

Ana Isabel Cabral
Dep. C. Naturais / GeoDES, Instituto de Investigação
Científica Tropical (IICT) email: anaicabral70@gmail.com



Fernando L. Costa
Dep. C. Naturais / GeoDES, Instituto de Investigação
Científica Tropical (IICT) email: flicosta1955@gmail.com

Condicionantes físicas da distribuição do coberto do solo na província de Huambo (Angola)

Sessão temática: Recursos Naturais e Ordenamento do Território

Resumo: Avalia-se a relevância de algumas condicionantes naturais, nomeadamente o declive, a geologia e o NDVI, fundamentais na distribuição do coberto do solo na Província de Huambo. Para o efeito cruzam-se os mapas referentes àqueles factores geomorfológicos e bioclimáticos e compara-se o resultado obtido com a distribuição do coberto do solo.

Dos resultados obtidos verifica-se que o tipo predominante de ocupação do solo, a savana arbórea com uma humidade média, se relaciona com a extensa superfície planáltica e reflecte as condições de drenagem pouco acentuadas, na dependência dos declives suaves e da friabilidade dos afloramentos rochosos desta região tropical, sob um clima com as precipitações concentradas na época das chuvas. Por outro lado, as zonas de humidade mais alta com condicionantes físicas que permitem maior desenvolvimento do coberto vegetal encontram-se nas áreas ocupadas por floresta. As herbáceas, agricultura e os terrenos onde ocorrem queimadas são as regiões de humidade mais baixa.

Palavras-chave: Coberto do solo, condicionantes naturais, Huambo, Angola

Abstract: The main goal of this study is to evaluate the relevance of certain natural factors, namely slope, geology and NDVI, on the land cover in the Huambo Province. The maps of those geomorphologic and bioclimatic factors are crossed and the resulting map is compared with the land cover map.

The results show that the predominant type of land cover is savanna woodland with an average humidity which is related with the extensive plateau surface and reflects the slow drainage conditions, depending on the gentle slopes and the friability of the surface geological units, in a climate with rainfall concentrated in the rainy season. Furthermore, areas of higher humidity with physical constraints that allow further development of vegetation are found in areas occupied by forest. Herbaceous, agriculture and burnt land are the regions of lower humidity.

Key words: Land cover, natural factors, Huambo, Angola

1. Introdução

Este trabalho tem como objectivo avaliar a importância relativa de algumas condicionantes geomorfológicas e bioclimáticas na distribuição do coberto do solo.

A distribuição geográfica da ocupação actual do solo na província do Huambo (Angola) é, em grande parte, marcada pelas suas condições climáticas, geomorfológicas e de povoamento. Esta província localiza-se a uma latitude média de 13° sul, a cerca de 250km do litoral ocidental, num sector da região planáltica interior de Angola, que constitui as cabeceiras das bacias dos rios Cuanza, Cunene, Cubango, Queve e Catumbela, com mais de 95% da área acima dos 1500m de altitude (fig. 1).

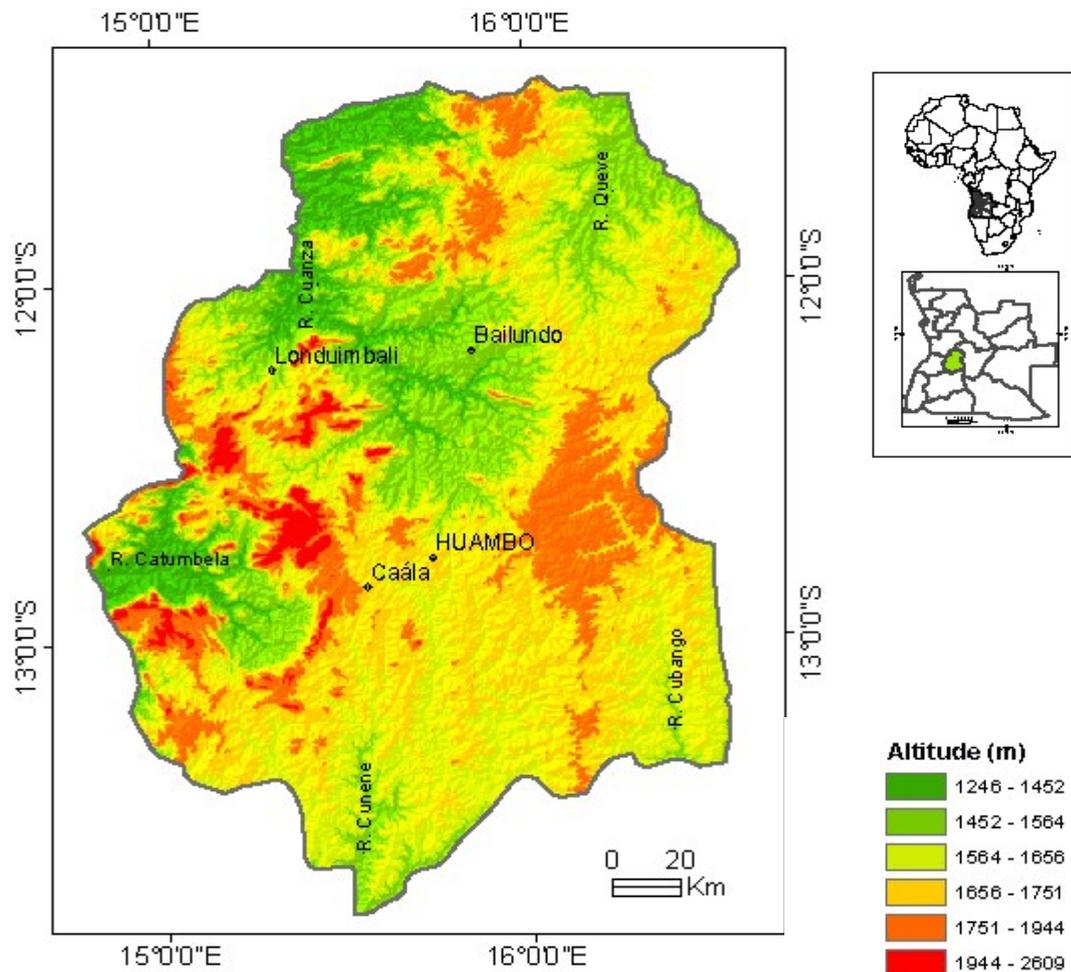


Fig. 1 – Localização da Província de Huambo (Angola).

Apresenta condições naturais de climas temperados tropicais de altitude, com uma temperatura média anual de 18.9°C e médias mensais que variam entre 20.6°C e 16.0°C, ou seja têm uma amplitude anual de 4.6°C. As amplitudes térmicas mensais médias, máximas e mínimas são particularmente menos acentuadas nos meses de Outubro a Abril, em plena época húmida.

Regista um total anual de precipitação de 1380.3mm (Huambo, 1940-1960) e a estação húmida, quando a precipitação é superior à sua média mensal de 115mm, decorre de Outubro a Abril. Neste período ocorrem cerca de 97% das precipitações anuais, coincidindo os meses mais chuvosos com as duas culminações zenitais do sol, em Dezembro e Março, quando se registam respectivamente 232.5mm e 230.8mm (fig. 2).

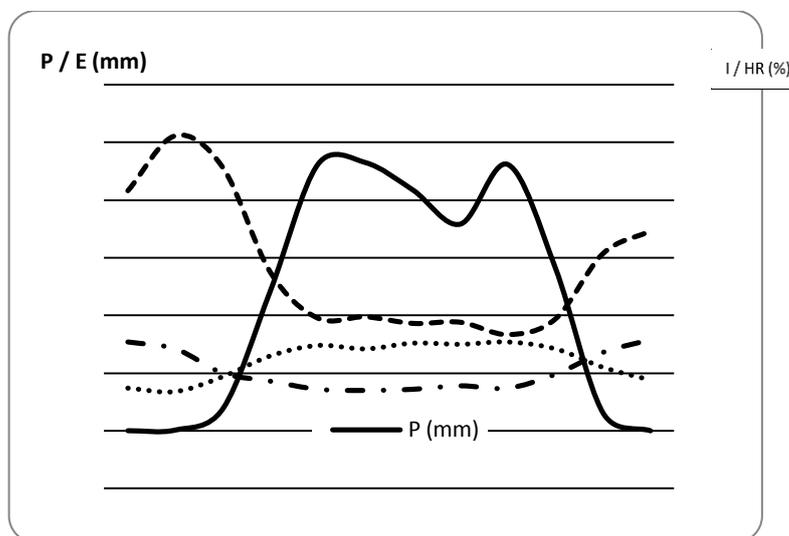


Fig. 2 – Regime sazonal da precipitação, evaporação, insolação e humidade relativas às 9h, em Huambo, 1940-1960.

A estação seca é bem marcada, quer pela sua duração de 5 meses, quer pelo seu deficit de humidade, na dependência de quantitativos pluviométricos e de humidade relativa baixos e de evaporação particularmente acentuada (fig. 2).

2. Material e métodos

Foram elaborados mapas de ocupação do solo, do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) e de declives e paralelamente utilizou-se a informação geológica disponível para a província. O mapa de ocupação do solo (fig. 3) foi produzido utilizando imagens provenientes do satélite Landsat Thematic Mapper Plus (ETM+), relativas aos anos de 2008-2009, do U.S. Geological Survey (USGS), Earth Resources Observation Systems (EROS), Data Center (EDC). Estas imagens estavam geometricamente corrigidas para a projecção Universal Transversa de Mercator (UTM-Zona 33S) e datum WGS84 e com uma resolução espacial de 30 metros. Como a área de estudo é coberta por 4 imagens Landsat, foi necessário fazer um mosaico de forma a cobrir toda a província. Para a caracterização do coberto do solo foi aplicado um método de classificação supervisionada de máxima verosimilhança. A ocupação existente na região de estudo foi baseada na definição de oito classes: floresta densa, floresta aberta, savana bosque, vegetação herbácea, vegetação húmida, agricultura, ardido e água. A precisão do mapa resultante foi obtida com base em parâmetros de avaliação da qualidade através da comparação com dados de referência, nomeadamente o factor Kappa. Obteve-se o valor de kappa de 0,86, o que mostra uma concordância elevada entre os dados de terreno e o mapa classificado.

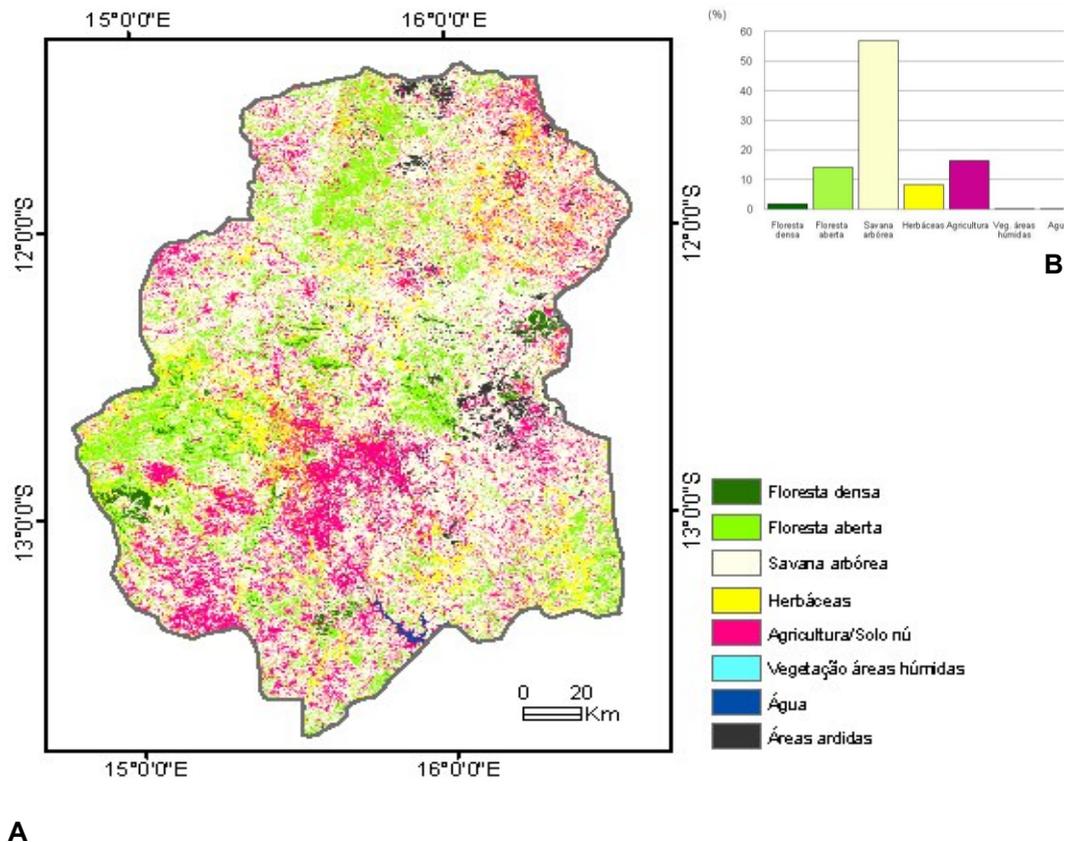


Fig. 3 – Coberto do solo na Província de Huambo (Angola), 2009.

A distribuição geográfica do NDVI foi gerada a partir das imagens Landsat ETM+ (fig. 4), através da razão entre a diferença das reflectividades das bandas no infravermelho próximo e no vermelho, e a soma dessas mesmas reflectividades. Este índice permite identificar a presença de vegetação verde na superfície, com valores entre -1 e +1, e caracterizar a sua distribuição espacial e foi usado para discriminar quantitativamente os principais tipos de coberto do solo, em 3 classes, consoante o seu grau de verdura.

O mapa de declives (fig. 5) foi desenvolvido com base num Modelo Digital do Terreno (MDT), usando o software ArcGis 9.3, com uma resolução espacial de 90 metros, extraído a partir de imagens interferométricas orbitais da região, adquiridas em Fevereiro de 2000 pela missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Souza et al. (2005) mostraram que o declive tem grande relevância na determinação da fragilidade do meio físico uma vez que dele depende a intensidade da acção da gravidade no desencadeamento de processos relacionados com a evolução do relevo, quer a seco quer com a presença de água, ou com a dinâmica hídrica de escoamento e drenagem.

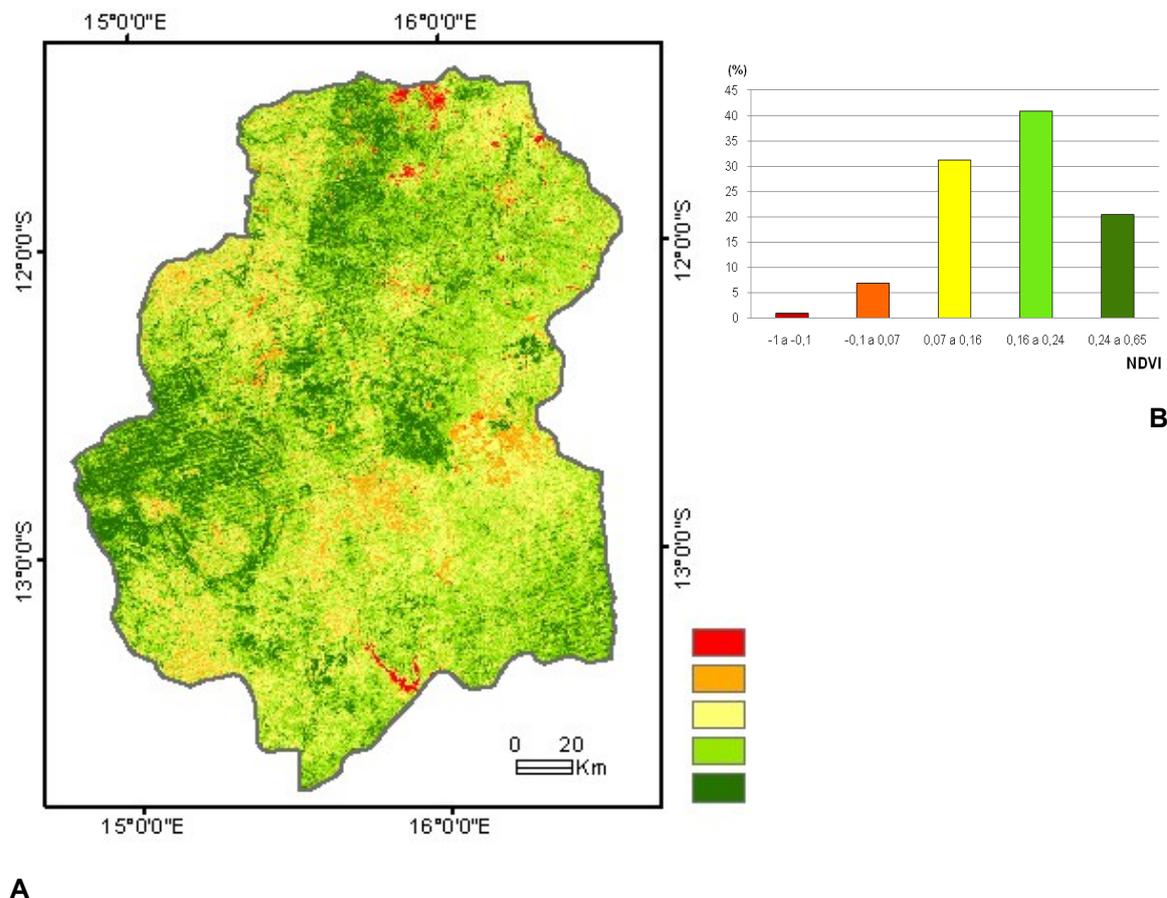
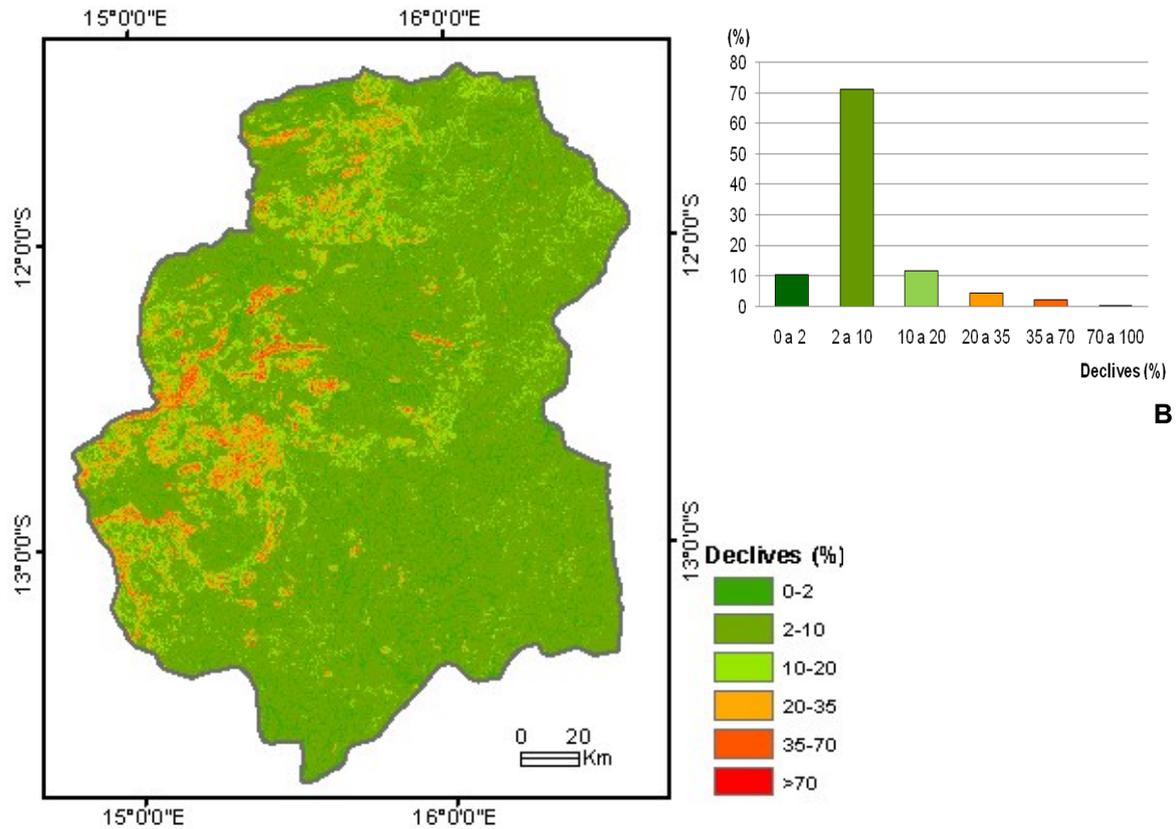


Fig 4 – NDVI na Província de Huambo (Angola).

Os limites das classes de declive foram definidas de acordo com os limiares que marcam as diferentes condições de escoamento da água superficial e, conseqüentemente, em função delas é possível estabelecer a susceptibilidade à retenção de diferentes teores de humidade (fig. 5B) que permitem diferentes tipos de ocupação. Assim, em declives inferiores a 2% há dificuldade de drenagem e retenção de água, entre 2 e 10% o escoamento é geralmente lento e verifica-se escorrência difusa elementar, de 10 a 20% torna-se mais fácil e com tendência à concentração, de 20 a 35% é mais acentuado e efectivamente concentrado de 35 a 70% é rápido e acima dos 70% torrencial.

A distribuição geográfica dos valores de declive constitui, assim, um dos factores da variabilidade regional das condições de drenagem sob a acção da gravidade, pois estão na origem de diferentes teores de humidade do solo. Por esse facto atribuiu-se um número de ordem a cada classe de declive, em função da sua susceptibilidade à retenção da água de escoamento, sendo esse número tanto mais elevado quanto menores os valores de declive (quadro 1). Às classes entre 0 e 20% foi atribuído o número de ordem 3, devido às condições de escoamento lento, às classes de 20 a 35% o número de ordem 2, dado que a drenagem é fácil e às superiores a 35% o número de ordem 1, atendendo a que o escoamento é muito rápido e não há retenção de água (quadro 1).



A

Fig. 5 – Declives na Província de Huambo (Angola).

Quadro 1 – Hierarquia dos factores integrantes do mapa de condicionantes físicas.

Hierarquia	Factores geomorfológicos		NDVI	Tipo de coberto vegetal
	Declive (%)	Geologia		
1 (Baixa)	35-70 e >70 (Acentuado)	Lateritos, Conglomerados e quartzitos, Gnaisses ocelados, Complexo gabro-norítico e charnoquítico	-1 a -0,1 e -0,1 a 0,07	Agricultura / solo a nu, Água, Ardido
2 (Média)	10-20 e 20-35 (Moderado)	Complexo gnaiisso-migmatítico-granítico, Granitos biotíticos, Complexo granito-migmatítico	0,07 a 0,16 e 0,16 a 0,24	Herbáceas, Savana arbórea
3 (Elevada)	0-2 e 2-10 (Suave)	Aluviões, eluviões e areias, Depósitos Kalahari Superior, Pórfiro granitóide e rochas vulcânicas, Granitos porfiróblásticos, Complexo alcalino e carbonatítico	0,24 a 0,65	Floresta densa, Floresta aberta, Vegetação húmida

A distribuição espacial da ocupação vegetal do solo encontra-se também relacionada com o comportamento do escoamento da água, na dependência das condições geológicas locais, constantes do mapa geológico (JIU, 1999) (fig. 6).

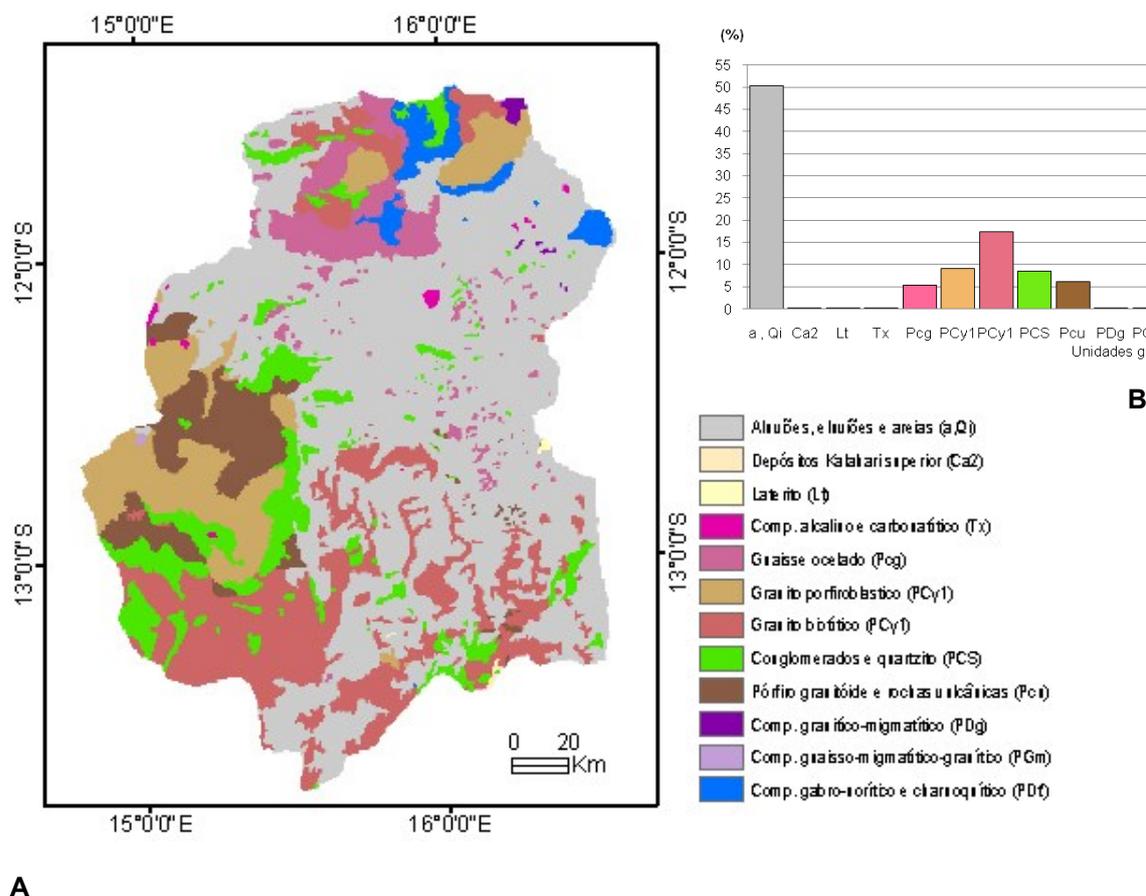


Fig. 6 - Geologia na Província de Huambo (Angola).

A friabilidade relativa dos diversos tipos de rochas, e consequentemente, as suas condições de drenagem permitiu atribuir-lhe um número de ordem tanto maior quanto maior a sua capacidade de retenção de água. As formações consideradas de maior grau de retenção (3) foram as aluviões, eluviões e areias, os depósitos do Kalahari superior, os pórfiros granitóides e rochas vulcânicas, os granitos porfiroblásticos e o complexo alcalino e carbonatítico, e os de menor grau os lateritos, os gnaisses ocelados, os conglomerados e quartzitos e os complexos gabro-norítico e charnoquítico (quadro 1).

Foi desenvolvido um modelo resultante do somatório em *rank* dos mapas reclassificados relativos ao NDVI, aos declives e à geologia, obtendo-se um mapa do grau de susceptibilidade de retenção da drenagem e de indicadores bioclimáticos de humidade. Este mapa foi posteriormente sujeito a uma reclassificação para três classes de susceptibilidade (baixa, média e elevada), definidas com base nos quantis, ou seja com igual frequência. Obteve-se, assim, um modelo da distribuição geográfica do conjunto das condicionantes geomorfológicas e bioclimáticas que reflectem a diversidade regional das condições de humidade para o bom desenvolvimento do coberto vegetal.

Para se comparar os mapas do coberto de solo com o do modelo das condicionantes físicas consideradas, procedeu-se à subtracção entre ambos, onde os valores zero significam que o coberto de solo se encontra em consonância com as condições físicas locais, de declive, geologia e NDVI, os valores positivos representam uma vegetação mais desenvolvida do que as condicionantes o fariam prever e os negativos menos desenvolvida.

3. Resultados e discussão

O tipo de coberto do solo predominante é a savana arbórea, que ocupa mais de 57% da área da província, logo seguido da agricultura, com 16%, e da floresta aberta, com 14% (fig. 3B). A maior parte da sua superfície, ou seja 71%, tem declives suaves, entre 2 a 10% (fig. 5B) o que lhe confere condições de escoamento lento. As áreas com NDVI de 0,16 a 0,24 são predominantes, com 41% da superfície, as com valores de 0,07 a 0,16 ocupam 31%, e as de 0,24 a 0,65, 20% (fig. 4B). Daqui resulta uma preponderância espacial dos valores médios a mais elevados de NDVI, que no total destas 3 classes perfazem 92% da área da província. A restante área é caracterizada por valores abaixo de zero a que corresponde um baixo grau de vegetação verde. Do ponto de vista geológico afloram predominantemente aluviões, eluviões e areias, em 50% da sua extensão, seguidamente granitos biotíticos, em 17%, e conglomerados e quartzitos e granitos porfiroblásticos, cada um com 9%.

Trata-se, assim, de uma área planáltica, com declives suaves, onde predominam superficialmente as rochas detríticas, os valores de NDVI são elevados e as condições térmicas e pluviométricas favorecem o desenvolvimento de um tipo de coberto maioritariamente de savana arbórea.

O modelo de condicionantes físicas resultante do somatório dos mapas de NDVI, declives e geologia (fig.7), permite concluir que as áreas classificadas como mais húmidas, com condicionantes físicas que permitem o desenvolvimento do coberto vegetal do solo (3) são sobretudo ocupadas por floresta, as de humidade média (2) por savanas arbóreas e as menos húmidas (1) por herbáceas, agricultura ou até terrenos onde ocorreram queimadas (fig.3).

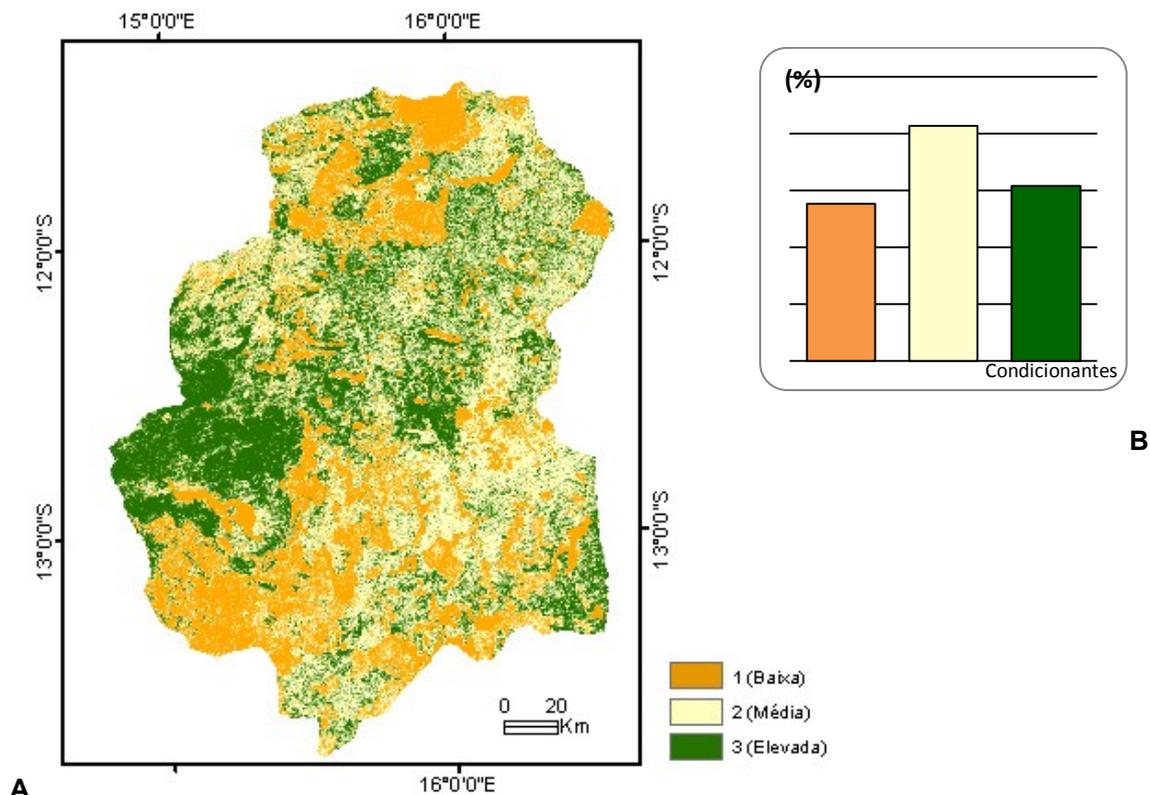


Fig. 7 – Condicionantes físicas do coberto do solo.

Verifica-se a predominância das áreas de humidade média (fig. 7B), com 41%, que são sobretudo ocupadas por savana arbórea, cobrindo mais de metade da superfície da província, logo seguida das de humidade elevada, com 31%, que correspondem a sectores com agricultura e floresta aberta (fig.3B). Estas ocupações do solo predominantes reflectem as condições de drenagem relacionadas com os declives pouco acentuados (fig. 5B) a friabilidade das rochas e dos materiais de cobertura desta região planáltica, sob um clima regional de duas estações alternadas, com as precipitações concentradas na época das chuvas.

As condições de declive suaves predominantes (fig. 5B) e geológicas, de rochas maioritariamente com boa capacidade de retenção de água (fig 6B), permitiriam o desenvolvimento da savana bosque ou até de um tipo de coberto florestal mais denso, caso não houvessem as limitações relacionadas com as condições de um clima tropical com uma estação seca marcada. Por outro lado o Homem tem procedido ao desmatamento ao longo dos anos para obter lenha ou produzir carvão, essencialmente, para uso doméstico, tal como cozinhar e aquecimento. A acessibilidade em função das vias de comunicação ou do declive limita, no entanto, a distribuição do coberto, encontrando-se mais denso em declives acentuados e mais dispersa em áreas próximas de núcleos urbanos e de eixos viários.

A comparação por subtracção dos mapas do coberto de solo e do modelo final permite concluir que quase metade da área da província (49%) o tipo de coberto encontra-se em consonância com as condicionantes físicas locais (Fig.8).

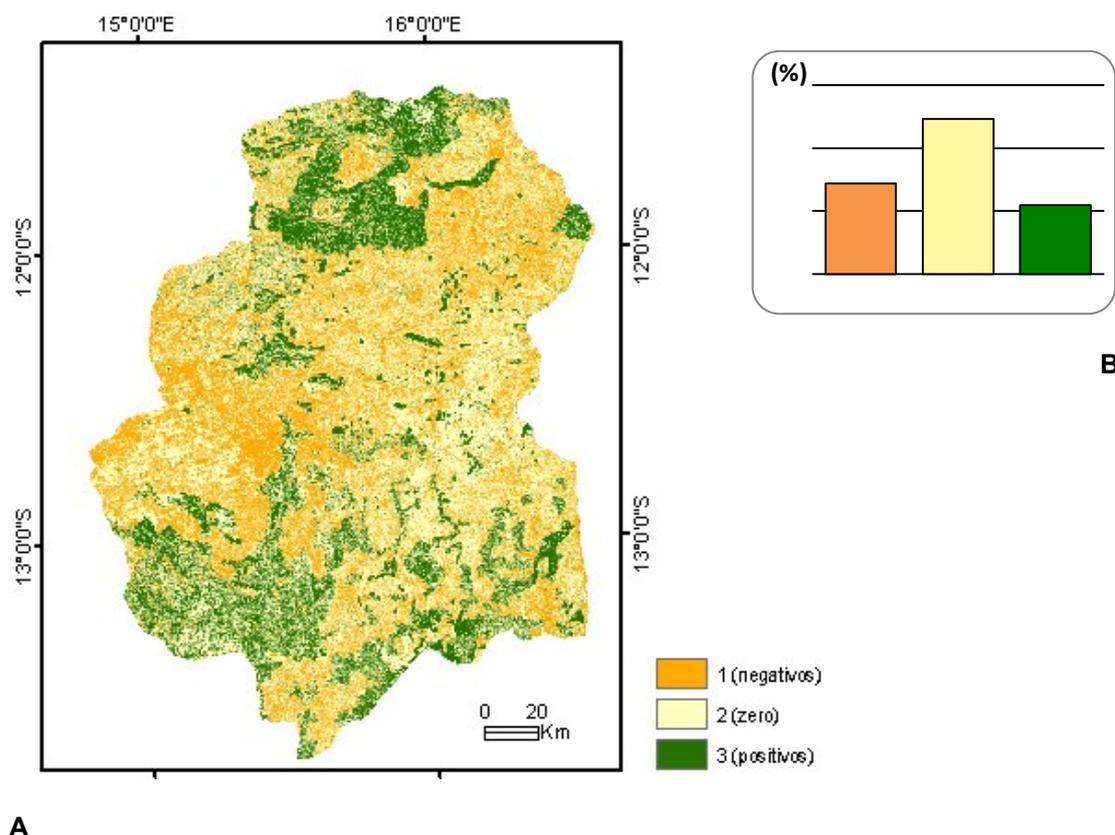


Fig. 8 – Modelo comparativo de condicionantes físicas e de coberto do solo.

Em cerca de 20% da área, a sua vegetação é muito desenvolvida para os seus declives, geologia e NDVI e 30% menos desenvolvida (fig. 8). No primeiro caso encontram-se as áreas de floresta galeria e os escarpados e no segundo as áreas afectadas pela sobre-exploração das áreas de floresta.

Os resultados mostram que foi possível relacionar o coberto do solo com algumas das suas condicionantes físicas, através de modelos simplificados. Um de associação do conjunto dessas condicionantes e outro de comparação com o coberto, por simples operações de somatório ou subtração de mapas, com recurso ao ambiente SIG. Reconhece-se, no entanto, que outros factores adicionais, como a distribuição geográfica da permeabilidade dos solos ou das condições climáticas de humidade, poderiam vir a melhorar os resultados obtidos.

Referências bibliográficas

Barbosa, L.G., (1970) *Carta fitogeográfica de Angola*. Instituto de Investigação Científica de Angola, Luanda, 323 p.

Cabral, A., (2009) Cartografia de coberto do solo para o território angolano utilizando imagens de satélite Modis. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 15: 65-78

Cabral, A., Vasconcelos, M.J., Verissimo, L. (2006) Cartografia de coberto do solo em África – Angola. In: Moreira, I. (ed.). *Angola, Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*, volume 1, ISAPress: 79-95.

Carvalho, H. (1980-1982) *Geologia de Angola. Na escala de 1/1.000.000*. Lisboa, Junta de Investigações Científicas do Ultramar (JICU/IICT).

Souza, L. C. P.; Donha, A. G.; Sirtoli, A. E., Lima, M. R. (2005) Estudo do meio físico na avaliação de bacias hidrográficas utilizadas como mananciais de abastecimento. In: Andreoli, C. V., Carneiro, C.. *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Sanepar: Finep, Curitiba, v.1: 121-156.