis na futura actualização e aprofundamento dos mapas da vegetação do Sudoeste de Angola e do País.

Quadro 5.5 – Área e representatividade das classes de cobertura da terra.

CLASSES DE COBERTURA	Área	
	ha	%
Solo nú	41.994,3	5,59
Formações herbáceas	113.955,5	15,16
Herbáceas com arbustos dispersos	124.131,7	16,51
Formações arbustivas	126.950,7	16,89
Floresta seca	284.443,5	37,84
Floresta aberta	60.261,9	8,02
Total	751.737,7	100,00

5.2 – UNIDADES FISIAGRÁFICAS BÁSICAS

A geração das unidades fisiográficas básicas em SIG foi descrita no ponto 4.3.3.2. De acordo com esta metodologia identificaram-se na área de estudo 136 unidades fisiográficas básicas que estão explicitadas no Quadro 5.6, estando a respectiva distribuição espacial ilustrada na Figura 5.6.

Para a distribuição espacial das unidades fisiográficas básicas, foi utilizada a informação respeitante a três factores de formação do solo: a rocha-mãe, o relevo e o clima. Como se pode verificar na Figura 5.6, as unidades fisiográficas exibem uma grande diferenciação em termos de distribuição, formas e representatividade. A análise da composição das unidades fisiográficas descrita no Quadro 5.7, foi resumida no Quadro 5.8 em que se refere a representatividade das formas de relevo e dos afloramentos rochosos, para cada formação litológica considerada, nas unidades fisiográficas, à escala de 1/500.000. Faz-se a seguir uma apreciação das unidades fisiográficas que estão

associadas às formações geológicas com a maior representatividade na área de estudo, nomeadamente das formações do complexo xisto-quartzífero e das rochas eruptivas incluindo granitos diversos, dioritos e granodioritos. Devido à sua frequente ocorrência frequente dos afloramentos rochosos foram associados aos factores de formação do solo na caracterização das unidades fisiográficas básicas, tendo sido utilizada uma simbologia com letras minúsculas para discriminação das mesmas (Quadro 5.6).

A análise da variação do relevo relativamente aos dioritos e granodioritos indica que as unidades de relevo aplanado que incluem as formas de relevo plano (0-2%) a suavemente ondulado (declives 2-5%) são largamente predominantes, estando representadas em cerca de 77% nessas formações e distribuídas por uma vasta extensão da área de estudo - estimada em 162.732 ha e representando cerca de 21% da área estudada. As unidades de relevo ondulado nessas formações ocupam muito menor extensão (cerca de 27.653 ha) e encontram-se em 19 unidades cartográficas com dimensão geralmente inferior a 5.000 ha e que se encontram dispersas pela área de estudo. Finalmente, as cinco unidades de relevo escarpado são unidades de dimensão geralmente inferior a 5.000 ha em que se destaca a unidade fisiográfica 3 (d.e1.p2) que com uma extensão de 4.300 ha está distribuída por 19 áreas dispersas, com cerca de 200 ha cada uma. A análise da Figura 5.6 e do Quadro 5.6 que está associado à mesma, permite destacar quatro unidades (27, 28, 30 e 33) com extensão superior a 20.000 ha e que perfazem cerca de 127.000 ha; nestas destaca-se a grande extensão da unidade 33 (dsp2) de relevo suavemente ondulado (s) com uma extensão de 41.707 ha numa única unidade cartográfica e em que não se verifica a ocorrência de afloramentos rochosos. Como se pode observar no Quadro 5.7 os afloramentos rochosos associados aos dioritos representam cerca de 35.800 ha que representam cerca de 17%, em que predominam os afloramentos rochosos esparsos (r1) com uma representatividade de 14% das áreas de dioritos, que estão distribuídos principalmente pelas áreas aplanadas. Portanto, à escala de 1/500.000, os dioritos também estão associados à ocorrência de relevos residuais incluindo os “Inselbergs” e “Inselfensen”, os quais se enquadram principalmente nas áreas associadas a relevos aplanados da área de estudo.

Para a designação simbólica das unidades fisiográficas básicas (Quadro 5.6) foram utilizados símbolos que incluem letras minúsculas correspondentes aos factores de formação do solo e de diferenciação das terras e às unidades terras que não incluem casos extremos de declive e de afloramentos rochosos aos quais foram associados dois

algarismos árabes, em que o primeiro está associado à natureza da formação geológica (material originário) em que se enquadra a respectiva unidade da terra; o segundo está associado às outras variáveis incluindo as formas de relevo, as formas de relevo (associadas às classes de declive dominantes), às classes de precipitação média anual e às unidades de solos dominantes, tal como está explicitado no Quadro 5.15. Empregou-se a letra **e** para simbolizar as unidades das terras escarpadas e muito escarpadas (declives superiores a 15%); por seu turno, a letra **r** foi utilizada para identificar as unidades das terras caracterizadas pela preponderância da presença de afloramentos rochosos (Figura 5.7).

Quadro 5.6 – Factores discriminantes das unidades fisiográficas básicas, símbolos e descrição.

Factor	Símbolo	Descrição
<i>Litologia</i>	a	arenitos e rochas afins
	d	dioritos e granodioritos
	g	granitos e rochas afins
	m	gnaisse e migmatitos
	n	noritos e doleritos
	q	depósitos torrenciais
	u	rochas ultrabásicas
	k	rochas calcárias
	x	Xistos
<i>Relevo</i>	p	plano
	s	suavemente ondulado
	o	ondulado
	f	fortemente ondulado
	e1	moderadamente escarpado
	e2	escarpado a muito escarpado
<i>Clima</i>	p1	precipitação igual ou inferior a 200 mm
	p2	Precipitação entre 200 a 400 mm
	p3	precipitação igual ou superior a 400
<i>Afloramentos Rochosos</i>	r1	entre 20 a 40% da unidade cartográfica
	r2	entre 40 a 70% da unidade cartográfica
	r3	superior a 70% da unidade cartográfica

Como se pode observar no Quadro 5.7 os afloramentos rochosos associados aos dioritos representam cerca de 35.800 ha que representam cerca de 17%, em que predominam os afloramentos rochosos esparsos (r1) com uma representatividade de 14% das áreas de

dioritos, que estão distribuídos principalmente pelas áreas aplanadas. Portanto, à escala de 1/500.000, os dioritos também estão associados à ocorrência de relevos residuais incluindo os “inselbergs” e “inselfensen”, os quais se enquadram principalmente nas áreas associadas a relevos aplanados da área de estudo.

As formações graníticas representam, em extensão, cerca de metade das áreas correspondentes aos dioritos e estão associadas a unidades fisiográficas relativamente de menor dimensão. As superfícies aplanadas que ocupam pouco mais de 59.000 ha que representam cerca de 50% desta formação estão concentradas nos extremos noroeste e sudeste e no centro-norte. Com extensões idênticas às anteriores (as de dioritos), as unidades de relevo ondulado estão localizadas ao longo do sopé da Escarpa e no centro da área de estudo, onde se destaca a unidade fisiográfica 46 (g.o.p2) com uma extensão estimada em 13.000 ha que está rodeada por formações xistosas. As unidades escarpadas nas formações graníticas ocupam cerca de 21.000 ha e estão situadas, por um lado, na Escarpa da Chela e, por outro, em correspondência com relevos residuais localizados nomeadamente nas áreas localizadas a noroeste, como é o caso daquelas da área que rodeia o Caraculo. Nas áreas de granitos os afloramentos rochosos são também raros, registando-se apenas duas unidades fisiográficas com afloramentos que globalmente ocupam uma área de aproximadamente 3.400 ha (3% da área da respectiva formação). No entanto, as formações graníticas revelam padrões de relevo em que se verificam tendências para sobressaírem os padrões de relevo aplanado/ondulado mais do que nos dioritos, sendo estas formações as que estão mais associadas à ocorrência dos relevos residuais “Inselbergs” da área de estudo.

As unidades fisiográficas sobre as formações xistosas correspondem à maior ocupação da área de estudo com cerca de 355.000 ha, representando aproximadamente 47% da área de estudo (Quadro 5.6). As unidades fisiográficas nestas formações apresentam-se diferenciadas, podendo-se destacar tanto as formas de relevo aplanado como as de relevo ondulado e escarpado. Assim, as formas de relevo aplanado com uma área estimada em quase 151.000 ha - que representam 43% da área desta formação - estão associadas a algumas unidades fisiográficas com extensão superior 30.000 ha [como é o exemplo das unidades 129 (x.ps.p2), 134 (x.s.p2) e 135 (x.s.p2.r1); Quadro 5.6] localizadas principalmente no centro, no centro-sul e no sudoeste da área de estudo em condições de relevo em que se denota a fraca incisão da rede hidrográfica, tal como foi referido no ponto 5.1.2.

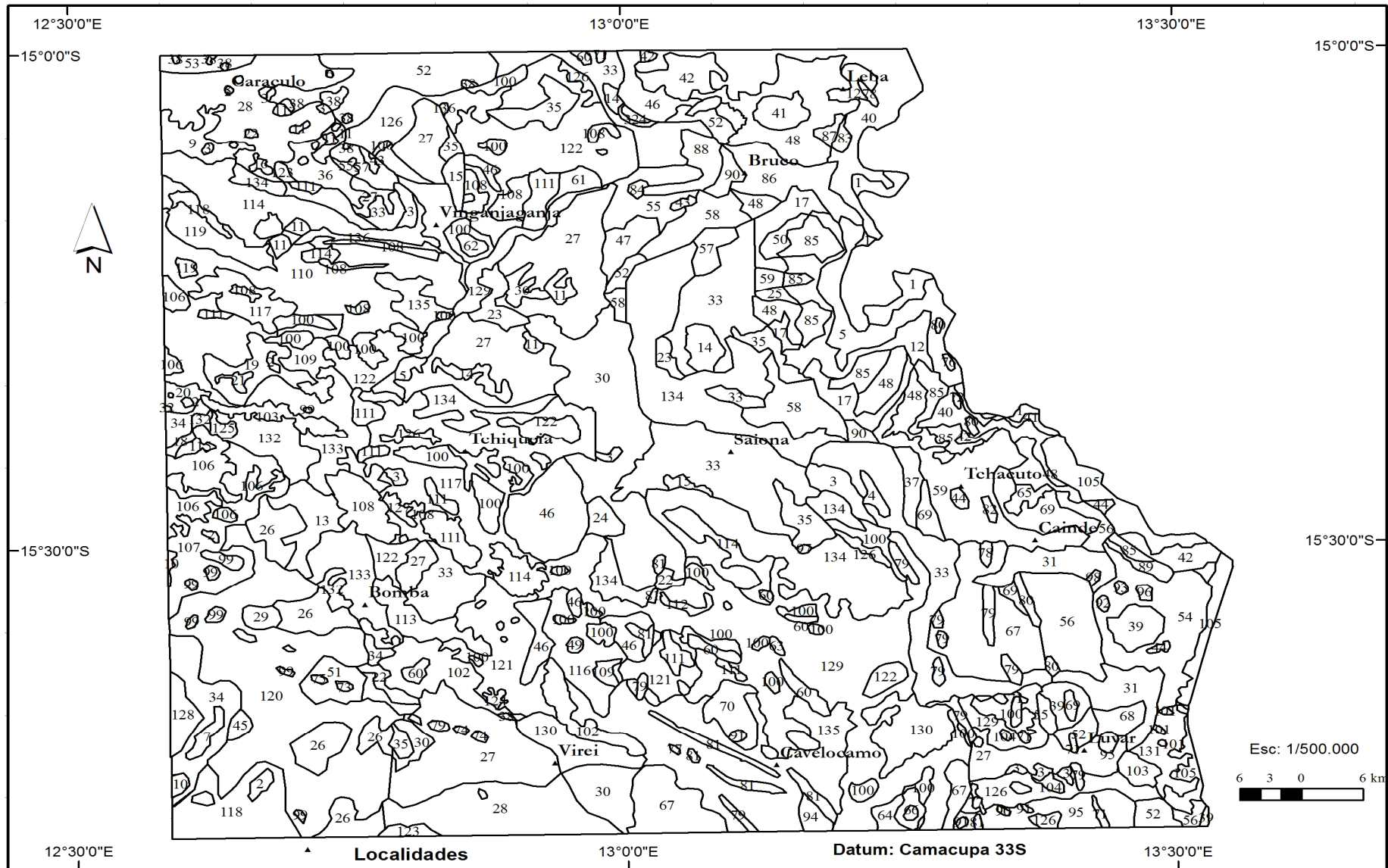


Figura 5.6 – Distribuição espacial das unidades fisiográficas básicas na área de estudo.

Quadro 5.7 – Unidades fisiográficas básicas e respectivos factores de diferenciação

UNIDADES FISIográfICAS		Geologia	Declive	Precipitação	AR	N	M	Área (ha)
Símbolo	Composição							
1	a.e1e2.p3	a	e1e2	p3		5	587,8	2.939
2	d.e1.p1	d	e1	p1		5	169,8	849
3	d.e1.p2	d	e1	p2		19	228,2	4.335
4	d.e1e2.p2	d	e1e2	p2b		1	603,0	603
5	d.e1e2.p3	d	e1e2	p3		1	6.363,0	6.363
6	d.e2.p2	d	e2	p2		1	47,0	47
7	d.f.p1.r3	d	f	p1	r3	1	740,0	740
8	d.f.p2	d	f	p2		1	51,0	51
9	d.f.p2.r2	d	f	p2	r2	2	1.369,0	2.738
10	d.fe1.p1	d	fe1	p1		7	69,9	489
11	d.fe1.p2	d	fe1	p2		2	1.044,0	2.088
12	d.fe1.p3	d	fe1	p3		2	3.293,0	6.586
13	d.o.p1	d	o	p1		1	3.296,0	3.296
14	d.o.p2	d	o	p2		3	984,3	2.953
15	d.o.p2.r1	d	o	p2	r1	3	773,7	2.321
16	d.o.p2.r3	d	o	p2	r3	1	251,0	251
17	d.o.p3	d	o	p3		3	1.688,3	5.065
18	d.of.p1	d	of	p1		1	294,0	294
19	d.of.p1.r1	d	of	p1	r1	1	3.182,0	3.182
20	d.of.p1.r2	d	of	p1	r2	1	895,0	895
21	d.of.p1.r3	d	of	p1	r3	1	349,0	349
22	d.of.p2	d	of	p2		3	432,0	1.296
23	d.of.p2.r1	d	of	p2	r1	9	269,2	2.423
24	d.of.p2.r2	d	of	p2	r2	1	1.347,0	1.347
25	d.of.p3.r3	d	of	p3	r3	1	452,0	452
26	d.p.p1	d	p	p1		5	1.945,0	9.725
27	d.p.p2	d	p	p2		7	5.680,3	39.762
28	d.p.p2.r1	d	p	p2	r1	2	11.312,0	22.624
29	d.ps.p1.r1	d	ps	p1	r1	1	818,0	818
30	d.ps.p2	d	ps	p2		7	3.409,6	23.867
31	d.ps.p3	d	ps	p3		2	3.786,5	7.573
32	d.s.p1	d	s	p1		2	17,0	34
33	d.s.p2	d	s	p2		1	41.707,0	41.707
34	d.so.p1	d	so	p1		7	911,0	6.377
35	d.so.p2	d	so	p2		5	1.279,2	6.396
36	d.so.p2.r2	d	so	p2		1	2.430,0	2.430
37	d.so.p3	d	so	p3		1	1.419,0	1.419
38	g.e1.p2	g	e1	p2		9	112,7	1.014
39	g.e1.p3	g	e1	p3		3	1.161,7	3.485
40	g.e1e2.p3	g	e1e2	p3		2	6.539,5	13.079
41	g.e2.p3	g	e2	p3		2	1.167,5	2.335
42	g.f.p3	g	f	p3		4	1.229,8	4.919
43	g.fe1.p2	g	fe1	p2		2	218,0	436
44	g.fe1.p3	g	fe1	p3		3	235,0	705
45	g.o.p1	g	o	p1		1	537,0	537
46	g.o.p2	g	o	p2		1	13.354,0	13.354
47	g.o.p2.r2	g	o	p2	r2	1	2.080,0	2.080
48	g.o.p3	g	o	p3		9	1.703,4	15.331
49	g.of.p2	g	of	p2		1	221,0	221
50	g.of.p3	g	of	p3		1	931,0	931
51	g.p.p1	g	p	p1		11	192,3	2.115
52	g.p.p2	g	p	p2		5	2.483,0	12.415
53	g.p.p2.r1	g	p	p2	r1	1	1.363,0	1.363
54	g.p.p3	g	p	p3		2	4.755,5	9.511
55	g.ps.p2	g	p	p2		3	1.514,0	4.542
56	g.ps.p3	g	ps	p3		3	2.692,0	8.076
57	g.s.p2	g	s	p2		2	1.390,0	2.780
58	g.so.p2	g	so	p2		3	2.669,0	8.007
59	g.so.p3	g	so	p3		2	5.159,0	10.318
60	k.e1.p2	k	e1	p2		6	401,7	2.410
61	k.e1e2.p2	k	e1e2	p2		1	1.005,0	1.005
62	k.e2.p2	k	e2	p2		1	498,0	498
63	k.o.p2	k	o	p2		1	174,0	174
64	m.o.p2	m	o	p2		1	778,0	778
65	m.o.p3	m	o	p3		1	779,0	779
66	m.of.p2.r2	m	of	p2	r2	1	877,0	877
67	m.p.p2	m	p	p2		4	3.839,0	15.356
68	m.p.p3	m	p	p3		2	689,0	1.378
69	m.ps.p3	m	ps	p3		4	1.139,8	4.559
70	m.so.p2.r1	n	so	p2	r1	1	2.422,0	2.422

AR - Afloramentos Rochosos; N – Número de áreas (polígonos) de cada unidade cartográfica; M - Área média das diferentes áreas das unidades cartográficas.

Quadro 5.7 – Unidades fisiográficas básicas e respectivos factores de diferenciação (continuação)

UNIDADES FISIOGRÁFICAS		Geologia	Declive	Precipitação	AR ¹	N ²	M ³	Área (há)
Símbolo	Composição							
71	n.e1.p2	n	e1	p2		5	175,4	877
72	n.e1.p3	n	e1	p3		1	92,0	92
73	n.e1e2.p1	n	e1e2	p1		1	136,0	136
74	n.e1e2.p2	d	e1e2	p2		2	111,5	223
75	n.e2.p1	n	e2	p1		1	106,0	106
76	n.e2.p3	n	e2	p3		1	122,0	122
77	n.f.p2	n	F	p2		2	101,0	202
78	n.f.p3	n	F	p3		1	483,0	483
79	n.fe1.p2	n	fe1	p2		11	332,1	3.653
80	n.fe1.p3	n	fe1	p3		4	244,5	978
81	n.of.p2	n	of	p2		8	389,6	3.117
82	n.of.p3	n	of	p3		1	236,0	236
83	q.e1.p3	q	e1	p3		1	386,0	386
84	q.e1e2.p2	q	e1e2	p2		1	253,0	253
85	q.f.p3	q	F	p3		7	980,7	6.865
86	q.fe1.p3	q	fe1	p3		1	4.802,0	4.802
87	q.o.p3	q	o	p3		1	468,0	468
88	q.of.p2	q	of	p2		1	2.286,0	2.286
89	q.ps.p3	q	ps	p3		1	732,0	732
90	q.so.p2	q	so	p2		3	521,7	1.565
91	u.e1.p2	u	e1	p2		3	112,3	337
92	u.e1e2.p3	u	e1e2	p3		1	160,0	160
93	u.o.p3	u	o	p3		1	144,0	144
94	u.of.p2	u	of	p2		1	854,0	854
95	u.p.p2	u	p	p2		2	2.353,0	4.706
96	u.p.p3	u	p	p3		1	221,0	221
97	u.ps.p2	u	ps	p2		1	100,0	100
98	u.s.p3	u	S	p3		1	139,0	139
99	x.e1.p1	x	e1	p1		8	167,0	1.336
100	x.e1.p2	x	e1	p2		40	369,9	14.795
101	x.e1.p3	x	e1	p3		3	63,3	190
102	x.e1e2.p2	x	e1e2	p2		2	3.484,5	6.969
103	x.e1e2.p2.r3	x	e1e2	p2	r3	1	2.966,0	2.966
104	x.e2.p2	x	e2	p2		2	209,0	418
105	x.e2.p3	x	e2	p3		2	3.943,5	7.887
106	x.f.p1	x	f	p1		5	1.227,8	6.139
107	x.f.p1.r2	x	f	p1	r2	2	4.205,5	8.411
108	x.f.p2	x	f	p2		8	881,8	7.054
109	x.f.p2.r1	x	f	p2	r1	3	786,7	2.360
110	x.fe1.p1	x	fe1	p1		3	7.030,3	21.091
111	x.fe1.p2	x	fe1	p2		9	729,7	6.567
112	x.fe1.p2.r1	x	fe1	p2	r1	1	459,0	459
113	x.fe1.p2.r2	x	fe1	p2	r2	1	3.058,0	3.058
114	x.fe1.p2.r3	x	fe1	p2	r3	5	2.703,8	13.519
115	x.o.p1.r1	x	o	p1	r1	1	397,0	397
116	x.o.p2	x	o	p2		1	4.671,0	4.671
117	x.o.p2.r2	x	o	p2	r2	2	9.561,5	19.123
118	x.of.p1	x	of	p1		2	4.138,0	8.276
119	x.of.p1.r1	x	of	p1	r1	2	1.874,5	3.749
120	x.of.p1.r3	x	of	p1	r3	1	29.726,0	29.726
121	x.of.p2	x	of	p2		5	2.065,0	10.325
122	x.of.p2.r1	x	of	p2	r1	5	4.490,6	22.453
123	x.of.p2.r2	x	of	p2	r2	2	442,0	884
124	x.of.p2.r3	x	of	p2	r3	1	278,0	278
125	x.p.p1	x	p	p1		1	454,0	454
126	x.p.p2	x	p	p2		8	1.403,1	11.225
127	x.p.p2.r1	x	p	p2	r1	1	476,0	476
128	x.ps.p1.r2	x	ps	p1	r2	1	1.660,0	1.660
129	x.ps.p2	x	ps	p2		6	7.247,8	43.487
130	x.ps.p2.r1	x	ps	p2	r1	3	2.751,7	8.255
131	x.ps.p3	x	ps	p3		1	2.880,0	2.880
132	x.s.p1	x	s	p1		2	2.364,0	4.728
133	x.s.p1.r1	x	s	p1	r1	2	5.277,0	10.554
134	x.s.p2	x	s	p2		10	3.659,3	36.593
135	x.s.p2.r1	x	s	p2	r1	3	10.214,3	30.643
136	x.so.p2	x	so	p2		3	320,3	961

AR - Afloramentos Rochosos; N – Número de áreas (polígonos) cada unidade cartográfica; M - Área média das diferentes áreas das unidades cartográficas.

As formas de relevo ondulado ocupam uma superfície estimada em quase 125.000 ha ou, seja, correspondentes a 35% da área das formações xistentas. Essas formas estão localizadas principalmente na metade ocidental da área de estudo revelando uma grande diferenciação das formas e extensão das unidades fisiográficas. Três unidades fisiográficas [110 (x.fe1.p1), 120 (x.of.p1.r3) e 122 (x.of.p2.r1; Quadro 5.6] possuem áreas estimadas em mais de 20.000 ha e estão associadas a unidades cartográficas com extensões superiores a 10.000 ha. Contudo, as áreas das formas de relevo onduladas têm a tendência a ser menos extensas e distribuídas por toda a área de estudo do que as aplanadas. As formas de relevo escarpadas com uma área estimada em cerca de 79.000 ha representam cerca de 22% das áreas de formações xistosas – proporção superior à observada para as formações dioríticas e para as graníticas. De uma forma geral as unidades fisiográficas das áreas escarpadas têm menores dimensões do que as áreas aplanadas e as onduladas, ocupando superfícies médias da ordem dos 10.000 ha e encontrando-se distribuídas por várias unidades cartográficas pela área de estudo. Como exemplo considera-se a unidade fisiográfica simbolizada como 100 (x.e1.p2; Quadro 5.6) que possui uma área estimada em aproximadamente 14.000 ha e está distribuída por 40 áreas numa zona que vai de noroeste a sudeste da área de estudo.

Ainda nas formações do complexo xisto-quartzífero, na superfície rebaixada a sul e a sudoeste do Caraculo (Figura 2) - relacionada com os processos de erosão associada ao encaixe da rede hidrográfica dos rios Bero e Giraul - como foi anteriormente mencionado (ponto 5.1.2), observam-se um conjunto de unidades fisiográficas de pequena dimensão, dispersas na paisagem com um padrão diferente das unidades de maior dimensão que se encontram em áreas menos dissecadas a sul da localidade da Bomba ou a nordeste. Além disso, à escala de 1/500.000, verifica-se que a proporção de afloramentos rochosos nas unidades fisiográficas nas áreas do complexo xisto-quartzífero é maior que nas áreas das formações dioríticas e graníticas, qualquer que seja a forma de relevo. Com efeito a proporção de afloramentos rochosos nas unidades fisiográficas com relevo aplanado naquele complexo é muito superior à estimada para as outras formações. Assim, verifica-se que a diferença ainda é mais acentuada quando se consideram as áreas escarpadas em que os afloramentos ocupam mais de 46.000 ha que representam 13% dessa formação (Quadro 7), enquanto nos casos dos dioritos e dos granitos essa proporção não ultrapassa 2%.

Quadro 5.8 – Área e representatividade das unidades fisiográficas básicas de acordo com as classes de declive e de afloramentos rochosos, no domínio de cada formação geológica.

LITOLOGIA	DECLIVE			A. ROCHOSOS		
	Classe*	Área	%	Classe	Área	%**
Grupo da Chela	Escarpado	2.939	100	-	-	-
Dioritos e granodioritos	Aplanado	162.732	77	r1	29.047	14
	Ondulado	27.653	13	r2	4.980	2
	Escarpado	20.511	10	r3	1.792	1
Granitos diversos	Aplanado	59.127	50	r1	1.363	1
	Ondulado	37.373	32	r2	2.080	2
	Escarpado	21.054	18	-	-	-
Calcários cristalinos	Ondulado	174	4	-	-	-
	Escarpado	3.913	96	-	-	-
Gnaisses e migmatitos	Aplanado	23.715	91	-	-	-
	Ondulado	2.434	9	-	-	-
Nortitos e doleritos	Ondulado	4.038	43	-	-	-
	Escarpado	5.310	57	-	-	-
Depósitos diversos	Aplanado	2.297	13	-	-	-
	Ondulado	9.619	55	-	-	-
	Escarpado	5.441	31	-	-	-
Rochas básicas e ultrabásicas	Aplanado	5.166	86	-	-	-
	Ondulado	854	14	-	-	-
Complexo xisto-quartzífero	Aplanado	150.955	43	r1	79.346	22
	Ondulado	124.810	35	r2	33.136	9
	Escarpado	79.255	22	r3	46.489	13

(*) Aplanado (0-5%); Ondulado (5-15%); Escarpado > 15%); (**) Em relação à área da respectiva litologia.

As rochas básicas e ultrabásicas, bem como aquelas do complexo gnaisso-migmatítico-granítico, estão associadas a formas de relevo que se assemelham às referidas para as áreas das formações dioríticas e graníticas. Como se pode verificar no Quadro 5.7 aqueles dois tipos de formações geológicas estão associados a superfícies aplanadas cuja representatividade é superior a 85% da respectiva área total; de facto, as rochas básicas e ultrabásicas correspondem, em cerca de 5.000 ha, a áreas planas e as do complexo gnaisso-migmatítico-granítico a cerca de 24.000 ha, o que representa 86% e 91% da área total destas formações, respectivamente. Portanto, as formações eruptivas estão associadas principalmente às formas de relevo aplanadas.

No caso dos depósitos diversos observa-se a tendência para a dominância das superfícies onduladas que correspondem a cerca de 9.000 ha; isto é, cerca de 55% da

área desta formação. Essas formas de relevo estão geralmente associadas à elevada pedregosidade associada a amontoados de materiais grosseiros, incluindo, blocos, calhaus e pedras resultantes dos processos de pediplanação - recuo da Escarpa da Chela que foi referido anteriormente (ponto 5.1.2).

No respeitante às rochas filonianas (noritos, doleritos e quartzos) sobressaem os relevos escarpados que representam 57% da formação, correspondente a uma área de cerca de 5.000 ha. Estas formações que são notáveis pelas cristas eriçadas na paisagem e pelos seus padrões perpendiculares à rede hidrográfica também estão associadas a afloramentos rochosos constituídos por blocos de rochas que ocorrem nas suas encostas enrugadas ou jazem amontoadas nas suas bases.

As relações acima estabelecidas revelam que as formações geológicas têm influência nas formas de relevo. Assim, verifica-se que as rochas eruptivas (granitos diversos, dioritos e granodioritos e rochas básicas) tendem a estar predominantemente associadas às formas de relevo aplanado, enquanto que as formações do complexo xisto-quartzífero embora também possam estar associadas a relevo aplanado também estão em larga medida associadas às formas de relevo ondulado e escarpado.

5.3 – OS SOLOS

Faz-se a seguir uma apreciação da classificação e distribuição dos solos, das suas características físicas e químicas, bem como da relação com os factores de formação dos mesmos. Tem-se em atenção as condições de aridez prevalentes na área de estudo, em que o aspecto dominante das características, formação e evolução dos solos é determinado pela escassez de água.

5.3.1 – Classificação e Distribuição dos Solos

No presente estudo, para a classificação dos solos foi utilizado o sistema da *World Reference Base for Soil Resources* (WRB, 2006), sendo adoptados os procedimentos descritos no ponto 4.1.4. Também foi estabelecido o enquadramento dos solos estudados na 3ª aproximação (MPAM/CEPT, 1968) e na 4ª aproximação (IICT/CEP, 1997) da Classificação dos Solos de Angola, bem como na *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1999).

Em observância aos princípios do sistema WRB (2006), a identificação dos Grupos de Referência de Solos foi efectuada com base nas propriedades dos mesmos, definidas em termos de horizontes, propriedades e materiais de diagnóstico, sendo a respectiva diferenciação estabelecida de acordo com os processos pedogenéticos primários que deram origem às características dos solos.

O segundo nível da classificação foi estabelecido pela associação aos Grupos de Referência de qualificadores (*qualifiers*) para pormenorizar as propriedades dos Grupos de Referência, associando qualificadores definidos. Assim, para a diferenciação das unidades pedológicas foram usados apenas os qualificadores (*prefix qualifiers e suffix qualifiers*) estabelecidos pelo sistema (WRB, 2006). Verificou-se em alguns casos alguma dificuldade na aplicação dos mesmos, dado o fraco ajustamento dos dados para a sua inequívoca definição. Porém, tendo em consideração um dos principais objectivos do sistema WRB como um meio que permite acomodar os diferentes sistemas nacionais e estabelecer a comunicação a nível internacional, o mesmo foi adoptado no presente trabalho.

Embora na WRB (2006) se admita a possibilidade de introdução de um terceiro nível na classificação ao nível das categorias mais baixas para acomodar a diversidade local (ao nível de país ou região), no presente trabalho foram adoptados apenas dois níveis. Para a classificação das unidades pedológicas além dos horizontes e propriedades de diagnóstico, no segundo nível da classificação foram considerados os materiais de diagnóstico que são os materiais que influenciam os processos pedogenéticos de maneira significativa. Os materiais de diagnóstico mais utilizados foram os materiais calcários (*calcaric*), relativos aos materiais com mais de 2% de carbonato de cálcio, e os materiais grosseiros (*skelletic*) respeitante a elementos grosseiros cuja proporção é igual ou superior a 40% do volume do solo. Apesar da ocorrência de depósitos coluvionares os materiais colúvicos (*colluvic*) não são representáveis à escala utilizada (1/500.000), o mesmo acontecendo com os materiais flúvicos (*fluvic*) relacionados com áreas de aluviões.

Na área de estudo, na escala 1/500.000, identificaram-se sete Grupos de Referência de Solos (WRB, 2006): *Leptossolos, Calcissolos, Luvissolos, Lixissolos, Arenossolos, Cambissolos e Regossolos* (Quadro 5.8), os quais englobam 25 unidades pedológicas do segundo nível do mesmo sistema. Todavia, admite-se, a escalas maiores, a presença de

Fluvisolos nas formações aluviais dos principais rios, como o Tchicolangila e o Bumbo, afluentes do rio Giraul e do Cubal, um tributário do rio Bero.

No que diz respeito à representatividade dos Grupos de Referência de Solos, como se pode observar no Quadro 5.8, verifica-se que os *Luvissolos* como os *Lixissolos* ocupam áreas reduzidas (13.570 e 15.331 ha, respectivamente), correspondendo cada um deles a cerca de 2% da área de estudo; os *Calcissolos*, embora um pouco mais representados (27.282 ha), ocupam ainda assim apenas cerca de 4% dessa área; os *Arenossolos* (54.179 ha) e os *Cambissolos* (53.434 ha) ocupam áreas mais extensas, representando cada um deles cerca de 7% da área de estudo; os *Regossolos* ocupam uma extensão muito maior (204.773 ha), abrangendo cerca de 27% da área total; finalmente, os *Leptossolos* são os solos mais abundantes (325.477 ha), ocupando cerca de 43% da área estudada. Por fim, sublinha-se a apreciável extensão das áreas de afloramentos rochosos (55.354 ha) que ocupam mais de 7% da área total.

Assim, de acordo com a WRB (2006), os solos da área de estudo podem ser enquadrados em agrupamentos ainda mais gerais: (i) solos delgados ou extremamente pedregosos e solos pouco evoluídos com perfis pouco desenvolvidos ou com camadas homogêneas de areias (*Leptossolos*, *Arenossolos*, *Cambissolos* e *Regossolos*); (ii) solos do meio árido com acumulação de carbonato de cálcio (*Calcissolos*, e solos com materiais calcários); (iii) Solos com horizonte subsuperficial enriquecido em argila (*Luvissolos* e *Lixissolos*). Assim são largamente dominantes na área de estudo os solos pouco evoluídos ou com evolução incipiente.

Tal como foi referido para os Grupos de Referência de Solos, as 25 unidades pedológicas identificadas na área de estudo também apresentam uma grande diferença de representatividade (Quadro 5.8). Assim, a partir do da estimativa efectuada constata-se que duas dessas unidades ocupam uma área superior a 100.000 ha, como é o caso dos solos com espessura menor do que 25 cm, incluindo os *Leptossolos Líticos Eutricos* (Lp.li.eu) e os *Leptossolos Hiperesqueléticos Eutricos* (Lp.hk.eu) - com 150.034 e 135.804 ha, representando cerca de 20% e 18,1%, respectivamente, da área estudada. Destaca-se um segundo grupo constituído pelas unidades pedológicas que ocupam entre 50.000 e 100.000 ha e que corresponde a solos pouco evoluídos ou incipientes – espessura superior a 25 cm – como é o caso dos *Regossolos Háplicos Calcários* (RG.ha.ca) e dos *Regossolos Epiléticos Eutricos* (RG.el.eu) com áreas da ordem de

75.746 e 63.461 ha respectivamente, e que representam cerca de 10% e 8,4% da área total. Com áreas entre 20.000 e 50.000 ha engloba-se o grupo de unidades pedológicas em que as áreas extremas correspondem aos *Regossolos Háplicos Êutricos* (RG.ha.eu) - 46.488 ha (6,2%) - e aos *Calcários Hipocálcicos Esqueléticos* (CL.wc.sk), com 27.282 ha (3,6%). Finalmente, o grupo de unidades pedológicas com áreas inferiores a 20.000 ha, em que a mais representativa corresponde aos *Arenossolos Rúbicos Êutricos* (AR.ru.eu), com 17.745 ha (2,3%), e a menos representada aos *Luvissolos Endolépticos Hiperêutricos* (LV.nl.he) com apenas 489 ha (cerca de 0,07% da área total).

Na Figura 5.7 estão distribuídas (à escala 1/500.000) as unidades pedológicas por 136 unidades cartográficas número igual ao das unidades fisiográficas básicas. Este número é coincidente porque a densidade de observações de campo e de caracterização analítica não foi suficiente para apurar com rigor a eventual diferenciação dos solos dentro de cada uma das unidades cartográficas.

As 136 unidades cartográficas de solos consideradas na área estudada foram identificadas pela unidade fisiográfica básica em que se inserem (Quadro 5.10) bem como pela especificação dos solos dominantes e solos subdominantes; no mesmo quadro também se indica o número de vezes que cada unidade cartográfica está representada nessa área. Em linha com a análise que foi efectuada sobre as unidades fisiográficas básicas (Quadro 5.7), verifica-se que as unidades cartográficas dos solos também se diferenciam no respeitante à distribuição espacial e extensão. Por isso, admitindo que as unidades de maior dimensão apresentam uma maior heterogeneidade na composição em termos de unidades pedológicas também deverão exibir padrões de distribuição de solos mais complexos. Por exemplo, as cinco unidades cartográficas mais extensas e que possuem área acima de 30.000 ha verifica-se que estão localizadas sobre as formações geológicas com maior extensão – o complexo xisto-quartzífero e as rochas eruptivas - e correspondem aos Grupos de Referência de Solos com maior representatividade, nomeadamente os *Leptossolos* e os *Regossolos*. As mesmas estão distribuídas por áreas em média superiores a 5.000 ha.

Quadro 5.9 – Áreas (ha) e representatividade (%) dos Grupos de Referência de Solos e das Unidades Pedológicas, assim como de afloramentos rochosos, que ocorrem na área de estudo e perfis típicos.

Grupos Referência	Área	%	Unidades Pedológicas	Símbolo	Área	%	Perfis Típicos
Arenossolos	56.401,2	7,50	Arenossolos Brúnicos Êutricos	Ar. Ru.eu	4.651	0,62	P062
			Arenossolos Háplicos Êutricos	AR.ha.eu	34.005,2	4,52	P149
			Arenossolos Rúbicos Êutricos	AR.ru.eu	1.7745	2,36	P152
Calcissolos	27.282,7	3,63	Calcissolos Hipocálcicos	CL.wc	8.184,8	1,09	P066
			Calcissolos Hipocálcicos Esqueléticos	CL.wc.sk	27.282,6	3,63	P034
Cambissolos	53.432,3	7,11	Cambissolos Epiléticos Êutricos	CM.el.eu	16.134,9	2,15	P132
			Cambissolos Háplicos Calcáricos	CM.ha.ca	591,6	0,08	P130
			Cambissolos Háplicos Êutricos	CM.ha.eu	1.755,1	0,23	P094
			Cambissolos Endoléticos Êutricos	CM.nl.eu	33732	4,50	P088
			Cambissolo Vértico Êutrico	CM.vr.eu	1.218,7	0,15	P098
Leptossolos	325.332,7	43,28	Leptossolos Háplicos Dístricos	LP.ha.dy	2.938,3	0,39	P019
			Leptossolos Háplicos Êutricos	LP.ha.eu	34.057,4	4,53	P063
			Leptossolos Hiperesqueléticos Êutricos	LP.hk.eu	135.804,2	18,07	P148
			Leptossolos Líticos Calcáricos	LP.li.eu	150.034,7	19,96	P137
			Leptossolos Líticos Êutricos	LP.li.ca	1.665,4	0,22	P120
			Leptossolos Nulidíticos Êutricos	LP.nt.eu	832,7	0,11	P109
Luvissolos	13.711,4	1,82	Luvissolos Haplicos Hiperêutricos	LV.ha.he	12.976,8	1,73	P126
			Luvissolos Endoléticos Hiperêutricos	LV.nl.he	489,1	0,07	P153
			Luvissolos Haplicos Rúpticos	LV.ha.rp	244,6	0,03	P042
Lixissolos	15.472,3	2,06	Lixissolos Háplicos Hiperêutricos	Lx.ha.he	13.031,6	1,73	P024
			Lixissolos Endoléticos Êutricos	Lx.nl.he	2.299,7	0,31	P114
Regossolos	204.631,7	27,22	Regossolos Epiléticos Calcáricos	RG.el.ca	63.460,9	8,44	P017
			Regossolos Háplicos Calcáricos	RG.ha.ca	75.746,1	10,08	P127
			Regossolos Háplicos Êutricos	RG.ha.eu	46.488,9	6,18	P058
			Regossolos Epiléticos Êutricos	RG.el.eu	18.936,5	2,52	P118
			Afloramentos Rochosos	R	55.474,3	7,38	
TOTAL					751.737,7	100,00	

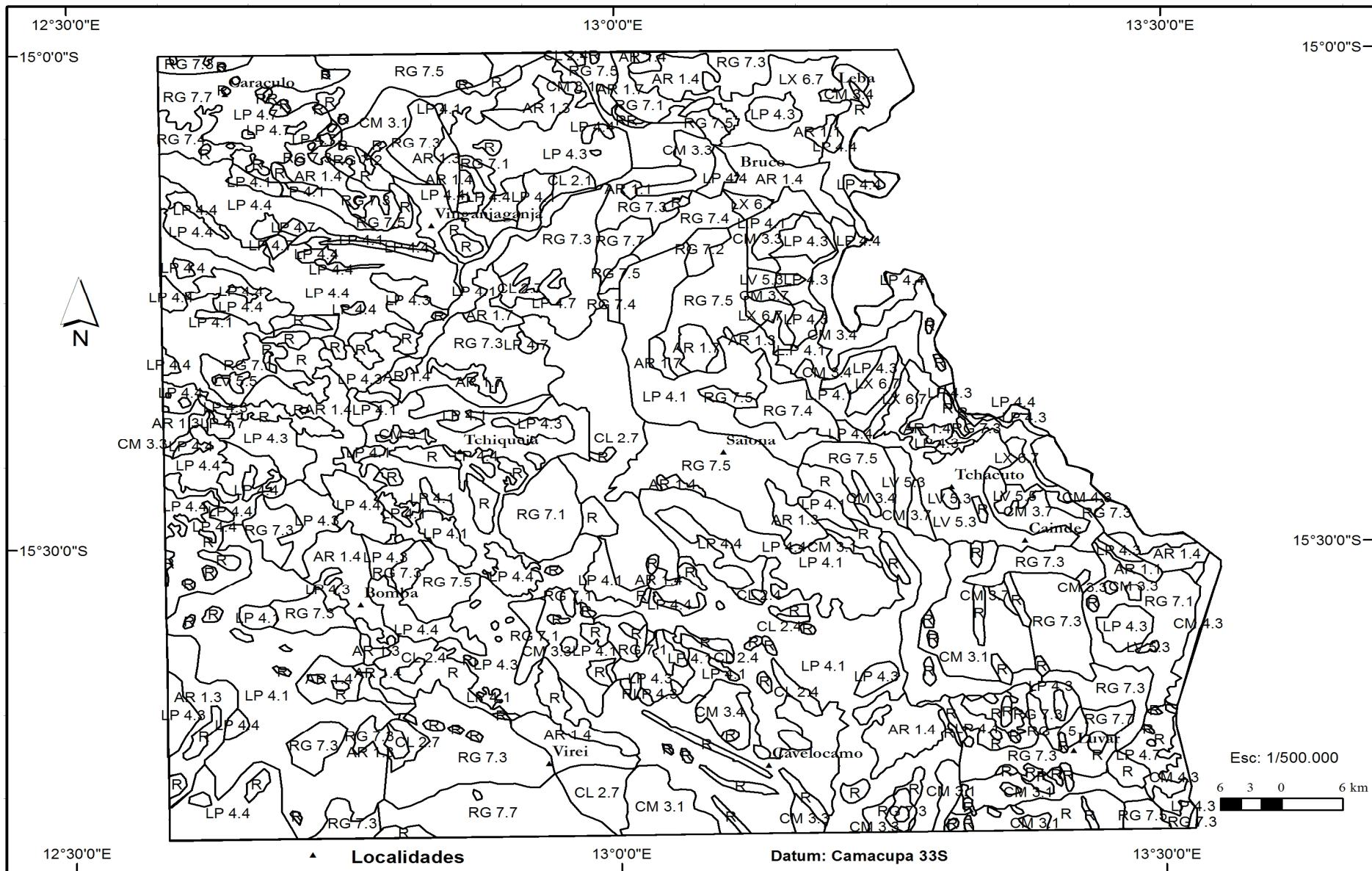


Figura 5.7 – Esboço da distribuição espacial das unidades cartográficas dos solos na área de estudo.

Quadro 5.10 – Unidades cartográficas de solos: unidades fisiográficas básicas em que se inserem, solos dominantes, solos subdominantes, área total e número de áreas pelas quais se distribuem.

Unidades Cartográficas dos				N	Área (ha)
Composição	Unidades Fisiográfica	Solos Dominantes	Solos Subdominantes		
LP 4.4	a.e1e2.p3	LP.ha.dy		5	2.939
R	d.e1.p1	R		5	849
R	d.e1.p2	R		19	4.335
CM 3.4	d.e1e2.p2	CM.ha.eu; Lp.hk.nt	LP.ha.dy;RG.nl.eu; LP.ha.eu	1	603
CM 3.4	d.e1e2.p3	CM.nl.eu; Lp.ha.eu		1	6.363
R	d.e2.p2	R		1	47
R	d.f.p1.r3	R		1	740
R	d.f.p2	R		1	51
RG 7.4	d.f.p2.r2	RG.el.eu; LP.hk.eu		2	2.738
R	d.fe1.p1	R		7	489
LP 4.7	d.fe1.p2	LP.li.eu; RG.el.eu		2	2.088
CM 3.4	d.fe1.p3	CM.nl.eu; LP.li.eu	AR.ha.eu; RG.ha.ca; Ar. Ru.eu	2	6.586
LP 4.3	d.o.p1	LP.ha.eu; CM.nl.eu		1	3.296
AR 1.7	d.o.p2	AR.ru.eu; RG.nl.eu;	LP.li.eu	3	2.953
AR 1.4	d.o.p2.r1	AR.ru.eu; LP.li.eu;	LP.ha.eu	3	2.321
R	d.o.p2.r3	R		1	251
L.P 4.1	d.o.p3	LP.ha.eu; AR.ha.eu		3	5.065
CM 3.3	d.of.p1	CM.nl.eu	LP.li.eu; CM.el.eu	1	294
RG 7.1	d.of.p1.r1	RG.el.eu; AR.ha.eu		1	3.182
LP 4.4	d.of.p1.r2	LP.hk.eu; LP.li.eu		1	895
LV 5.5	d.of.p1.r3	LV.nl.he		1	349
AR 1.4	d.of.p2	AR.ru.eu; LP.li.eu		3	1.296
AR 1.7	d.of.p2.r1	AR.ha.eu; RG.ha.ca	LP.hk.eu	9	2.423
R	d.of.p2.r2	R		1	1.347
CM 3.7	d.of.p3.r3	CM.ha.ca; RG.ha.ca		1	452
RG 7.3	d.p.p1	RG.el.eu; CM.nl.eu		5	9.725
RG 7.3	d.p.p2	RG.ha.ca; CM.nl.eu;	LV.nl.he; RG.el.eu; CM.nl.eu	7	39.762
RG 7.7	d.p.p2.r1	RG.ha.eu; RG.nl.eu	LV.ha.he; AR.ru.eu, Lp.ha.eu	2	22.624
LP 4.1	d.ps.p1.r1	LP.li.eu; AR.ru.eu.;	Ar. Ru.eu; LP.li.ha	1	818
CL 2.7	d.ps.p2	CL.wc.sk; RG.nl.eu		7	23.867
RG 7.3	d.ps.p3	RG.el.eu; CM.nl.eu	LV.ha.he; LP.ha.euCM.ha.ca;	2	7.573
LP 4.4	d.s.p1	LP.ha.eu; LP.li.ha		2	34
RG 7.5	d.s.p2	RG.ha.ca; LV.ha.he		1	41.707
AR 1.3	d.so.p1	AR.ha.eu; CM.ha.eu	AR.ru.eu; LP.li.eu; CM.el.eu	7	6.377
AR 1.3	d.so.p2	AR.ha.eu; CM.ha.eu		5	6.396
AR 1.4	d.so.p2.r2	Ar. Ru.eu; LP.li.ha	LP.li.eu; LP.hk.eu	1	2.430
LV 5.3	d.so.p3	LV.ha.he; CM.ha.eu		1	1.419
R	g.e1.p2	R		9	1.014
LP 4.3	g.e1.p3	LP.ha.eu; CM.ha.eu	CM.nl.eu; Lp.ha.eu; LP.hk.eu	3	3485
RG 7.3	g.e1e2.p3	RG.el.eu; CM.nl.eu	RG.el.eu	2	13.079
LP 4.3	g.e2.p3	Lp.ha.eu; CM.nl.eu	Lp.ha.eu;	2	2.335
AR 1.4	g.f.p3	AR.ru.eu; LP.li.eu	LP.ha.dy	4	4.919
R	g.fe1.p2	R	Lp.ha.eu; LP.ha.dy	2	436
LV 5.3	g.fe1.p3	LV.ha.he; CM.ha.eu		3	705
LP 4.4	g.o.p1	LP.li.eu; LP.hk.eu		1	537
RG 7.1	g.o.p2	RG.ha.ca; AR.ru.eu		1	13.354
RG 7.7	g.o.p2.r2	RG.ha.eu; RG.el.eu	CM.nl.eu; LP.li.eu	1	2.080
LX 6.7	g.o.p3	Lx.ha.he; RG.el.eu;	LP.li.eu; CL.wc.sk	9	15.331
CM 3.3	g.of.p2	CM.ha.eu; CM.el.eu	LV.nl.he; CM.ha.ca; Lp.nt.eu	1	221
CM 3.3	g.of.p3	CM.ha.eu; CM.el.eu	LV.nl.he; CM.ha.ca; Lp.nt.eu	1	931
AR 1.4	g.p.p1	AR.ru.eu; LP.li.eu		11	2.115
RG 7.5	g.p.p2	RG.ha.eu; LV.ha.rp		5	12.415
RG 7.3	g.p.p2.r1	RG.ha.eu; CM.ha.eu;	CM.nl.eu; Lp.ha.eu; LP.hk.eu; LX.nl.he	1	1.363
RG 7.1	g.p.p3	RG.el.eu; AR.ha.eu		2	9.511
RG 7.3	g.ps.p2	RG.el.eu; CM.vr.eu	LP.ha.eu; LP.hk.eu	3	4.542
RG 7.3	g.ps.p3	RG.el.eu; CM.nl.eu	LP.hk.eu; CL.wc.sk	3	8.076
RG 7.2	g.s.p2	RG.el.eu; CL.wc.sk		2	2.780
RG 7.4	g.so.p2	RG.ha.eu; LP.ha.eu	LP.hk.eu;	3	8.007
LV 5.3	g.so.p3	LV.ha.he; CM.ha.eu	LV.ha.he; LP.li.eu	2	10.318
CL 2.4	k.e1.p2	CL.wc.sk; LP.li.eu;	LP.li.eu	6	2.410
CL 2.1	k.e1e2.p2	CL.wc.sk	LV.nl.he; RG.nl.eu	1	1.005
R	k.e2.p2	R		1	498
R	k.o.p2	R		1	174
CM 3.3	m.o.p2	CM.el eu; CM.nl.eu		1	778
LV 5.5	m.o.p3	LV.ha.he		1	779
RG 7.3	m.of.p2.r2	RG.el.eu; CM.nl.eu	Of	1	877
CM 3.1	m.p.p2	CM.el eu	P	4	15.356
RG 7.7	m.p.p3	RG.el.eu	P	2	1.378

N - Número de polígonos de cada de unidade cartográfica.

Quadro 5.10 – Unidades cartográficas de solos: unidades fisiográficas básicas em que se inserem, solos dominantes, solos subdominantes, área total e número de áreas pelas quais se distribuem (cont.).

Unidades cartográficas dos solos					
Composição	Unidades Fisiográficas	Solos Dominantes	Solos Subdominantes	N ¹	Área (ha)
CM 3.7	m.ps.p3	RG.el.eu		4	4.559
CM 3.4	m.so.p2.r1	CM.nl.eu;RG.el.eu;		1	2.422
R	n.e1.p2	CM.nl.eu; LP.li.eu	LV.ha.he; CM.ha.eu;	5	877
R	n.e1.p3	R		1	92
R	n.e1e2.p1	R		1	136
R	n.e1e2.p2	R	RG.nl.eu; LP.li.eu	2	223
AR 1.4	n.e2.p1	R		1	106
R	n.f.p2	AR.ru.eu; LP.li.eu		1	
R	n.f.p3	R		2	202
R	n.f.p3	R		1	483
R	n.fe1.p2	R		11	3.653
R	n.fe1.p3	R		4	978
R	n.of.p2	R		8	3.117
R	n.of.p3	R		1	236
LP 4.4	q.e1.p3	R		1	386
AR 1.1	q.e1e2.p2	Lp.ha.eu		1	253
LP 4.3	q.f.p3	AR.ru.eu; AR.ha.eu		7	6.865
AR 1.4	q.fe1.p3	LP.li.eu; CM.el.eu		1	4.802
AR 1.1	q.o.p3	AR.ru.eu; LP.li.eu	RG.nl.eu; LP.hk.eu	1	468
CM 3.3	q.of.p2	AR.ru.eu; AR.ha.eu		1	2.286
AR 1.1	q.ps.p3	CM.nl.eu		1	732
LP 4.4	q.so.p2	AR.ru.eu; AR.ha.eu		3	1.565
R	u.e1.p2	LP.li.ha; LP.ha.eu		3	337
R	u.e1e2.p3	R		1	160
CM 3.3	u.o.p3	R	RG.el.eu; AR.ng.eu;	1	144
CM 3.3	u.of.p2	CM.vr.eu		1	854
R	u.p.p2	CM.vr.eu		2	4.706
CM 3.3	u.p.p3	R		1	221
LP 4.4	u.ps.p2	CM.vr.eu		1	100
CM 3.1	u.s.p3	LP.li.ha		1	139
R	x.e1.p1	CM.nl.eu; AR.ha.eu		8	1.336
R	x.e1.p2	R		40	14.795
R	x.e1.p3	R		3	190
R	x.e1e2.p2	R	CL.wc.sk; LP.li.eu;	2	6.969
R	x.e1e2.p2.r3	R		1	2.966
R	x.e2.p2	R		2	418
CM 4.3	x.e2.p3	R		2	7.887
LP 4.4	x.f.p1	Lp.ha.eu; CM.el.eu		5	6.139
LP 4.4	x.f.p1.r2	LP.hk.eu; LP.li.eu		2	8.411
LP 4.4	x.f.p2	LP.ha.eu		8	7.054
R	x.f.p2.r1	LP.li.eu; LP.hk.eu	RG.el.eu	3	2.360
LP 4.4	x.fe1.p1	R		3	21.091
LP 4.1	x.fe1.p2	LP.hk.eu; LP.li.eu		9	6.567
LP 4.4	x.fe1.p2.r1	LP.hk.eu; AR.ha.eu		1	459
LP 4.4	x.fe1.p2.r2	LP.li.eu; LP.ha.eu		1	3.058
LP 4.4	x.fe1.p2.r3	LP.li.eu; LP.ha.eu		5	13.519
LP 4.4	x.o.p1.r1	LP.li.eu; LP.hk.eu	CM.nl.eu; AR.ha.eu	1	397
LP 4.1	x.o.p2	LP.hk.eu; LP.li.eu		1	4.671
LP 4.4	x.o.p2.r2	LP.hk.eu		2	19.123
LP 4.4	x.of.p1	LP.li.eu; LP.hk.eu		2	8.276
LP 4.4	x.of.p1.r1	LP.hk.eu; LP.li.ca		2	3.749
LP 4.1	x.of.p1.r3	LP.li.eu; LP.hk.eu		1	29.726
LP 4.3	x.of.p2	LP.hk.eu; AR.ha.eu	AR.ha.eu	5	10.325
LP 4.3	x.of.p2.r1	LP.hk.eu; CM.ha.eu		5	22.453
R	x.of.p2.r2	LP.li.ca; CM.ha.eu		2	884
LP 4.1	x.of.p2.r3	R		1	278
LP 4.7	x.p.p1	LP.ha.eu; AR.ru.eu	RG.nl.eu; LP.hk.eu;	1	454
CM 3.1	x.p.p2	LP.li.eu; RG.el.eu	LP.li.eu	8	11.225
LP 4.1	x.p.p2.r1	CM.nl.eu; AR.ha.eu	AR.ha.eu; RG.ha.ca;	1	476
LP 4.3	x.ps.p1.r2	LP.hk.eu; AR.ha.eu		1	1.660
LP 4.1	x.ps.p2	LP.li.eu; CM.el.eu	LP.hk.ca; LV.nl.he;	6	43.487
AR 1.4	x.ps.p2.r1	LP.hk.eu; AR.ha.eu		3	8.255
LP 4.7	x.ps.p3	AR.ha.eu; LP.hk.eu	CM.nl.eu; RG.nl.eu	1	2.880
LP 4.3	x.s.p1	LP.ha.eu; RG.nl.eu		2	4.728
AR 1.4	x.s.p1.r1	LP.hk.eu;CM.ha.eu		2	10.554
LP 4.1	x.s.p2	AR.ha.eu; LPI.li.eu	LV.nl.he; AR.ru.eu	10	36.593
LP 4.3	x.s.p2.r1	LP.li.eu; AR.ha.eu	LP.li.eu; LP.hk.eu	3	30.643
LP 4.1	x.so.p2	LP.li.eu; CM.nl.eu		3	961

N - Número de polígonos de cada de unidade cartográfica.

5.3.2 - Correlação com outros Sistemas de Classificação

O enquadramento dos solos estudados na Classificação dos Solos de Angola - em correspondência com a 3ª Aproximação (MPAM/CEPT, 1968) e a 4ª Aproximação da Carta Generalizada dos Solos de Angola (IICT/CEP, 1997) - e na *Soil Taxonomy* (SSS, 1999) está resumido no Quadro 5.11.

Sobre o enquadramento na 3ª Aproximação da Carta Generalizada dos Solos de Angola (MPAM/CEPT, 1968), salienta-se que as 25 unidades pedológicas consideradas se distribuem de forma aproximada por três “ordens” (*Solos Pouco Evoluídos*, *Solos Calcários* e *Solos Arídicos Tropicais*); no caso da primeira, distribuem-se pelas subordens (*Litossolos*, *Regossolos* e *Solos Rególicos*); na segunda pelos *Calcários Normais*; na terceira pelos *Arídicos Normais*). Se considerarmos o nível de grande grupo, então os solos da área de estudo distribuem-se pelos (*Xero-Litossolos*, *Xero-Psamo Regossolos* e *Xero-psamo Rególicos*; *Solos Calcários Pardos* e *Solos Calcários Vermelhos*; *Solos Arídicos Pardo-Cinzentos* e *Solos Arídicos Pardo-Avermelhados*). De uma maneira geral é evidente a facilidade de correlação entre a classificação estabelecida para os solos da área de estudo e a Classificação dos Solos de Angola (MPAM/CEPT, 1968).

Considerando a 4ª Aproximação da Carta Generalizada dos Solos de Angola (IICT/CEP, 1997) - que adoptou a Legenda FAO de 1988 Revista (FAO, 1990) - ,o enquadramento dos solos da área de estudo foi estabelecido para o segundo nível (unidades de solo; *soil units*). Assim, os solos foram enquadrados em seis agrupamentos principais (*major soil groupings*) - *Arenossolos*, *Leptossolos*, *Cambissolos*, *Calcissolos*, *Luvissolos* e *Lixissolos* - e em nove unidades de solos (*soil units*) - *Arenossolos Háplicos*, *Arenossolos Câmbicos*, *Leptossolos Dístricos*, *Leptossolos Êutricos*, *Leptossolos Líticos*, *Cambissolos Êutricos*, *Calcissolos Háplicos*, *Luvissolos Háplicos* e *Lixissolos Háplicos*. Apesar de na 4ª Aproximação da Carta Generalizada dos Solos de Angola (IICT/CEP, 1997) não ter sido considerado o agrupamento *Regossolos*, considerou-se, ainda assim, a correlação dos *Regossolos* identificados no presente estudo com esse grupo principal (*sensu* Legenda da FAO de 1988 revista; FAO, 1988); conseqüentemente, as respectivas unidades pedológicas foram enquadradas nas unidades de solos dos *Regossolos Calcários* e dos *Regossolss Êutricos*.

Quadro 5.11 – Enquadramento dos solos estudados nas Classificações dos Solos de Angola (MPAM/CEPT, 1968; IICT/CEP, 1997) e na “Soil Taxonomy” (SSS,1999)

Unidades Pedológicas	MPAM/CEPT (1968)	IICT/CEP(1997)	Soil Taxonomy
Arenossolos Brúnicos Êutricos	<i>Xero-psamo regossolos</i>	<i>Cambic Arenosols</i>	<i>Typic Torripsaments</i>
Arenossolos Hápticos Êutricos	Idem	<i>Haplic Arenosols</i>	Idem
Arenossolos Rúbico Êutricos	Idem	<i>Cambic Arenosols</i>	Idem
Calcissolos Hipocálcicos	<i>Solos calcários pardos</i>	<i>Haplic Calcisols</i>	<i>Typic Haplocalcids</i>
Calcissolos Hipocálcicos Esqueléticos	Idem	Idem	<i>Typic Haplocalcids</i>
Cambissolos Epiléticos Êutricos	<i>Arídicos Pardo-Cinzento</i>	<i>Eutric Cambisol</i>	<i>Lithic Haplocambids</i>
Cambissolos Endoléticos Êutricos	Idem	Idem	<i>Typic Haplocambids</i>
Cambissolos Hápticos Calcários	<i>Solos Calcários Vermelhos</i>	Idem	Idem
Leptossolos Hápticos Dístricos	<i>Xero-Litossolos</i>	<i>Dystric Leptosols</i>	<i>Lithic Torriorthents</i>
Leptossolos Hápticos Calcários	Idem	<i>Eutric Leptosols</i>	Idem
Leptossolos Hápticos Êutricos	Idem	Idem	Idem
Leptossolos Hiperesqueléticos Êutricos	Idem	Idem	Idem
Leptossolos Líticos Calcários	Idem	Lithic Leptosols	Idem
Leptossolos Líticos Êutricos	Idem	Idem	Idem
Leptossolo Nulidíticos Êutricos	Idem	Idem	Idem
Luvissolos Hápticos Hiperêutricos	<i>Arídicos Pardo-avermelhados</i>	<i>Haplic Luvisols</i>	<i>Typic Haplargids</i>
Luvissolos Hápticos Rúpticos	Idem	Idem	<i>Typic Haplargids</i>
Luvissolos Endoléticos Hiperêutricos	Idem	Idem	Idem
Luvissolos Endoléticos Hiperêutricos	Idem	Idem	Idem
Lixissolos Hápticos Hiperêutrico	<i>Arídicos Pardo-avermelhados</i>	<i>Haplic Lixisol</i>	<i>Typic Haplargids</i>
Lixissolo Endolético Êutrico	Idem	Idem	Idem
Regossolo Hápticos Calcários	<i>Calcários normais pardos</i>	<i>* Calcaric Regosols</i>	<i>Typic Torriorthents</i>
Regossolo Epiléticos Calcários	Idem	Idem	<i>Lithic Torriorthents</i>
Regossolo Hápticos Êutrico	<i>Xero-Psamo-rególicos</i>	<i>*Eutric Regosols</i>	<i>Typic Torriorthents</i>
Regossolos Epiléticos Êutricos	Idem	Idem	<i>Lithic Torriorthents</i>

(*) Da responsabilidade do autor, considerando a Legenda da FAO revista (1990).

No que diz respeito ao enquadramento na *Soil Taxonomy* (Soil, Survey Staff, 1999), as unidades pedológicas da área de estudo foram enquadradas em duas Ordens (*Entisols* e *Aridisols*); cinco Subordens (*Psaments*, *Orthents*, *Cambids*, *Calcids* e *Argids*), cinco Grandes Grupos (*Torripsaments*, *Torriorthents*, *Haplocambids*, *Haplocalcids*, *Calciargids* e *Haplargids*) e sete Subgrupos (*Typic Torripsaments*, *Lithic Torriorthents*, *Typic Torriorthents*, *Lithic Haplocambids*, *Typic Haplocambids*, *Lithic Calciargids*, *Typic Calciargids*). Salienta-se que ao nível mais elevado os sete Grupos de Referência do sistema WRB se enquadram em apenas duas ordens da *Soil Taxonomy* (*Entisols* e *Aridisols*).

5.3.3 – Os Solos e os Factores de Formação

Em linha com a abordagem da distribuição e classificação dos solos anteriormente efectuada, faz-se a seguir a análise da associação dos factores de formação com as características físicas e químicas dos solos da área de estudo.

Grupos de referência de solos e factores de formação

De acordo com os princípios estabelecidos pela WRB (2006) para a identificação e classificação dos solos, os mesmos podem ser agrupados, por exemplo, consoante a expressão da sua evolução através da diferenciação de horizontes e das respectivas características. Na área de estudo observou-se uma certa relação entre o grau de evolução dos solos (que de uma forma geral são pouco evoluídos) e características dos mesmos com os factores de formação. No Quadro 5.12 sistematiza-se a associação dos factores de formação dos solos aos Grupos de Referência considerados.

No que diz respeito às formações geológicas verifica-se que os padrões de distribuição espacial dos Grupos de Referência, apresentam alguma correlação com a natureza das mesmas. De facto, verifica-se que, à escala de 1/500.000 no respeitante aos Grupos de Referência com maior representação, os *Leptosolos* estão associados principalmente ao complexo xisto-quartzífero (50%) e aos depósitos diversos (14%), sendo também o único Grupo de Referência com representação nos quartzitos e arenitos (Grupo da Chela) (Quadro 5.12). Os Grupos de Referência *Lixissolos*, *Regossolos*, *Luvissolos*, *Cambissolos* e *Arenossolos*, embora associados por vezes ao complexo xisto-quartzífero, mas estão predominantemente associados (100, 85, 73, 67 e 54%, respectivamente) a rochas eruptivas (granitos diversos, dioritos, granodioritos e rochas básicas e ultrabásicas).

Quadro 5.12 – Frequência de observações (número de casos) e proporção (%) dos Grupos de Referência dos Solos segundo a natureza do substrato geológico, o declive e a precipitação.

SOLOS			GEOLOGIA			DECLIVE			PRECIPITAÇÃO (mm)		
GRUPOS DE REFERÊNCIA	Freq	%	Classe	Freq	%	Classe	Freq	%	Classe	Freq	%
ARENOSSOLOS	13	18%	Quartzitos e arenitos	-	-	1	11	85	< 200	2	15
			Dioritos e granodioritos	3	23	2	2	15	200 – 400	7	54
			Granitos diversos	4	31	-	-	-	> 400	4	31
			Depósitos diversos	2	15	-	-	-			
			Complexo xisto-quartzífero	4	31	-	-	-			
CALCISSOLOS	2	3%	Quartzito e arenitos	1	50	1	1	50	< 200	-	-
			Dioritos e granodioritos	1	50	2	1	50	200 – 400	2	0
			Granitos diversos	-	-	-	-	-	> 400	-	-
CAMBISSOLOS	9	12%	Quartzitos e arenitos	-	-	1	6	67	< 200	2	22
			Dioritos e granodioritos	1	11	2	3	33	200 – 400	5	56
			Granitos diversos	5	56	-	-	-	> 400	2	22
			Gnaisses e migmatitos	3	33	-	-	-			
LEPTOSSOLOS	22	30%	Quartzito e arenitos	1	5	1	10	45	< 200	5	36
			Dioritos e granodioritos	3	14	2	2	9	200 – 400	9	64
			Granitos diversos	4	18	3	3	14	> 400	-	-
			Gnaisses e migmatitos	-	-	4	6	27			
			Depósitos diversos	3	14	5	1	5			
			Complexo xisto-quartzífero	11	50						
LUVISSOLOS	11	15%	Quartzito e arenitos	-	-	1	8	73	< 200	2	18
			Dioritos e granodioritos	2	18	2	-	45	200 – 400	8	73
			Granitos diversos	6	55	3	1	9	> 400	1	9
			Gnaisses e migmatitos	1	9	4	2	18			
			Complexo xisto-quartzífero	2	18	5	-				
LIXISSOLOS	3	4%	Quartzito e arenitos	-	-	1	2	67	< 200	-	-
			Dioritos e granodioritos	-	-	2	1	33	200 – 400	-	-
			Granitos diversos	3	100	3	-		> 400	3	10
REGOSSOLOS	13	18%	Quartzito e arenitos	1	8	1	1	8	< 200	-	-
			Dioritos e granodioritos	4	31	2	6	46	200 – 400	11	85
			Granitos diversos	7	54	3	3	23	> 400	2	15
			Gnaisses e migmatitos	-	-	4	2	15			
			Depósitos diversos	-	-	5	1	8			
			Complexo xisto-quartzífero	1	8						

No que diz respeito ao relevo verifica-se que os Grupos de Referência de Solos também apresentam relações diferenciadas com as diferentes formas de relevo. Assim, em primeiro lugar, realça-se a dualidade da distribuição dos *Leptossolos* segundo as formas de relevo: cerca de 45% estão associados às formas de relevo planas a suavemente onduladas, enquanto 32% ocorrem em formas escarpadas e muito escarpadas. Os *Regossolos*, por seu turno, estão predominantemente (69%) associados às formas de relevo onduladas e fortemente onduladas. Os outros Grupos de Referência estão

marcadamente mais associados às formas de relevo aplanadas pela ordem que se segue, os *Arenossolos* (85%), os *Luvissolos* (73%) e os *Cambissolos* e *Lixissolos* (67%) e *Calcissolos* (50%).

As associações acima referidas entre os Grupos de Referência dos Solos e as formações geológicas e as formas de relevo devem, no entanto, ser tidas em consideração com a devida prudência dado que, por um lado, a escala utilizada é muito pequena, e por outro, como se disse na metodologia, a densidade e a distribuição da amostragem não foi suficiente para conclusões melhor definidas.

Características dos solos

As características dos solos deverão apresentar uma forte relação com as condições de aridez já referidas para área de estudo. Como é conhecido, as irregulares e baixas quedas pluviométricas, concentradas num período curto do ano, não favorecem a alteração das rochas e a evolução dos solos quando comparadas, por exemplo, com o que se verifica nas condições mais húmidas das áreas tropicais em que os processos de meteorização mais intensos dão lugar a solos profundos, evoluídos e com baixa reserva mineral (Sanchez, 1976).

Para além das condições climáticas as características dos solos também deverão estar associadas à variabilidade dos outros factores de formação dos solos. Aliás, considera-se que a variação da natureza das rochas e do relevo são condições determinantes na variabilidade das características dos solos nas áreas de clima árido (Buol *et al.*, 1997).

Espessura do solo

A espessura do solo é uma das características que limitam o uso do solo e das terras (FAO, 1991) - em meio árido está fortemente associada à fraca intensidade de alteração e é em geral limitada (Eswaran *et al.*, 1992). Não obstante o facto dos solos serem pouco desenvolvidos, por apresentarem em geral um perfil pouco diferenciado, constata-se que na área de estudo há uma grande variabilidade na espessura efectiva dos solos, ou, seja, a espessura até à rocha compacta, a qual vai desde aqueles com espessura inferior a 10 cm (prefixo *lithic* da classificação WRB) a solos com mais de 100 cm de espessura (prefixo *haplic* da classificação WRB). Para sistematização desta característica, para além da espessura inferior a 25 cm (característica dos *Leptossolos*), consideraram-se as espessuras efectivas dos solos (prefixo *leptic*) de valores que vão

de 25 a 50 cm (*epileptic*), de 50 a 100 cm (*endoleptic*) e superiores a 100 cm (*haplic*), que são associados à profundidade de enraizamento das plantas.

Considerando a variação da espessura do solo em função da natureza do material originário, salienta-se que os *Leptossolos* ocorrem em larga escala sobre as formações do complexo xisto-quartzífero (50%) e em menor proporção aos depósitos diversos (14%); os mesmos também podem ocorrer sobre formações granulares em correspondência com formas de relevo mormente em condições de relevo ondulado ou escarpado (Quadro 5.11). Por seu lado, os outros Grupos de Referência dos Solos estão representados pelas outras três classes de declive definidas (Figura 5.8). Assim, enquanto os *Arenossolos* tendem a estar predominantemente associados a maiores profundidades (>100 cm) no caso dos *Regossolos* predominam as espessuras inferiores a 75 cm. Os Grupos de Referência associados às rochas granulares incluindo os *Cambissolos*, *Luvissolos* e *Lixissolos*, estão de uma maneira geral associados a espessuras efectivas do solo superiores a 75cm.

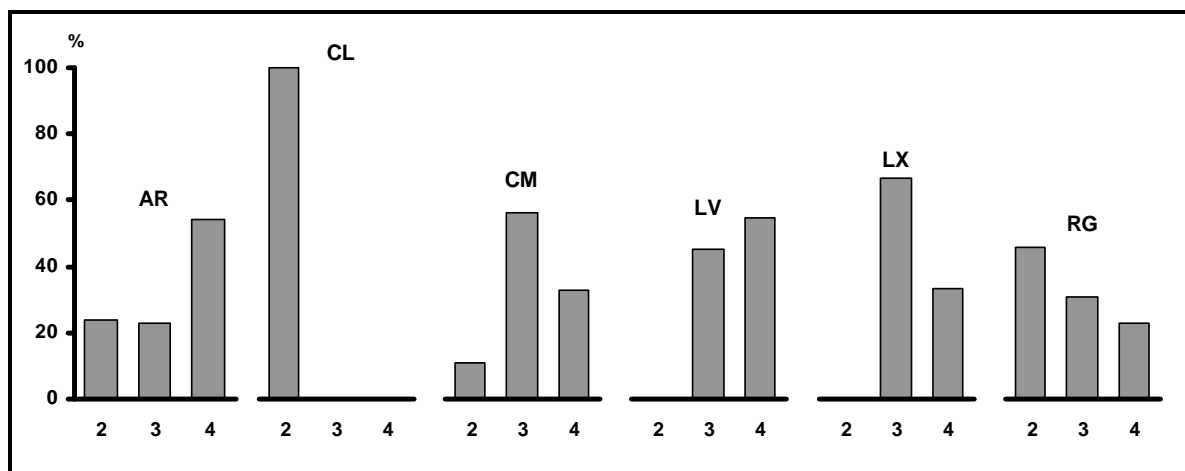


Figura 5.8 – Representatividade das classes de espessura (2: 25 – 50 cm; 3: 50 – 100 cm; 4> 100 cm) por Grupos de Referência dos Solos (AR –Arenossolos ; CL – Calcissolos; CM – Cambissolos; LV – Luvissolos; LX – Lixissolos; RG – Regossolos).

No que diz respeito aos outros Grupos de Referência dos Solos observa-se que aos *Arenossolos* correspondem predominantemente espessuras superiores a 100 cm. Os *Calcissolos* estão exclusivamente associados a espessuras inferiores a 50 cm.

Finalmente, os *Cambissolos*, os *Luvissolos* e os *Lixissolos* estão em correspondência predominantemente com espessuras efectiva dos solos superiores a 75 cm (Figura 5.8).

Em resumo, da análise do perfil e de características físicas dos solos observa-se que de uma maneira geral, devido às condições de aridez do clima, os solos apresentam uma fraca evolução, sendo por isso dominantes os solos pouco evoluídos (*Leptossolos*, *Regossolos*, *Arenossolos* e *Cambissolos*, WRB, 2006; *Entissolos* e *Aridissolos*, Soil Taxonomy, 1999). No entanto, as condições locais associadas ao relevo e à natureza do material originário podem originar diferenças acentuadas entre os solos. De facto, nas áreas de rochas granulares, em geral associadas a formas de relevo aplanadas e em menor grau a relevos ondulados, os solos apresentam espessura efectiva muito maior do que os desenvolvidos sobre as formações do complexo xisto-quartzífero, tanto em formas de relevo aplanado como ondulado. Essas relações indicam que além da influência do relevo, a natureza do material originário das rochas também tem influência na espessura efectiva dos solos e consequentemente na profundidade de enraizamento.

Textura

A textura é uma das propriedades básicas do solo e que é determinante no desempenho das suas funções (Cassel & Lal, 1992) e depende em grande parte da natureza do material originário e da intensidade de alteração (Buol *et al.*, 1997). Na área do presente estudo considera-se que a textura do solo está associada às condições ambientais prevalentes nas terras áridas das regiões tropicais (UNEP, 1992; Juo & Franzluebbbers, 2003), dado que, devido às baixas precipitações, a alteração química é fraca, enquanto que a meteorização física poderá prevalecer devido às elevadas amplitudes térmicas (Eswaran *et al.*, 1992). Por isso, na área de estudo, observa-se que de uma maneira geral os solos estudados são predominantemente de textura grosseira, independentemente da natureza da respectiva rocha-mãe (Figura 5.9). Ainda assim, as diferenças da precipitação média anual já referidas para a área de estudo poderão provocar pequenas diferenças na textura dos solos associadas à natureza do material originário.

Observaram-se diferenças acentuadas entre alguns pédones dos diferentes Grupos de Referência de Solos. Os *Arenossolos*, obviamente, e os *Leptossolos* estão associados a texturas grosseiras; os *Calcissolos* e os *Lixissolos* tendem a estar associados a texturas

médias, os *Cambissolos* e os *Regossolos* revelaram alguma variabilidade, estando associados a texturas desde grosseiras a finas.

Dentro dos Grupos de Referência dos Solos observou-se alguma diferenciação textural face à variação da precipitação média anual. Por exemplo, no caso dos *Cambissolos* associados às formações de granitos diversos tenderam a apresentar texturas mais finas nas áreas de precipitações médias anuais mais elevadas (superiores a 400 mm). Como exemplo podem ser apontados os perfis P078 e P094 que estão associados a granitos vermelhos do Sudoeste localizados na área de Cainde (Figuras 4.1 e 5.1). Todavia, em condições de aridez a diferenciação da textura dos solos pode estar fortemente associada à natureza do material originário. Por exemplo, em Cabo Verde, na Ilha de Santiago, em condições áridas com precipitação média anual inferior a 400 mm, ocorrem solos de texturas finas em correspondência com rochas vulcânicas básicas (basaltos) (Faria, 1970).

Todavia, a associação da variação da textura ao material originário e ao clima na área de estudo carece de uma amostragem mais densa para se aprofundar a natureza das tendências constatadas.

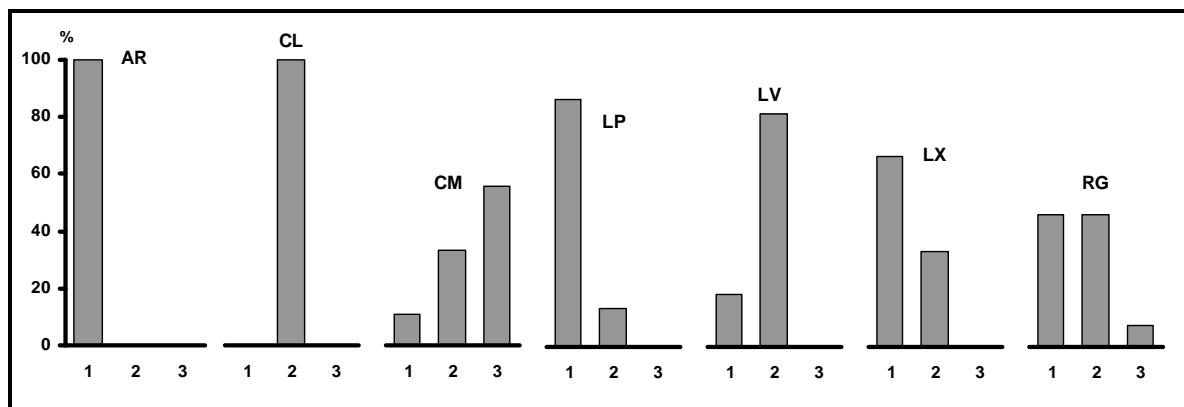


Figura 5.9 – Representatividade das classes de textura (% argila: 1 < 15; 2: 15 – 35; 3 > 35) por Grupos de Referência dos Solos (AR – Arenossolos; CL – Calcissolos; CM – Cambissolos; LP – Leptossolos; LV – Luvissolos; LX – Lixissolos; RG – Regossolos).

Constituição mineralógica da fracção argilosa

A Constituição mineralógica da fracção argilosa do solo também é determinada pelas condições ambientais (Juo & Franzluebbbers, 2003; Brady & Weil, 2008). Com efeito, nas áreas de clima quente e húmido, devido à forte alteração e à perda de sílica, verifica-se

uma forte concentração de óxidos e hidróxidos de ferro e/ou de alumínio e de minerais de argila do tipo 1:1 nos solos. Pelo contrário, nos trópicos áridos, as condições climáticas são menos favoráveis para a alteração das rochas, bem como para a lixiviação dos elementos libertados (Lal & Sanchez, 1992).

Na área de estudo, a composição mineralógica da fracção argilosa do solo revela pequena variabilidade (Quadro 5.13), mas difere consideravelmente daquela que se observa nos solos das áreas em clima quente e húmido de Angola (CEP, 1995).

Quadro 5.13 – Concentração de argila e de ferro e alumínio livres e importância relativa dos minerais constituintes da fracção argila de unidades pedológicas dos solos estudados.

Unidades Pedológicas	Perfil	Geol	Prof (cm)	Argila g kg ⁻¹	Fe g kg ⁻¹	Al g kg ⁻¹	Proporção dos minerais na fracção argilosa			
							Principal (> 40%)	Média (40 – 20%)	Pequena (< 20%)	Residual
LX.nl.he	P024	g	0 - 20	303	33,23	2,26	K	-	M, Go	
			20 - 40	434	30,97	2,55	K		Go	M, Q, F,
LV.ha.rp	P042	d	0 - 20	85	3,21	0,50	M	K	Q, F	V, Go, Cl
			20 - 40	138	3,41	0,50	K		M, Q	V, F, Go,
LV.ha.he	P045	g	0 - 20	58	1,46	0,35	K	Q	M	V, F, Cl
			20 - 40	116	1,26	0,25	K	Q	M	V, F, Cl
LV.ha.he	P046	g	0 - 20	326	1,22	0,52	K, M	Q		V, F, Go,
			20 - 40	357	0,45	0,25	K	M	Ca, Q	V, F, Go,
RG.ha.eu	P058	d	0 - 20	227	0,35	0,21		E, M, K Q		F, Go, Cl
			20 - 50	61	3,48	0,35	K	Q	M, F	E, V, Go,
			50 - 80	77	6,87	0,40	K	E	M, Q, F	V, Go
RG.nl.eu	P067	g	0 - 20	183	1,40	0,30	M	K	Q	F, Cl
			30 - 55	115	1,76	0,38	M, K		Q	F, Go, Cl
LV.ha.he	P079	g	0 - 20	215	6,39	0,54	K		M	V, Q, Go,
			20 - 40	111	10,97	1,09	K		M	Q, F, Cl
LV.nl.he	P082	g	0 - 20	312	3,99	0,51	K		M, Q	F, Cl, Hm
			20 - 49	103	5,85	0,67	K		M, Q, Go	F, Cl
LX.nl.he	P112	g	0 - 10	163	3,71	0,55	K		M	Q, F, Go
			10 - 30	78	5,70	0,75	K			M, Q, F,
LV.ha.he	P114	g	15 - 30	140	2,38	0,21	K			M, Q, F,
			35 - 60	119	4,17	0,32	K			M, Q, F,
LX.ha.he	P115	x	10 - 25	198	3,18	0,23	K		M	Q, F, Go
			25 - 60	72	3,14	0,22	K		M, Go	Q, F
LV.ha.he	P126	g	0-20	119	2,38	0,21	M	K, Ca	F	Go, Cl
			20-40	198	4,17	0,32	K		M	Q, F
LV.nl.he	P138	x	0-15	72	3,18	0,23		M, K, Q	Ca, F	V, Go, Cl
			15-30	129	3,14	0,22		M, K, Q	Ca, F	V, Go, Cl
LV.ha.he	P140	x	0-20	92	3,08	0,20		M, K, Q	F	V, Go, Cl
			20-50	129	3,39	0,24		M, K, Q	F	V, Ca, Go,
LV.nl.he	P153	g	0 - 20	61	3,20	0,20		K	Ca, Q	Go
			20 - 40	129	3,09	0,18		K	Ca, Q, F	V, Go, Cl

E - Esmetite; V - Vermiculite; M - Micáceos; K - Caolinite; Ca - Calcite; F - Feldspatos; Go - Goetite; Cl - Clorite; Hm - Hematite; Q - Quartz.

Verifica-se que no caso dos solos desenvolvidos sobre rochas granulares a caulinite é em geral o mineral secundário predominante, enquanto que os minerais micáceos (ou o quartzo e os feldspatos) são os outros minerais mais representativos e que ocorrem em proporção inferior a 20%. Com representação vestigial ocorrem, em geral, a vermiculite e/ou a clorite e feldspatos (Quadro 5.12).

Nos solos desenvolvidos sobre as formações do complexo xisto-quartzífero geralmente coexistem em representação média (20 a 40% da fracção argilosa) os minerais micáceos, a caulinite e o quartzo, associados de proporções vestigiais de vermiculite e clorite.

Na área de estudo o teor de ferro e de alumínio livres é em geral muito baixo e muito aquém dos teores observados nos trópicos húmidos (Wambeke, 1991); no entanto observaram-se pontualmente (por exemplo, o perfil P024) teores apreciáveis desses constituintes no solo (Quadro 5.13). Apesar da secura do meio, as condições de alteração intensa associadas à ocorrência da precipitação na estação quente poderão favorecer a formação, ainda que incipiente, de óxidos e hidróxidos de Fe; assim, verifica-se representação pequena (<20%) ou residual de goetite ou pontualmente de hematite.

Carbono orgânico

Os solos são o maior reservatório terrestre de carbono orgânico (C). Vários estudos foram efectuados para estimar os stocks globais de C (Sanchez *et.al*, 1982a); Eswaran *et al.*, 1993, 1995; Batjes, 1995). De acordo com os dados de Eswaran *et al.* (1995), o C orgânico armazenado nos solos é quase o triplo do acumulado nos biota e o dobro do que existe na atmosfera.

No âmbito de um estudo sobre os stocks de C orgânico para a globalidade dos solos de Angola (Franco *et al.*, 1998; Franco *et al.*, 2001; FAO, 2004a) concluiu-se que ocorre uma grande diferenciação da quantidade de carbono orgânico nas diferentes regiões de Angola. Por exemplo, a quantidade de carbono no solo por metro quadrado, até 50 cm de profundidade, nas áreas do planalto central pode ser vinte vezes superior à determinada nas áreas áridas.

Com efeito, na área de estudo observaram-se muito baixas concentrações de C orgânico e variaram entre 0,6 e 14,98 g kg⁻¹ (Anexo 1) até 15 cm de profundidade. A

estas concentrações, considerando uma massa volúmica de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ e não considerando os elementos grosseiros, corresponderão quantidades de 0,8 a 2,1 kg C orgânico por metro quadrado, até 10 cm de profundidade, as quais se enquadram no intervalo referido por Franco *et al.* (1998) para os solos das áreas de clima árido e semiárido do litoral e do sul de Angola. A baixa quantidade de C orgânico nos solos da área de estudo deverá estar em conformidade com a aridez da área e naturalmente com a baixa produtividade primária em tais ambientes (Wambeke, 1991).

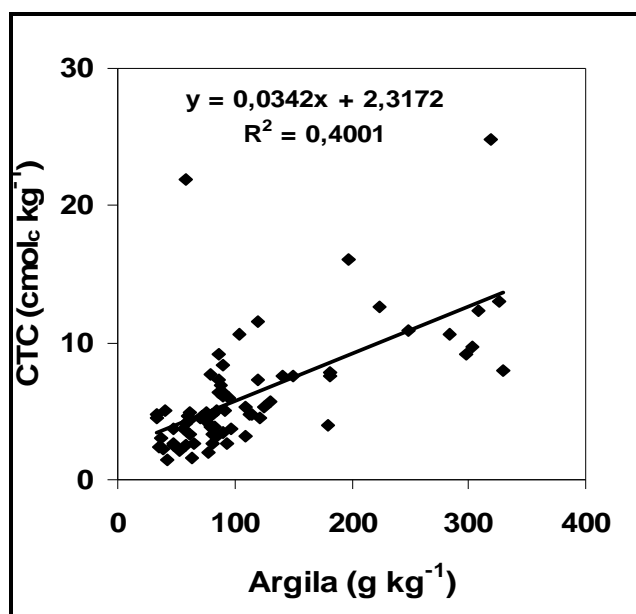


Figura 5.10 – Relação entre os teores de C orgânico e de argila no solo.

Apesar de baixos, os valores do teor de C orgânico do solo exibem alguma variabilidade que de uma forma geral pode ser associada às variações aos tipos de cobertura da terra (*land cover*) e às características dos solos, mormente a textura. Assim, verifica-se que os teores de C orgânico estão correlacionados significativa e positivamente ($r = 0,3756$; $p < 0,001$) com os teores de argila no solo (Figura 5.10). Devido à limitada distribuição e densidade da amostragem não foi possível demonstrar de forma concludente a variação do C orgânico com o declive e com a precipitação média anual (Quadro 5.14).

A escala de 1/500.000 não permitiu identificar qualquer padrão de variabilidade da distribuição espacial do teor de C orgânico, em correspondência com a precipitação ou com os tipos de cobertura da terra. Além do mais, há que ter em consideração os

mosaicos de vegetação a escalas maiores e as eventuais influências de actividades antrópicas.

Quadro 5.14 – Representatividade dos teores de carbono orgânico por classes de declives e de precipitação.

FACTORES E CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS	CLASSES	TEORES DE CARBONO (g kg ⁻¹)					
		< 5		5 -10		> 10	
		Freq	%	Freq	%	Freq	%
DECLIVE (%)	0 – 2	29	40	8	11	1	1
	2 – 5	10	14	3	4	1	1
	5 – 8	4	5	3	4	1	1
	8 – 15	7	10	3	4	1	1
	> 15	1	1	1	1	-	-
PRECIPITAÇÃO	< 200	9	12	4	5	-	-
	200 – 400	32	44	9	12	3	4
	> 400	10	14	4	5	2	3

Um estudo efectuado pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal (IDF, 2007), para inventariar o estado das florestas, prados e ecossistemas frágeis, revelou que à região do Sudoeste de Angola estavam associados os problemas mais graves de desflorestação do País, devido à intensa exploração de lenha e carvão (uso como combustível doméstico) que ocorre principalmente nas áreas da floresta densa seca, desde o sopé da Escarpa da Leba até 40-50 km para oeste. Assim, os estudos do C orgânico dos ecossistemas pastoris deverão ser enquadrados no Programa Nacional Acção de Adaptação (Ministério do Ambiente, 2011) e nas acções de adaptação às alterações climáticas e de mitigação dos eventos extremos, como as secas e inundações na África Austral (Chishakwe, 2 010).

Carbonato de cálcio

Não obstante as condições de aridez da área de estudo, os teores de CaCO₃ nos solos são genericamente baixos, mas variando de 0 a 185 g kg⁻¹. Assim de um total de 71 perfis analisados, cerca de 80% dos respectivos horizontes correspondem a teores de CaCO₃ inferiores a 10 g kg⁻¹; 17% dos horizontes estão em correspondência com teores de CaCO₃ entre 10 e 150 g kg⁻¹; apenas em cerca de 3% dos horizontes o teor de CaCO₃ foi superior a 150 g kg⁻¹ (Anexo 1).

O padrão geral indica que a grande maioria dos solos da área de estudo não apresentam ou apresentam teores muito baixos de CaCO₃. As variações observadas pontualmente para o teor em CaCO₃ nos solos da área de estudo não deverão estar

associadas às variações da precipitação que nela ocorrem; essa variabilidade é muito provável que esteja associada à natureza do material originário dos solos. Como foi explicitado anteriormente, a maior parte dos Grupos de Referência dos Solos está associada a formações granulares de natureza ácida ou intermédia que não favorecem a alteração química e a subsequente libertação de cálcio para a solução do solo. No entanto, os teores de calcário elevados ocorrem em rochas granulares (granitos e dioritos) com teor de CaCO_3 superior a 15%, condição para qualificar como *horizonte cálcico*, e três unidades pedológicas com quantidades superiores superior a 2% de CaCO_3 – materiais calcários (prefixo *calcaric*) – de acordo com os critérios da de acordo com o sistema WRB (2006).

Quadro 5.15 – Frequência (número de casos observados) e proporção (%) da distribuição das classes de valores da CTC, do CaCO_3 e do GSB pelos Grupos de Referência dos Solos.

Grupos de Referência	CTC ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)			CaCO_3 (g kg^{-1})			GSB (%)		
	Classe	Freq	%	Classe	Freq	%	Classe	Freq	%
Arenossolos	< 3	8	62	< 20	12	100	< 50	-	-
	3-7	5	38	20- 150	-	-	> 50	13	100
	7-10	-	-	> 150	-	-			
	> 10	-	-						
Calcissolos	< 3	1	50	< 20	-	-	< 50	-	-
	3-7	1	50	20- 150	-	-	> 50	2	100
	7-10	-	-	> 150	2	100			
	> 10	-	-						
Cambissolos	< 3	-	-	< 20	8	89	< 50	-	-
	3-7	3	33	20- 150	1	11	> 50	9	100
	7-10	4	44	> 150	-	-			
	> 10	2	22						
Leptossolos	< 3	9	41	< 20	18	90	< 50	3	14
	3-7	9	41	20- 150	2	10	> 50	19	86
	7-10	1	5	> 150	-	-			
	> 10	3	14						
Luvissolos	< 3	3	27	< 20	9	82	< 50	-	-
	3-7	5	46	20- 150	2	18	> 50	11	100
	7-10	2	18	> 150	-	-			
	> 10	1	9						
Lixissolos	< 3	1	33	< 20	1	100	< 50	-	-
	3-7	2	67	20- 150	-	-	> 50	3	100
	7-10	-	-	> 150	-	-			
	> 10	-	-						
Regossolos	< 3	5	38	< 20	8	68	< 50	1	8
	3-7	4	31	20- 150	5	32	> 50	12	92
	7-10	4	31	> 150	-	-			
	> 10	-	-						

Os elevados teores de calcário no caso dos solos desenvolvidos em áreas de formações xisto-quartzíferas, como por exemplo o perfil P130, poderão dever-se à ocorrência de frequentes intercalações de materiais calcários que essas formações apresentam (Carvalho, 1982). Além disso, a ocorrência localizada de rochas calcárias e de rochas básicas e ultrabásicas intercaladas nas áreas de rochas granulares (dioritos e granitos), podem também contribuir, para a presença de teores mais elevados de CaCO_3 em alguns solos, como por exemplo os *Calcissolos* (perfis P034 e P066) ou solos com materiais calcários como os perfis P017 e P127.

Todavia, as inferências relativamente à influência do material originário nas características químicas dos solos, anteriormente apresentadas não podem ser generalizadas porque as informações geológicas disponíveis não são suficientemente detalhadas para compatibilizá-las com as variações referidas.

Importa referir que o padrão de solos com baixos teores CaCO_3 observado na área de estudo não é único. Por exemplo, na Ilha de Santiago, em Cabo Verde, nas áreas de clima árido e semi-árido, onde as precipitações médias anuais são inferiores a 400 mm, os solos formados sobre rochas básicas também não revelam teores apreciáveis de CaCO_3 (Faria, 1970).

Complexo de troca

Capacidade de troca catiónica (CTC)

A CTC é uma importante característica dos solos que é utilizada na avaliação da fertilidade e na classificação dos mesmos (Brady & Weil, 2008). No geral, a CTC dos solos obtida no presente estudo apresenta uma grande variação e os respectivos valores para o conjunto dos respectivos horizontes, variam desde um mínimo de $1,45 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e um máximo de $24,79 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Anexo 3). Porém, os valores foram em geral muito baixos, pois 36% dos horizontes das unidades pedológicas apresentaram valores de CTC inferiores a $3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; 37% apresentaram valores compreendidos entre 3 e $7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; 15% entre 7 e $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; apenas 12% dos horizontes apresentaram valores superiores a $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Quadro 5.15).

De uma maneira geral os valores da CTC dos solos, embora baixos, estão significativa e positivamente correlacionados ($r=0,633$; $p<0,001$) com os teores da fracção argila (Figura 5.11). Pelo contrário, a correlação com os teores de carbono orgânico não foi significativa ($p>0,158$), o que deverá estar associado aos baixos teores de matéria

orgânica que os solos da área de estudo exibem. No entanto, para teores semelhantes de fracção argilosa, regista-se uma grande dispersão de valores, o que poderá atribuir-se às variações referidas acerca da constituição mineralógica da fracção argilosa (Quadro 5.13).

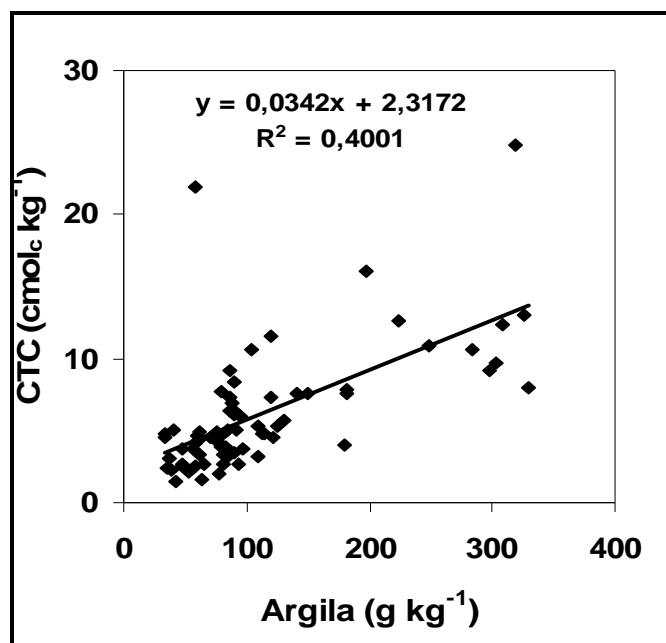


Figura 5.11 – Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) e os teores de argila dos solos estudados.

No que diz respeito aos Grupos de Referência dos Solos, verifica-se que os horizontes dos *Arenossolos* apresentam os valores mais baixos da CTC (inferiores a 7 cmol_c kg⁻¹) devido à sua textura grosseira associada a baixos teores de matéria orgânica; porém, tal padrão também se observa nos *Calcissolos* e nos *Lixissolos*. Os *Leptossolos*, *Cambissolos* e *Luvissolos* também revelam valores baixos da CTC, embora os mesmos apresentem uma grande variabilidade, a qual poderá ser associada à composição textural bastante variada. Os *Cambissolos* e os *Luvissolos* revelam tendência para estar associados a valores mais elevados da CTC, predominantemente acima de 7 cmol_c kg⁻¹ (Quadro 5.15).

Os valores da CTC foram comparados com os determinados pela soma S+H (Póvoas & Barral, 1992), isto é, a soma das bases de troca com a acidez titulável. Os segundos diferiram bastante dos primeiros e variaram entre 1,25 e 49,65 cmol_c kg⁻¹. Assim,

verificou-se que 7% dos horizontes dos solos apresentaram valores inferiores a $3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; 49% valores compreendidos entre 3 e $7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; 24% com valores entre 7 e $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; finalmente, 20% apresentaram valores superiores a $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Os valores da soma S+H, apesar de serem generalizadamente superiores aos determinados para a CTC, correlacionaram-se significativa e positivamente com os segundos ($r=0,6418$; $p<0,001$).

Bases de troca

Nos meios áridos e semi-áridos, devido à escassez da precipitação, a lixiviação dos catiões solúveis é fraca e por isso os catiões do complexo de troca são predominantemente ou exclusivamente as denominadas bases de troca: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Estes catiões não são hidrolizáveis e por isso não produzem prótons (H^+) quando reagem com a água, como sucede com o Al^{3+} e o Fe^{3+} ; contudo, também não produzem OH^- (Brady & Weil, 2008). Aliás, o seu efeito é considerado neutro e nos solos em que são dominantes, o pH em geral não excede 7, a não ser que certos aniões estejam presentes na solução do solo. Os aniões que geram (OH^-) são principalmente os hidrogenocarbonatos (HCO_3^-) e os carbonatos (CO_3^{2-}), os quais provêm da dissolução de minerais como a calcite (CaCO_3) ou da dissolução do ácido carbónico (H_2CO_3) (Brady & Weil, 2008).

Atendendo às condições de aridez da área de estudo, o complexo de troca dos respectivos solos é naturalmente dominado pelas referidas bases de troca. Porém, observou-se uma grande variabilidade da soma das bases de troca nos horizontes dos solos estudados, a qual variou desde 0,26 a $44,84 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

A concentração das diferentes bases (de troca) no complexo de troca é variável e por isso foi estimada a proporção de cada uma delas em relação à soma das bases. Assim, constatou-se que o Ca^{2+} é a base dominante no complexo de troca, com valores que representam entre 36 a 98% da soma total das bases. Por ordem decrescente, a proporção estimada para as outras bases de troca foi de 6 a 47% para o Mg^{2+} , de 0,2 a 68% para o Na^+ e de 0,2 a 19,2% para o K^+ .

Os valores da proporção de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , bem como os de K^+ foram considerados dentro dos limites normais considerados para os solos minerais (Brady & Weil, 2008). Porém, observaram-se algumas anomalias na proporção do Na^+ , observando-se que os respectivos valores, algumas vezes, são superiores a 15%. Assim, tendo em atenção os

problemas associados aos teores elevados de Na^+ de troca nos solos das regiões áridas, fez-se uma análise mais detalhada relativamente a este catião de troca. Por isso, foi determinado o grau de saturação de Na^+ no complexo de troca, calculando a percentagem de Na^+ em relação à capacidade de troca catiónica (Na^+/CTC), bem como em relação à soma S+H [$\text{Na}^+/(S+H)$]

Os valores da percentagem de saturação de Na^+ em relação à soma S+H variaram entre 0,08 e 52%, enquanto os valores da saturação do Na^+ em relação à CTC variaram de 0,11 a 72,1% (Anexo 3). Os valores do grau de saturação de saturação com Na^+ nos dois casos correlacionaram-se significativa e positivamente ($r = 0,8998$; $p < 0,001$).

Os elevados valores do grau de saturação de Na^+ em relação à CTC (Na^+/CTC) devem ser considerados com prudência dado que o seu significado carece de estudos mais detalhados; de facto observou-se, com frequência, que a soma das bases de troca (bem como a soma S+H) era muito superior à CTC, não se conhecendo a contribuição de cada uma das bases de troca para esse excesso. Em alguns casos observou-se que a soma das bases de troca pode ser até três vezes superior à CTC (Anexo 3). Nestas circunstâncias o valor grau saturação em Na^+ calculado para os horizontes dos solos estudados deverá estar bastante exagerado.

Grau de saturação em bases

A variação do grau de saturação em bases dos solos está em linha com o que foi explicitado sobre a capacidade de troca catiónica: dadas as condições de aridez, as baixas quedas pluviométricas e a fraca lixiviação, os solos estudados apresentam elevada saturação em bases de troca. Para a determinação do grau de saturação em bases, foram também adoptados dois procedimentos: (i) percentagem de saturação da soma das bases em relação à soma S+H [$S/(S+H)*100$], em que S é a soma das bases de troca e H o hidrogénio de troca e, (ii) percentagem de saturação das bases (S) em relação à CTC.

Em qualquer dos casos, os valores do grau de saturação obtidos foram, genericamente, superiores a 50%, mas verificou-se uma diferença acentuada nos valores consoante a forma de determinação. Apenas um pédone (P019) localizado nas áreas adjacentes ao Planalto da Humpata (clima sub-húmido), possui valor inferior a 50%. No caso em que se considerou a capacidade de troca catiónica equivalente à soma S+H, os valores do grau de saturação em bases não ultrapassam os 100%, variando entre 6 e 100%.

Porém, quando se determinou o valor do grau de saturação em bases em relação à CTC (SB/CTC) do solo, os respectivos valores ultrapassaram em muitos casos 100% e variaram entre 7 e 383%. Além disso, os valores do grau de saturação em bases em relação à CTC e os valores do grau de saturação em bases em relação à soma S+H, não se correlacionaram ($p > 0,1382$).

As diferenças referidas poderão ser atribuídas ao facto da quantidade das bases extraíveis ser muito superior à capacidade de troca catiónica do solo e por isso, poderem exceder o valor da CTC; tal facto poderá estar associado a bases extraídas associadas à presença de sais (presença quanto muito vestigial; Anexo 2), de carbonatos e de minerais alterados, ultrapassando a quantidade correspondente à capacidade de retenção de cationes pelo solo. Padrão semelhante foi relatado por Monteiro (2004) no estudo dos factores determinantes do hidromorfismo em solos do Sul de Portugal, desenvolvidos sobre rochas intermédias a básicas, em que os valores do grau de saturação em bases determinados como proporção da soma S+H, não ultrapassavam os 100%, enquanto que os obtidos como proporção da CTC determinada pelo acetato de amónio a pH 7, corresponderam a valores de saturação em bases que, em alguns casos, ultrapassavam 200%.

Reacção do solo

A reacção dos solos da área de estudo está em linha com as condições de aridez do meio, sendo os mesmos genericamente enquadrados nos solos alcalinos (Brady & Weil, 2008). Porém, observou-se uma grande variabilidade na reacção dos solos, os quais variaram de levemente ácidos a muito fortemente alcalinos (Soil Survey Staff, 1951). De facto, a totalidade dos horizontes de um total de 72 perfis, apenas 5% estão em correspondência com a reacção levemente ácida (valores do pH de 5,5 a 6,5); 23% com reacção neutra a levemente alcalina (pH 6,5 a 7,5); 45% com reacção moderadamente alcalina (pH 7,5 a 8,5); 21% com reacção fortemente alcalina (pH 8,5 a 9,0) e 6% com reacção muito fortemente alcalina (pH de superior a 9).

Sublinha-se que os valores de pH dos solos estudados não se correlacionaram com os valores do grau de saturação em bases determinados como S/CTC ($p > 0,953$) ou como S/(S+H) ($p > 0,7444$).

Excluindo os *Lixissolos*, genericamente os outros Grupos de Referência de Solos estão associados à reacção moderadamente alcalina. A maior representação da reacção

neutra a levemente alcalina está em correspondência com os *Lixissolos* e os *Luvissolos*. Além dos *Lixissolos*, a baixa representação da reacção levemente ácida está associada aos *Arenossolos* e aos *Regossolos*. Os últimos, também estão em correspondência com a reacção fortemente a muito fortemente alcalina que também está representada nos *Calcissolos* e nos *Cambissolos* (Figura 5.9).

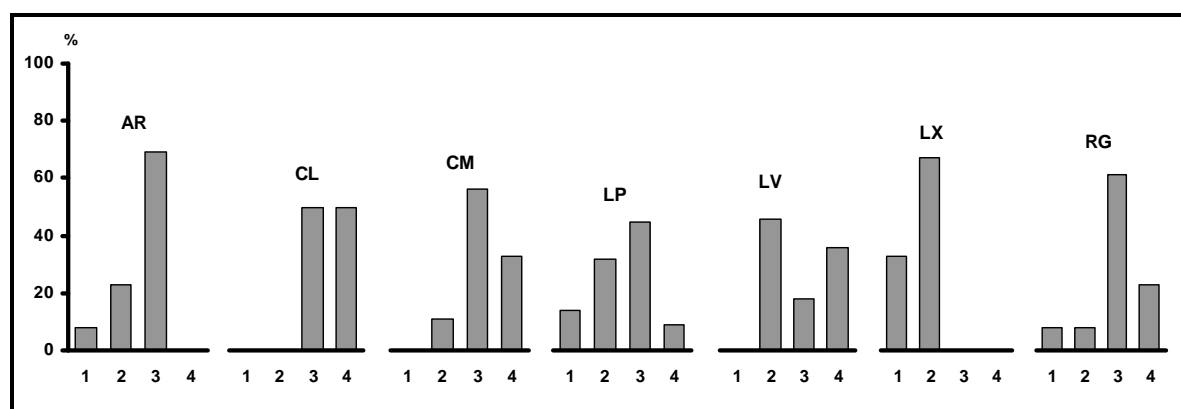


Figura 5.12 – Representatividade das classes de pH por Grupos de Referência dos Solos: (AR –Arenossolos; CL – Calcissolos; CM – Cambissolos; LP – Leptossolos; LV – Luvissolos; LX – Lixissolos; RG – Regossolos); pH - 1(5,5 – 6,5); 2(6,5 – 7,5); 3 (7,5 – 8,5); 4 (>8,5)

Na área de estudo foram observados perfis, como referido anteriormente, com horizontes com valores muito elevados de grau de saturação de Na^+ que poderão estar associados à natureza do material originário dos solos e à presença, ainda que vestigial, de sais e por isso foi considerado como tendo carácter sódico. Todavia, dado o reduzido número de casos em que tal acontece e as limitações da distribuição e da densidade da amostragem já referida - bem como o excesso de bases relativamente à capacidade de troca catiónica - os pédonos associados aos valores elevados de grau de saturação em Na^+ foram considerados com carácter êutrico, na expectativa de futuramente se obterem dados adicionais para se comprovar o carácter sódico de alguns dos solos da área de estudo.

Fósforo extraível

O fósforo (P) é um elemento essencial para qualquer forma de vida que está presente em todos os ecossistemas, sendo depois do azoto o elemento que mais influencia os sistemas naturais e agrícolas (Brady & Weil, 2008). As quantidades de P total nos solos

é normalmente baixa, variando a respectiva concentração entre 200 a 5000 mg kg⁻¹, podendo encontrar-se em formas orgânicas e inorgânicas (Horta & Torrent, 2010). De uma forma geral, o teor do P do solo varia em função da natureza do material originário.

Muitos testes foram desenvolvidos com o objectivo de constituírem indicadores do P disponível no solo para as plantas. Actualmente existem várias metodologias de extracção. Contudo, o teste de Olsen (Olsen & Sommers, 1982) tem sido usado habitualmente em solos neutros e alcalinos e os resultados têm-se revelado independentes do tipo de solos. Além disso, o teste de Olsen mostra-se adequado para a avaliação da biodisponibilidade do P, tanto em solos calcários, como em solos medianamente meteorizados (Horta & Torrent, 2010).

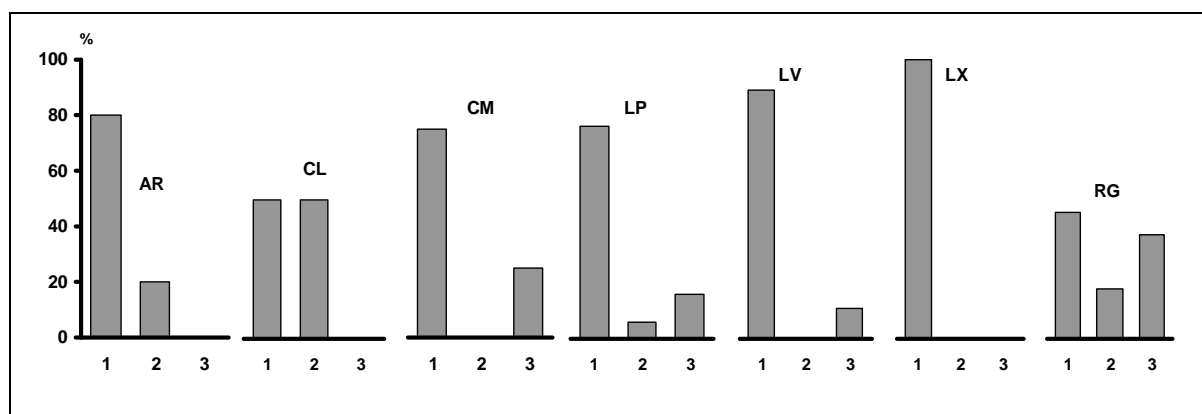


Figura 5.13 – Representatividade das classes de fósforo extraível (1:<8, 2: 8–13; 3:>13), por Grupos de Referência dos Solos. (AR – Arenossolos ; CL – Calcissolos CM – Cambissolos; LP – Leptossolos; LV – Luvisolos; LX –Lixissolos; RG – Regossolos).

Os resultados da concentração do P extraído pelo teste de Olsen foram, de acordo com Horta & Torrent (2010) agrupados em três classes: muito baixa (<8 mg P kg⁻¹), baixa (8 – 13 mg P kg⁻¹) e média (13 -23 mg P kg⁻¹). Com base nestes critérios observou-se que na área de estudo os teores de P extraível são predominantemente muito baixos. Com efeito, de 56 perfis analisados, 41 (72%) dos respectivos horizontes estão em correspondência com concentrações muito baixas, 6 perfis (10%) com concentrações baixas e apenas 10 (18%) com concentrações médias. Não foram encontradas unidades pedológicas com teor de P correspondente à classe alta.

Genericamente, os Grupos de Referência dos Solos estão fortemente associados à classe muito baixa (Figura 5.13). A classe baixa está fracamente representada apenas

alguns Grupos de Referência (*Calcissolos, Arenossolos, Leptossolos e Regossolos*). Por sua vez a classe média está em correspondência com os *Regossolos, Cambissolos, Luvisolos e Leptossolos*.

Apesar das concentrações de P extraível serem genericamente baixas, as mesmas podem ser consideradas normais, tratando-se de um ecossistema natural não perturbado, em que as mesmas poderão estar associadas à biomassa das plantas e à distribuição espacial dos tipos de cobertura da terra. No entanto, não se observou correlação significativa entre a concentração de P extraível com os teores do C orgânico ($P > 0,5308$).

As concentrações de P extraível pelo teste de Olsen foram obtidas após ter-se verificado que o teste de Égner-Riehm conduzia a valores em alguns casos muito elevados (Anexo 2). De facto, os valores obtidos por este teste variaram entre 0,71 e 687,4 mg P kg⁻¹, enquadrando-se 46% na classe muito baixa (<11 mg kg⁻¹), 7% na baixa (11 - 22 mg kg⁻¹), 16% na média (22 - 44 mg kg⁻¹), 8% na alta (44 – 87 mg kg⁻¹) e 23% na muito alta (>87 mg kg⁻¹) (Horta & Torrent, 2010). Tais diferenças prendem-se naturalmente ao uso de um extractante de reacção muito ácida, em geral aplicável a solos ácidos (Horta & Torrent, 2010), ou seja muito diferente daquela que se observa nos solos estudados. Ainda, poderá dever-se também ao facto da solução extractante de Égner-Riehm poder resultar, devido à sua acidez (pH 3.75), na dissolução parcial da apatite – mineral presente nas rochas eruptivas, nomeadamente nas básicas (Horta & Torrent, 2010).

Ainda assim, os valores de P extraível obtidos pelos dois testes apresentaram correlação positiva e significativa ($r=0,3752$, $p<0,001$). No entanto, estudos mais aprofundados necessitam de ser desenvolvidos para esclarecer essa problemática.

5.4 – UNIDADES DAS TERRAS

A metodologia adoptada para a geração das unidades das terras (*land units*) foi descrita anteriormente (pontos 4.2.1 e 4.3.3). Como foi dito, as unidades das terras foram obtidas pela generalização das unidades fisiográficas básicas através da generalização das formas de relevo consideradas. Com a adopção deste procedimento foi ampliada a área abrangida pelas diversas unidades das terras de modo a satisfazer um requisito da avaliação das terras para o pastoreio extensivo (FAO, 1991), segundo o qual para este sistema as áreas de gestão devem ser suficientemente extensas.

Para a diferenciação das unidades das terras foram consideradas, à partida, três variáveis: a geologia (o material originário do solo), o relevo (o declive e as formas de relevo) e a precipitação média anual. O relevo foi considerado como factor determinante para a diferenciação das unidades das terras. Assim, para cada uma das oito formações geológicas (material originário do solo) – incluindo os arenitos (**a**); os dioritos (**d**); os granitos (**d**); os calcários (**k**); os gnaisses e migmatitos (**m**); os depósitos diversos (**q**); as rochas básicas (**u**) e os xistos (**x**) - foram delimitadas unidades de terras consoante as particularidades do relevo em que as mesmas se inserem.

O segundo factor considerado para a diferenciação das terras abrangeu as formas de relevo e as classes de declive associadas. Para o efeito, foram adoptadas as seguintes formas de relevo: plano a suavemente ondulado (**p**), com declives inferiores a 5%; ondulado (**o**), declive de 5 a 8%; fortemente ondulado (**f**), declive de 8 a 15%; e escarpado a muito escarpado (**e**), em que o declive predominante é superior a 15%. Para a derivação das unidades das terras a partir das unidades fisiográficas básicas foram consideradas as classes de declive dominantes. Além disso, para a diferenciação das unidades das terras foram incorporadas as informações respeitantes a mais três variáveis: as unidades pedológicas, as classes de precipitação média anual e a ocorrência de afloramentos rochosos.

Para a designação simbólica das unidades das terras foram utilizados símbolos que incluem três letras maiúsculas **T**, **E** e **R**. À letra **T** – correspondente às unidades terras que não incluem casos extremos de declive e de afloramentos rochosos - foram associados dois algarismos árabes, em que o primeiro está associado à natureza da formação geológica (material originário) em que se enquadra a respectiva unidade da terra; o segundo está associado às outras variáveis incluindo as formas de relevo, as

formas de relevo (associadas às classes de declive dominantes), às classes de precipitação média anual e às unidades de solos dominantes, tal como está explicitado no Quadro 5.16. Empregou-se a letra **E** para simbolizar as unidades das terras escarpadas e muito escarpadas (declives superiores a 15%); por seu turno, a letra **R** foi utilizada para identificar as unidades das terras caracterizadas pela preponderância da presença de afloramentos rochosos (ver Figura 5.7).

A aplicação dos princípios enunciados permitiu a identificação 38 unidades das terras (Figura 5.14) a partir das 136 unidades fisiográficas básicas previamente identificadas (ver Figura 5.6 e Quadro 5.6).

Foi estimado que área média das às unidades das terras identificadas é de 19.783 ha. Porém, as diferentes unidades apresentam uma grande diferenciação das áreas que ocupam: por exemplo, a unidade T7.2 (a de menor dimensão) ocupa apenas 663 ha e tem uma representatividade de 0,09% da área objecto de estudo; ao passo que a unidade T8.3 abrange a maior extensão com 130.000 ha, que representam 17,4% da área em estudo. Verifica-se que apenas seis das unidades das terras identificadas possuem menos de 1.000 ha, que representando menos de 1% da área total; um conjunto de 15 unidades das terras possui áreas entre 1.600 a 10.000 ha, ocupando uma área de cerca de 69.000 ha correspondentes a 9,2%; 14 unidades correspondem a cerca de 385.000 ha que representam 51%. Salienta-se ainda que as unidades das terras T8.3 e T2.3 correspondem a cerca de 258.000 ha, ou seja, cerca de 34,4% da área total; a primeira está associada às formações xistosas e ocupa uma extensão da ordem de 130.000 ha (cerca de 17,4% da área de estudada), a segunda que está relacionada com as formações dioríticas ocupa cerca de 128.000 ha e representa cerca de 17% dessa área (Quadro 5.16).

Quadro 5.16 – Área e representatividade das unidades das terras: AR – afloramentos rochosos; NA – número de áreas.

UNIDADES DAS TERRAS		Unidades Pedológicas	Geologia	Clima	Relevo	Declives Domina.	AR	NA	Área	
Símbolos	Unidades Fisiográficas								Ha	%
T1.1	a - f - p3	LP,el,dy	a	p3	f	5;6		5	2.947,6	0,39
T2.1	d - p - p1	RG,nl,eu	d	P	p	1;1-2;2		9	20.179,4	2,68
T2.2	d - o - p1 - r2	RG,ha,ca	d	p1	o	3;3-4	r2	1	817,9	0,11
T2.3	d - p - p2	RG,nl,eu	d	p2	p	1;2		14	127.819,0	17,0
T2.4	d - o - p3	AR,ru,eu	d	p3	o	2-3		2	7.580,5	1,01
T2.5	d - o - p1 - r2	LP,li,eu	d	p1	o	3;3-4	r2	3	3.784,9	0,50
T2.6	d - o - p2	AR,ha,eu	d	p2	o	2-3;3		20	19.959,1	2,66
T2.7	d - o - p2 - r2	RG,el,eu	d	p2	o	3;3-4	r2	3	4.085,0	0,54
T2.8	d - o - p3	LV,nl,he	d	p3	o	2-3;3		3	13.521,1	1,80
T2.9	d - f - p3	CM,el,eu	d	p3	f	4;5		1	6.363,0	0,85
T3.1	g - p - p1	LP,nl,eu	g	p1	p	1		1	2.115,2	0,28
T3.2	g - p - p2	AR,ru,eu	g	p2	f	1		9	29.175,9	3,88
T3.3	g - p - p3	RG,el,eu	g	p3	p	1;2		3	9.510,8	1,27
T3.4	g - o - p1	RG,ha,eu	g	p1	p	3		1	669,6	0,09
T3.5	g - o - p2	RG,ha,eu	g	p2	p	3;4		16	22.017,8	2,93
T3.6	g - o - p2 - r2	RG,ha,eu	g	p2	o	3	r2	1	2.080,0	0,28
T3.7	g - o - p3	Lx,há,he	g	p3	o	3;4		10	32.204,1	4,28
T3.8	g - f - p3	CM,nl,eu	g	p3	o	3;3-4		2	13.079,1	1,74
T4.1	k - f - p2	CL,wc,sk	k	p2	o	5;5-6		6	2.410,0	0,32
T5.1	m - o - p2	CM,el,eu	m	p2	f	2-3;3		1	778,1	0,10
T5.2	m - of - p2 - r2	LV,ha,he	m	p2	f	3;3-4		1	876,7	0,12
T5.3	m - p - p2	CM,el,eu	m	p2	f	1:1-2		4	15.356,4	2,04
T5.4	m - o - p3	CM,el,eu	m	p3	o	2-3:3		1	911,9	0,12
T5.5	m - p - p3	CM,nl,eu	m	p3	p	1:1-2		5	5.936,9	0,79
T6.1	q - o - p2	LP,li,eu	q	p2	o	3;4		2	3.851,4	0,51
T6.2	q - o - p3	LP,li,eu	q	p3	o	3;4;4-5		8	12.867,8	1,71
T7.1	u - o - p2	CM,vr,eu	u	p2	p	3;4		4	5.660,5	0,75
T7.2	u - o - p3	CM,nl,eu	u	p3	o	3;4;4-5		4	663,1	0,09
T8.1	x - p - p1	LP,li,eu	x	p1	p	1;2		2	45.461,3	6,05
T8.2	x - p - p1 - r2	LP,li,eu	x	p1	p	1;1-2	r2	1	1.660,2	0,22
T8.3	x - p - p2	LP,li,eu	x	p2	p	2;3		21	130.538,6	17,3
T8.4	x - p - p3	LP,há,eu	x	p3	p	1-2;2		1	2.880,3	0,38
T8.5	x - o - p1	LP,hk,eu	x	p1	o	3;4		5	39.651,9	5,27
T8.6	x - o - p1 - r2	LP,li,eu	x	p1	o	4	r2	1	8.411,4	1,12
T8.7	x - o - p2	LP,há,eu	x	p2	o	3;4		16	54.500,5	7,25
T8.8	x - o - p2 - r2	LP,li,eu	x	p2	o	2-3;3;4	r2	5	23.065,1	3,07
E	-	-	-	-	e1e2	6		45	33.510,2	4,46
R	-	-	-	-	r3	5;6		87	44.835,4	5,96
TOTAL									751.737,7	100,

Observa-se no Quadro 5.16 que o relevo, através das classes de declive dominante foi o principal critério utilizado na aglutinação das unidades fisiográficas para a delimitação das unidades cartográficas das terras.

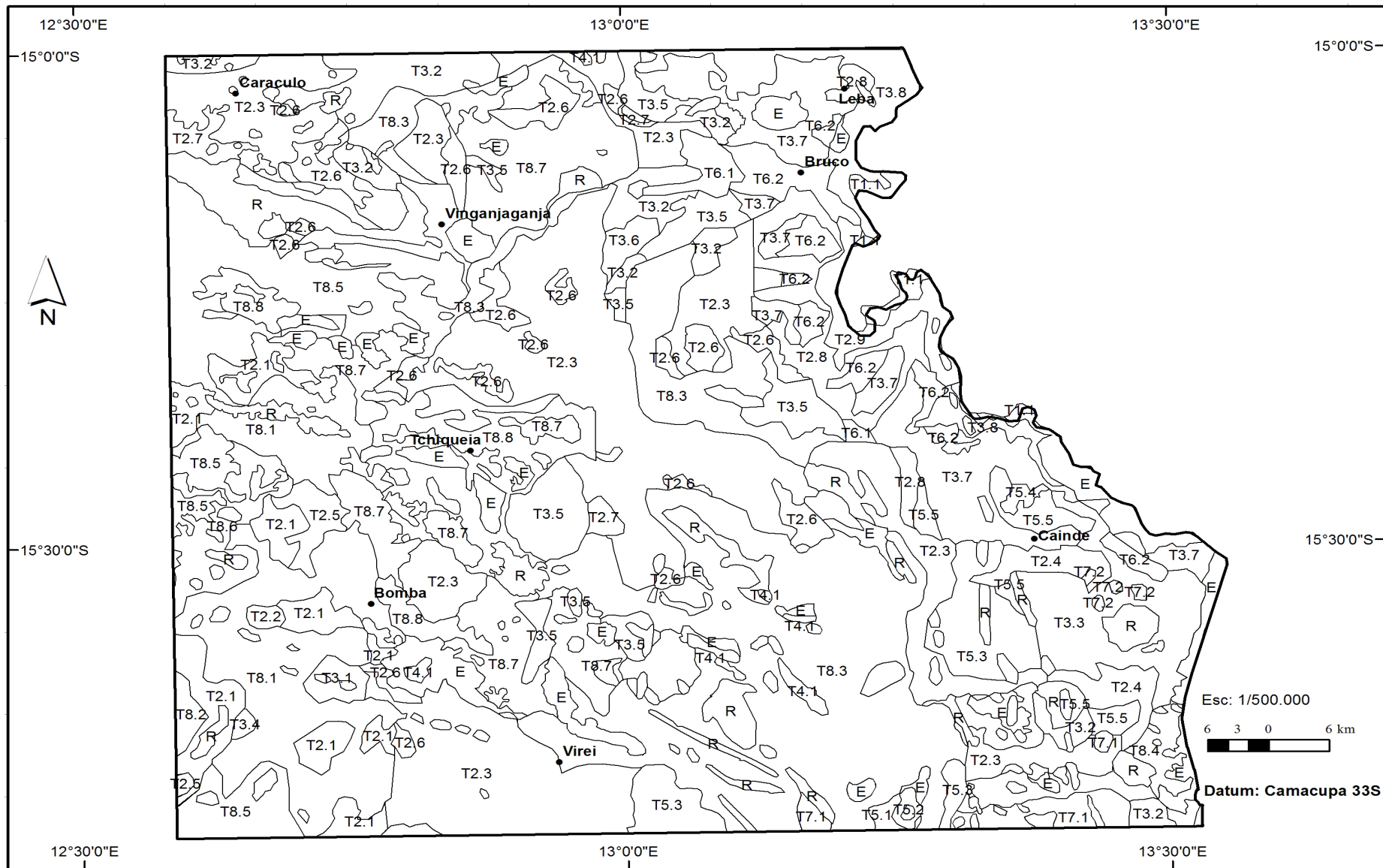


Figura 5.14 – Distribuição espacial das unidades das terras.

A análise da distribuição espacial das unidades das terras relativamente às formas de relevo revela que, à escala de 1/500.000, as correspondentes às áreas planas a suavemente onduladas (**p**) ocorrem em cerca de 50% da área total com 374.449 ha; as unidades em áreas onduladas (**o**) correspondem a 243.444 ha que representam 32%, as unidades em áreas fortemente onduladas (**f**) com 55.497 ha (8%) e aquelas em escarpadas (**E**), ocupam cerca de 44.000 ha que representam cerca de 5%. Finalmente, as unidades caracterizadas pela forte influência de afloramentos rochosos (**R**) correspondem a 33.500 ha (4,5% da área de estudo).

O conjunto das 38 unidades das terras identificadas (Quadro 5.16) distribuem-se por 324 áreas (polígonos) repetidas tal como se pode observar a partir da Figura 5.14. Também neste caso ocorre uma grande diferenciação entre as diversas unidades cartográficas das terras. Por exemplo, verifica-se que no caso mais simples, 11 das unidades cartográficas das terras estão representadas por apenas um polígono. Por seu lado, a maior proliferação de áreas está em correspondência com a unidade de afloramentos rochosos (R), a qual está distribuída por 87 áreas.

No Quadro 5.16 foi estimada a proporcionalidade das áreas para estabelecer a relação entre as classes de declive, o material originário dos solos (formações geológicas) e os Grupos de Referência dos solos respeitante às 38 unidades das terras. Na variação do relevo em função do material originário observa-se que as três classes de declives dominantes definidas anteriormente (Quadro 5.15) para as unidades das terras, estão representadas em nove tipos de material originário (formações geológicas). As unidades das terras em que são dominantes os relevos planos a suavemente ondulados (declive <5%) estão associadas às áreas mais extensas, com cerca de 373.152 ha, que representam perto de metade da área de estudo (49.6%), em que 180.540 ha representam cerca de 24%, em correspondência com as rochas xistentas e cerca de 148.816 ha (19.6%) com dioritos e granodioritos. Seguem-se em grandeza os relevos ondulados (declives de 5 a 8%) que estão associadas a uma área de cerca de 242.627 ha (32,3%) em que 125.629 ha (16,7%) dizem respeito às rochas xistentas seguidas dos granitos e dos dioritos com uma áreas de 49.773 ha e 48.931 ha, que representam 6.6% e 6.5%, respectivamente. Aos relevos fortemente ondulados (declive de 8 a 15%) correspondem cerca de 57.613 ha que representam 7.7%, associados principalmente aos dioritos com uma área estimada em 37.654 ha (5%) e 15.356 ha (2%) às rochas

calcárias. As áreas escarpadas (declive superior a 15%) correspondem a 33.510 ha (4,5%) associadas principalmente às rochas xistosas com uma área estimada em 26.651 ha (3,5%). Os afloramentos rochosos estão em correspondência com uma área com cerca de 44.835 ha, que representam cerca de 6% da área de estudo, que está associada principalmente às rochas xistosas com uma área de cerca de 18.159 ha (2,4%), e cerca de 12.424 ha (1,7%) respeitantes às rochas filonianas (noritos, doleritos e quartzo).

Na análise dos dados anteriormente apresentados verifica-se uma que as relações entre as formas de relevo e o material originário, estão em grande medida em concordância com os dados destes dois factores de formação dos solos que foram apresentados no ponto 5.1. Por exemplo, pode-se ressaltar a confirmação do que foi referido em relação com formas de relevo onduladas (declive entre 5-8%) que estão associadas às unidades das terras localizadas em depósitos diversos. No que diz respeito aos relevos residuais incluindo os montes-ilha “inselbergs” e ilhas de rochas “inselfersen” embora contribuam com cerca 6% da área de estudo, contam em grande parte com os filonianas e não é evidente a representatividade dos mesmos nas formas de relevo escarpadas.

A relação entre classes de declives dominantes das unidades das terras que foi estabelecida com os respectivos Grupos de Referência dos solos revela que as áreas das classes de relevo definidas são praticamente as mesmas que foram estudadas no caso do material originário, tendo-lhes sido associadas as unidades pedológicas dominantes (Quadro 5.17). Assim, verifica-se que as unidades das terras com relevos aplanados (declives inferiores a 5%) correspondem a cerca de metade (50%) da área dos Grupos de Referência, em que *Regossolos* e *Cambissolos* representam 24% da área de estudo e 2% respeitantes aos *Calcissolos*. As unidades das terras em que são dominantes os relevos ondulados (8-15%) estão associadas a todos os Grupos de Referência, com excepção dos *Calcissolos*, verificando-se que os *Leptossolos* são predominantes com uma área estimada em 146.133 ha que representam cerca de 19% da área estudada. Com uma menor área, seguem-se ambos *Arenossolos* e *Lixissolos* com representatividades estimadas em 4% e os *Cambissolos* e *Luvissolos* com 2% cada um. As unidades das terras de relevos fortemente ondulados (8-15%) corresponde uma área de 29.176 que representam 4% da área de estudo, os *Cambissolos* correspondem 23.374 ha (3%). Os dados de solos colhidos nas unidades das terras

com escarpadas (declives superiores a 15%) e afloramentos rochosos não foram suficientemente abrangentes para estabelecer as relações com os solos. No caso das unidades das terras com dos relevos escarpados dominantes estão associados *Calcissolos* numa área de 8.490 ha 1% e *Leptossolos* em 2.721 ha (0,4%). As poucas informações relativas aos solos dos afloramentos rochosos permitiram relacioná-los com áreas de 17.004 ha de *Leptossolos* e em áreas com proporção inferior a 1% foram associados a outros Grupos de Referência.

À escala de 1/500.000, as relações estabelecidas entre o relevo e o material originário dos solos das unidades das terras, é de salientar que a unidade cartográfica das terras de relevos escarpados que está multiplicada 45 vezes, ocupa uma área estimada em cerca de 34.000 ha que representa cerca de 4,5% e está distribuída por mais de três quartos da área de estudo, concentradas principalmente na Escarpa da Chela, e num eixo localizado no centro-leste, entre o Virei e o Caraculo. Atendendo à grandes limitações de uso para fins silvopastoris, não foram considerados os solos que estão associados a esta unidade cartográfica das terras.

Os afloramentos rochosos cuja ocorrência é frequente na área de estudo e já foi descrita anteriormente (ponto 5.1.2), Trata-se de uma unidade cartográfica das terras que está multiplicada 87 vezes sob a forma de relevos residuais incluindo os montes-ilha “inselbergs”, ilhas de rochas “inselfelsen” e os filões de diversos materiais (noritos e doleritos e quartzo). Como foi dito anteriormente, os diferentes tipos de afloramentos rochosos estão distribuídos por toda a área de estudo em associação com as formações geológicas e apresentam-se como uma característica importante na diferenciação das terras, sendo uma das principais limitações ao seu uso como veremos mais adiante. Pelas mesmas razões que foram apresentadas nos casos dos relevos escarpados, no presente estudo a estas unidades das terras não foram associados solos.

Tal como já foi anteriormente referido, na delimitação das unidades das terras teve-se em consideração a utilidade das mesmas, como áreas de gestão para o sistema de pastoreio extensivo. À escala 1/500.000 a unidade de gestão mínima é estimada em 1000 ha (Soil Survey Staff, 1951) e como se pode verificar no Quadro 5.16, seis das unidades cartográficas das terras não são suficientemente extensas. A unidade mais pequena (T7.2) possui uma área de 663 ha e a mais vasta (T8.3) tem cerca de 130.000

ha. No entanto, a maior parte das unidades das terras estão repartidas por mais do que uma unidade cartográfica. O número de repetições varia de 1 até 87. Através dos cálculos das área médias observa-se que a média das áreas das unidades cartográficas em função do número de repetições varia de 166 a 22.000 ha. Por isso, estima-se que pelo que, 11 unidades cartográficas das terras possuem áreas médias com menos 1.000 ha. Todavia, a área representada pelas mesmas áreas embora não seja desprezável, optou-se por mantê-las como residuais, podendo ser integradas posteriormente noutras unidades mais extensas que possuam características afins, caso se considere necessário.

Quadro 5.17 – Áreas das classes de declive pela geologia e Grupos de Referência dos Solos

FACTORES DE DIFERENCIAÇÃO DAS TERRAS	CLASSES	CLASSES DE DECLIVE (%)								Afloramentos Rochosos	
		0 – 5%		5 – 8%		8 – 15%		> 15%		Área	%
		Área	%	Área	%	Área	%	Área	%		
GEOLOGIA	Quartzito e arenitos					2.948	0,4				
	Dioritos e granodioritos	14.881	19,8	48.931	6,5	37.654	5,0			7.388	1,0
	Granitos diversos	3.219	4,3	49.773	6,6	1.655	0,2	3.938	0,5	4.935	0,7
	Calcários					15.356	2,0				
	Noritos e doleritos									12.424	1,7
	Gnaisses e migmatitos	5.937	0,8	1.575	0,2						
	Depositos diversos			16.719	2,2			2.921	0,4		
	Rochas básicas	5.661	0,8							1.929	0,3
	Complexo xisto-quartzífero	180.540	24,0	125.629	16,7			26.651	3,5	18159	2,4
		373.152	49,6	242.627	32,3	57.613	7,7	33.510	4,5	44.835	6,0
GR DOS SOLOS	Arenossolos			27.540	4	29.176	4			359	0,05
	Calcissolos	11.597	2					8.490	1	1.005	0,1
	Cambissolos			14.654	2	23.374	3			3.025	0,4
	Leptossolos	180.540	24	146.133	19	5.063	1	2.721	0,4	17.004	2,3
	Luvissolos			15.931	2						
	Lixissolos			32.204	4						
	Regossolos	181.014	24	6.165	1						
		373.152	50	242.627	32	57.613	8	-	-	-	-

5.5 – APTIDÃO DAS TERRAS PARA O PASTOREIO EXTENSIVO

Os procedimentos metodológicos utilizados na implementação da metodologia paramétrica para a avaliação das terras foram generalizadamente descritos no capítulo de metodologias (ponto 4.2.5). Como foi dito, a aferição (*matching*) das qualidades das unidades das terras identificadas com os requisitos para o uso das mesmas para o

sistema de pastoreio de transumância foi levada a cabo com base nas metodologias delineadas pela FAO (1991) para o pastoreio extensivo – adoptado no presente estudo para abordar a avaliação das terras para uso em sistema de transumância. Considera-se oportuno sublinhar alguns tópicos dessas metodologias para melhor explicitar os resultados obtidos. Assim, analisam-se as qualidades e as características das terras com recurso à metodologia paramétrica.

Para a prossecução da avaliação das terras da área de estudo, à escala de 1/500.000, foram seleccionadas quatro qualidades das mesmas: regime de humidade, disponibilidade de nutrientes, condições de enraizamento e acessibilidade ao gado, no caso o bovino; estas qualidades foram medidas ou estimadas por intermédio de 10 características das terras (também designadas por factores de diagnóstico) que estão listadas no Quadro 4.4 (capítulo metodologias). Como foi explicitado no capítulo de metodologias (ponto 4.2.2), no processo de aferição (*matching*) das qualidades das terras com o sistema de uso em análise, estabeleceu-se a correspondência entre as características das terras de cada uma das unidades de terra com os requisitos do uso das mesmas para o sistema de transumância. A valoração associada às diferentes características das terras foi estabelecida pelo sistema de notação (*factor rating*). A avaliação da aptidão foi feita para cada uma das unidades de terra considerada individualmente, atribuindo-se a cada uma das características consideradas um valor (*rating*), em relação a um máximo de 100.

A ordenação da aptidão das diferentes unidades de terra consistiu na seriação da aptidão de cada unidade de terra identificada para o tipo de uso em análise, neste caso o sistema de transumância. Baseou-se na notação das características das unidades de terra que foram objecto de aferição com os requisitos do uso da terra, o que exprime a aptidão dessa unidade da terra face aos requisitos.

Uma qualidade da terra pode ser estimada por uma ou mais características das terras. Nos casos em que uma qualidade da terra (por exemplo o regime de humidade) é medida ou estimada por apenas uma característica da terra (como se pode observar no Quadro 4.4), como é o caso a precipitação média anual, os valores críticos dessa característica podem ser aferidos por intermédio da notação (*factor ratings*) dos requisitos do uso da terra para a transumância. Assim, a precipitação média anual inferior a 200 mm foi classificada como não apta (**n**), de 200 a 400 mm como

marginalmente apta (**s3**) e de 400 a 600 mm como moderadamente apta (**s2**); obviamente, não foi considerada a classe de aptidão mais elevada (**s1**). No caso da disponibilidade de nutrientes, esta qualidade da terra foi medida ou estimada por quatro características das terras (fósforo extraível, capacidade de troca catiónica, pH e teor de carbonato de cálcio do solo).

No presente trabalho, a avaliação da aptidão das unidades de terra foi efectuada através da atribuição de notação das suas características ou factores de diagnóstico (*factor ratings*) que foram ponderadas a fim de obter a ordenação das diferentes unidades de terra segundo a sua classe de aptidão. Os procedimentos adoptados para cada unidade da terra incluíram: (i) a atribuição de um valor numérico dentro dos intervalos que foram previamente estabelecidos, tal como se pode observar no Quadro 5.18, a cada factor de diagnóstico (características das terras) que constam no Quadro 4.5; (ii) a cada valor numérico foi associado um factor de ponderação (peso) - valor **3** para o factor de diagnóstico precipitação (**R**), valor **2** para o factor de diagnóstico espessura efectiva do solo (**E**) e valor **1** para os restantes oito factores de diagnóstico; (iii) os produtos inerentes a cada factor de diagnóstico foram somados e calculada a respectiva média ponderada (**MP**) que permitiu o enquadramento de cada unidade de terra numa classe de aptidão (**S**), tal como se mostra no Quadro 5.19.

Quadro 5.18 – Intervalo das notações para categorizar os factores de diagnóstico face aos requisitos de uso da terra

Notação	Designação	Ordenação
80 – 100	Aptidão elevada	S1
60 – 80	Aptidão moderada	S2
40 – 60	Aptidão marginal	S3
< 40	Não apto	N

A atribuição de notações (*factor ratings*) às características das terras, afectadas pela ponderação pertinente, conduziu à ordenação da aptidão das diferentes unidades de terra (*land suitability ratings*). Os resultados do acima mencionado Quadro 5.19 representam, assim, a estimativa da avaliação final.

Quadro 5.19 – Factores de diagnóstico (características da terra) e respectiva ponderação (*rating*) e classes de aptidão das unidades das terras da área de estudo.

Unidades de terra		Factores de diagnóstico (<i>factor ratings</i>)*											Classes de aptidão
Símbol	U. Fisiográficas	Rx3	P	T	K	H	G	Ex2	U	O	D	MP	
T1.1	a - f - p3	150	40	40	80	100	100	20	30	80	80	55	S3
T2.1	d - p - p1	60	40	100	80	60	60	150	50	80	100	60	S2
T2.2	d - p - p2	120	50	100	80	40	30	200	100	80	100	69	S2
T2.3	d - p - p3	150	70	100	80	80	60	150	50	80	100	71	S2
T2.4	d - o - p1	60	40	100	80	40	60	200	100	80	100	66	S2
T2.5	d - o - p1 – r2	60	40	100	80	80	60	20	10	40	100	45	S3
T2.6	d - o - p2	120	40	100	80	60	60	200	100	80	100	72	S2
T2.7	d - o - p2 – r2	120	40	100	80	80	60	80	100	40	100	62	S2
T2.8	d - o - p3	150	70	100	80	40	100	150	100	80	100	75	S2
T2.9	d - f - p3	150	70	100	60	40	60	80	50	80	80	59	S3
T3.1	g - p - p1	60	40	100	60	40	100	20	50	80	80	48	S3
T3.2	g - p - p2	120	40	100	100	40	80	200	100	80	60	71	S2
T3.3	g - p - p3	150	40	80	80	80	60	80	100	80	100	65	S2
T3.4	g - o - p1	60	50	100	80	40	30	200	100	80	100	65	S2
T3.5	g - o - p2	120	50	100	80	40	30	200	100	80	100	69	S2
T3.6	g - o - p2 – r2	120	50	100	80	40	30	200	100	40	100	66	S2
T3.7	g - o - p3	150	40	80	80	80	100	200	100	80	100	78	S2
T3.8	g - f - p3	150	40	80	80	100	60	150	80	80	100	71	S2
T4.1	k - f - p2	120	70	80	10	60	60	150	100	80	100	64	S2
T5.1	M – o – p2	120	70	80	60	40	60	80	50	80	80	55	S3
T5.2	M - of – p2 – r2	120	40	100	10	40	100	200	100	80	80	67	S2
T5.3	M – p – p2	120	80	80	60	40	60	80	50	80	80	56	S3
T5.4	M – o – p3	150	70	80	60	40	60	80	50	80	100	59	S3
T5.5	M – p – p3	150	40	80	80	60	60	150	80	80	100	68	S2
T6.1	q - o - p2	120	40	100	80	80	60	20	10	80	100	53	S3
T6.2	q - o - p3	150	90	100	80	80	60	20	10	80	100	59	S3
T7.1	u - o - p2	120	40	80	80	60	60	150	80	80	100	65	S2
T7.2	u - o - p3	150	40	80	80	60	60	150	80	80	100	68	S2
T8.1	x - p - p1	60	40	100	80	80	60	20	10	80	100	48	S3
T8.2	x - p - p1 – r2	60	40	100	80	80	60	20	10	40	100	45	S3
T8.3	x - p - p2	120	40	100	80	80	60	20	10	80	100	53	S3
T8.4	x - p - p3	150	40	100	80	80	100	20	10	80	100	58	S3
T8.5	x - o - p1	60	40	80	80	60	30	150	30	80	100	55	S3
T8.6	x - o - p1 - r2	60	40	100	80	80	60	20	10	40	100	45	S3
T8.7	x - o - p2	120	40	100	60	40	100	20	30	80	100	53	S3
T8.8	x - o - p2 - r2	120	40	100	80	80	60	20	10	40	100	50	S3
E	e1e2												N
R	r3												N

(*) R – precipitação média anual; P – fósforo extraível; T - capacidade de troca catiónica do solo; K – carbonato de cálcio; H – pH do solo; E – Espessura efectiva do solo; G – elementos grosseiros; U – capacidade de água utilizável; O – afloramentos rochosos; D – ângulo de inclinação; MP – média ponderada.

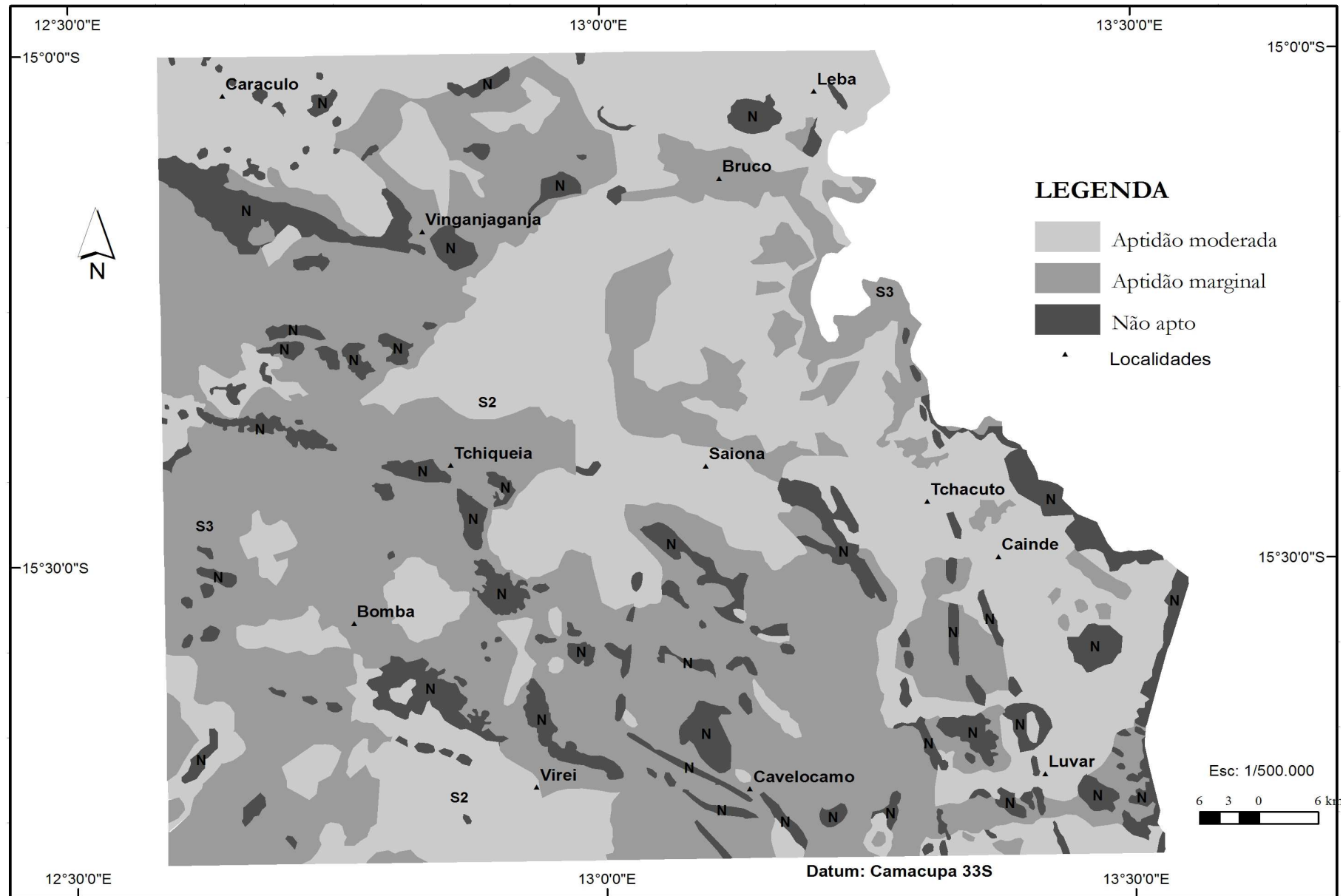


Figura 5.15 – Distribuição espacial das classes de aptidão para o sistema de pastoreio de transumância na área de estudo.

O processo de compatibilização (*fitness*) das qualidades das terras com os requisitos do uso das terras para a transumância, decorrente da implementação das metodologias que foram descritos no Capítulo das metodologias (ponto 4.2.5), consistiu na aferição (*matching*) dos requisitos do uso das terras para pastoreio de transumância com cada uma das unidades de terras através dos factores de diagnóstico (características) sendo estes expressos em termos de intervalo de notação.

A aptidão das diferentes unidades de terra foi detalhada no Quadro 5.16 em que constam as classes de aptidão estabelecidas através dos factores de diagnóstico para cada uma das unidades de terra. A distribuição das classes de aptidão na área de estudo está representada na Figura 5.15, como resultado da aglutinação das 36 unidades de terra aferidas em função dos requisitos de uso das terras para o sistema de transumância.

A síntese apresentada no Quadro 5.17 revela que a área total da classe de aptidão moderada (**S2**) foi estimada em 323.247 ha, a qual representa 43% da área de estudo; à classe de aptidão marginal (**S3**) correspondem 353.317 ha (47%). As áreas escarpadas e de afloramentos rochosos que cobrem uma área estimada em 75 174 ha (10%) foram classificadas como terras não aptas (**N**) para o uso em sistema de transumância. Devido às limitações associadas à baixa densidade de informação (nomeadamente no respeitante ao material originário e às características do solo) e à sua distribuição espacial, bem como à escala (1/500.000) utilizada, não foram discriminadas sub-classes dentro das classes de aptidão estabelecidas.

Quadro 5.20 – Classes de aptidão, áreas e representatividade na área de estudo.

CLASSES DE APTIDÃO		Número de áreas	Área total	
Símbolo	Classe		ha	%
S2	Aptidão moderada	63	323.247	43
S3	Aptidão marginal	51	353.317	47
N	Não apto	188	75.174	10
			751.738	100

A classe de *Aptidão moderada* (**S2**), com se pode constatar a partir dos dados do Quadro 5.19, está associada em grande parte a solos com elevada espessura efectiva (superior a 75 cm) – característica para a qual se considerou o factor de ponderação (peso) 2 – ocorrendo em áreas com precipitação (a que se atribuiu o factor de ponderação 3) compreendida entre 200 e 500 mm; nos casos em que a espessura efectiva do solo é inferior a 75 cm, esta classe de aptidão apenas ocorre em áreas onde a precipitação é da ordem de 400-500 mm. Assim, a precipitação e a espessura efectiva do solo são características preponderantes na definição das classes de aptidão das terras do meio árido em análise.

A classe de *aptidão marginal* (**S3**) tem expressão em áreas das diferentes classes de precipitação, estando associada maioritariamente à reduzida espessura efectiva do solo (Quadro 5.16), como resultado da ocorrência de solos muito delgados (*Leptosolos*) que ocorrem em maior expressão, como se viu anteriormente, sobre as formações xistentas e afins. Porém, para espessura superior do solo esta classe de aptidão está associada à baixa precipitação.

A *ordem de aptidão não apta* (**N**) corresponde às terras com relevos escarpados (declives superiores a 15%) e com grande representatividade de afloramentos rochosos, o que foi determinante para as considerar inaptas para o sistema de pastoreio extensivo em uso pela transumância.

Cada uma das duas classes da ordem de aptidão está distribuída na área estudada por um elevado número de áreas. Assim, a classe das terras com aptidão moderada (S2) está distribuída por 63 áreas; a classe de aptidão marginal (S3) está distribuída por 51 áreas; por sua vez a ordem, das terras não aptas (N), não obstante a menor área que ocupa, está distribuída por um número muito mais elevado (188) de áreas.

No Quadro 5.21 foi efectuada uma análise geral da extensão das áreas correspondentes às duas classes de aptidão das terras da área de estudo (Figura 5.14). O mesmo demonstra que cerca de dois terços da área total (66%) que foi classificada com aptidão moderada (S2) está concentrada numa única área contínua, a qual foi estimada em 213.294 ha, sendo relativamente homogénea no que diz respeito, como se acentuará adiante, à natureza do material originário do solo e às formas de relevo.

Quadro 5.21 – Discriminação por ordem decrescente (área e representatividade) das diferentes áreas correspondentes a cada classe de aptidão da terra

Áreas	Aptidão moderada – S2		Aptidão marginal – S3		Não apta – N	
	ha	%	ha	%	ha	%
1	213.294	66,0	288.758	81,7	8.668	11,5
2	27.996	8,7	12.357	3,5	4.444	5,9
3	11.746	3,6	7.354	2,1	4.359	5,8
4	6.481	3,0	4.363	1,2	2.624	3,5
5	3.697	2,0	3.802	1,1	2.532	3,4
6	9.725	1,1	2.939	0,8	2.017	2,7
7	3.182	1,0	2.286	0,6	1.937	2,6
8	3.116	1,0	1.660	0,5	1.628	2,2
9	2.140	0,7	1.052	0,3	1.576	2,1
10	1.081	0,3	979	0,3	1.094	1,5
Outras	40.788	12,6	27.766	7,9	44.295	58,9
TOTAL	323.247	100,0	353.317	100,0	75.174	100,0

No mesmo quadro verifica-se uma diminuição muito expressiva na extensão das outras áreas, nomeadamente nas nove áreas seguintes. A segunda área mais extensa foi estimada em 28.700 ha, correspondente a cerca de 9% da área total da classe de aptidão moderada. De salientar que embora a mesma esteja localizada nas imediações do Virei (Figura 5.14), em condições sub-desérticas – precipitação média anual 200-300 mm – ainda foi classificada com aptidão moderada, por estar associada a rochas granulares predominantemente dioríticas, as quais determinam maior espessura efectiva dos solos. As oito áreas remanescentes correspondem a extensões que variam entre quatro a menos de 1% do total da área da classe de aptidão moderada. De salientar que a área correspondente às restantes 53 áreas (cerca de 13% da área ocupada pela classe) ocupam extensões inferiores a 1.000 ha, o que corresponde à área mínima de gestão considerada para a escala de 1/500.000 e, por isso, podem ser consideradas áreas residuais. Assim quando se considera a área de maior dimensão, cuja representatividade é de cerca de 66% da extensão da classe de aptidão moderada, observa-se que a mesma delimita um grande número de áreas de reduzida extensão que foram classificadas com aptidão marginal bem como terras não aptas; estas correspondem a áreas de relevos escarpados e afloramentos rochosos associados genericamente a “inselbergs”, inselfelsen” e filões – que pela sua dimensão podem ser consideradas como áreas residuais, podendo-se por isso, assumir que aquela área tem uma extensão mais vasta.

A distribuição da classe de aptidão marginal (S3) apresenta-se espacialmente ainda mais concentrada do que a de aptidão moderada (S2). Com efeito, estimou-se que cerca de 288.758 ha, correspondentes a cerca de 82% da área total da classe, ocorrem numa única área que delimita no seu seio outras áreas com extensão apreciável e que correspondem à da classe de aptidão moderada, associadas a formações litológicas diversas (rochas eruptivas, rochas metamórficas e rochas sedimentares) bem como terras não aptas associadas principalmente a áreas escarpadas e/ou a afloramentos rochosos associados a “inselbergs” e a filões (Figura 5.15). À semelhança do que se referiu para a classe de aptidão moderada (S2) também nela estão contidas áreas de pequena extensão associadas a afloramentos rochosos que podem ser consideradas residuais e por isso, podem ampliar a sua extensão.

Verifica-se uma grande discrepância da maior área com aptidão marginal (S3) em relação à extensão das áreas restantes da mesma classe, constatando-se que a área seguinte em extensão é cerca de 23 vezes menor, com uma área de apenas 12.357 ha ou, seja, somente 3,6% da área considerada da mesma classe (S3). Observa-se uma tendência para a diminuição acentuada da extensão das diferentes áreas desde a de 7.354 ha, que corresponde a 2,1% da área atribuída à classe de aptidão S3, até àquelas com áreas próximas de 1.000 ha. As restantes áreas (41) apresentam extensão inferior a 1.000 ha, não representando mais do que 7,9% da área total da classe

Ao contrário das áreas associadas às classes de terras com aptidão moderada e aptidão marginal para o pastoreio extensivo, as terras não aptas (N) - respeitantes a áreas com afloramentos rochosos e com relevos escarpados - apresenta-se extremamente desagregada e dispersa por toda a área de estudo e com menor grau de discrepância no que respeita à extensão das diferentes áreas em que ocorre. Com efeito, a área mais extensa foi estimada em apenas 8.668 ha, correspondente a apenas 11,5% da área associada as terras não aptas (N); essa área está em correspondência com a área de relevos escarpados (encosta) que marca a transição das áreas a sudoeste do Caraculo para as áreas mais rebaixadas da peneplanície que ocorrem a altitudes inferiores a 400 m (ver Figura 5.3), em que predominam os processos de erosão associados à incisão da rede hidrográfica correspondente aos rios Bero e Giraul, como foi considerado na descrição do relevo. A segunda área em extensão está associada a um “inselberg” o monte Mualamaneco que foi estimada em 4.444 ha, o que

representa 5,9% da área total das terras não aptas N. No Quadro 5.18 constam outras áreas que foram ordenadas por tamanho decrescente até ao polígono 1.094 ha, que representa 1,5% da área da classe. As restantes 178 áreas ocupam uma área de 44.295 ha e representam 59% da área da referida classe; isto significa que à escala do presente trabalho, a maior parte das áreas consideradas não aptas poderão ser incorporadas como resíduos em áreas consideradas com aptidão marginal ou moderada.

As áreas associadas à classe de aptidão moderada (S2) ocorrem essencialmente sobre formações geológicas de natureza eruptiva de texturas granulares (granitos diversos, dioritos e granodioritos) e em menor proporção sobre formações metamórficas (gnaisses, migmatitos); apenas uma área muito reduzida está associada a rochas metamórficas calcárias (ver Figuras 5.1 e 5.15). No que toca ao relevo essas áreas estão associadas principalmente às formas de relevo aplanado (plano a suavemente ondulado) como se pode constatar ao comparar as Figuras 5.3 e 5.14). Como também se pode constatar no Quadro 5.18 já referido, a área de aptidão moderada está associada a relevos predominantemente aplanados, embora esteja espacialmente distribuída por todas as classes de precipitação desde a área leste do Caraculo, com precipitação média anual inferior a 200 mm, até às faldas da Chela e ao longo da área adjacente à Escarpa da Chela, sendo a sua maior área localizada nas faixas de precipitação média anual de 200-400 mm ou de valores superiores 400 mm (ver Figuras 5.4 e 5.15).

As diferentes áreas com classe de aptidão marginal (S3) estão associadas sobretudo a formações metamórficas correspondentes essencialmente ao complexo xisto-quartzífero e em muito menor proporção a calcários cristalinos e a rochas sedimentares, incluindo estas os depósitos diversos e o Grupo Chela (argilitos, arenitos e siltitos), como se pode observar nas Figuras 5.1 e 5.15. Essas áreas estão associadas a várias formas de relevo, desde o aplanado ao fortemente ondulado, com uma ligeira tendência para o predomínio do último. Além dos factores físicos apontados, a classe de aptidão marginal está associada esmagadoramente a solos de fraca espessura efectiva (os *Leptosolos*), tal como foi explicitado na descrição dos factores de formação do solo (Quadro 5.10). Também se verifica que as áreas da classe de aptidão marginal (S3) estão distribuídas só parcialmente pelas áreas de precipitação mais baixa da área estudada, incluindo as classes de precipitação média anual inferior a 200 mm anuais e

as classes de precipitação média anual entre 200 e 400 mm anuais, sendo menor a representação em classes de precipitação média superior a 400 mm anuais.

Como se demonstrou anteriormente (Figuras 5.1 e 5.3), as diferentes áreas terras não aptas (N) estão associadas às formas de relevo escarpado e à ocorrência de afloramentos rochosos, estando distribuídas por toda a área estudada (Figura 5.15) por 188 áreas cuja extensão em média é de cerca de 400 ha, a qual é muito inferior à área mínima de gestão (1.000 ha), considerando a escala de 1/500.000. Assim, a análise das terras não aptas N pode ser associada às áreas escarpadas e àquelas com afloramentos rochosos. No que diz respeito ao material originário do solo, com base na síntese efectuada no Quadro 5.16, verifica-se que cerca de 80% das áreas escarpadas estão associadas a rochas metamórficas, particularmente as do complexo - xisto quartzífero, cerca de 12% a granitos diversos e cerca de 9% a depósitos diversos. Entretanto, acerca da área atribuída aos afloramentos rochosos, cerca de 40% ocorrem sobre o complexo xisto-quartzífero, cerca de 28% corresponde aos noritos e doleritos (filões), cerca de 27% sobre as rochas eruptivas granulares (dioritos e granitos) e cerca de 4% aos depósitos diversos. Embora as terras não aptas representem apenas 10% da área de estudo, as mesmas podem ter uma grande influência no uso das terras para o pastoreio extensivo de transumância, dado a sua distribuição no terreno, como por exemplo no caso dos filões, poder constituir barreiras físicas às movimentações das manadas, afectando a acessibilidade do gado (ver Figuras 5.1 e 5.3), o que condiciona gestão do pastoreio.

Em resumo, os resultados do esboço da avaliação das terras para o sistema de pastoreio extensivo foram apurados para uma área de estudo, considerada como representativa das áreas áridas e semi-áridas em que tem lugar o sistema de transumância praticado pelos povos mucubais no sudoeste de Angola, Não obstante o clima ser considerado o factor determinante do tipo de terras estudado, observou-se que a aptidão das mesmas também está ligada à natureza das formações geológicas e do relevo bem como a variações das características dos solos. Isto é, apesar das condições de aridez predominantes em toda a área de estudo verifica-se que essas variações terão influência na capacidade de armazenamento da água no solo e na produção dos pastos. Também, o gradiente de precipitação pode determinar diferentes disponibilidades de água e de pastos e influenciar a transumância do gado ao longo do ano.

A abordagem efectuada tem um carácter essencialmente técnico tendo em vista a sistematização dos recursos de terras das áreas áridas e semi-áridas em que tem lugar o pastoreio de transumância no Sudoeste de Angola. Seguidamente, no Capítulo 6, fazem-se considerações gerais e no Capítulo 7 apresentam-se algumas conclusões do presente estudo, no que diz respeito ao enquadramento e futuro do sistema de pastoreio transumância nessa estratégica região de Angola.

6

CONSIDERAÇÕES GERAIS

As condições de aridez da *Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola* (MIAA, 1970) - onde o povo *Kuvale* pratica o sistema de pastoreio extensivo de transumância não favorecem a actividade agrícola, incluindo a agricultura de sequeiro. Assim, ao contrário do que tem acontecido para outras regiões de Angola, verifica-se que são inexistentes as avaliações dos recursos de terras nesta sub-região, dado não haver registo de que tenham sido efectuados estudos direccionados especificamente para abordar a aptidão das terras para o pastoreio extensivo. De facto, a área em apreço apenas foi abrangida por estudos à escala nacional e cujos objectivos incluíram aspectos genéricos de zonagem agrícola (Carvalho, 1963; Diniz, 1973, 1991), de delimitação áreas para o regadio (Diniz, 2002, 2005, 2006), de zonagem dos sistemas de pecuária (Pereira, 1962; Morais, 2007; Gomes, 2013) e de zonagem agro-ecológica (Diniz & Aguiar, 1973; Aguiar, 1988).

No presente estudo, o recurso a aplicações dos sistemas de informação geográfica (SIG) e a utilização de dados de detecção remota, complementado com observações e dados do terreno, permitiu a caracterização geral do meio biofísico de uma área representativa da *Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola* em que tem incidência o uso das terras para a transumância por parte dos pastores *kuvales*, aprofundando os conhecimentos sobre as qualidades e características das terras e genericamente esboçando a avaliação da aptidão das mesmas para o sistema de pastoreio extensivo. Para o efeito foram considerados os factores determinantes dos recursos das terras, nomeadamente o clima, a geologia/litologia, o relevo e os solos, analisando as condicionantes que são globalmente comuns às “terras secas”, bem como os que são específicos da área estudada. Porém, não foi possível levar esta análise para além de um esboço na escala de 1/500.000, pois a fraca disponibilidade e qualidade de parte da informação de base, bem como os constrangimentos que limitaram a obtenção de informações e de dados de campo, não permitiram uma abordagem mais detalhada, como inicialmente foi previsto.

O índice de aridez na área estudada varia entre 0,05 e 0,5, pelo que a mesma está enquadrada no âmbito das terras secas (*drylands*) (UNEP, 1992). As baixas

precipitações que nela ocorrem estão concentradas num período de três meses (genericamente entre Janeiro e Março), verificando-se ao longo do ano uma grande escassez de água, a qual se torna mais aguda nos meses de Setembro-Outubro. Efectivamente, não havendo cursos de água permanentes, nem reservatórios naturais, a escassez de água, obriga os pastores transumantes a fazerem percursos longos no seu encalço. Além disso, nos últimos anos a escassez de água tem sido muito agravada devido à frequente ocorrência de secas (SANSÁ, 2012). Também se tem verificado a ocorrência esporádica de chuvas torrenciais e cheias dos principais rios que condicionam por algum tempo as movimentações das populações e das manadas na área de estudo.

Na análise dos dados da precipitação, verificou-se na área de estudo um gradiente de variação da precipitação da ordem dos 300 – 400 mm entre os extremos oriental (sopé da Escarpa da Chela) e ocidental (na faixa sub-desértica), o que tem implicações marcadas nas condições ecológicas, que se reflectem em geral nos tipos de cobertura da terra. De facto, considerando, os balanços hídricos mensais para as localidades do Caraculo e do Bruco (Manuel, 2005) observa-se na primeira (onde a precipitação média anual ronda 200 mm) a ocorrência de deficiência hídrica do solo durante todo o ano, enquanto na segunda, onde a precipitação média anual atinge cerca de 600 mm, a deficiência hídrica tem lugar de Maio a Janeiro. No Bruco, em Fevereiro é restituída em pequena parte a reserva de água ao solo, em Março verifica-se um excesso de água no solo, em Abril regista-se um equilíbrio no balanço hídrico (a precipitação aproxima-se da evapotranspiração potencial) e em Maio inicia-se a deficiência hídrica, que aumenta até Setembro-Outubro; a partir daí, tem lugar um novo ciclo de suprimento de água no solo com as primeiras precipitações.

As diferenças associadas à disponibilidade da água no solo para as plantas deverão ter influência determinante na composição e estrutura da vegetação que ocorre na área de estudo. Assim, as condições de aridez acentuadas na faixa ocidental, cuja precipitação média anual é da ordem dos 200 mm, estão em correspondência com formações ralas, predominantemente herbáceas associadas a espécies xerofíticas e com arbustos dispersos. Consoante vai aumentando gradualmente a precipitação, que atinge valores da ordem dos 500-600 mm no sopé da Escarpa da Chela, a vegetação vai aumentando

de porte e toma as características das denominadas florestas secas. Importa salientar, ainda, que as condições de aridez na generalidade da área de estudo são muito mais acentuadas do que aquelas que se verificam nas áreas do sistema de transumância praticado pelos pastores *Maasai*, na África Oriental, em que a precipitação média anual é genericamente superior a 500 mm (Haagsna & Hardman, 1998; ALERTNET, 2013).

Além do gradiente das condições climáticas (precipitação), a área estudada também apresenta uma grande diferenciação de formações geológicas, ocorrendo os três tipos de rochas (eruptivas, sedimentares e metamórficas). Com efeito, observa-se que cerca de 50% da área da mesma é ocupada por rochas metamórficas, em correspondência sobretudo com formações xisto-quartzíferas, e cerca de 40% por rochas eruptivas (principalmente dioritos e granitos diversos e em menor extensão rochas básicas); além disso, salienta-se a ocorrência expressiva de formações sedimentares de cobertura e de rochas filonianas que condicionam as características fisiográficas da paisagem. Devido às diferenças da influência dos vários tipos de formações litológicas quanto aos processos de modelação da paisagem, as mesmas terão forte influência nas formas de relevo e, por isso, também no tipo de solos.

O relevo geral da área de estudo é marcado pelas unidades morfológicas Escarpa da Chela e a designada Peneplanície: nesta apresentam grande relevância os relevos residuais (Carvalho, 1981). Com efeito, a sua análise com base na altitude e nas suas respectivas formas, à escala de 1/500.000, indica que as formas de relevo aplanadas (plano e suavemente ondulado) são predominantes em mais de metade da área; porém, uma análise a escala mais detalhada indica uma homogeneidade menos acentuada do relevo. Além da influência das condições de aridez já referidas, a variação local do relevo também parece associada à natureza das formações geológicas (Feio, 1981). Assim, por exemplo, observou-se que as formas de relevo aplanado (plano a suavemente ondulado) estão em geral associadas às formações eruptivas (granitos diversos, dioritos, granodioritos e rochas básicas) enquanto que às formações xisto-quartzíferas estão associadas tanto as formas de relevo onduladas como as escarpadas. Além disso, o relevo apresenta algumas particularidades que também podem ser associadas à estrutura das formações geológicas, nomeadamente aos afloramentos rochosos. Tal é o caso dos relevos residuais (“inselbergs”) que estão mais

associados às rochas granulares do que às rochas xistosas, bem como dos extensos filões que emergem da “peneplanície” em várias direcções e estão associados a rochas básicas (noritos e doleritos) e/ou ao quartzo.

Embora os dados da cobertura da terra - determinada através da classificação supervisionada de imagens LANDSAT e complementada com dados e informações obtidas nas prospecções ao terreno - não tenham sido utilizados directamente na delimitação das unidades fisiográficas básicas, os mesmos serviram para comprovar na generalidade o grau de aderência dos diferentes tipos de cobertura da terra com o gradiente da precipitação. Com efeito, as formações herbáceas ocorrem predominantemente em correspondência com as áreas mais secas (200-300 mm de precipitação) e estão associadas essencialmente a relevos aplanados e ondulados. Com o aumento da precipitação média anual aumenta proporção da cobertura de arbustos, que predominam nas áreas de precipitação entre 300 e 400 mm; nas áreas com precipitação mais elevada (400 a 500 mm) ocorrem predominantemente formações de floresta seca para finalmente surgirem áreas de floresta aberta, onde a precipitação anual é da ordem de 600 mm ou mais (clima sub-húmido seco).

Embora esse gradiente seja determinante, observou-se que a distribuição espacial dos tipos de cobertura da terra está também associada às diferentes formações rochosas e às formas de relevo a elas associadas. Assim, observou-se, por exemplo, que as formações arbustivas estão genericamente associadas às formações do complexo xisto-quartzífero em correspondência com formas de relevo onduladas e escarpados, num largo leque de precipitação; além disso, as formações de floresta seca, associadas a maior precipitação, estendem-se para áreas muito mais secas em correspondência com a presença de formações de rochas eruptivas e as formas de relevos aplanados e ondulados. Assim, a compreensão da distribuição dos vários tipos de cobertura exige uma análise muito detalhada dos factores locais.

A avaliação da produtividade das formações vegetais – desde as formações herbáceas às florestais - em correspondência com o gradiente referido para a precipitação média anual deve ter em consideração essas variações. Também se deverá ter em atenção na

alimentação do gado, para além das coberturas herbáceas, a produção das árvores e dos arbustos forrageiros que são a principal base da alimentação do gado na época seca. Tais determinações serão de grande importância para uma melhor avaliação da disponibilidade dos designados pastos doces (Scott, 1955) cuja produtividade a nível nacional foi estimada em cerca de 130 kg/ha/ano (Pereira, 1978). Aliás, esses estudos poderão, pontualmente, beneficiar das informações dos estudos efectuados há cerca de quatro décadas sobre os fluxos de energia humanos e da biomassa, na localidade de Chingo, na Província do Namibe (Morais, 1974), e na província do Cunene (Carvalho & Silva, 1973).

A delimitação de “unidades fisiográficas básicas” – unidades cartográficas relativamente homogéneas no respeitante aos factores de formação do solo (nomeadamente clima, litologia e relevo) – mostrou ser uma abordagem apropriada para identificar a distribuição espacial dos recursos de solos e de terras da área de estudo. Assim, foram delimitadas 136 unidades fisiográficas básicas que foram a base para a distribuição das unidades cartográficas de solos. Além disso, através da generalização da distribuição das unidades fisiográficas básicas também foi delineada a carta de unidades de terras. Finalmente, foi esquematizada a distribuição espacial das ordens e das classes da aptidão das terras como resultado do processo de aferição das qualidades das terras com os requisitos do uso das terras em transumância.

As características morfológicas, físicas e químicas dos solos expressam de forma generalizada as condições de aridez que prevalecem na área de estudo e que se reflectem genericamente na fraca evolução do perfil dos mesmos. Tal facto está em correspondência com a larga predominância dos solos pouco evoluídos (*Leptosolos*, *Regossolos*, *Arenossolos* e *Cambissolos*, *sensu* WRB, 2006). Constatou-se que as propriedades dos solos também estão, obviamente, em correspondência com as condições de aridez do meio, consubstanciadas na larga predominância da reacção alcalina ou mesmo muito alcalina e do elevado grau de saturação em bases de troca, nos baixos teores de matéria orgânica e de azoto, bem como na baixa capacidade de troca catiónica. Porém, as condições de aridez do meio não se expressam pela presença generalizada de CaCO_3 . A mineralogia da fracção argilosa dos solos não

indica variações consideráveis na composição dos minerais secundários consoante os factores em análise.

Foi observado que localmente ocorrem variações acentuadas nas características dos solos, as quais poderão ser associadas à natureza do material originário e às formas de relevo. Assim, por um lado, observou-se uma larga predominância de *Leptosolos* (frequentemente com menos de 10 cm de espessura) de textura grosseira, quer em áreas aplanadas quer em áreas onduladas (ou mesmo escarpadas) associadas nomeadamente às formações do complexo xisto-quartzífero. Por outro lado, verifica-se a ocorrência de outros grupos principais de solos com pequena diferenciação do respectivo perfil (nomeadamente *Cambissolos*, *Regossolos* e *Arenossolos*) que apresentam maior espessura efectiva (ou seja profundidade de enraizamento) e de textura variável, os quais se associam principalmente a formações de rochas eruptivas (granitos diversos, dioritos e granodioritos e rochas básicas e ultrabásicas). Além disso, particularidades das formações litológicas também parecem ser responsáveis pela presença localizada de elevados teores de CaCO_3 (*Calcissolos*) ou de materiais calcáricos (WRB, 2006).

A classificação da aptidão das terras – efectuada com recurso às metodologias da FAO – foi baseada na identificação e delimitação de unidades fisiográficas básicas para a definição das unidades das terras, tendo em consideração quatro qualidades e dez características das terras. Através do processo de ajustamento (*matching*) das unidades da terra ao tipo de utilização em pastoreio extensivo em transumância da terra, apurou-se que na área considerada representativa da Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola cerca de 43% da mesma foi classificada com aptidão moderada, 47% com aptidão marginal e 10% como terra não apta.

As características das terras que mais influenciam as classes de aptidão são a precipitação média anual e a espessura efectiva dos solos. Tal decorre do facto de na metodologia aplicada se ter considerado para os factores de diagnóstico precipitação média anual e espessura efectiva dos solos ponderações com valores de 3 e 2, respectivamente. A última, revela-se como um factor de diagnóstico de grande importância na medida em que a sua variação local é determinante na diferenciação

das classes de aptidão, devendo ter, localmente, também uma grande influência na produtividade das diversas formações vegetais.

Não se dispõe de informações sobre a produtividade dos ecossistemas na área estudada, o que constitui uma limitação para a comprovação da diferenciação das classes de aptidão consideradas para a mesma. Para o efeito, considera-se que será de grande importância a adopção de metodologias de substituição para sua estimativa, tendo como base os dados de detecção remota, como por exemplo, a utilizada na elaboração do esboço da cobertura da terra, bem como os índices da vegetação tais como o DMP (produtividade da matéria seca) complementada com os valores de NDVI (*normalized difference vegetation index*) globais ou os que foram desenvolvidos especificamente para África (*Africover, Spot Vegetation, etc*).

A apreciação das unidades cartográficas das classes de aptidão sugere que as mesmas estão associadas aos principais factores de diferenciação das unidades de terras. Assim, verifica-se que as classes de aptidão, para além da precipitação média anual, estão fortemente associadas à distribuição dos diferentes materiais originários e das formas relevo e obviamente dos solos. Por isso, os resultados do presente estudo sugerem que às escalas de 1/100.000 a 1/500.000 as unidades cartográficas das terras poderão ser delimitadas, de modo aproximado, tendo como base os dados geológico - litológicos e do relevo. No entanto, a escala mais detalhada poderão ser utilizados outros factores associados à natureza da cobertura da terra devido à sua relação com a espessura efectiva dos solos (profundidade de enraizamento) e às formas de relevo.

Os resultados do presente estudo permitem esquematizar a dinâmica espacial e temporal do pastoreio na área estudada às classes de aptidão das terras identificadas. Assim, a área de ocupação exclusiva por parte dos pastores mucubais e em que se regista a concentração de manadas durante a estação chuvosa corresponde em boa parte às terras consideradas de aptidão marginal, nomeadamente a vasta área localizada a oeste da estrada Caraculo-Virei, principalmente na faixa central entre o rio Tchicolangila, em Vinganjanganja, o rio Saiona e o rio Cubal. As inclusões de áreas

consideradas de aptidão moderada, com as que circundam quer o Caraculo como o Virei, estão predominantemente em correspondência com os relevos aplanados e associadas a formações eruptivas, já referidas, nas quais estão localizadas as principais *ongandas* (“residências”) dos mucubais e em que se regista a maior concentração de manadas durante a estação chuvosa.

As terras consideradas de aptidão moderada distribuem-se na sua maioria numa extensa faixa que grosso modo se estende do eixo Caraculo-Virei até ao sopé da Escarpa, genericamente em correspondência com precipitação mais elevada e também com uma variação gradual nos padrões de ocupação das terras. De facto, com o aumento da precipitação observa-se uma diminuição gradual da ocupação “permanente” por parte dos pastores mucubais e a presença progressiva dos agropastoralistas (*nyanekas*), cuja presença é dominante no sopé da Escarpa da Chela. Nessas terras de aptidão moderada já é possível a prática de alguma agricultura de sequeiro. Contudo, é para aí que os pastores convergem na estação seca, consoante a escassez de água e de pastos nas suas áreas de origem. Assim, a coabitação permanente ou temporária entre os pastoralistas e os agropastoralistas merece uma atenção especial.

As terras com aptidão moderada - palco de competição e conflito entre os pastores mucubais e os agropastores *nyanekas* pelas terras comunitárias - devem merecer grande atenção pelas autoridades administrativas por apresentarem um potencial de conflitos respeitantes à posse e uso de terras. Sublinha-se que as mesmas terras também foram utilizadas pelo pastoreio empresarial, cujos vestígios são visíveis no que é remanescente de antigas fazendas, como a de Tchacuto, na área de Cainde, e a da Tampa, na Leba. Aliás, a área do Caraculo, em que está instalado a Estação Zootécnica do mesmo nome, do Instituto de Investigação Veterinária, foi identificada como área com potencial para o desenvolvimento da ovinicultura (Pereira, 1969).

O presente estudo evidencia as condições de poucos recursos do meio em que os pastores Kuvale e o seu gado estão expostos e que os obriga a uma luta permanente pela sobrevivência, à margem do progresso e do desenvolvimento. O pastoreio

extensivo em transumância praticado pelos “*Kuvale*” é o principal sistema de uso das terras, na Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola, sendo considerada a forma mais apropriada, senão a única, no aproveitamento de terras que doutra forma permaneceriam inexploradas (Rass, 2006). Mas, para isso, a mobilidade dos pastores *Kuvale* é uma condição crucial e uma estratégia para manter as manadas em equilíbrio com os recursos disponíveis. Contudo, as condições climáticas desfavoráveis, associadas às características morfológicas do terreno e às limitações dos solos são críticas para assegurar os padrões de sustento desse povo, que depende de recursos muito variáveis no espaço e no tempo e de contextos imprevisíveis (mudanças sócio-económicas e ocorrência de eventos climáticos extremos, principalmente secas).

Em Angola, as elevadas necessidades de consumo (INE, 2012; AGBIZ, 2013) pressupõem o forte desenvolvimento do sistema de produção animal. Neste contexto, os pastores mucubais poderão ter um papel importante na produção de gado no Sudoeste de Angola. O enquadramento e a contribuição do povo *Kuvale* na produção animal, dependerá das perspectivas de desenvolvimento e ordenamento do espaço pastoril do Sudoeste de Angola, que deverão ter em consideração o melhoramento do sistema de pastoreio extensivo familiar, que tem uma inquestionável implantação e predominância na região, em vez de substituí-lo por outro, como por exemplo o de *ranching*, ou a implementação de projectos de grande envergadura como foi o Plano do Cunene, de cujo sucesso de implementação restaram bastantes dúvidas (Carvalho & Silva, 1973). Neste contexto, não se deve perder de vista que o povo *Kuvale* constitui uma herança de valores e tradições culturais dos povos *bantus*.

As mudanças dos contextos em que actuam os povos pastores levantam a questão da sustentabilidade dos sistemas de pastoreio extensivo em África (Ayakunde *et al.*, 2007). Além das pressões económicas, sócio-políticas e demográficas, à semelhança de outros grupos pastores que operam nas terras secas, o sistema de pastoreio extensivo do Sudoeste de Angola também se confronta com as alterações climáticas. Assim, para além do desenvolvimento das estratégias de adaptação aos impactos das alterações climáticas, deve ser dada prioridade às imediatas acções concentradas na mitigação dos efeitos dos eventos extremos, principalmente as secas.

Na Sub-Região Árida, tal como é considerado para as terras secas, o acesso aos recursos é um factor mais determinante do que a sua disponibilidade ou variabilidade (Thornton *et al.*, 2006; Nori *et al.*, 2008). Em tais condições, para enfrentar a exiguidade dos recursos de terras, os povos pastores adoptam estratégias de gestão da manadas tais como a acumulação de efectivos, a movimentação dos animais para maximizar o acesso aos pastos e à água, a venda de animais para compra de cereais, o melhoramento e diversificação das espécies e a distribuição dos animais pelas comunidades. Porém, a eficácia dessas estratégias têm de estar associadas á adopção de medidas que lhes garanta o acesso aos recursos chave do pastoreio (água e pastos) para a manutenção das manadas principalmente nos períodos críticos e nos anos de incidência das secas.

Pela sua importância, ao sistema de pastoreio extensivo dever ser dada a devida prioridade nas políticas gerais respeitantes aos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio, assumidos pelo Governo de Angola (MINPLAN, 2010), mais especificamente na redução da vulnerabilidade e da pobreza no meio rural (INE, 2011a; INE, 2011b) e com vista à elevação do País no desenvolvimento humano integrado (PNUD, 2013). Por isso, é crucial dar alento à inventariação dos recursos das terras, para a monitorização dos mesmos, tendo em vista contribuir para a criação de bases para uma gestão do sistema de pastoreio extensivo de forma sustentável a longo prazo. No contexto actual, na perspectiva para a melhoria do sistema de pastoreio extensivo poderiam ser equacionadas, entre outras, as seguintes proposições: (i) extensão da avaliação das terras do sistema de pastoreio extensivo ao Sudoeste de Angola, (ii) reestruturação do cadastro nacional das terras, (iii) criação das bases para a monitorização ambiental no Sudoeste de Angola. Estas ideias poderão servir de base para consubstanciar a continuidade do presente trabalho.

7

CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu esboçar um sistema para inventariar a disponibilidade, a distribuição e a avaliação dos recursos de terras através da análise dos aspectos gerais e específicos que caracterizam o meio biofísico de uma área que foi considerada representativa da Sub-Região Árida do Sudoeste de Angola.

As metodologias utilizadas, desde a colheita ao processamento de dados - de campo, de informações de base e de detecção remota – revelaram-se eficazes para a caracterização expedita do meio biofísico, permitindo sintetizar os padrões de distribuição da geologia/litologia, do relevo, do clima e da cobertura da terra, permitindo a identificação de unidades fisiográficas básicas e, em consequência, a distribuição das unidades de solo e de terras e a avaliação destas. As aplicações dos sistemas de informação geográfica (SIG), os dados de detecção remota provenientes de satélites e o modelo digital de terreno revelaram-se particularmente úteis face à escassez de dados cartográficos de base actualizados.

No geral as condições de aridez são o factor determinante da disponibilidade dos recursos cuja distribuição é influenciada por um acentuado gradiente de precipitação que determina bastante a heterogeneidade no meio. Para esta concorrem a influência da natureza das diferentes formações geológicas e das formas de relevo que localmente são os factores preponderantes da heterogeneidade das unidades fisiográficas básicas e dos tipos de solos, nomeadamente de uma das características fundamentais destes: a espessura efectiva.

As unidades fisiográficas básicas associadas às formas de relevo revelaram-se apropriadas para delimitação das unidades cartográficas dos solos e das terras (*land units*) considerando as qualidades e características das terras. Na diferenciação das classes de aptidão das terras para o pastoreio extensivo, destacaram-se como factores de diagnóstico o clima (precipitação média anual) e os solos (espessura efectiva), que foram ponderados recorrendo a um método paramétrico. Assim, foi demonstrada a aderência das classes de aptidão da terra – maioritariamente com aptidão marginal e moderada - às condições de aridez e à evolução dos solos.

À escala utilizada, a esquematização espacial das classes de aptidão das terras poderá ser efectuada de forma expedita através da informação de base associada aos factores de formação dos solos (clima, material originário e relevo).

Os pastores transumantes no fim da época chuvosa geralmente encontram-se nas suas áreas de origem – essencialmente as áreas consideradas de aptidão marginal – mas durante o período seco convergem para as áreas mais húmidas – de aptidão moderada – onde o agropastoralismo toma expressão. Este uso partilhado das terras (*land sharing*) de aptidão moderada é propenso à competição pelo uso e posse das mesmas e, por isso, deve merecer a devida atenção por parte das partes interessadas (*stakeholders*) na posse e uso das terras. As metodologias adoptadas, expeditas e de baixa custo, serão de grande utilidade para apoio aos tomadores de decisões no respeitante ao reordenamento dos espaços pastoris, particularmente na delimitação dos terrenos comunitários e dos corredores de transumância.

Dado que o futuro dos povos pastores estará mais dependente da sociedade envolvente do que das suas incidências internas, deverão ser aprofundados os conhecimentos sobre os recursos associados às sociedades pastoris para apoiar as medidas a adoptar para salvaguardar os valores culturais desses povos, bem como o desenvolvimento sustentado do País.

Dadas as limitadas capacidades (e.g. recursos humanos e informação cartográfica de base) ainda existentes em Angola para avaliar recursos pelas novas tecnologias é de todo conveniente à interacção com países membros da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral para desenvolver projectos regionais, aproveitando muitas das capacidades e meios técnicos existentes para a avaliação dos recursos de terras e para a monitorização ambiental nomeadamente das secas, das condições de vigor da vegetação e até nas previsões das colheitas. Assim, o presente estudo pode contribuir para o imprescindível desenvolvimento das capacidades nacionais para a adaptação e mitigação das alterações climáticas.

8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBIZ. 2013. Agricultural Outlook Brief: Angola's Livestock Markets. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. Spears (PTY), Lda. Pretoria. 10 p.

Aguiar, F.Q.B. 1988. Estudo agro-ecológico da Huila. FAO-AGL-ANG/80/038. Huambo.

ALERTNET. 2013. Maasai cattle breeders adapt their practices to the changing climate. *Farm Radio*. Issue 234. Nairobi.

Amaral, I. 1985. Processos e formas de evolução do relevo em rochas da Orla Sedimentar do deserto de Moçâmedes (Angola) – 1ª parte. *Garcia de Orta, Série Geografia* 10(1-2): 1- 40.

Ayantunde, A. A., Leeuw, J., Turner, M.D. & Said, M. 2007. Challenges of assessing the sustainability of (agro)-pastoral systems. *Livestock Science* 139(1): 30-43.

Azevedo, A.L., Réfega, A.G., Sousa, E.C., Portas, C.A.M., Vilhena, M.A.L., Marques, M.M. & Sá, V.H.L. 1972. *Caracterização Sumária das Condições Ambientais de Angola*. Cursos Superiores de Agronomia e Silvicultura. Nova Lisboa.

Barbosa, L. A. G. 1970. *Carta Fitogeográfica da Angola*, Esc. 1:2.500.000. Instituto de Investigação Científica de Angola. Luanda. 323 p.

Bassetta, T. J. 2009. Mobile pastoralism on the brink of land privatization in Northern Côte d'Ivoire. *Geoforum* 40(5): 756-766.

Batjes, N.H. 1995. World carbon stocks and global change. ISRIC – International Soil Reference and Information Centre. Working Paper and Preprint 95/11. Wageningen.

Bauer, S. & Scholz, I. 2010. Adaptation to climate change in Southern Africa: new boundaries for sustainable development? *Climate and Development* 2: 83-93.

Beatty, M.T., Petersen, G.W. & Swindale, L.D. (eds) 1979. *Planning the Uses and Management of Land*. Agronomy Monograph 21. American Society of Agronomy. Madison, WI.

Bennett, J., Ainslieb, A. & Davisc, J. 2010. Fenced in: Common property struggles in the management of communal rangelands in central Eastern Cape Province, South Africa. *Land Use Policy* 27 (2): 340-350.

Berg, H.M. 2002. Mapeamento dos recursos naturais do Sudoeste de Angola. Parte do Projecto de Abastecimento de Águas às zonas Rurais do Sudoeste de Angola. MINADER – Ministério da Agricultura de do Desenvolvimento Rural. Luanda.

Blench, R. 2001. "You can't go home again". *Pastoralism in the new millennium*. Overseas Development Institute. London.

Boone, R.B., Galvin, K.A., Silver, S. B., Thornton, P.K., Ojima, D.S. & Jawson, J.R. 2011. Using coupled simulation models to link pastoral decision making and ecosystem services. *Ecology and Society* 16 (2). <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art6/>

Bouma, B.A.M., Schipper, R.A., Nieuwenhuys, A., Hengsdijk, H. & Jansen, H.G.P. 1998. Quantifying economic and biophysical sustainability trade-offs in land use exploration at the regional level: a case study for the Northern Atlantic Zone of Costa Rica. *Ecological Modelling* 114: 95–109.

Brady, N.C. & Weil, R.R. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. Pearson Education. New Jersey.

- Brown, M. E. 2008. *FEWS_NET – Famine Early Warning Systems and Remote Sensing Data*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Oakton. 30 p.
- Buol, S.W., Hole, R.D., MacCracken, R.J. & Southard, R.J. 1997. *Soil Genesis and Classification*. Fourth Edition. Iowa State University Press. Iowa.
- Buol, S. W., Sanchez, P.A., Cate, R. B. & Granger, M.A. 1975. Soil fertility capability classification. *In: E. Boruemisza & A. Alvarado (eds) Soil Management in Tropical America*, pp.126-141. North Carolina State University. Raleigh.
- Burrough, P.A. & MacDonnell, R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. New York.
- Butta, B. 2010. Seasonal space-time dynamics of cattle behavior and mobility among Maasai pastoralists in semi-arid Kenya. *Journal of Arid Environments* 74(3): 403-413.
- Calzolari, C., Constantini, E.C., Ungaro, F. & Venuti, L. 2009. *Soil and Land Evaluation: History Definitions and Concepts*. CNR-IRPI, CRA-ABP. Firenzi.
- Campbell, D, Gichohi, H., Mwangi, A. & Chege, L. 2000. Land use conflict in Kajiado District, Kenya. *Land Use Policy* 17: 337-348.
- Carvalho, E. C. 1963. Esboço de zonagem agrícola de Angola. *Fomento* 1(3): 67-72
- Carvalho, E. C. 1974. “Traditional” and “modern” patterns of cattle raising in Southwestern Angola: a critical evolution of change from pastoralism to ranching”. *Journal of Developing Areas* 8 (2): 199-226.
- Carvalho, E. C & Silva, V. da, 1973. The Cunene Region: Ecological analysis of an African agropastoral system. *In: Social Change in Angola*, pp. 146-191. Franz Whelm Heimer (Ed.), Munich Weltforum Verlag.
- Carvalho, H. 1982. *Geologia de Angola, Escala 1:1000.000*. Instituto de Investigação Científica Tropical – Centro de Geologia. Lisboa.
- Carvalho, R.D. 1995. “O futuro já começou? Transições políticas e afirmação identitária entre os pastores Kuvale (Herero) do Sudoeste de Angola”. *Lusotopie* 11: 221-237.
- Carvalho, R.D. 1997. *Aviso à Navegação. Olhar Sucinto e Preliminar sobre os Pastores Kuvale da Província do Namibe*. INALD. Luanda.
- Carvalho, R.D. 1999. *Vou lá Visitar Pastores. Exploração Epistolar de um Percurso Angolano em Território Kuvale*. Edições Cotovia, Lisboa.
- Cassel, D.k. & Lal, R. 1992. Soil physical properties of the tropics: common beliefs and management restraints. *In: R. Lal & P. Sanchez (eds) Myths and Science of Soils of the Tropics*, pp. 61-89. Soil Science Society of America, Inc, American Society of Agronomy, Inc. SSA Special Publication 29.
- CEP. 1995. *Carta Geral dos Solos de Angola: 8. Província de Malanje*. Missão de Pedologia de Angola. Memórias do Instituto de Investigação Científica Tropical, nº71 (2ª série). Instituto de Investigação Científica Tropical. Lisboa.
- CEPT. 1961. Informação preliminar acerca de normas para a caracterização morfológica dos solos. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa.
- Chishakwe, N. E. 2010. Southern Africa Sub-Regional framework on climate change programmes report. African Ministerial Conference on Environment (AMCEN). Johannesburg 77 p.

- Cissé, S. 1983. Pratiques de sédentarité et nomadisme au Mali, réalité sociologique ou slogan politique? Ministère de l'Environnement et l'Élevage. CIPEA. Bamako.
- Constantini, E.C. Ed. 2009. *Manual of Methods for Soil and Land Evaluation*. Centro di Ricerca per L'Agrobiologia e la Pedologia. Florence. 549 p.
- Correia, J.O. & Santos, J.M.G. 1998. Avaliação dos recursos pecuários das províncias da Huila, Cunene e Namibe. Agropromotora Internacional. Lubango.
- Costa, J.V.B. 2001. *Estudo e Classificação das Rochas por Exame Macroscópico*. 10ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 196 p.
- De la Rosa, D., Moreno, J.A., Garcia, L.V. & Almorza, J. 1992. MicroLEIS: a microcomputer based Mediterranean land evaluation information system. *Soil Use and Management* 8: 89-96.
- DFRD. 1960. *Canada Land Inventory Agriculture Capability*. Ottawa, Ontario, Canada.
- De Leenher, L. & Van Hove, J. 1958. Détermination de la teneur en carbone organique des sols. *Pédologie* 8: 39-77.
- Dent, D. & Young, A. 1981. *Soil Survey and Land Evaluation*. George Allen and Unwin, London. 278 p.
- Desjardins, R.L., Sivakumar, M.V.K. & de Kimpe, C. 2007. The contribution of agriculture to the state of climate. Workshop summary and recommendations. *Agriculture and Forest Meteorology* 142: 2-4.
- Di Gregorio, A. & Jansen, L.J.M. 2000. Land Cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual for software version 1.0. Environment and Natural Resources Service (SDRN), GCP/RAF/287/ITA Africover–East Africa Project and Land and Plant Nutrition Management Service (AGLN). FAO, Rome. 179 p. plus CD-ROM.
- Diário da República nº 90, 1ª Série. 2004. Lei das Terras – Lei 09/04. Assembleia Nacional. Imprensa Nacional. República de Angola. Luanda
- Diário da República. 2007. Decreto nº 58/07 - Regulamento da Lei das Terras. Conselho de Ministros. Imprensa Nacional. República de Angola. Luanda.
- Diniz A.C. 1973. *Características Mesológicas de Angola*. Série Estudos, 2, Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola. Nova Lisboa.
- Diniz, A.C. 1974. Os solos do vale do cavaco. Sua aptidão e utilização com o regadio. Nova Lisboa. IIAA, XII, 62 p.
- Diniz, A. C. 2002. *Grandes Bacias Hidrográficas de Angola. Recursos em Terras com Aptidão para Regadio. Cuanza Noroeste Angolano, Sudoeste Angolano*. APAD – Agência Portuguesa de Apoio ao Desenvolvimento. Instituto de Cooperação Portuguesa. Lisboa.
- Diniz, A.C. 2006. *Características Mesológicas de Angola (2ª Edição)*. Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento. Lisboa. 546 p.
- Diniz, A.C. & Aguiar F.B. 1967. Regiões naturais de Angola. *Fomento* 5 (1): 45-50.
- Diniz, A.C. & Aguiar, F. B. 1968. Estudo de solos do platô de Luanda. IIAA. Série Científica nº 4. Nova Lisboa. 94 p.

- Diniz, A.C. & Aguiar, F. B. 1998. *Zonagem Agro-Ecológica de Angola. Estudo Cobrindo 200.000 km² do Território*. ICP/Fundação Portugal-África/Fundo BETA para o Desenvolvimento. Lisboa.
- Dregne, H. E. 1986. Desertification of arid lands. *In* F. El-Baz & M. H. A. Hassan (eds) *Physics of Desertification*, pp. 4-34. Martinus Nijhoff. Dordrecht.
- Duchaufour, Ph. 1977. *Pedologie, I – Pedogenèse et Classification*. (Sous la Direction de Ph. Duchaufour et B. Souchier). Masson. Paris.
- Dumanski, J. & Smyth, A.J. 1994. The issues and challenges of sustainable land management. *In* R.C. Wood & J. Dumanski (eds) *Proceedings International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century*. Vol. 2: Plenary Papers. Agricultural Institute of Canada. Ottawa.
- DWA. 2011. Relatório do Impacto das Alterações Climáticas em Angola. Vulnerabilidade e Adaptação. Ministério do Ambiente. Development Workshop Angola. Luanda. 82 p.
- ESRI. 2011. What's new in ArcGIS 10.1 for Server. www.esri.com/arcgis
- Esterman, C. 1961. Etnografia do Sudoeste de Angola – 3, o grupo étnico Herero. Junta de Investigações do Ultramar, Memórias, nº 30. Lisboa.
- Eswaran, H., Kimble, J., Cook, T. & Beironth, F.H. 1992. Diversity in the tropics: implications for agricultural development. *In* R. Lal & P. Sanchez (eds) *Myths and Science of Soils of the Tropics*, pp. 1-16. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Inc. SSA Special Publication 29.
- Eswaran, H., Van den Berg, E. & Reich, P. 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society of America Journal* 57: 192-194.
- Eswaran, H., Van de Berg, E., Reich, P. & Kimble, J. 1995. Global soil carbon reserves. *In* R. Lal, J. Kimbel, E. Levine, & B.A. Stewar (eds) *Soils and Global Change*, p. 27-43. Lewis Publishers. Boca Raton.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin 32. Rome,
- FAO 1977. Guidelines for soil profile description. Third edition (Revised) 1990. FAO. Rome.
- FAO. 1983. Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture, FAO Soils Bulletin 52. Rome.
- FAO. 1984. Land evaluation for forestry. FAO Forestry Paper No. 48. Rome.
- FAO. 1985. Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture, FAO Soils Bulletin 55. Rome.
- FAO 1988. FAO/UNESCO Revised Legend of the soil map of the World. World Soil Resources Report. Rome.
- FAO. 1991. Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome.
- FAO. 1993. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. World Soil Resources Report 73. Rome.
- FAO. 1995. Our land, our future – A new approach to land use planning and management. Rome.
- FAO. 1996. Agro-ecological zoning guidelines. FAO Soils Bulletin 73. Rome.

- FAO. 1997. Negotiating a sustainable future for land – structural and institutional guidelines for land resources management in the 21st century. Rome.
- FAO 1999. The future of our land – Facing the challenge. Guidelines for integrated planning for sustainable management of land resources. Rome.
- FAO. 2004 a. Carbon sequestration in dryland soils. World Soil Report 102. Rome.
- FAO. 2004 b. ECOCROP – The crop environmental requirements database & the crop environmental response database. FAO Land and Water Digital Media Series - CD-ROM. Rome.
- FAO. 2007. Land evaluation. Towards a revised framework. FAO Land and Water Discussion paper 6. Rome.
- FAO. 2009. Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change. Neely, Bunning, S. & Wilkes, A. (eds). Water Discussion Paper 8. Rome.
- FAOSTAT. 2010. FAO Statistical Yearbook. Rome.
- FAO & IIASA. 2000. Global Agro-Ecological Zones Assessment: Methodology and Results. Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg.
- FAO & IIASA. 2002. Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century: methodology and results. Rome, Italy and IIASA, Laxenburg.
- FAO & IIASA. 2012. Global Agro-ecological Zones (GAEZ v3.0). IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg.
- FAO, IIASA, ISRIC, ISS-CAS & JRC. 2012. Harmonized world soil database (version 1.2). FAO. Rome.
- FAO & ISRIC. 2003. Soil and Terrain Database for Southern Africa. Land and Water Digital Media Series 26. FAO. Rome.
- FAO & ISRIC /UNESCO. 1993. Global and national soils and terrain digital databases (SOTER). Procedures Manual. ISRIC. Wageningen. 115 p.
- FAO & UNESCO. 1974. Legend of the soil map of the world. FAO. Rome.
- FAO & UNEP, 1995. Our land our future - A new approach to land use planning and management. Rome.
- FAO & UNEP. 1997. Negotiating a Sustainable Future for Land. Structural and Institutional Guidelines for Land Resources Management in the 21st Century. Rome.
- FAO & UNEP. 1999. The Future of our land: facing the challenge. Guidelines for integrated planning for sustainable management of land resources. Rome.
- Faria, F. X., 1970. *Os Solos da Ilha de Santiago*. Estudos, Ensaios e Documentos, 124. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa. 157 p.
- Feio, M. 1946. O relevo de Angola, segundo as interpretações de Jessen e de Yeatch. *Boletim da Sociedade Geológica* 5(3) 46 p.
- Feio, M. 1964. A evolução da escadaria de aplanções do Sudoeste de Angola. *Garcia de Orta* 12 (2): 323-354.
- Feio, M. 1981. *O Relevo do Sudoeste de Angola. Estudo de Geomorfologia*. Memórias da Junta de Investigações Científicas do Ultramar, 67 (2ª S.), Lisboa. 326 p.

Franco, E.P.C, Ricardo, R.P. & Raposo, J.A. 1998. Teores de matéria orgânica dos solos de Angola. Sua distribuição geográfica. *Anais do Instituto Superior de Agronomia* 47: 71-97.

Franco, E.P.C, Ricardo, R.P. & Raposo, J.A. 2001. Carbono orgânico dos solos de Angola. Alguns números curiosos. *Revista de Ciências Agrárias* 24(3-4): 31-38.

Freiera, K.P., Uwe A. S. & Dynamic, M. F. 2011. Interactions between vegetation and land use in semi-arid Morocco: Using a Markov process for modeling rangelands under climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140 (3-4): 462-470.

Fresco, L.O., Huizing, H.G.J., van Keulen, H., Luning, H.A. & Schipper, R.A. 1992. Land evaluation and farming systems analysis for land use planning: FAO guidelines. (Unpublished Working Group Document).

GECHS. 2008. *Climate Change in Eastern and Southern Africa. Impacts, Vulnerability and Adaptation*. University of Oslo, Oslo.

GEPROC. 2001. Recolha e tratamento de elementos básicos para o desenvolvimento do estudo de viabilidade de uma sociedade de fomento pecuário. MINADER – Ministério da Agricultura de do Desenvolvimento Rural. Luanda.

GFA. 2011. Projecto de Melhoria de Acesso à Água e às Pastagens para as Comunidades de Pastores nos Corredores de Transumância; Províncias Huila, Cunene e Namibe, Projecto FOOD/2008/154277. GFA Consulting Group GmbH. Relatório Final. Lubango.

Geometral SA & Agroconsultores, Lda. 2004. *Elaboração da Carta de Solos e de Aptidão das Terras da Zona Interior Centro. Memória*. Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas, Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica. Lisboa.

George, H. 2009. An overview of land evaluation and land use planning at FAO. Land and Plant Nutrition Management Service. AGLL/FAO. Rome.

Godfrey, A. E. 1977. *A Physiographic Approach to Land Use Planning*. Ashley National Forest. Vernal, Utah.

Gomes, A.F. 2013. *Gado e Agricultura Familiar no Sudoeste de Angola. A Ecologia da Sobrevivência*. Tadinense, Braga.

Gonçalves H.A. 2005. *Especificidades da Teledetecção por Satélite Multi-Temporal no Sudoeste de Angola*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Física. Lisboa.

Gossweiler, J. 1939. *Carta Fitogeográfica de Angola. Esc. 1:2 000.000*. Governo Geral de Angola. Luanda.

Haagsna, B. & Hardman, J.1998. Desenvolvimento pastoril na África do Este. Oegstgeest/Zeist. Nairobi. 28 p.

Homewood, K. M. 2004. Policy, environment and development in African rangelands. *Environmental Science & Policy* 7(3): 125-143.

Horta, M.C. & Torrent, J. 2010. *Dinâmica do Fósforo no Solo. Perspectiva Agronómica e Ambiental*. Edições Instituto Politécnico de Castelo Branco. Castelo Branco. 97 p.

Huggins, C. 2006. Africa environment tracking: issues and developments. UNEP - United Nations Environment Programme. Nairobi, 50 p.

- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M. & Lister, M. 2001. African climate change: 1900-2100. *Climate Research* 17: 145-168.
- Hutson, J.L. & Wagenet, R.J. 1992. LEACHM. A process-based model of water and solute movement, transformation, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone. Version 3. SCAS *Research Series* 92, Cornell University, New York.
- IDF. 2007. Spatial assessment of the national status of forests, woodlands and sensitive ecosystems of Angola. Report. Angola Alliance & Du Hart Projects International. Instituto de Desenvolvimento Florestal. Luanda, p. 168.
- IFAD. 2010. Addressing climate change in East and Southern Africa. Environment and Climate Change Division. Rome.
- IGA. 1972. *Carta Geológica de Angola* 1/100 000 (folhas 355, 356, 376 e 377). Inspeção Geral dos Serviços de Geologia e Minas. Luanda.
- IIAA. 1963. Distribuição aproximada das zonas climáticas de Köppen e de algumas isotérmicas de interesse zootécnico (escala 1:3000.000). IIAA. Huambo.
- IICT/CEP. 1997. *Carta Generalizada dos Solos da Angola* (4ª Aproximação). Franco E.P.C. & Raposo J.A. (Coordenadores). Lisboa.
- ILRI. 2008. Climate change adaptation in relation to livestock and livelihood in West Africa. *Livestock Thematic Papers*. Nairobi. 24 p.
- INE. 2011a. *Inquérito Integrado sobre o Bem-Estar da População/IBEP*. Vol. I Relatório Analítico. Luanda. 186 p.
- INE. 2011b. *Inquérito Integrado sobre o Bem-Estar da População/IBEP*. Vol. II Relatório de Tabelas. Luanda. 335 p.
- INE. 2012. *Anuário de Estatísticas de Comércio Externo 2011*. Instituto Nacional de Estatística. Luanda. 173 p.
- IPCC. 2007. Climate change 2007: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Fourth assessment of the Intergovernmental Panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.
- ITC. 1988. ILWIS – *Integrated Land and Water Information System*. Enschede.
- IUSS Working Group WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources. 2nd edition. 103 World soil report No. 103. Rome.
- Jensen, J. R. 2005. *Introductory Image Processing, a Remote Sensing Perspective*. Third Edition. Pearson Prentice Hall, 526 p.
- JRC. 2007. Display of thematic maps, purity maps and confidence –level maps (on line). <http://eussoils.jrc.it/esdb archive/ esdbv2/fr thema.htm>.
- Juo, A.S.R. & Franzluebbers, K. 2003. *Tropical Soils. Properties and Management for Sustainable Agriculture*. Oxford University Press. New York.
- Käyhkö, N. 2011. Dynamic land use and land cover changes and their effect on forest resources in a coastal village of Matemwe Zanzibar. *Land Use Policy* 28: 26–37.
- Klingebiel, A.A. & Montgomery, P.H. 1961. Land capability classification. USDA Agricultural Handbook 210. Washington, D.C.
- Lillesand, M.T., Kiefer, R.W., & Chipman, J.W. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 6th Edition. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken. 756 p.

- Lourenço, I. 1992. Pastoreio e desertificação. Textos coordenados por J.E. Mendes Ferrão. Publicação Resultante do Seminário Sobre Agricultura e Desertificação. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Lisboa.
- Lubowski, R. 2006. Major uses of land in the United States. Economic Information Bulletin No. (EIB-14).
- Madeira, M.A.V. & Ricardo, R. P. 2012. *Factores e Processos de Evolução dos Solos*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa. 81 p.
- Manuel, M. 2005. *A Disponibilidade Hídrica Climática e Períodos de Crescimento Vegetativo em Quatro Localidades do Litoral Sul de Angola*. Tese de Mestrado em Agronomia e Recursos Naturais. Universidade Agostinho Neto. Huambo.
- Marques, M.M. 1986. Esboço das grandes unidades geomorfológicas de Angola. *Garcia de Orta* 11: 41-44.
- McRae, S. G. & Burnham, C.P. 1981. *Land Evaluation. Monographs on Soil Survey*. Clarendon Press. Oxford.
- Meijerink, A.M., Valenzuela, C. R. & Stewart, A. (Editors). 1988. The integrated land and water information system. ITC Publication Number 7. International Institute for Aerospace Surveys & Earth Sciences (ITC). Enschede.
- Mehra O. P. & Jackson M. L. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals* 7: 317-327.
- MIAA. 1970. Recenseamento agrícola de Angola. 28 – Zona subdesértica do litoral (zona agrícola nº 22/29), Agricultura tradicional. Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola. Luanda.
- MINADER. 2006. Rotas de transumância na época colonial. Normas gerais para o planeamento e ordenamento da pastorícia nos distritos da Huíla e Mocâmedes. Luanda.
- MINAGRI. 1984. Projecto de racionalização da pecuária do Sul de Angola (Províncias da Huila, Namibe, Cunene e Benguela). Lubango.
- Ministério do Ambiente. 2011. National adaptation programme of action (NAPA) under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Luanda.
- MINPLAN. 2010. *Relatório sobre os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio*. Ministério do Planeamento, Luanda. 84 p.
- Morais, J.A. 1974. *Contributions à l'Étude des Ecosystemes Pastoraux, Les Vakuvais do Chingo*. Thèse de Doctorat. Université de Paris VII. Paris.
- MPA. 1963. *Carta Geral dos Solos de Angola: 3. Distrito de Moçâmedes*. Missão de Pedologia de Angola. (2ª série), Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa.
- MPAM & CEPT. 1968. *Carta Generalizada dos Solos de Angola (3ª Aproximação)*. Memórias, nº5 (2ª Série). Missão de Pedologia de Angola e Moçambique & Centro de Estudos de Pedologia Tropical, Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa.
- Monteiro, M. F.G. 2004. *Factores Determinantes do Hidromorfismo em Solos do Sul de Portugal*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agrónoma. ISA/UTL. Lisboa.
- MPIDO. 2012. Indigenous people's mitigation and adaptation to climate change: experiences from the maasai of Southern Kenya. Nairobi.

Munyao, J. N. 2010. *Early Warning Systems And Rain Water Harvesting Technologies as Coping Mechanisms against Climate Change in Enkaroni – Kajjado District –Kenya*. Msc. Thesis. Faculty of Agriculture. College of Agriculture and Veterinary Sciences, Nairobi. 125 p.

NASA & NGA. 2006. SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. National Aviation Spatial Agency & National Geospatial-Intelligence Agency <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.

Nardone, A., Ronchia, B., Laceteraa, N., Ranieria, M.S. & Bernabuccia, U. 2011. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130: 57–69.

Neameh, J. 2003. *Land Evaluation for Land Use Planning with Special Attention to Sustainable Fodder Production in the Rouzeh Chai catchment of Orumiyeh Area, Iran*. MSc Thesis . ITC, Enschede. 95 p.

Nori, M., Taylor, M. & Sensi, A. 2008. Browsing on fences. Pastoral land rights, livelihoods and adaptation to climate change. IIED Issue paper 148. Russell Press, Nottingham. 20 p.

Ogato, L. & Sarfatti, P. 2009. Land evaluation for developing countries. In: Manual of Methods for Soil and Land Evaluation (ed. Constantini, E.A.C, 2009). IAO – Instituto Agronomico per l’Oltremare. Firenze.

Okayasua, T., Okuroa T., Jamsranb, U. & Takeuchia, K. 2010. An intrinsic mechanism for the co-existence of different survival strategies within mobile pastoralist communities. The University of Tokyo, Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan.

Okello, M.M. & D’Amour, D.E. 2008. Agricultural expansion within Kimana electric fences and implications for natural resource conservation around Amboseli National Park. Kenya. *Journal of Arid Environments* 72: 2179-2192

Olsen, S.R. & Sommers, L.E. 1982. Phosphorus, In Page, A.L. et al. (ed) *Methods of Soil Analysis – Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, Second Edition, pp. 403-430. Agronomy 9, Part 2. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America , Inc. Madison Winsconsin.

Pereira, J.A. 1978. O pastoreio na produção animal. FCA – Faculdade de Ciência Agrárias. Memeografado. Huambo. 36 p.

Pereira, J.L. 1962. Algumas regiões ecológicas-zootécnicas de Angola e o seu fomento pecuário. *Garcia de Orta* 10 (4): 623-633.

Pereira, J.L. 1966. Fomento da bovinicultura em Angola. *Fomento* 4: 339-344

Pereira, J.L. 1967. Fomento da bovinicultura em Angola. *Fomento* 5: 29-42

Pereira, J.L. 1969. *A Ovinicultura de Lã em Regiões Tropicais*. Bases para o fomento zootécnico da criação de ovinos de lã em Angola. Junta de Investigações do Ultramar. Estudos, Ensaios e Documentos 123. Lisboa. 487 p.

Pereira, J.M.C. 2008. Detecção Remota e Análise de Imagens. Texto de apoio didáctico. Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa.

PNUD. 2013. *Relatório do Desenvolvimento Humano 2013. A Ascensão do Sul: Progresso Humano num Mundo Diversificado*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. New York. 212 p.

Póvoas, I. & Barral, M. F. 1992. Métodos de análise de solos. Comunicações do Instituto de Investigação Científica Tropical, nº 10. Lisboa.

Pretty, J N, Morison, J I L & Hine, R E. 2011. *Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries*. Agriculture Ecosystem & Environment. 95: 217–34

Radulescu, S. & Orășanu, M. 2011. *Models for the global climate*. College of Advanced Studies, Aurel-Vlaicu (India).

Raposo, J.A. 2000. *Zonagem Agro-Ecológica do Cuanza Sul (Angola) com Recurso a um Sistema de Informação Geográfica*. IICT/CEP, Lisboa. 257 p.

Rass, N. 2006. Policies and strategies to address vulnerability of pastoralists in Sub-Saharan Africa. *Pro-Poor Livestock Initiative*. Working paper 37. Rome. 102 p.

Ravi, S., Breshears, D. D., Huxman, T. E. & D'Odorico, P. 2010. Land degradation in drylands. *Journal of Geomorphology* 2: 55-59.

Rella, J.M.Z. 1970. A pecuária no sul de Angola. Alguns aspectos e considerações de ordem geral. SPIEIA –Serviços de Planeamento e Integração Económica. Luanda.

Rhoades, J.D. 1982. Cation exchange capacity *In* Page, A.L. *et al.* (ed) *Methods of Soil Analysis – Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, Second Edition, pp. 149 - 157. Agronomy 9, Part 2. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin.

Rossiter, D.G. 1990. ALES (Automated Land Evaluation System): a framework for land evaluation using a microcomputer. *Soil Use and Management* 6: 7-20.

Rossiter, D.G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma* 72: 165-190.

Sanchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Sanchez, P. A., Couto, W. & Buol, S.W. 1982a. The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability, and modification. *Geoderma* 27: 283-309.

Sanchez, P.A., Gighuru, M.P. & Katz, L.B. 1982b. Organic matter in major soils of the world of tropical and temperate region. *12th International Congress of Soil Science*, 99-114, New Delhi.

Sanchez, P.A. & Logan, T.J. 1992. Myths and science about chemistry and fertility of soils in the tropics. *In*: R. Lal & P. Sanchez (eds), *Myths and Science of Soils of the Tropics*, p. 35-46. Soil Science Society of America, Inc, American Society of Agronomy, Inc. SSA Special Publication 29.

Sanchez, P.A., Palm, C.A. & Buol, S.W. 2003. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma* 114: 157-185.

SANSA. 2012. Earth Observation: Terabyte disk: Angola AMESD Data. South African Space Agency. Pretoria.

Santos, G. & Zacarias, I. 2010. Pesquisa sobre diferendos e conflitos de terras e as formas da sua resolução. Acção para o Desenvolvimento Rural e Ambiente & Ajuda Popular da Noruega. Luanda.

SATEC-SOGREAH. 1991. Estudo de viabilidade de um projecto de desenvolvimento do gado nas províncias da Huila, Namibe e Cunene – parte 1- Projecto Pastorício. Ministério da Agricultura. Luanda.

Scott, J.D. 1955. *Principles of Pasture Management. The Grasses and Pastures of South Africa*. Central News Agency, Parow (South Africa).

Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA) 1972. Carta de Capacidade de Uso do Solo de Portugal. Bases e Normas adoptadas na sua Elaboração. *Boletim de Solos do SROA* 12.

Siderius, W. 1986. *Land use planning and land conservation in sloping areas*. ILRI 40. Wageningen.

Silva, H. L. 1993. Contribuição para uma bibliografia sobre agricultura, silvicultura, pecuária e pescas de Angola. *Comunicações*. Série Ciências Agrárias 12. Instituto de Investigação Científica Tropical. Lisboa.

Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. USDA – NRCS. Second Edition. Agriculture Handbook 436. Washington D.C.

Soil Survey Staff. 2010 – *Keys to Soil Taxonomy 11th Edition*. United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service. Washington D.C.

Soil Survey Division Staff. 1951. *Soil Survey Manual*. US Department of Agriculture Handbook no 18. Agriculture Research Administration. United States Department of Agriculture. Washington.

Sotto-Mayor, A.A. de, (1943) Operações Militares de Polícia para Repressão das Tribos Mucubais Insubmissas na Colónia de Angola. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 24 p.

Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. 1991a. *Land Evaluation*. Part 1: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural publications 7,1. General Administration of Development Cooperation of Belgium. Brussels. 273 p.

Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. 1991b. *Land Evaluation*. Part 2: Methods in land evaluation. Agricultural publications 7,2. General Administration of Development Cooperation of Belgium. Brussels.

Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. 1993. *Land Evaluation*. Part 3: Crop requirement. Agricultural publications 7,3. General Administration of Development Cooperation of Belgium. Brussels.

Teague, W.R., Kreuter, U.P., Grant, W.E, Diaz-Solis, H. & Kothmann, M.M. 2009. Economic implications of maintaining rangeland ecosystem health in a semi-arid savanna. *Ecological Economics* 68: 1417-1429.

Tersteeg, J.L. & Radcliffe, D.J., 1994. Crop yield Simulation on land assessment model for Botswana. *Version 2.0*. Project TCP/BOT/0–053. FAO/Ministry of Agriculture. Gaborone.

Thornton, P.K, Jones PG, Owiyo T, Kruska, R.L., Herrero M, Kristjanson, P., Notenbaert A, Bekele, N. & Omolo, A, U. 2006. Mapping climate vulnerability and poverty in Africa. Report to the Department for International Development, ILRI. Nairobi. 171p.

Tsoumakas, G. & Vlahavas, I. 1999. ISLE: An Intelligent System for Land Evaluation. p. 26–32 in: Proceedings ACAI'99 Workshop on Intelligent Techniques for Spatio-Temporal Data Analysis in Environmental Applications.

UNCED. 1993. Agenda 21: Programme of action for sustainable development. United Nations. New York.

UNEP. 1992. World Atlas of Desertification. Edward Arnold a division of Hodder & Stoughton. London.

UNEP, ISSS, ISRIC & FAO. 1995. Global and national soil and terrain digital databases. Procedures manual (revised edition). Engelen, V.W.P. van & Wen, T.T. (eds). ISRIC. Wageningen. 99p.

UNFPA. 2010. Annual Report 2010. United Nations Population Fund. New York

UNRISD. 2010. Identities, Conflict and Cohesion Programme Paper Number 10. United Nations Research Institute for Social Development. Geneva.

USBR. 1951. *Irrigated land use. Part 2: Land classification*. Bureau of Reclamation Manual, Vol. 5. Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior, Denver Federal Center, Denver CO. U.S. Government Printing Office. Washington DC.

USDA. 1983. Land Evaluation and Site: A Guidebook for Rating Agricultural Lands, First Edition. Soil and Water Conservation Society. Iowa.

USGS. 2005. Landsat 7 enhanced thematic mapper plus (etm+). US geological survey center for earth resources observation and science (EROS) Sioux Falls.
landsat.usgs.gov/science_l7_cpf.php

USGS. 2010. Landsat 4-5 Landsat Thematic Mapper. US Geological Survey Center for Earth Resources Observation and Science (EROS) Sioux Falls.
edc.usgs.gov/products/satellite.

Wambeke, A. Van. 1991. *Soils of the Tropics: Properties and Appraisal*. McGraw Hill. New York.

Ward, D., Ngairorue, B. T., Kathena, J., Samuels, R. & Ofran, Y. 1998. Land degradation is not a necessary outcome of communal pastoralism in arid Namibia. Agricultural College, University of Namibia. Windhoek.

Warner, T.A. & Campagna, D. J. 2009. Remote Sensing With IDRISI Taiga, A Beginners Guide. Geocarto International Center, Clark Labs, Clark University. Worcester.

WORLDAGROFORESTRY. 2013. Ecosystem-based adaptation: a buffer for pastoralists? World Agroforestry Centre. <http://blog.worldagroforestry.org> .

Zonneveld, I. S. 1989. The land unit - a fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology* 3(2): 67-86.

ANEXOS

ANEXO 1

**Características Morfológicas de Perfis
Representativos das Unidades Pedológicas**

Perfil P017

Classificação WRB 2006: Regossolo Háplico Calcárico (*Endolepti-Calcaric Regosol*)

Localização: 15° -02' 26,8" S; 12° 58' 30,3" E

Altitude: 406 m

Geologia e litologia: formações erutivas (dioritos e granodioritos)

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado

Topografia: plano-convexa

Drenagem: externa e interna boas

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Sarcocaulom mossamedenses* e *Ximena caffra*.

- Ah** 0 – 20 cm Cinzento-escuro 10YR 4/2 (h), arenoso franco a franco arenoso com bastante saibro e algum cascalho quartzoso e xistoso; anisoforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade pequena; branda a ligeiramente dura; muito friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros finos e muito finos e raros médios; efervescência moderada com HCl; poucas raízes finas e muito finas; húmido; contacto lítico
- C** 20-35 cm Horizonte pedregoso com materiais graníticos, quartzosos e feldspáticos de várias dimensões e em diferentes estágios de decomposição
- CR** > 35cm Fragmentos de rochas incluindo pedras e calhaus de quartzo, xistos e rocha calcária.

Descrito por: Joaquim César e Bartolomeu Pequeno 30/05/07

Perfil P019

Classificação WRB 2006: Leptossolo háplico dístrico (*hapli-dystric Leptosol*)

Localização: 15° 04' 8,4" S; 13° 14' 41,2" E

Altitude: 1678 m

Geologia e litologia: Grupo da Chela (argilitos, arenitos e quartzitos)

Clima: sub-húmido

Relevo: topo de montanha

Topografia: convexa

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: floresta aberta (*Miombo*).

Ah 0 - 20 Pardo 10YR 3/3 (h), franco arenoso, pedregoso, muito saibro quartzozo e
cm feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, moderada; compactidade mínima, ligeiramente dura a dura; friável; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, finos e médios e raros grosseiros; sem efervescência ao HCl; raras raízes finas e médias e raras grossas; lítico com

R > 20cm Rochas fragmentadas (arenitos, quartzitos)

Descrito por: António Neto e Jorge Muondo - 15/05/06

Perfil P024

Classificação WRB 2006: Luvissole Hápico Hiperêutrico (*Hapli-Hypereutric Luvisol*)

Localização: 15° 03' 5,4" S; 13° 07' 25,5" E

Altitude: 693 m

Geologia e litologia: granitos do Caraculo-Bibala (granitos, quartzitos, granodioritos)

Clima: sub-húmido seco

Relevo: ondulado suave a aplanado (sopé da Escarpa da Chela)

Topografia: plano-côncava

Drenagem: interna e externa boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophosoermum mopane*, *Comíferas*, *Adansonia Digitata*, *Bosinia sp.*

Ahk 0 -25 cm	Pardo 7.5YR 3/4 (h); franco-argiloso, pedregoso, com pedras, calhaus e pedras miúdas boleadas e sub-roladas e com algum saibro feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca; compactidade pequena; ligeiramente dura; friável; pegajoso e plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; poucas raízes finas e finas e raras grossas; seco, transição evidente para
Bt1 25 – 45 cm	Pardo 7.5YR 3/4 (h); argiloso; anisoforme subangulosa fina fraca com algum saibro; compactidade pequena; pegajoso e plástico; pouco poroso, com poros finos e médios; alguma raízes grossas e algumas médias e finas; húmido, seco, transição gradual para
Bt2 45– 70 cm	Pardo 7.5YR 4/6 (h); argiloso, com algum saibro, e cascalho quartzoso e feldspático, anisoforme subangulosa fina, fraca; compactidade mínima; ligeiramente dura; pegajoso e plástico; friável, pouco poroso, finos e muito finos; raras raízes finas e muito finas; seco; contacto lítico
R > 70 cm	Blocos, calhaus e pedras rolados e sub-rolados de granitos e granodioritos

Descrito por: António Neto e Jorge Muondo aos 16/05/06

Perfil P034

Classificação WRB 2006: Luvissole Hápico Hiperêutrico (*Hapli-Hypereutric Luvisol*)

Localização: 15° 07' 13,3" S; 12° 46' 46,6" E

Altitude: -

Geologia e litologia: granitos

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado

Topografia: plano a plano-convexa

Drenagem: interna e externa boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophosoermum mopane*, *Adenolobus mossamedenses*, *Bosnia welwitchi*, *Eragrostis dinteri*, *Aristida efusa*.

Ah/R 0 - 17 cm	Pardo escuro 2,5 Y3/2 (h); franco- arenoso, pedregoso, com pedras, calhaus e pedras miúdas boleadas e sub-roladas e com algum saibro feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, moderada; compacidade pequena; ligeiramente dura; friável; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; poucas raízes finas e finas e; seco, transição difusa para
Ck/R 17 – 71 cm	Pálido 2.5Y 5/4 (h); argiloso com algum saibro; sem agregação; compacidade pequena; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, finos e médios; alguma raízes grossas e algumas médias e finas; seco, contacto lítico
R > 71 cm	Blocos, calhaus e pedras rolados e sub-rolados de granitos e granodioritos

Descrito por: Bartolomeu Pequeno e Amélia Chitwé aos 18/05/06

Perfil P042

Classificação WRB 2006: Luvissole Endoléptico Rúptico (*Endolepti-Ruptic Luvisol*)

Localização: 15° 04' 02,3" S; 13° 03' 43,9" E

Altitude: 464 m

Geologia e litologia: rochas eruptivas (dioritos e granodioritos e quartzo)

Clima: semi-árido

Relevo: relevo ondulado moderado a suave

Topografia: suavemente ondulado sob a influência de montanhas

Drenagem: externa e interna boas

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Terminalia prunoides*, *Dyrostachys glomerata*, *Aristida horbeacea*, *Eragrostys denterys*.

Ahk 0 -20 cm	Alaranjado 7,YR5/6 (h); franco- arenoso, com algum saibro quartzo e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, moderada; compactidade pequena; friável; ligeiramente dura; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; algumas raízes grosseiras e médias; seco, transição gradual para
Bt1 20 – 40 cm	Alaranjado 7.5YR 5/8 (h); franco-arenoso com algum saibro quartzoso e feldspático; anisoforme subangulosa moderada, compactidade pequena; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, finos e médios; alguma raízes grossas e algumas médias e finas; húmido, seco, transição gradual para
Bt2 40 – 60 cm	Alaranjado 7.5YR 4/8 (h); franco-arenoso, com algum saibro, e cascalho quartzoso e feldspático, anisoforme subangulosa fina, fraca; compactidade mínima; ligeiramente dura; pegajoso e plástico; friável, pouco poroso, finos e muito finos; raras raízes finas e muito finas; seco; contacto lítico
LP 60 – 63 cm	Linha de pedras de granitos e granodioritos,
2C 63 -90 cm	Camada de materiais arenosos com elementos grosseiros incluindo pedras miúdas, saibro e cascalho quartzoso e feldspático
R > 90 cm	Rocha consolidada granítica

Descrito por: Mateus Manuel e Daniel Dissoloquele aos 19/05/06

Perfil P058

Classificação WRB 2006: Regossolo Háplico Êutrico (*Hapli-Eutric Regosol*)

Localização: 15° 11' 41,3" S; 13° 05' 26,3" E

Altitude: 501 m

Geologia e litologia: depósitos diversos e materiais calcários

Clima: semi-árido

Relevo: plano a ligeiramente ondulado

Topografia: plano-convexa

Drenagem: externa e interna boas

Vegetação/cobertura da terra: mata com *Acácia spp*, e arbustos incluindo *Colophospermum mopane*, *Sarcocaula mossamedenses*, *Bósnia welwitchi*, *Eragrostis dinteri*, *Aristida destisa*.

- Ahk 0 -20** Cinzento escuro 7,YR5/2(h); franco- argiloso, pedregoso com bastante saibro e algumas pedras miúdas e cascalho boleado de quartzo e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca; compactidade pequena; friável; ligeiramente dura; pegajoso e plástico; com algumas fendas, pouco poroso, finos; forte efervescência com HCl; algumas raízes grosseiras e médias; seco, transição difusa para
- Ck1 20 – 50** Cinzento escuro 7.5YR 4/2 (h); franco-argilo-limoso com algum saibro quatzozo e feldsático; sem agregação; compactidade pequena; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, com poros finos e médios; forte efervescência com HCl; alguma raízes grossas e algumas médias e finas;; seco, transição gradual para
- Ck2 50 – 80** Cinzento escuro 7.5YR 4/2 (h);franco, com algum saibro, e cascalho quartzoso e feldspático; sem agregação; compactidade mínima; ligeiramente dura; pegajoso e plástico;friável, pouco poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e muto finas;seco; contacto lítico
- CR > 90 cm** Camada de sedimentos calcários.

Descrito por: Mateus Manuel e Daniel Dissoloquele aos 22/05/06

Perfil P063

Classificação WRB 2006: Leptosolo Háplico Êutrico (*Hapli-EutricLeptosol*)

Localização: 15° 18' 05" S; 13° 07' 14,3" E

Altitude: 542 m

Geologia e litologia: depósitos diversos.

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado forte e montanhoso

Topografia: baixa de encosta plano-concava

Drenagem: externa excessiva, interna boa

Vegetação/cobertura da terra: arbustos diversos cactos e espinheiras

LP 0-20 cm Manto de recobrimento com blocos, pedras e calhaus diversos,

Ah 20-30 cm Alaranjado 7,5YR 4/6 (h), arenoso-franco, pedregoso, pedras, pedras miúdas, muito saibro e cascalho quartzoso e feldspático; sem agregação, solto; friável; não pegajoso, não plástico; pouco poroso, com poroso finos e médios e raros grosseiros; fraca efervescência com HCl; raras raízes finas contacto lítico

R >20 cm Depósitos de pedras e calhaus de diversos.

Descrito por: Jorge Muondo e António Neto aos 19/05/06

Perfil P066

Classificação WRB 2006: Leptossolo Lítico Calcárico (*Lithi-Calcaric Leptosol*)

Localização: 15° 24' 23,8" S; 12° 58' 15,4" E

Altitude: 414 m

Geologia e litologia: rochas eruptivas (dioritos e granodioritos) e calcários (mármore)

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado

Topografia: plano-côncava

Drenagem: interna e externa boas

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Terminalia prunoides*, *Dycrostachys glomerata*, *Sarcoculon mossamedensis* e *Acacia spp.* *Aristida horbeacea*, *Eragrostys denterys*.

- Ahk 0 -12 cm** Pardo 7,YR5/2(h); franco- arenoso, com algumas pedras miúdas, cascalho, e saibro quartzoso e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca; compacidade pequena; friável; ligeiramente dura; pouco pegajoso e pouco plástico; com algumas fendas oblíquas, pouco poroso, com poros finos; forte efervescência com HCl; algumas raízes médias e finas; seco, transição gradual para
- AB 12 – 30 cm** Horizonte com características semelhantes ao sobrejacente mas diferindo deste pela cor ligeiramente mais clara e maior concentração de elementos grosseiros.
- Bk 30– 55 cm** Amarelado 7.5YR 4/2 (h); franco- arenoso, pedregoso, com bastante saibro, e cascalho quartzoso e feldspático e materiais calcários; anisoforme subangulosa, fina e média, médio fraca; compacidade mínima; ligeiramente dura; pegajoso e plástico;friável, pouco poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; poucas raízes finas e muito finas;seco; contacto lítico
- CR > 55 cm** Fragmentos de rocha calcária (mármore).

Descrito por: Joaquim César e Ernesto Caprinde aos 14/11/2008

Perfil P088

Classificação WRB 2006: Cambissolo Endoléptico Êutrico (*Endoleptic-EutricCambissol*)

Localização: 15° 37' 27,4" S; 13° 05' 43,27" E

Altitude: 463 m

Geologia e litologia: complexo xisto-quartzífero; (xisto, quartzo e calcários)

Clima: semi-árido

Relevo: escarpado.

Topografia: convexa

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Terminalia prunoides*, *Sarcocaulon mossamedenses*, *Acácia spp*, *Comiphora mollis*.

Ah 0 - 15 cm	Cinzento 10 YR4/3/ (h); franco- arenoso, pedregoso, com pedras, calhaus e com muito saibro feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca; friável, compactidade pequena; ligeiramente dura; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência ao HCl;algumas raízes finas e muito finas e; seco, transição evidente para
Bw 15 – 30 cm	Cinzento 10 YR4/4/ (h); franco- arenoso, pedregoso, com pedras miúdas e com muito saibro feldspático; sem agregação; compactidade pequena; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, com poros finos e médios; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e muito finas; transição gradual para
C/R 30 – 80 cm	Horizonte pedregoso com fragmentos de rochas de diferentes origens e dimensões,
R > 80 cm	Rocha granítica consolidada.

Descrito por: Jorge Muondo e António Neto aos 29/05/2006

Perfil P094

Classificação WRB 2006: Cambissolo Háplico Êutrico (*Hapli-EutricCambissol*)

Localização: 15° 29' 52,3' S'; 13° 22' 22,8" E

Altitude: 637 m

Geologia e litologia: rochas eruptivas (granitos vermelhos, granodioritos)

Clima: semi-árido a sub-húmido seco

Relevo: ondulado suave

Topografia: plano-convexa

Drenagem: interna e externa boas.

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Dychorstachys glomerata*, *Schelorcaria birrea*, *Aristida hordacea*, *Aristida efusa*.

Ah 0 - 15 cm	Pardo avermelhado escuro 5YR 3/4(h); franco- argilo- arenoso com algum saibro quartzozo e feldspático; anisoforme subangulosa, finas e muito fina, fraca; friável, compacidade pequena; ligeiramente dura a dura; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, finos e muito finos; moderada efervescência com HCl; algumas raízes finas e muito finas e; seco, transição gradual para
Bw1 15 – 42 cm	Pardo avermelhado escuro 5YR 3/4(h); franco- argilo- arenoso com pouco saibro quartzozo e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca; friável,; compacidade pequena; pegajoso e plástico; pouco poroso, com poros finos e médios; forte efervescência com HCl; bastates raízes finas e muito finas e raras médias; transição gradual para
Bw2 42 – 62 cm	Pardo avermelhado 5YR 4/4(h); franco- argilo- arenoso pedregoso, com bastante saibro quartzozo e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a muito fina, fraca; friável; ligeiramente dura a dura; compacidade pequena; pegajoso e plástico; pouco poroso, com poros finos e médios; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e muito finas, raras grossas; transição gradual para
Bw3 62 – 84 cm	Pardo avermelhado 5YR 3/6(h); franco- argilo- arenoso pedregoso, com algum cascalho e muito saibro quartzozo e feldspático; anisoforme subangulosa, fina a muito fina, fraca; friável ligeiramente dura;; compacidade pequena; pouco pegajoso e pouco plástico; pouco poroso, finos e médios; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e muito finas; transição evidente para
B/C 84 - 110 cm	Horizonte com elevada proporção de elementos grosseiros incluindo pedras e pedras miúdas graníticas.

Descrito por: Bartolomeu Pequenino e Amélia Chitwé aos 30/05/06

Perfil P118

Classificação WRB 2006: Regossolo Epilético Êutrico (*Epileptic-Eutric Regosol*)

Localização: 15° 04' 8,5" S; 13° 08' 27,9" E

Altitude: 585 m

Geologia e litologia: Granitos do Caraculo Bibala (granitos, granodioritos, arenitos)

Clima: sub-húmido seco

Relevo: montanhoso (sopé de montanha do Monte Mulamaneco)

Topografia: convexa

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophosoermum mopane*, *Comíferas*, *Adansonia digitada*, *Boschia sp.*, *Colophospermum mopane*, *Dychorstachys glomerata*, *Schelorcaria birrea*.

- Ah** 0 – 9
cm Pardo escuro 7,5YR 3/4 (h); arenoso-franco com muito saibro quartzozo e feldspático, anisoforme subangulosa fina a muito fina, fraca; compacidade média; friável; não pegajoso, não plástico; medianamente poroso, com poros finos e muito finos; sem efervescência com HCl; muitas raízes finas e muito finas; seco; contacto lítico
- LP** 9 – 20
cm Linha de pedras de granitos, granodioritos, xistos e quartzo.
- 2C** 20 – 40
cm Pardo escuro 7,5YR 3/4 (h); franco arenoso com algum saibro quartzozo e feldspático; sem agregação; compacidade a grande; solta; pouco pegajoso, pouco plástico; poroso, com poros finos e médios; sem efervescência com HCl; raras raízes finas e médias, contacto lítico
- R** > 40 cm Rocha consolidada (granito).

Descrito por: Joaquim César e Manuel Nzinga aos 2/07/2009

Perfil P120

Classificação WRB 2006: Leptossolo Lítico Êutrico (*Lithi-Eutric Leptosol*)

Localização: 15° 11' 15,7" S; 12° 50' 3,4" E

Altitude: 342 m

Geologia e litologia: xistos e granodioritos.

Clima: árido a semi-árido

Relevo: montanhoso

Topografia: meia encosta convexa

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: formação arbustiva de "mutiati" baixo.

Ah 0 – 10 cm Pardacento 10YR 6/3 (h); Franco-limoso; anisoforme subangulosa média a grosseira, fraca a moderada; compactidade pequena a média; ligeiramente dura a dura, friável; pegajoso e plástico; sem efervescência; algumas raízes médias e grossas; seco, contacto lítico

R > 10cm Rocha granítica consolidada.

Descrito por: Joaquim César e Bartolomeu Pequeno aos 24/05/07

Perfil P126

Classificação WRB 2006: Luvissole Hápico Hiperêutrico (*Hapli-Hypereutric Luvisol*)

Localização: 15° 29' 14" S; 12° 55' 1,2" E

Altitude: 407 m

Geologia e litologia: granitos

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado muito suave a aplanado com afloramentos rochosos (monólitos)

Topografia: plana a plano-convexa

Drenagem: interna e externa boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophosoermum mopane*, *Sarcoculom mossamedenses*, *Bósnia welwitchi* e *Acácia spp* com estrato herbáceo esparso.

- Ahk** 0 – 20 cm Pardo escuro 7.5YR3/4 (h); franco arenoso com bastante saibro e cascalho quartzozo e feldspático e fragmentos de granito; anisoforme subangulosa, fina a média, fraca a moderada; compactidade média a grande; dura a muito dura; pegajoso e plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos, forte efervescência com HCl; poucas raízes muito finas e finas; e raras grossas; húmido, transição gradual para
- Bt1** 20 – 40 cm Pardo amarelado 7.5YR 5/4 (h); franco a franco argilo arenoso com muito saibro cascalho e pedra miúda, anisoforme subangulosa muito fina e fina fraca; compactidade grande, muito dura; pegajoso e plástico; medianamente poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; alguma raízes médias e grossas e raras finas e muito finas; húmido, transição gradua paral
- Bt2** 40 – 55 cm Idêntico ao horizonte sobrejacente do qual difere na cor mais escura do horizonte subjacente e por apresentar algum cascalho impregnado com CaCO₃ e algumas concreções CaCO₃
- Bt3** 55 – 80 cm Pardo escuro 7.5YR 3/4 (h); franco arenoso com muito saibro quartzozo e feldspático e fragmentos de rocha granítica, anisoforme subangulosa muito fina a fina, fraca; compactidade grande; muito dura a firme; pegajoso e plástico; medianamente poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; sem raízes; húmido; transição evidente para
- Bk** 80 -100 cm Pardo escuro 7.5YR 3/4 (h); franco a franco argilo arenoso com fragmentos de materiais graníticos e rocha calcária, saibrentos e cascalhentos; anisoforme subangulosa fina a muito fina, fraca; compactidade grande; muito dura a firme; pegajoso e plástico; medianamente poroso, com poros finos e médios; forte efervescência com HCl; sem raízes; seco.

Descrito por: Joaquim César e João Cardoso aos 21/02/08

Perfil P127

Classificação WRB 2006: Regossolo Háplico Calcárico (*Endolepti-Calcaric Regosol*)

Localização: 15° 30' 4,8" S; 12° 56' 16,1" E

Altitude: 406 m

Geologia e litologia: xisto-quartzífero; xistos e calcários (mármore).

Clima: semi-árido

Relevo: relevo geral ondulado moderado a suave.

Topografia: plano-convexa

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: *Colophospermum mopane*, *Sarcocaulom mossamedenses* e *Ximenia caffra*.

- Ah** 0 – 20 cm Cinzento escuro 10YR 4/2 (h), arenoso franco a franco arenoso com bastante saibro e algum cascalho quartzoso e xistoso; anisotrófica subangulosa fina a média, fraca; compactação pequena; branda a ligeiramente dura; muito friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros finos e muito finos e raros médios; efervescência moderada com HCl; poucas raízes finas e muito finas; húmido; contacto lítico
- LP** 20-35 cm Linha de pedras de fragmentos de materiais xistosos e calcários (mármore)
- 2C1** 35 - 55 cm Pardo 10YR 4/3 (h); arenoso franco a franco arenoso com muito saibro e algum cascalho quartzoso e feldspático algumas fragmentos de xistos e rocha calcária (mármore); sem agregação; compactação pequena a média; branda a ligeiramente dura; friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros finos e muito finos, alguns médios; efervescência com HCl moderada a forte; algumas raízes finas e médias; húmido; transição gradual para
- 2C2** 55 –70 cm Pardo amarelado escuro 10YR 3/4 (h); franco arenoso com bastante saibro, muito cascalho, raras pedras miúdas e fragmentos de xistos e rocha calcária (mármore); sem agregação; compactação grande; ligeiramente dura a dura; pouco pegajoso pouco plástico; com alguns poros finos, muito finos e médios; forte efervescência com HCl; húmido; contacto lítico
- CR** > 70cm Pedras e calhaus de quartzo, xistos e rocha calcária.

Descrito por: Joaquim César e João Cardoso aos 21/02/08

Perfil P130

Classificação WRB 2006: Cambissolo Háplico Calcárico (*Hapli-Calcaric Cambisol*)

Localização: 15° 33' 8,5" S; 12° 45' 13,9" E

Altitude: 280 m

Geologia e litologia: depósitos aluvionares recentes (quaternário).

Clima: semi-árido

Relevo: plano

Topografia: plana (terraço)

Drenagem: externa lenta, interna deficiente

Vegetação/cobertura da terra: lavoura de milho.

Ap 0 – 20 cm	Pardo escuro 7.5 YR 3/4 (h); arenoso franco a franco arenoso; anisforme subangulosa finos e médios, fraca; anisforme subangulosa f fina a média, fraca; compactidade mínima, solta; branda; muito friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros muito finos e finos; sem efervescência; algumas raízes finas e muito finas, raras médias e grossas; seco; transição difusa para
Bw1 20 – 42 cm	Pardo escuro 7.5 YR 3/4 (h); franco arenoso; anisforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade mínima, solta; branda a ligeiramente dura; muito friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros muito finos; sem efervescência; poucas raízes finas e muito finas, raras médias e grossas; seco; transição difusa para
Bw2 42 – 70 cm	Pardo escuro 7.5 YR 3/4 (h); franco arenoso; anisforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade pequena a média; friável; pouco pegajoso, pouco plástico; pouco poroso com poros muito finos; sem efervescência; raras raízes finas e muito finas, seco; transição difusa para
Bw3 70 – 100 cm	Idêntico ao horizonte sobrejacente excepto para a textura que é um pouco mais fina (arenoso franco a franco arenoso) e apresentar uma menor compactidade.

Descrito por: Joaquim César e Ernesto Caprinde aos 14/11/2008

Perfil P132

Classificação WRB 2006: Cambissolo Epiléptico Êutrico (*Epilepti-Eutric Cambisol*)

Localização: 15° 33' 11,3" S; 12° 45' 13,8" E

Altitude: 287 m

Geologia e litologia: complexo xisto quartzífero; xistos, granodioritos

Clima: semi-árido a árido

Relevo: ondulado forte e montanhoso

Topografia: baixa de encosta plano-concava

Drenagem: externa excessiva e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: arbustos diversos, cactos e espinheiras.

- Ah** 0 -17
cm Pardo amarelado 10YR 4/2 (h), franco arenoso com raro saibro quartzoso e feldspático; anisoforme subangulosa fina a média, moderada; compactidade pequena, ligeiramente dura a dura; friável; pegajoso e plástico; com algumas fendas finas oblíquas; moderadamente poroso, com poros finos e médios e raros grosseiros; sem efervescência com HCl; raras raízes finas e muito finas; transição evidente para
- Bw** 17 – 37
cm Pardo amarelado 10YR 4/3 (h); arenoso franco com, anisoforme subangulosa muito fina, fraca; compactidade pequena; solta a ligeiramente dura; muito friável; pouco pegajoso, pouco plástico; bastante poroso, com poros finos, médios e raros grosseiros, efervescência moderada com HCl; raras raízes muito finas; seco; contacto lítico
- R** >37 cm Rocha consolidada xistosa.

Descrito por: Joaquim César e Ernesto Caprinde aos 14/11/2008

Perfil P137

Classificação WRB 2006: Leptossolo Lítico Calcárico (*Lithi-Calcaric Leptosol*)

Localização: 15° 35' 11,9" S; 12° 44' 5,9" E

Altitude: 365 m

Geologia e litologia: complexo xisto-quartzífero; xistos, rocha calcária

Clima: semi-árido a árido

Relevo: ondulado suave a aplanado

Topografia: plano-convexa

Drenagem: interna e externa boas

Vegetação/cobertura da terra: formação arbustiva com “mutuatis” baixos, *Bósnia weltschiii*, *Terminalia prunoides*, *Adenolobus mossamedensis* e *Acácia* spp.

Ah 0 – 10 cm Cinzento escuro 10YR 4/2 (h); arenoso franco, pedregoso, calhaus e pedras miúdas e fragmentos de rocha calcária; anisoforme subangulosa, fina a média, moderada; compacidade pequena; branda; friável; pegajoso e plástico; medianamente poroso com poros finos e muito finos e raros médios; forte efervescência com HCl; muitas raízes muito finas e finas e raras médias; seco; contacto lítico

R > 10cm Rocha xistosa consolidada.

Descrito por: Joaquim César e Ernesto Caprinde aos 14/11/2008

Perfil P142

Classificação WRB 2006: Leptossolo Háplico Êutrico (*Hapli-Eutric Leptosol*)

Localização: 15° 44' 5,8" S; 12° 52' 10,3" E

Altitude: 467 m

Geologia e litologia: complexo xisto-quartzífero; dioritos, granodioritos, calcários.

Clima: semi-árido a árido

Relevo: relevo geral ondulado suave a aplanado

Topografia: plano-convexa

Drenagem: externa e interna boas

Vegetação/cobertura da terra: mata de "mutiatis" médios associados a *Boscia microphyla*, *Dantonia mossamedenses*, *Terminalia prunoides*, *Gligeria spinosa*.

Ah 0 – 20 cm Pardo amarelado escuro 10YR 4/3 (h); arenoso franco; anisoforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade mínima; pouco pegajoso, pouco plástico; friável; fraca efervescência com HCl; raras raízes finas e muito finas; seco; contacto lítico

R > 20 cm Fragmentos de rocha incluindo xistos, pedra calcária e quartzo.

Descrito por: Joaquim César e Ernesto Caprinde aos 15/11/2008

Perfil P148

Classificação WRB 2006: Leptossolo Hiperesquelético Êutrico (*Hyperskelti-Eutric Leptosol*)

Localização: 15° 37' 13,6" S; 12° 44' 6,7" E

Altitude: 376 m

Geologia e litologia: transição entre formações de noritos e doleritos e de granitos; rochas calcárias e xistosas

Clima: árido a semi-árido

Relevo: ondulado,

Topografia: plana

Drenagem: interna e externa boas

Vegetação/cobertura da terra: estepe com manchas ocasionais de *Welwitschia mirabilis* associados a *Adenolobus mossamedenses*, "mutiatis" baixos e tufos de *Acácia spp.*

- Ah** 0 – 15 cm Pardo 10YR 4/4 (h); arenoso a arenoso franco, cascalhento e pedregoso; sem agregação; compactidade mínima a pequena; friável; não pegajoso, não plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; sem efervescência com HCl; raras raízes muito finas; seco; transição evidente para
- CR1** 15-35 cm Pardo escuro 10YR 3/4 (h); franco arenoso na terra fina, com mais de 70% de materiais calcários fragmentados ou em bancadas contínuas, transição gradual para
- CR2** 35 – 50 cm Pardo 10YR 4/4 (h); franco arenoso na terra fina, com mais de 70% de materiais calcários fragmentados ou em bancadas contínuas, contacto lítico
- R** > 50 cm Bancada contínua e compacta de materiais calcários.

Descrito por: Joaquim César e Manuel Nzinga aos 7/07/09

Perfil P149

Classificação WRB 2006: Arenossolo Háplico Êutrico (*Hapli-Eutric Arenosol*)

Localização: 15° 38' 6" S; 12° 44' 13,9" E

Altitude: 380 m

Geologia e litologia: transição noritos/doleritos; rocha calcária e granitos

Clima: árido

Relevo: ondulado a moderada a suave.

Topografia: sopé de montanha plano-convexa

Drenagem: externa e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: estepe com manchas ocasionais de *Welwitschia mirabilis* associados a *Adenolobus mossamedenses*, "mutiatis" baixos e tufos de *Acácia spp.*

Ah 0 – 20 cm	Pardo escuro 10YR 3/4 (h); arenoso-franco com raro saibro quartzozo e feldspático, anisoforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade pequena a branda; friável; pouco pegajoso, pouco plástico; medianamente poroso, com poros finos e muito finos; sem efervescência com HCl; algumas raízes finas e muito finas; seco; transição gradual para
C1 20 – 45 cm	Pardo escuro 10YR 5/4 (h); arenoso franco com pouco saibro quartzozo e feldspático; sem agregação; compactidade mínima; ligeiramente dura; não pegajoso, não plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; sem efervescência com HCl; poucas raízes muito finas e finas; seco; transição gradual para
C2 45 – 70 cm	Idêntico a C1, excepto a compactidade que é mais pequena.
C3 70 – 90 cm	Pardo alaranjado 10YR 4/3 (h); arenoso franco a franco arenoso com algum saibro quartzozo e feldspático; sem agregação; compactidade a grande; solta; não pegajoso a pouco pegajoso, não plástico a pouco plástico; com poros poroso, finos e médios; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e médias, transição evidente para
CK 90 – 120 Cm	Fragmentos de rocha e nódulos de CaCO ₃ .

Descrito por: Joaquim César e Manuel Nzinga aos 2/07/2009

Perfil P152

Classificação WRB 2006: Arenossolo Rúbico Êutrico (*Rubi-Eutric Arenosol*)

Localização: 15° 32' 12,7 S"; 12° 49' 6,2" E

Altitude: 387 m

Geologia e litologia: granitos e granodioritos

Clima: árido a semi-árido

Relevo: ondulado suave a aplanado

Topografia: plano-convexa

Drenagem: interna e externa boa

Vegetação/cobertura da terra: mata com arbustos espinhosos com "mutiati" disperso de baixo porte.

- Ah** 0,0 – 25 cm Pardo, 7.5YR (h); arenoso-franco com pouco saibro feldspático, anisoforme subangulosa fina a média, fraca; compactidade mínima, consistência branda; muito friável; não pegajoso a pouco pegajoso, não plástico a pouco plástico; medianamente poroso, com poros finos e muito finos; sem efervescência; algumas raízes muito finas e finas e raras médias; seco; transição gradual
- C1** 25 – 50 cm Pardo escuros 7.5YR 3/4 (h); arenoso com pouco saibro quartzoso e feldspático; sem agregação; branda; não pegajoso, não plástico; medianamente poroso com poros finos e raros médios; ligeira efervescência com HCl; algumas raízes finas e raras médias e grossas; seco; transição gradual para
- C2** 50 – 75 cm Distingue-se dos horizontes suprajacente e subjacente pela acumulação de elementos grosseiros, constituídos por fragmentos de rochas e materiais rolados e sub-rolados
- C3** 75 – 95 cm Pardo 7.5YR 4/4-6 (h); arenoso; sem agregação; solto a branda; não pegajoso, não plástico; pouco poroso com poros finos e muito finos; ligeira efervescência com HCl, raras raízes finas; seco; transição evidente
- CR** 95 – 120 cm Fragmentos de rocha desagregada de granitos, quartzo e granodioritos.

Descrito por: Joaquim César aos 8/07/09

Perfil P153

Classificação WRB 2006: Luvissole Endoléptico Hiperêutrico (*Endolepti-Hypereutric Luvisol*)

Localização: 15° 32' 15,7" S; 12° 48' 14,4" E

Altitude: 379 m

Geologia e litologia: granitos, granodioritos e rochas básicas

Clima: semi-árido

Relevo: ondulado suave a aplanado

Topografia: plana

Drenagem: externa e interna boa

Vegetação/cobertura da terra: mata de *Acácia ssp.* com arbustos de "mutiati" e *Terminalia prunoides*.

- Ah** 0 – 20 cm Pardo 10YR 3/4 (h); arenoso franco com algum saibro e cascalho quartzoso e feldspático, sem estrutura; compactidade mínima, solta a branda; muito friável; não pegajoso, não plástico; pouco poroso, com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; raras raízes muito finas; seco; transição evidente para
- Bt1** 20 – 40 cm Pardo amarelado 10YR 4/3 (h); franco arenoso com bastante saibro quartzoso e feldspático, anisoforme subangulosa fina e muito fina, fraca; compactidade ligeiramente dura; friável; pegajoso e plástico; pouco poroso com poros finos e muito finos; forte efervescência com HCl; raras raízes finas e médias; seco; transição evidente para
- Bt2** 40 – 70 cm Pardo amarelado 10YR 4/3 (h) com nódulos de CaCO₃ amarelo alaranjado 10YR 6/3 (h); franco arenoso com bastante saibro quartzoso e feldspático; anisoforme subangulosa média, moderada; compactidade média, pegajoso e plástico; com poucos poros finos; forte efervescência com HCl; sem raízes, seco; contacto lítico.
- R** > 70 cm Rocha granítica consolidada.

Descrito por: Joaquim César aos 8/07/2009

ANEXO 2

Características Físicas e Químicas dos Solos Estudados

Características físicas e químicas dos solos estudados.

[Litologia (Lit): granitos diversos (g), dioritos e granodioritos (d), depósitos diversos(q), gnaisses e migmatitos (m) , complexo xisto-quartzífero (m); granulometria: elementos grosseiros (EG>2mm); argila (AG), areia fina (AF), limo (L), argila (A); carbono orgânico (Corg), azoto total (N); vestígios (vest); fósforo extraível: pelos testes de Egnér-Riehm (ER) e de Olsen (OL).]

Perfil	Horiz	Prof Cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG ----- g kg ⁻¹ -----	AF	L	A	H ₂ O	KCl					----- g kg ⁻¹ -----	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER
P02	Ah	0 -15	a	-	74	185	423	319	8,23	7,65	379,30	137,4	10,44	13,2	-	-	189,5	39,4
P04	Ah	0 - 30	a	-	437	212	153	198	7,99	7,19	21,90	69,12	5,09	13,5	-	-	156,3	18,6
P012	Ah	0 – 20	g	20,4	583	284	81	52	6,49	4,80	0,40	0,71	0,13	5,4	-	-	27,0	13,3
	C	20 – 58		47,5	545	248	90	117	8,14	7,60	3,99	2,59	0,26	9,9	-	-	16,1	6,6
P013	Ah1	0 – 14	d	18,1	441	304	105	150	8,62	7,70	5,83	6,29	0,42	14,9	-	-	-	8,8
	Ah2	14 – 32		58,0	582	261	81	76	8,02	7,40	1,70	1,64	0,14	11,7	-	-	-	6,9
	Ck1	44 - 72		51,5	519	223	61	198	8,77	7,50	2,34	1,73	0,08	21,6	-	-	-	2,9
	Ck2	72 – 105		50,5	506	243	77	173	8,67	7,50	2,19	1,64	0,14	11,7	-	-	-	2,7
P017	Ah	0 -15	d	-	578	262	61	99	8,31	7,35	53,30	5,42	0,29	18,6	-	-	26,8	0,2
	2C1	34 – 70		45,4	471	167	78	283	8,17	6,80	1,23	2,51	0,18	13,9	vest	0	-	0,9
	2C2	70 - 105		38,4	589	154	77	180	8,01	6,90	1,97	2,21	0,09	24,5	vest	0	-	1,0
P018A	Ah	0 – 22	g	-	507	374	76	43	6,78	5,50	0,39	1,47	0,13	11,3	-	-	-	3,0
	C1	22 – 58		15,5	400	474	75	51	6,75	5,50	0,26	0,73	0,10	7,3	-	-	-	1,6
	C2	58 – 80		4,0	302	570	49	79	6,79	5,60	0,29	0,70	0,11	6,3	-	-	-	2,1
	C3	80 – 120		8,9	615	314	28	43	6,74	5,50	2,23	0,01	0,04	0,2	-	-	-	2,4
P019	Ah	0 - 20	g	3,6	580	155	86	179	6,17	4,13	3,60	14,57	0,98	14,8	-	-	15,1	0,5
P024	Ah	0 - 25	g	-	278	299	119	303	6,76	5,32	1,80	8,45	0,80	10,5	-	-	1,5	0,3
	Bt1	25 - 45		-	278	174	114	434	7,31	5,47	1,50	5,26	0,39	13,4	-	-	1,3	0,8
	Bt2	45 – 70		11,5	242	191	109	458	7,40	5,60	0,71	5,42	0,42	12,9	vest	-	-	1,5
P032	Ah	0 – 20	d	28,5	571	315	59	56	7,29	5,40	0,26	1,9	0,18	10,5	-	-	-	8,4

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
				----- g kg ⁻¹ -----										----- g kg ⁻¹ -----		---mg kg ⁻¹ ---		
P034	Ah/R	0 – 17	g	-	167	662	62	109	8,50	7,73	170,50	2,01	0,35	5,7	-	-	135,4	1,5
	CkR	17 – 71			156	607	91	146	8,33	8,02	221,80	2,35	0,25	9,4	-	-	61,8	0,2
P039	Ah	0 - 23	d	-	549	323	81	47	7,92	5,87	1,70	2,21	0,35	6,3	-	-	10,0	1,7
P041	Akh	5 - 20	x	-	336	323	253	88	8,53	7,38	33,00	7,35	0,85	8,6	-	-	140,2	5,2
P042	Ah	0 – 20	d	5,5	514	323	77	85	7,04	5,20	0,35	1,28	0,11	11,6	-	-	-	2,5
	Bt1	20 – 40		8,9	563	234	65	138	7,05	5,30	0,62	1,77	0,11	16,1	-	-	-	1,0
	Bt2	40 – 60		22,9	500	215	57	229	7,26	5,60	0,37	2,33	0,16	14,5	-	-	-	0,7
P044	Bw1b	0 - 10	g	-	417	273	86	224	9,52	7,17	93,90	2,41	0,17	14,1	-	-	7,6	2,1
	Bw2b	10 - 40		-	425	270	100	205	9,98	7,33	99,50	1,43	0,08	17,8	-	-	7,9	0,6
P045	Ah	0 – 20	g	2,5	538	335	70	58	7,09	5,80	0,33	3,74	0,32	11,6	-	-	-	4,5
	A/B	20 – 40		3,5	580	257	48	116	8,28	7,40	0,74	3,19	0,25	12,7	-	-	-	3,2
	Bt	40 – 70		8,5	495	277	64	163	8,37	7,20	0,57	3,2	0,18	17,7	-	-	-	0,7
P046	Ah	0 – 20	d	21,5	721	223	19	37	7,53	6,10	0,41	1,22	0,14	8,7	-	-	-	6,8
	Bt	20 - 40		-	659	180	69	92	8,71	7,20	20,90	1,88	0,14	13,4	-	-	97,4	0,8
	B/C	70 - 100		38,7	674	221	30	75	8,45	7,00	0,92	0,83	0,08	10,3	-	-	-	2,1
P049	Ah	10 - 30	x	-	277	484	119	120	8,30	6,01	2,50	2,18	0,29	7,5	-	-	29,0	3,4
P052	Ah	0 - 20	q	-	661	246	58	34	7,65	5,32	0,80	3,26	0,25	13,0	-	-	1,7	0,5
	C1	20 - 45		-	608	272	65	55	7,77	5,10	2,70	1,52	0,12	12,6	-	-	1,4	0,4
	C2	45 - 80		-	692	207	44	56	7,52	5,40	5,10	1,34	0,10	13,4	-	-	0,7	0,2
P058	Ah	0 – 20	g	5,0	228	256	190	326	8,49	7,30	9,86	5,58	0,40	13,9	-	-	-	1,5
	C1k	20 – 50		22,0	120	185	339	357	9,21	7,30	11,88	2,91	0,13	22,3	-	-	-	0,2
	C2k	50 – 80		64,5	249	271	253	227	9,51	7,20	1,89	1,61	0,09	17,8	-	-	-	0,2
P060	Ah	0 - 9	q	-	449	428	43	81,	7,29	4,97	1,20	2,15	0,16	13,4	-	-	1,9	1,6
P061	Ah	0 - 25	q	-	449	413	53	85	7,16	5,37	0,40	3,39	0,33	10,2	-	-	3,5	1,7
P062	Ah	0 - 30	q	-	512	361	30	97	7,37	5,55	1,60	4,36	0,26	16,7	-	--	53,1	1,8

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	Granulometria				pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível		
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O					KCl	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
				----- g kg ⁻¹ -----						----- g kg ⁻¹ -----				---mg kg ⁻¹ --				
P063	Ah	20 -30	q	-	473	383	50	94	7,56	5,46	0,40	1,32	0,14	9,4	-	-	2,4	2,0
P066	Akh	0 – 12	d	-	322	376	120	182	7,72	7,22	185,30	4,61	0,53	8,7	-	-	153,5	9,1
	AB	12- 30		-	396	328	108	169	8,33	7,41	153,30	2,89	0,34	8,5	vest	vest	104,4	13,9
	Bk	30 - 55		-	419	338	81	162	8,72	7,47	133,00	1,45	0,16	9,1	vest	vest	85,8	12,1
P067	Ah	0 - 18	d	-	601	289	49	62	8,09	5,88	6,20	1,8	0,18	10,0	vest	-	23,2	10,1
	2C	32 - 56		-	603	187	27	184	7,99	5,30	1,80	0,98	0,17	5,7	-	-	4,1	0,7
P070	Ah	0 – 10	x	-	452	456	27	65	8,12	6,46	1,00	0,9	0,50	1,8	-	-	136,6	5,0
	C	10 – 38		12,8	516	394	20	70	8,33	7,60	0,44	0,85	0,37	2,3	vest	-	-	4,6
P075	Ah	0 – 20	x	-	419	425	69	87	8,62	7,50	53,20	3,39	0,41	8,2	-	-	69,5	4,8
	C1k	20 – 50		39,2	400	399	84	118	8,62	7,50	6,44	4,2	0,19	22,1	-	-	-	1,3
	C2k	50 – 90		40,1	363	415	104	118	8,78	7,60	13,98	1,39	0,14	9,9	-	-	-	0,5
	CR	> 90		45,2	404	361	104	131	8,82	7,60	13,16	1,95	0,16	12,1	-	-	-	1,0
P077	Ah	0 – 17	d	-	393	432	46	130	7,88	6,36	1,60	4,01	0,36	11,1	-	-	117,7	15,5
	2BC	27 - 48		24,2	422	356	60	162	8,42	7,40	2,07	4,99	0,13	38,3	-	-	-	6,6
P078	Ah	0 - 18	m	-	365	220	86	330	8,23	5,66	3,70	1,85	0,23	8,0	-	-	1,2	0,6
	AB	18 - 38		-	388	219	67	326	7,72	5,18	1,30	1,34	0,10	13,4	-	-	3,7	0
	Bw1	38 - 69		-	460	202	70	268	7,33	5,01	3,70	2,05	0,14	14,6	-	-	6,8	0,6
	Bw2	69 - 91		-	421	211	77	291	7,49	5,10	1,00	4,69	0,26	18,0	-	-	2,8	0,6
P079	Ah	0 – 20	g	-	514	312	59	115	7,26	5,86	3,80	7,43	0,54	13,7	-	-	2,4	0,3
	Bt1	20 - 43		-	484	235	65	216	7,46	5,83	0,70	3,97	0,31	12,8	-	-	0,8	0,2
	Bt2	43 - 70		-	440	261	79	220	7,67	6,77	12,60	1,63	0,14	11,6	-	-	4,4	0,3
	C/B	70 – 100		-	460	272	90	178	8,32	6,71	9,00	0,95	0,13	7,3	-	-	1,5	3,9
	C	100 - 150		-	507	247	97	149	8,27	6,60	3,90	0,88	0,06	14,6	-	-	2,1	0,2

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
				----- g kg ⁻¹ -----										----- g kg ⁻¹ -----		--mg kg ⁻¹ --		
P080	Ah	0 – 15	g	21,5	365	219	107	309	8,24	7,00	2,97	10,04	0,62	16,1	-	-	-	3,2
	2Bw1	29 – 55		27,5	429	161	105	304	8,44	7,10	5,22	3,78	0,27	14,0	-	-	-	1,0
	2Bw2	55 – 80		28,9	462	182	77	280	8,39	7,00	1,40	5,08	0,27	18,8	-	-	-	1,8
P082	Ah	0 – 20	M	-	339	437	43	181	8,14	6,33	9,50	4,32	0,36	12,0	-	-	25,8	0,5
	Bk1	20 – 49		-	272	412	69	247	8,20	6,66	4,10	5,06	0,34	14,8	-	-	33,8	1,0
	Bk2	49 – 75		-	287	390	79	244	8,43	7,04	44,10	2,93	0,26	11,2	-	-	5,4	0,3
P085	BC	30 – 50	X	-	268	546	107	78	8,04	6,54	5,40	5,24	0,43	12,1	-	-	3,0	0,8
P088	Ah	0 – 15	X	36,2	565	253	72	109	7,70	6,20	0,65	2,34	0,22	10,6	-	-	-	3,7
	Bw	15 – 30		41,0	571	254	37	138	7,57	6,20	0,45	3,07	0,10	30,7	-	-	-	3,5
P090	Ah	0 – 15	x	50,1	363	362	134	141	9,55	7,60	2,45	1,36	0,13	10,4	vest	0	-	1,0
	Bw1	15 – 40		46,5	426	324	122	128	9,41	7,70	3,04	0,36	0,09	4,0	vest	0	-	1,0
	C/B	40 – 63		53,5	406	314	166	114	9,88	7,40	0,44	0,45	0,06	7,5	vest	0	-	0,2
P092	Ah	0 – 28	m	-	407	220	76	298	7,80	5,61	3,40	2,2	0,11	20,0	-	-	2,2	1,5
	Bw1	28 - 45		-	367	211	93	329	7,59	5,85	2,00	3,83	0,19	20,1	-	-	1,0	0,2
	Bw2	45 - 75		-	372	237	81	310	7,78	6,08	4,90	2,60	0,20	13,0	-	-	3,3	1,7
P094	Ah	0 – 15	g	12,7	426	238	87	248	8,55	7,50	2,83	6,31	0,45	14,0	-	-	-	-
	Bw1	15 – 42		17,4	439	224	69	268	8,68	7,50	2,71	4,84	0,42	11,5	-	-	-	3,2
	Bw2	42 – 62		27,7	453	206	75	267	8,58	7,40	2,52	3,58	0,27	13,2	-	-	-	1,2
	Bw3	62 – 84		19,5	396	232	95	276	8,51	7,4	3,25	6,36	0,50	12,7	vest	0	-	4,0
P109	CR1	0 – 15	x	-	203	648	102	47	7,23	5,45	1,20	2,54	0,28	9,1	0	0	18,3	5,2

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
				----- g kg ⁻¹ -----							----- g kg ⁻¹ -----		---mg kg ⁻¹ ---					
P112	Ah	0 – 10	g	-	479	328	81	112	7,01	5,68			0,55	10,1	-	-	2,4	2,1
	Bt1	10 -30		-	407	203	77	313	6,94	4,80	3,40	5,02	0,40	12,5	-	-	0,8	0,6
	Bt2	30 – 70		-	459	179	104	259	6,92	4,47	0,00	2,97	0,21	14,1	-	-	4,4	1,1
P113	Ah	0 – 15	g	-	500	354	59	86	7,04	5,63	0,80	4,40	0,36	12,2	-	-	1,5	0,8
	C1	20 – 35		-	561	289	45	105	6,99	5,20	1,40	1,95	0,18	10,8	-	-	2,1	0,9
	C2	60 – 80		-	596	232	58	114	6,84	4,60	0,00	1,44	0,14	10,2	-	-	25,8	1,5
P114	Ah	0 – 30		-	584	246	66	103	7,10	5,80	0,90	4,93	0,42	11,7	-	-	33,8	16,2
	Bt1	30 – 60		-	631	145	60	163	6,82	5,23	-	2,30	0,13	17,6	-	-	5,4	28,8
	Bt2	60 – 90		-	633	131	61	174	6,26	4,74	-	1,55	0,12	12,9	-	-	3,0	34,2
P115	Ah	10 - 25	g	-	479	397	46	78	6,36	4,21	-	1,39	0,14	9,9	-	-	1,0	33,6
	Bt1	25 - 60		-	541	263	56	141	5,02	4,17	-	1,61	0,18	8,9	-	-	3,3	1,2
	Bt2	60 - 100		-	641	163	52	143	5,83	4,09	-	0,38	0,15	2,5	-	-	18,32	2
	2C	120 - 150		-	563	185	68	184	6,61	4,02	-	1,35	0,12	11,2	-	-	2,9	2,3
P115 b	Ah	0 – 17	g	-	557	312	41	89	8,00	5,77	0,00	5,53	0,39	14,1	-	-	6,1	0,9
	C1	20 – 38		-	502	377	28	93	7,77	5,83	0,00	4,98	0,34	14,6	-	-	3,7	0,9
	C2	40 – 57		-	418	411	52	119	7,45	6,1	0,00	6,70	0,49	13,6	-	-	1,3	0,5
P116	Ah	0 – 25	x	-	723	179	57	41	6,31	5,13	-	2,01	0,13	15,4	-	-	0,0	0,5
P117	Ah	0 – 10	x	-	557	328	68	47	6,53	5,20	-	3,32	0,09	36,8	-	-	0,9	3,4
	C1	10 - 36		-	636	241	53	70	6,12	4,40	-	0,85	0,34	2,5	-	-	2,1	1,9
	C2	36 - 60		-	620	263	69	47	6,63	4,80	-	0,50	0,11	4,5	-	-	1,4	2,2
	C3	60 - 100		-	802	130	32	36	6,56	4,89	-	0,50	0,08	6,2	-	-	1,7	1,1

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	EG %	Granulometria				pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
					AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
					----- g kg ⁻¹ -----									----- g kg ⁻¹ -----		---mg kg ⁻¹ ---		
P118	Ah	0-9	d	-	589	251	79	80	7,14	6,49	0,90	14,98	1,30	11,5	-	-	37,2	29,9
	2C	20-40		-	652	148	72	128	7,25	5,55	0,90	2,47	0,13	19,4	-	-	32,3	4,7
P119	Ah	5-22	d	-	719	157	41	82	5,36	1,00	2,76	2,76	0,28	9,8	-	-	35,8	-
P119b	Ap	0-28	x	-	291	595	38	76	7,61	6,29	0,00	9,35	0,55	17,0	-	-	11,4	5,2
	C1	28-43		-	463	462	38	37	7,55	6,13	0,00	5,57	0,28	19,8	-	-	6,1	3,2
	C2g	43-62		-	793	171	19	17	7,41	6,02	0,00	1,42	0,06	23,6	-	-	3,2	2,1
	C3g	62-78		-	848	126	15	11	7,46	5,99	0,00	0,86	0,05	17,2	-	-	2,2	2,1
	C/Rg	78-110		-	886	84	19	11	7,44	6,04	0,00	0,55	0,04	13,7	-	-	1,5	1,1
P120	Ah	0-10	9	-	224	324	370	82	7,31	6,22	1,20	9,31	0,71	13,1	-	-	-	3,6
P121	Ah	0-15	x	-	504	340	93	63	8,00	6,85	1,40	7,93	0,29	27,3	-	-	1,1	5,5
P123	Ah	0-24	x	-	423	378	79	121	6,84	5,82	1,30	5,88	0,37	15,8	-	-	1,4	2,0
P126	Ak	0-20	g	-	378	380	123	119	8,67	7,37	69,49	2,05	0,22	9,3	-	-	150,1	2,5
	Bt1	20-40		-	391	283	129	198	8,45	7,38	106,36	1,98	0,21	9,4	-	-	90,5	2,5
	Bt2	40-55		-	391	269	132	208	7,94	7,44	125,13	2,29	0,22	10,4	-	-	73,4	2,8
	Bt3	55-00		-	508	220	112	160	8,08	7,50	92,80	1,90	0,13	14,6	-	-	121,2	1,8
	C	80-100		-	421	242	142	195	8,18	7,65	220,81	1,76	0,14	12,5	-	-	114,1	3,8
P127	Ah	0-20	g	-	470	373	67	90	8,78	7,34	18,20	2,75	0,27	10,1	-	-	59,0	2,7
	2C1	35-55		-	504	340	68	88	8,61	7,36	23,06	1,51	0,12	12,5	-	-	23,2	0,7
	2C2	55-70		-	459	352	83	105	8,76	7,43	35,48	2,28	0,14	16,2	-	-	49,6	1,2
P130	Ap	0-20	x	-	38	808	68	86	7,88	7,56	26,44	5,58	0,45	12,4	-	-	46,1	13,4
	Bw	20-42		-	24	797	86	93	8,55	7,53	16,89	3,80	0,34	11,1	-	-	42,8	8,7
	Bw2	42-70		-	8	781	112	99	8,49	7,54	21,92	3,86	0,38	10,1	-	-	35,7	7,1
	Bw3	70-100		-	18	817	94	71	8,40	7,68	23,20	0,69	0,32	2,1	-	-	31,4	5,8

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	EG %	Granulometria ----- g kg ⁻¹ -----				pH		CaCO ₃ ----- g kg ⁻¹ -----	Corg ----- g kg ⁻¹ -----	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
					AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
P132	Ah	0-17	x	-	368	393	113	125	8,68	7,26	0,00	6,57	0,66	9,9	-	-	673,6	18,6
	Bw	17-37		-	385	386	119	110	8,89	7,50	12,62	6,37	0,73	8,7	-	-	687,4	13,8
P133	Ah	0 – 10	x	-	401	508	57	34	8,42	7,21	0,00	4,14	0,38	10,8	-	-	479,3	15,7
P134	Ah	0-25	x	-	357	460	94	90	8,06	7,06	8,75	8,04	0,90	8,9	-	-	254,5	19,1
P135	Ah	0-18	x	-	248	589	130	33	7,50	5,93	0,00	3,10	0,37	8,3	-	-	195,7	21,8
P137	Ah	0-10	x	-	134	631	140	95	8,49	7,62	44,55	4,73	0,56	8,4	-	-	196,6	12,7
P138	Ah	0-15	x	-	401	442	84	72	8,79	7,76	30,79	1,40	0,18	7,7	-	-	134,1	4,1
	Bt1	15-30		-	342	402	127	129	9,85	8,08	110,73	1,69	0,16	10,5	-	-	149,1	2,1
	Bt2	30 -52		-	327	391	133	149	10,04	8,40	118,72	1,12	0,14	8,0	-	-	184,4	5,8
P140	Ah	0-22	x	-	526	342	39	92	8,72	7,28	0,00	1,08	0,12	9,0	-	-	36,5	2,1
	Bt1	22-48		-	476	327	67	129	8,77	7,60	31,13	1,77	0,18	9,8	-	-	38,9	1,1
	Bt2	48-80		-	472	289	72	167	8,79	7,66	44,77	1,48	0,17	8,7	-	-	73,2	2,1
	C	80-110		-	511	245	93	152	8,83	7,68	61,46	1,39	0,11	12,6	-	-	123,2	2,2
P141	Ah	0-23	x	-	500	387	37	75	8,16	6,36	0,00	1,85	0,14	13,2	-	-	26,2	11,5
	C1	23-48		-	546	361	46	47	8,12	6,36	0,00	0,88	0,10	8,8	-	-	17,4	2,4
	C2	48-70		-	646	248	44	62	8,03	6,30	0,00	0,65	0,07	9,2	-	-	18,2	1,8
	C3	70-110	x	-	620	273	46	61	7,96	6,29	0,00	0,82	0,06	13,6	-	-	16,4	2,4
P142	Ah	0-20	d	-	501	371	69	59	8,78	7,53	19,00	1,68	0,21	8,0	-	-	92,7	3,1
P146	Ah1	0 – 15	g	1,80	160	657	125	58	8,34	8,20	20,1	2,54	0,23	11,0	-	-	-	3,1
	Ah2	15 – 45		20,4					8,22	8,10	20,14	1,78	0,14	12,7	vest	-	-	3,7
P147	Ah1	0 – 15	x	8,0	528	301	93	77	7,84	6,90	0,48	0,81	0,11	7,3	-	-	-	7,5
	Ah2	15 – 30		11,5	549	280	64	107	7,82	6,60	0,46	0,48	0,09	5,3	-	-	-	4,3

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
				----- g kg ⁻¹ -----							----- g kg ⁻¹ -----		---mg kg ⁻¹ --					
P143	Ah	0 – 20	d	31,0	525	339	47	89	7,46	5,90	0,41	0,08	0,09	0,8	-	-	-	12,1
	Bt1	20 – 40		2,5	500	358	14	128	7,45	6,10	0,38	0,38	0,11	3,4	vest	-	-	4,4
	Bt2	40 – 60		3,5	491	285	44	179	7,89	6,30	0,38	0,47	0,12	3,9	vest	-	-	4,9
	B/C	60 – 100		2,8	484	277	53	186	8,15	6,50	0,60	0,01	0,11	0,1	-	-	-	2,4
P148	Ah	0 -15	d	43,5	398	450	70	83	8,01	7,30	0,52	1,53	0,14	10,9	-	-	-	5,2
	CR1	15 – 35		12,0	449	364	48	139	8,60	7,60	1,31	0,92	0,12	7,6	-	-	-	2,0
	CR2	35 – 50		36,5	463	331	54	152	8,67	7,80	4,59	0,94	0,12	7,8	-	-	-	2,3
P149	Ah	0 – 20	g	34,5	466	416	46	71	8,01	6,70	0,52	1,41	0,14	10,0	-	-	-	7,6
	C1	20 – 45		10,5	497	380	37	85	7,74	6,20	0,47	0,79	0,08	9,8	-	-	-	2,3
	C2	45 – 70		12,0	506	364	30	100	8,33	7,20	0,63	0,42	0,08	5,2	-	-	-	1,3
	C3	70 – 90		11,5	449	391	45	115	8,54	7,60	1,35	0,78	0,08	9,7	-	-	-	1,7
	CRk	90 – 120		14,7	437	362	75	126	8,64	7,70	4,57	0,94	0,10	9,4	-	-	-	1,3
P150	AC	0 – 10	x	54,5	394	450	78	79	8,18	7,70	1,72	4,68	0,47	9,9	-	-	-	8,8
P151	Ah	0 – 15	x	31,5	435	443	61	60	7,83	6,40	0,55	0,87	0,11	7,9	-	-	-	7,7
	C1	15 – 45		6,6	455	418	44	82	7,74	5,90	0,26	0,44	0,08	5,5	-	-	-	1,4
	C2	45 – 70		9,0	411	438	58	93	8,59	6,50	0,44	0,17	0,08	2,1	-	-	-	1,1
	C4	70 – 95		10,0	450	381	55	115	9,52	8,10	1,75	0,38	0,08	4,7	vest	-	-	1,4
	C4	95 – 120		8,6	501	348	51	100	8,43	8,10	2,21	0,22	0,03	7,3	vest	vest	-	1,6
	CRk	120 – 140		14,0	488	320	39	153	8,07	7,90	3,21	0,48	0,06	8,0	-	-	-	1,4

Características físicas e químicas dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Prof Cm	Lit	Granulometria					pH		CaCO ₃	Corg	N	C/N	Pesquisa		P extraível	
				EG %	AG	AF	L	A	H ₂ O	KCl					Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	ER	OL
P152	Ah	0 – 20	g	30,0	515	381	42	61	8,40	7,6	1,22	1,62	0,29	5,5	vest	-	-	7,3
	C1	30 – 50		9,0	536	376	34	54	8,60	7,9	1,59	0,85	0,15	5,6	-	-	-	3,2
	C2	50 – 75		12,1	681	251	29	39	8,68	7,9	0,79	0,22	0,14	1,5	-	-	-	2,4
	C3	75 – 95		23,0	709	207	30	54	8,62	7,8	1,28	0,16	0,07	2,2	vest	-	-	4,0
	CR	95 – 120		21,1	532	304	57	107	8,61	7,4	2,38	0,32	0,10	3,2	-	-	-	2,9
P153	Ah	0 – 20	g	14,5	442	410	87	61	8,76	7,9	5,33	1,51	0,14	10,7	-	-	-	4,3
	Bt	20 – 40		12,5	410	372	89	129	8,34	8	8,76	1,89	0,22	8,5	vest	-	-	3,2
	Bt	40 – 70		25,0	378	320	132	170	8,17	8	12,93	1,29	0,42	3,1	vest	-	-	19,4

ANEXO 3

**Teores de Ferro e de Alumínio Livres,
Características do Complexo de Troca e
Classificação dos Solos Estudados**

Teores de ferro e de alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados.

[Ferro livre (Fe); alumínio livre (Al); bases de troca: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺; Acidez titulável (H⁺); soma das bases de troca (S); capacidade de troca catiónica (CTC), grau de saturação em bases em relação à S+H [S/(S+H)*100]; grau de saturação em bases em relação à CTC (S/CTC*100); saturação de Na⁺ em relação a S+H [(Na/(S+H)*100)]; saturação de Na⁺ em relação à CTC; códigos do sistema de classificação WRB.]

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ---		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							-----%-----					
P02	Ah	-	-	11,44	31,96	1,14	0,30	44,84	4,81	49,65	24,79	90	181	0,6	1,2	LP.ha.eu
P04	Ah	-	-	15,33	4,75	0,23	0,03	20,34	1,63	21,97	16,10	93	126	0,1	0,2	RG.el.eu
P012	Ah	-	-	1,24	0,86	0,04	0,18	2,32	1,58	3,90	2,16	59	107	4,6	8,3	RG.nl.eu
	C	-	-	6,54	1,36	0,19	0,10	8,19	0,17	8,36	6,27	98	131	1,2	1,6	
P013	Ah1	-	-	7,98	0,88	0,17	0,07	9,10	0,00	9,10	7,57	100	120	0,8	0,9	RG.ha.eu
	Ah2	-	-	3,29	1,15	0,13	0,07	4,64	0,04	4,68	4,35	99	107	1,5	1,6	
	Ck1	-	-	7,55	2,37	0,32	0,19	10,43	0,00	10,43	8,33	100	125	1,8	2,3	
	Ck2	-	-	6,05	2,25	0,23	0,25	8,78	0,51	9,29	6,75	95	130	2,7	3,7	
P017	Ah	-	-	5,46	1,36	0,06	0,01	6,89	0,00	6,89	5,68	100	121	0,2	0,2	RG.el.ca
	2C1	-	-	9,27	2,62	0,08	0,13	12,10	1,00	13,10	10,6	92	114	1,0	1,2	
	2C2	-	-	9,56	2,20	0,05	0,2	12,01	0,64	12,65	9,61	95	125	1,6	2,1	
P018A	Ah	2,70	0,30	0,81	0,11	0,01	0,06	0,99	0,61	1,60	1,45	62	68	3,8	4,1	AR.ru.eu
	C1	4,02	0,41	0,95	0,19	0,01	0,01	1,16	0,55	1,71	4,18	68	28	0,6	0,2	
	C2	5,38	0,45	1,11	0,28	0,01	0,01	1,41	0,69	2,10	1,55	67	91	0,5	0,7	
	C3	4,13	0,27	0,61	0,15	0,01	0,01	0,78	0,47	1,25	0,94	62	83	0,8	1,1	
P019	Ah	9,34	3,12	0,18	0,06	0,01	0,01	0,26	4,34	4,60	3,93	6	7	0,2	0,3	LP.ha.dy
P024	Ah	33,23	2,26	7,50	1,82	0,13	0,05	9,50	1,61	11,11	9,72	86	98	0,5	0,5	LX.nl.he
	Bt1	30,97	2,55	8,98	2,22	0,01	0,01	11,22	1,45	12,67	9,48	89	118	0,1	0,1	
	Bt2			7,72	1,95	0,03	0,35	10,05	2,25	12,3	8,59	82	117	2,9	4,1	
P032	Ah	6,06	0,25	2,45	1,11	0,08	0,87	4,51	0,92	5,43	3,67	83	123	16,0	23,7	AR.ru.eu

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						-----%-----						
P034	Ah/R	-	-	4,06	0,68	0,22	0,03	4,99	0,00	4,99	3,16	100	158	0,6	1,0	CL.wc.sk
	CkR	-	-	4,24	1,85	0,24	0,81	7,14	0,00	7,14	3,58	100	199	11,3	22,6	
P039	Ah	1,13	0,23	1,55	0,87	0,14	0,01	2,57	0,56	3,13	2,70	82	95	0,3	0,4	AR.ru.eu
P041	Akh	3,67	0,26	7,57	0,59	0,20	0,04	8,40	0,00	8,40	6,93	100	121	0,5	0,6	LP.hk.eu
P042	Ah	3,21	0,50	1,53	0,91	0,12	1,05	3,61	0,73	4,34	3,13	83	115	24,2	33,6	LV.ha.rp
	Bt1	3,41	0,50	2,76	1,39	0,16	0,88	5,19	0,92	6,11	4,39	85	118	14,4	20,1	
	Bt2	-	-	4,65	2,48	0,20	0,92	8,25	1,18	9,43	7,22	87	114	9,8	12,7	
P044	Bw1b	-	-	12,25	2,34	0,12	1,65	16,36	0,00	16,36	12,66	100	129	10,1	13,0	RG.el.eu
	Bw2b	-	-	9,69	1,93	0,01	2,12	13,75	0,00	13,75	9,94	100	138	15,4	21,3	
P045	Ah	1,46	0,35	2,84	1,07	0,13	0,95	4,99	0,84	5,83	4,15	86	120	16,3	22,9	LV.ha.he
	A/B	1,26	0,25	5,92	0,97	0,11	0,86	7,86	0,00	7,86	5,69	100	138	10,9	15,1	
	Bt			7,42	1,94	0,08	0,88	10,32	0,09	10,41	7,92	99	130	8,5	11,1	
P046	Ah	2,98	0,36	2,67	0,66	0,04	0,74	4,11	0,36	4,47	3,09	92	133	16,6	24,0	LV.ha.he
	Bt	2,65	0,25	6,97	0,61	0,01	-	-	0,30	-	4,48	-	-	-	-	
	B/C			9,54	0,72	0,01	0,86	11,13	0,58	11,71	7,52	95	148	7,3	11,4	
P049	Ah	13,11	0,41	10,77	2,41	0,19	0,02	13,39	0,44	13,83	11,61	97	115	0,1	0,2	LP.hk.eu
P052	Ah	2,13	0,11	1,52	0,18	0,01	0,01	1,72	0,80	2,52	2,36	68	73	0,4	0,4	AR.ru.eu
	C1	2,53	0,15	1,05	0,16	0,02	0,10	1,33	0,52	1,85	1,57	72	85	5,4	6,4	
	C2	2,36	0,10	0,83	0,15	0,01	0,11	1,10	0,74	1,84	1,15	60	96	6,0	9,6	
P058	Ah	1,22	0,52	11,79	4,78	0,06	0,29	16,92	0,88	17,8	13,00	95	130	1,6	2,2	RG.ha.eu
	C1k	0,45	0,25	8,91	10,04	0,05	2,58	21,58	1,25	22,83	17,2	95	126	11,3	15,0	
	C2k	0,35	0,21	7,60	5,83	0,06	3,30	16,79	2,83	19,62	10,1	86	166	16,8	32,6	
P060	Ah	5,16	0,54	1,69	0,50	0,07	0,09	2,35	0,74	3,09	2,67	76	88	2,9	3,4	LP.li.eu
P061	Ah	3,96	0,41	3,47	1,34	0,16	0,10	5,07	0,63	5,70	5,11	89	99	1,8	2,0	LP.ha.eu

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						-----%-----						
P062	Ah	2,95	0,39	3,96	0,77	0,14	0,09	4,96	0,98	5,94	3,68	84	135	1,5	2,5	AR.br.eu
P063	Ah	5,91	0,37	1,93	0,69	0,16	0,10	2,88	0,57	3,45	2,67	83	108	2,9	3,8	LP.ha.eu
P066	Akh	-	-	11,98	0,95	0,87	0,74	14,54	0,00	14,54	7,84	100	185	5,1	9,4	CL.wc
	AB	-	-	8,83	0,74	0,42	0,23	10,22	0,00	10,22	6,52	100	157	2,3	3,5	
	Bwk1	-	-	8,11	0,71	0,70	0,32	9,84	0,00	9,84	5,91	100	166	3,3	5,4	
P067	Ah	3,48	0,35	2,80	0,96	0,49	0,17	4,42	0,27	4,69	3,27	94	135	3,6	5,2	RG.nl.eu
	2C	6,87	0,40	5,63	2,38	1,12	0,40	9,53	0,83	10,36	6,31	92	151	3,9	6,3	
P070	Ah	2,95	0,12	2,57	0,72	0,97	0,30	4,56	0,00	4,56	2,70	100	169	6,6	11,1	AR.ru.eu
	C	-	-	2,34	0,58	0,15	0,80	3,87	0,00	3,87	3,08	100	126	20,7	26,0	
P075	Ah	-	-	8,53	0,64	0,54	0,20	9,91	0,00	9,91	7,28	100	136	2,0	2,8	RG.el.eu
	C1k	-	-	8,75	0,95	0,03	0,83	10,56	0,00	10,56	8,08	100	131	7,9	10,3	
	C2k	-	-	6,28	1,25	0,01	0,28	7,82	0,25	8,07	5,55	97	141	3,5	5,1	
	CR	-	-	6,51	1,81	0,02	0,37	8,71	0,27	8,98	6,42	97	136	4,1	5,8	
P077	Ah	-	-	5,43	1,22	0,65	0,19	7,49	0,48	7,97	5,65	94	133	2,4	3,4	RG.nl.eu
	2BC	-	-	7,15	0,72	0,14	0,66	8,67	0,00	8,67	6,57	100	132	7,6	10,1	
P078	Ah	-	-	5,20	5,49	0,17	0,20	11,06	1,20	12,26	7,93	90	139	1,6	2,5	CM.ha.eu
	AB	-	-	9,13	5,87	0,08	0,17	15,25	1,15	16,4	11,81	93	129	1,0	1,4	
	Bw1	-	-	8,60	5,61	0,28	0,21	14,7	1,55	16,25	11,13	90	132	1,3	1,9	
	Bw2	-	-	8,11	6,7	1,02	0,31	16,14	0,56	16,7	11,91	97	136	1,9	2,6	

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						-----%-----						
P079	Ah	1,40	0,30	4,75	0,75	0,85	0,26	6,61	0,47	7,08	4,84	93	137	3,7	5,4	LV.ha.he
	Bt1	1,76	0,38	6,03	1,52	0,61	0,22	8,38	0,00	8,38	6,01	100	139	2,6	3,7	
	Bt2	-	-	7,08	0,90	0,92	0,29	9,19	0,00	9,19	6,04	100	152	3,2	4,8	
	C/B	-	-	7,29	1,21	0,15	0,14	8,79	0,05	8,84	6,43	99	137	1,6	2,2	
	C	-	-	5,20	1,74	0,24	0,17	7,35	0,00	7,35	4,60	100	160	2,3	3,7	
P080	Ah	-	-	12,23	2,57	0,13	0,37	15,3	0,52	15,82	12,40	97	124	2,3	3,0	CM.ha.eu
	2Bw1	-	-	11,22	5,74	0,13	0,48	17,57	0,73	18,30	14,30	96	123	2,6	3,4	
	2Bw2	-	-	10,03	3,81	0,07	0,53	14,44	1,51	15,95	12,00	91	121	3,3	4,4	
P082	Ah	10,62	0,54	7,36	2,08	0,31	0,14	9,89	0,00	9,89	7,54	100	131	1,4	1,9	LV.nl.he
	Bk1	10,79	0,53	23,33	2,74	1,10	0,53	27,70	0,00	27,7	10,58	100	262	1,9	5,0	
	Bk2			23,83	2,31	0,95	0,50	27,59	0,00	27,59	10,13	100	272	1,8	4,9	
P085	BC	9,85	0,30	9,92	0,92	0,69	0,40	11,93	0,00	11,93	3,98	100	300	3,4	10,1	LP.hk.eu
P088	Ah	-	-	4,86	1,11	0,08	0,36	6,41	0,58	6,99	5,30	92	121	5,2	6,8	CM.nl.eu
	Bw	-	-	4,94	0,98	0,06	0,34	6,32	0,72	7,04	5,44	90	116	4,8	6,3	
P090	Ah	-	-	5,72	2,02	0,05	1,73	9,52	0,00	9,52	7,61	100	125	18,2	22,7	CM.nl.eu
	Bw1	-	-	5,65	1,82	0,03	1,44	8,94	0,00	8,94	6,49	100	138	16,1	22,2	
	C/B	-	-	5,02	0,97	0,01	2,73	8,73	0,00	8,73	7,84	100	106	31,3	34,8	
P092	Ah	-	-	12,91	2,79	0,21	0,35	16,26	0,72	16,98	9,10	96	179	2,1	3,9	CM.nl.eu
	Bw1	-	-	15,02	2,68	0,09	0,32	18,11	0,76	18,87	7,76	96	233	1,7	4,1	
	Bw2	-	-	13,54	2,31	1,14	0,52	17,51	0,92	18,43	7,89	95	222	2,8	6,6	
P094	Ah	-	-	10,68	2,36	0,17	0,41	13,61	0,00	13,61	10,90	100	125	3,0	3,8	CM.ha.eu
	Bw1	-	-	6,87	3,30	0,16	0,56	10,89	0,50	11,39	7,75	96	141	4,9	7,2	
	Bw2	-	-	7,68	4,16	0,14	0,44	12,42	0,00	12,42	10,3	100	121	3,5	4,3	
	Bw3	-	-	8,48	3,96	0,10	0,43	12,97	0,62	13,59	10,3	95	126	3,2	4,2	
P109	CR1	3,17	0,18	2,89	0,59	0,20	0,10	3,78	0,00	3,78	2,53	100	149	2,7	4,0	LP.nt.eu

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ---		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							-----%-----					
P112	Ah	6,39	0,54	4,75	0,75	0,85	0,26	6,61	0,47	7,08	4,84	93	137	3,7	5,4	LX.nl.he
	Bt1	10,97	1,09	6,03	1,52	0,61	0,22	8,38	0,00	8,38	6,01	100	139	2,6	3,7	
	Bt2	-	-	7,08	0,90	0,92	0,29	9,19	0,00	9,19	6,04	100	152	3,2	4,8	
P113	Ah	3,54	0,37	7,29	1,21	0,15	0,14	8,79	0,05	8,84	6,43	99	137	1,6	2,2	AR.ha.eu
	C1	-	-	5,20	1,74	0,24	0,17	7,35	0,00	7,35	4,60	100	160	2,3	3,7	
	C2	-	-	7,36	2,08	0,31	0,14	9,89	0,00	9,89	7,54	100	131	1,4		
P114	Ah	3,99	0,51	23,33	2,74	1,10	0,53	27,70	0,00	27,7	10,58	100	262	1,9	5,0	LV.ha.he
	Bt1	5,85	0,67	23,83	2,31	0,95	0,50	27,59	0,00	27,59	10,13	100	272	1,8	4,9	
	Bt2	-	-	9,92	0,92	0,69	0,40	11,93	0,00	11,93	3,98	100	300	3,4	10,1	
P115	Ah	3,71	0,55	15,02	2,68	0,09	0,32	18,11	0,76	18,87	7,76	96	233	1,7	4,1	LX.ha.he
	Bt1	5,70	0,75	13,54	2,31	1,14	0,52	17,51	0,92	18,43	7,89	95	222	2,8	6,6	
	Bt2	-	-	2,89	0,59	0,2	0,10	3,78	0,00	3,78	2,53	100	149	2,7	4,0	
	2C	-	-	3,78	0,45	0,17	0,10	4,50	0,00	4,50	4,17	100	108	2,2	2,4	
P115 b	Ah	5,20	0,32	4,51	1,30	1,32	0,05	7,18	0,90	8,08	6,38	89	113	0,6	0,8	AR.ha.eu
	C1	5,49	0,29	4,13	1,25	0,06	0,09	5,53	0,69	6,22	5,85	89	95	1,5	1,5	
	C2	6,16	0,31	5,62	2,29	0,09	0,23	8,23	0,64	8,87	8,12	93	101	2,6	2,8	
P116	Ah	2,27	0,11	4,62	0,82	0,05	0,09	5,58	0,00	5,58	5,07	100	110	1,6	1,8	LP.ha.eu
P117	Ah	3,64	0,20	4,26	0,67	0,02	0,10	5,05	0,00	5,05	3,77	100	134	2,0	2,7	AR.ha.eu
	C1	-	-	3,34	0,59	0,19	0,08	4,20	0,00	4,20	3,02	100	139	1,9	2,7	
	C2	-	-	3,19	0,71	0,16	0,09	4,15	0,00	4,15	2,87	100	145	2,2	3,1	
	C3	-	-	3,09	1,44	0,12	0,08	4,73	0,00	4,73	4,43	100	107	1,7	1,8	

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ---		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						-----%-----						
P118	Ah	-	-	3,71	0,37	0,05	0,08	4,21	0,00	4,21	3,37	100	125	1,9	2,4	RG.el.eu
	2C	-	-	2,65	0,68	0,11	0,08	3,52	0,00	3,52	3,29	100	107	2,3	2,4	
P119	Ah	88,16	3,45	1,80	0,59	0,09	0,01	2,49	0,00	2,49	2,91	100	86	0,4	0,3	AR.ng.eu
P119 b	Ap	3,47	0,15	4,32	1,00	0,11	0,05	5,48	0,68	6,16	4,96	89	110	0,8	1,0	
	C1	3,10	0,08	2,82	0,70	0,09	0,08	3,69	0,50	4,19	3,05	88	121	1,9	2,6	
	C2g	2,75	0,01	1,06	0,33	0,04	0,04	1,47	0,24	1,71	1,53	86	96	2,3	2,6	
	C3g	1,80	0,00	0,93	0,28	0,05	0,04	1,30	0,18	1,48	1,03	88	126	2,7	3,9	
	C/Rg	1,84	0,00	0,69	0,33	0,09	0,03	1,14	0,15	1,29	1,42	88	80	2,3	2,1	
P120	Ah	6,56	0,11	5,90	1,19	0,17	0,06	7,35	0,00	7,35	6,23	100	118	0,0	1,0	LP.li.eu
P121	Ah	1,56	0,35	1,08	0,09	0,07	0,05	1,29	0,00	1,29	1,56	100	83	3,9	3,2	LP.hk.nt
P123	Ah	5,18	0,32	1,27	0,25	0,1	0,07	1,69	0,00	1,69	1,83	100	92	4,1	3,8	LP.hk.nt
P126	Ak	2,38	0,21	7,96	0,89	0,26	0,17	9,28	0,00	9,28	7,34	100	126	1,8	2,3	LV.ha.he
	Bt1	4,17	0,32	8,39	0,98	0,07	0,53	9,97	0,00	9,97	7,86	100	127	5,3	6,7	
	Bt2	-	-	8,78	1,75	0,06	1,22	11,81	0,00	11,81	6,93	100	170	10,3	17,6	
	Bt3	-	-	6,65	1,63	0,07	1,33	9,68	0,00	9,68	5,61	100	183	13,7	30,8	
	C	-	-	7,02	1,75	0,10	1,63	10,50	0,00	10,5	6,55	100	160	15,5	24,9	
P127	Ah	-	-	6,30	0,91	0,16	0,07	7,44	0,07	7,51	6,17	99	121	0,9	1,1	RG.ha.ca
	2C1	-	-	7,14	0,86	0,49	0,15	8,64	0,00	8,64	6,23	100	139	1,7	2,4	
	2C2	-	-	9,15	1,34	0,11	0,19	10,79	0,00	10,79	9,02	100	120	1,8	2,1	
P130	Ap	-	-	10,52	2,26	0,60	2,07	15,45	0,00	15,45	9,21	100	168	13,4	22,5	CM.ha.ca
	Bw	-	-	7,54	1,44	0,46	0,10	9,54	0,00	9,54	8,44	100	113	1,1	1,2	
	Bw2	-	-	8,59	1,89	0,70	0,14	11,32	0,00	11,32	9,67	100	117	1,2	1,5	
	Bw3	-	-	7,91	2,14	0,68	0,39	11,12	0,00	11,12	9,09	100	122	3,5	4,3	

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							-----%-----					
P132	Ah	-	-	6,69	1,35	0,65	0,29	8,98	0,00	8,98	5,36	100	168	3,2	5,4	CM.el.eu
	Bw	-	-	7,74	1,40	0,50	0,32	9,96	0,00	9,96	8,12	100	123	3,2	3,9	
P133	Ah	3,35	0,08	3,87	0,46	0,51	0,05	4,89	0,00	4,89	4,57	100	107	1,0	1,1	LP.li.eu
P134	Ah	3,58	0,36	5,99	1,53	1,03	0,09	8,64	0,00	8,64	8,33	100	104	1,0	1,1	LP.hk.eu
P135	Ah	3,87	0,50	2,55	1,19	0,30	0,07	4,11	0,60	4,71	4,84	87	85	1,5	1,5	LP.hk.eu
P137	Ah	3,15	0,48	6,42	0,99	0,55	0,10	8,06	0,00	8,06	6,02	100	134	1,2	1,7	LP.li.ca
P138	Ah	3,18	0,23	4,64	0,54	0,17	0,19	5,54	0,00	5,54	4,66	100	119	3,4	4,1	LV.nl.he
	Bt1	3,14	0,22	3,26	0,92	0,26	1,68	6,12	0,00	6,12	5,04	100	121	27,5	33,3	
	Bt2	-	-	2,11	0,95	0,30	3,64	7,00	0,00	7,00	5,05	100	139	52,0	72,1	
P140	Ah	3,08	0,20	4,21	0,90	0,15	0,04	5,30	0,00	5,30	5,01	100	106	0,8	0,8	LV.ha.he
	Bt1	3,39	0,24	5,82	1,28	0,15	0,08	7,33	0,00	7,33	4,94	100	148	1,1	1,6	
	Bt2	-	-	5,00	1,59	0,14	0,04	6,77	0,00	6,77	5,90	100	115	0,6	0,7	
	C	-	-	4,62	1,71	0,16	0,04	6,53	0,00	6,53	5,51	100	119	0,6	0,7	
P141	Ah	3,05	0,30	2,38	1,14	0,26	0,20	3,98	0,50	4,48	4,19	89	95	4,5	4,8	AR.ru.eu
	C1	2,86	0,24	2,63	1,39	0,14	0,08	4,24	0,47	4,71	4,16	90	102	1,7	1,9	
	C2	2,79	0,20	3,19	1,08	0,08	0,06	4,41	0,33	4,74	4,04	93	109	1,3	1,5	
	C3	2,86	0,20	3,56	1,00	0,09	0,06	4,71	0,35	5,06	4,35	93	108	1,2	1,4	
P142	Ah	2,42	0,22	3,20	0,66	0,09	0,04	3,99	0,00	3,99	4,13	100	97	1,0	1,0	LP.ha.eu
P143	Ah	-	-	1,57	1,42	0,18	0,42	3,59	0,54	4,13	3,51	87	102	10,2	12,0	LV.ha.he
	Bt1	-	-	2,39	2,06	0,14	0,49	5,08	0,20	5,28	4,52	96	112	9,3	10,8	
	Bt2	-	-	2,42	1,85	0,15	0,78	5,20	0,94	6,14	4,35	85	120	12,7	17,9	
	B/C	-	-	3,12	2,40	0,22	0,75	6,49	0,00	6,49	6,05	100	107	11,6	12,4	

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----						-----%-----						
P146	Ah1	-	-	5,30	1,06	0,35	1,58	8,29	0,00	8,29	2,53	100	328	19,1	62,5	RG.el.eu
	Ah2	-	-	1,80	0,59	0,09	0,01	2,49	0,00	2,49	2,91	100	86	0,4	0,3	
P147	Ah1	-	-	1,54	0,67	0,08	0,41	2,7	0,57	3,27	1,95	83	138	12,5	21,0	RG.el.eu
	Ah2	-	-	2,03	0,79	0,08	0,53	3,43	0,64	4,07	2,72	84	126	13,0	19,5	
P148	Ah	3,20	0,24	3,23	0,72	0,01	0,16	4,12	0,00	4,12	3,83	100	108	3,9	4,2	LP.hk.eu
	CR1	2,76	0,20	3,08	0,44	0,2	0,19	3,91	0,39	4,30	3,07	91	127	4,4	6,2	
	CR2	2,35	0,17	3,23	0,55	0,23	0,01	4,02	0,00	4,02	3,62	100	111	0,3	0,3	
P149	Ah	5,37	0,27	3,22	1,24	0,10	0,06	4,62	0,22	4,84	4,46	95	104	1,2	1,4	AR.ha.eu
	C1	4,93	0,23	4,11	1,39	0,01	0,05	5,56	0,35	5,91	5,39	94	103	0,9	0,9	
	C2	3,95	0,22	4,78	0,85	0,01	0,01	5,65	0,02	5,67	5,23	100	108	0,2	0,2	
	C3	5,09	0,27	5,25	0,94	0,01	0,06	6,26	0,00	6,26	5,35	100	117	1,0	1,1	
	CRk	3,90	0,29	4,46	1,27	0,01	0,13	5,87	0,00	5,87	4,79	100	123	2,2	2,7	
P150	AC	2,51	0,44	3,96	0,50	0,20	0,01	4,67	0,00	4,67	3,79	100	123	0,2	0,3	AR.ru.eu
P151	Ah	3,94	0,26	2,28	2,18	0,08	0,01	4,55	0,15	4,70	4,65	97	98	0,2	0,2	LP.li.eu
	C1	4,00	0,23	3,04	2,57	0,02	0,09	5,72	0,32	6,04	5,47	95	105	1,5	1,7	
	C2	3,94	0,25	2,40	2,21	0,06	0,63	5,30	0,18	5,48	5,10	97	104	11,5	12,4	
	C4	3,27	0,27	2,06	2,21	0,12	0,72	5,11	0,00	5,11	4,59	100	105	14,1	15,7	
	C4	3,36	0,34	2,76	2,45	0,11	1,12	6,44	0,00	6,44	3,82	100	169	17,4	29,3	
	CRk	3,11	0,33	5,11	4,69	0,12	1,38	11,30	0,00	11,30	4,49	100	252	12,2	30,7	

Teores de ferro e alumínio livres, características do complexo de troca e classificação dos solos estudados (continuação).

Perfil	Horiz	Fe	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	S+H	CTC	S/(S+H)	S/CTC	Na ⁺ /(S+H)	Na ⁺ /CTC	WRB (2006)
		--- g kg ⁻¹ ----		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							-----%-----					
P152	Ah	3,12	0,21	4,59	0,52	0,14	0,01	5,26	0,00	5,26	4,92	100	107	0,2	0,2	AR.ru.eu
	C1	3,01	0,17	3,62	0,55	0,12	0,01	4,30	0,00	4,30	3,45	100	125	0,2	0,3	
	C2	2,48	0,19	2,44	0,30	0,09	0,01	2,84	0,00	2,84	1,37	100	207	0,4	0,7	
	C3	2,49	0,22	3,65	0,35	0,10	0,01	4,11	0,03	4,14	2,76	99	149	0,2	0,4	
	CR	2,96	0,22	4,99	0,46	0,06	0,01	5,52	0,00	5,52	4,37	100	126	0,2	0,2	
P153	Ah	3,20	0,20	4,45	0,44	0,26	0,01	5,16	0,00	5,16	4,34	100	119	0,2	0,2	LV.nl.he
	Bt1	3,09	0,18	4,41	0,92	0,29	0,52	6,14	0,00	6,14	4,04	100	152	8,5	12,9	
	Bt2	-	-	8,24	2,29	0,62	1,31	12,46	0,00	12,46	3,90	100	319	10,5	33,6	

