

MAPEAMENTO PEDOLÓGICO EM PARTE DA REGIÃO
SEMI-ÁRIDA DO ESTADO DA PARAÍBA

Maria José dos Santos
Departamento de Engenharia Agrícola
Universidade Federal da Paraíba
Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó
58100 Campina Grande, PB
BRASIL

Ivonete Berto Menino
Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
Caixa Postal 275
58000 JOÃO PESSOA, PB
BRASIL

Maria de Fátima Fernandes
Departamento de Engenharia Agrícola
Universidade Federal da Paraíba
Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó
BRASIL

RESUMO

A utilização de produtos sensores integrada a dados pedológicos pre-existent e o apoio de campo, abre novas perspectivas para a detecção e caracterização de unidades pedológicas. Com a disponibilidade de tais produtos e demais dados, desenvolveu-se em caráter experimental um trabalho na Região Semi-árida da Paraíba, área esta abrangida pelo Programa PDCT-NE. Os principais objetivos deste projeto foram desenvolver e aperfeiçoar critérios de análise de atributos das imagens multiespectrais TM/LANDSAT e integrar os resultados desta análise com os dados pedológicos disponíveis e obtidos em campo, visando fornecer subsídios para o mapeamento das unidades pedológicas. Como resultado obteve-se a delimitação de determinadas unidades de mapeamento, nem sempre visíveis nas fotografias pancromáticas, devido à cobertura vegetal e uso da terra, registrando-se a importância das imagens multiespectrais na cartografia pedológica.

ABSTRACT

New perspectives for pedological units detection and characterization resulted in the use of sensor products integrated to a priori pedological data and field verifications. An experimental work was developed in semi-arid region of Paraíba State, Brazil. Developing and performing TM/LANDSAT multispectral imagery features analysis criteria, as well as associating the results of this analysis with available pedological data, were the principal purposes of this project. Delimitation of a number of mapping units, not always visible on panchromatic photos due to vegetal coverage and land use, was obtained.

1. INTRODUÇÃO

A área estudada integra parte da Região Semi-árida da Paraíba, abrangida pelo Programa PDCT-NE, Convênio BID/CNPq/UFPb. A extensão territorial do Semi-árido e a reduzida disponibilidade de informações sobre a distribuição espacial dos solos em escalas compatíveis para a avaliação de suas potencialidades agrícolas, requer o uso de metodologias que possibilitem a aquisição de tais informações a custos relativamente baixos e em tempo hábil. O uso de imagens multiespectrais na escala de 1:100.000, apresenta-se como uma alternativa promissora para tais propósitos. A área estudada envolve Microrregiões Homogêneas com diferentes condições de solo, relevo e geologia, compreendendo 8 (oito) folhas de 30x30 minutos, perfazendo um total de aproximadamente 17.444Km², apresentando-se neste trabalho apenas os resultados obtidos para

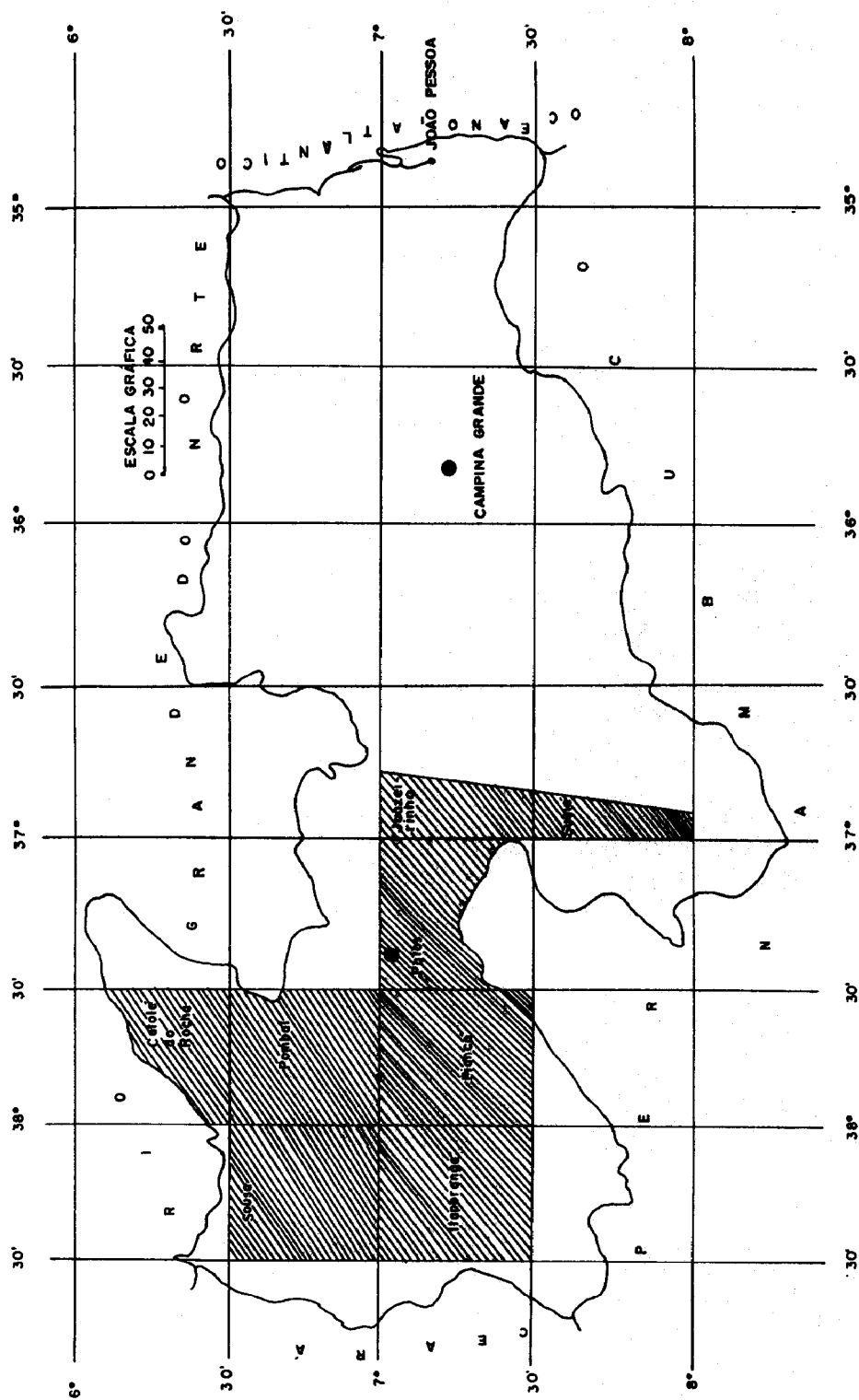
as folhas Sousa, Piancó e Catolé do Rocha. A metodologia empregada neste trabalho consistiu no uso de técnicas de análise visual de imagens multiespectrais, integradas aos dados disponíveis e trabalho de campo, o que possibilitou a delimitação das unidades de mapeamento contidas na área de estudo, apresentadas nos mapas de solos a nível de Reconhecimento de Alta Intensidade, escala 1:100.000.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição Geral da Área de Estudo

A área de estudo encontra-se situada no Estado da Paraíba entre os Meridianos 36°30' e 38°30' a Oeste de Greenwich e os Paralelos 6°00' e 8°00' de Latitude Sul, perfazendo um total de 17.444Km², (Figura 1), compreendendo

FIGURA 1
 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO ESTADO DA PARAÍBA



as seguintes sub-áreas: Sousa, Pombal, Itaporanga, Piancó, Patos, Juazeirinho, Sumé e Catolé do Rocha.

De forma geral e resumida, a geologia da área de estudo é mostrada na Tabela 1.

A área de estudo encontra-se inserida em três regiões geomorfológicas distintas: Depressão Sertaneja, Planalto Sertanejo e Planalto da Borborema, (BRASIL, 1972).

De acordo com a Classificação Climática de KOPPEN, ocorrem na área de estudo os seguintes tipos de clima: Aw1, Awig, Bsw1, Bsw1g e, segundo a Classificação Climática de THORNTWAITE os tipos de clima registrados na área de estudo são: seco sub-úmido; Megatérmico (Semi-árido); Mesotérmico (Seco e Sub-úmido) e Árido.

A vegetação predominante é a caatinga, formações lenhosas e de caráter xerófilo, caracterizando-se por apresentar indivíduos adaptados às condições semi-áridas do clima, vegetando sobre solos relativamente rasos e pedregosos. Apresenta formações com densidade de porte variável, desde arbustivo e arbóreo arbustivo até arbóreo, com ocorrência de gramíneas e árvores frutíferas nas regiões de várzea, (BRASIL, 1972).

Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados todos os mapas temáticos disponíveis sobre a área, tais como: folhas cartográficas planialtimétricas (escala 1:100.000) elaboradas pela SUDENE, mapas pedológicos (escala 1:500.000 e 1:400.000), mapa geológico (escala 1:500.000) e mapa geomorfológico (escala 1:1.000.000), além das imagens TM/LANDSAT, escala 1:100.000, com as seguintes características:

ÓRBITA	PONTO	CANAIS	PASSAGEM
215	65A	3 e 4	11/11/85
	65C	3 e 4	11/12/84
216	64D	3 e 4	20/08/87
	65A	3 e 4	26/07/84
	65B	3 e 4	26/07/84
	65C	3 e 4	26/07/84
	65D	3 e 4	26/07/84

Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho baseou-se na proposição de VALÉRIO FILHO, EPIPHÂNIO e FORMAGGIO (1981) e AREOLA (1974). Compreendeu a fase de interpretação preliminar, trabalho de campo e interpretação final. A partir das cartas topográficas disponíveis, (escala 1:100.000), foram confeccionados os mapas bases para cada sub-área ajustados às imagens, de modo que coincidissem todos os traçados de coordenadas, estradas principais, rios e cidades, procurando-se corrigir as distorções. A análise visual preliminar foi fundamentada nos elementos fotointerpretativos, quais sendo: padrão de drenagem, relevo, textura e tonalidade fotográfica. A análise fotomórfica permitiu individualizar as unidades fisiográficas espectralmente homogêneas as quais associadas às informações disponíveis, possibilitaram a confecção de mapas preliminares de solos, a nível de Reconhec-

mento de Alta Intensidade, na escala 1:100.000.

A segunda fase do trabalho consistiu em caminhamento de campo, correlacionando-se as unidades fisiográficas mapeadas e a verdade terrestre. As informações coletadas no campo foram plotadas nos mapas preliminares possibilitando assim, juntamente com os resultados das análises das amostras de solos, a caracterização das unidades de mapeamento, correção dos limites, elaboração de mapas e legendas finais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sub-áreas Sousa, Piancó e Catolé do Rocha

A sub-área Sousa foi selecionada como "área teste", por apresentar características diferenciadas de condições ambientais. Nesta área a ocorrência de uma bacia sedimentar de grandes proporções encaixada entre superfícies pediplanadas com alguns inselbergues residuais e cercada por maciços de grande altitude relativa, evidencia diferença de feições nas imagens orbitais. A Tabela 2 mostra a caracterização fotomórfica das unidades de mapeamento para esta sub-área. A correlação entre os elementos foto interpretativos e a verdade terrestre mostrou que as unidades de mapeamento V1, V2, V3 e SSI apresentam relevo plano e suavemente ondulado, diferenciado basicamente na textura superficial do solo, uso da terra e na ocupação agrícola. A unidade SSI é formada por solos halomórficos de textura superficial arenosa ou média com elevação do grau de salinidade, uso agrícola restrito à pastagem, cultura de subsistência em pequena escala e vegetados por Carnaúba (Cypericea cerifera). Por outro lado, os Vertissolos possuem textura superficial argilosa que refletem menor quantidade de energia, formando manchas mais escuras nas imagens e apresentam grandes áreas agrícolas, com intensidade de uso de média a alta. As áreas pediplanadas, com relevo suave ondulado e ondulado compreendendo solos Bruno Não Cálcicos (NC), Podzólicos (PE) e Litólicos (Re); estes são distinguidos pelos atributos da paisagem. Praticamente os Bruno Não Cálcicos ocorrem associados a Litólicos e Afloramentos de Rocha em toda região sul desta sub-área. Em sua porção nordeste ocorre grande superfície de solos Podzólicos Vermelho-Amarelo em relevo suave ondulado e ondulado. Os inselbergues e maciços foram facilmente identificados na imagem devido às características de relevo, vegetação, textura e tonalidade fotográfica, constituem-se basicamente de solos Litólicos e Afloramentos de Rocha, cuja diferenciação foi feita a partir de observações de campo e dados disponíveis.

Os resultados alcançados para a sub-área Piancó foram satisfatórios, quando aplicada a metodologia adaptada para a sub-área Sousa, e consequentemente uma redução no desenvolvimento dos trabalhos de campo, permitindo a delimitação das diferentes unidades de mapeamento com grau de aproximação da verdade terrestre relativamente preciso. Observou-se que as áreas que apresentavam grau de dissecação baixo a muito baixo, textura fotográfica fina a média, inten-

TABELA 1

CONFIGURAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

ERA	PERÍODO	EPOCA	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	LITOLOGIA	SÍMBOLO	SUB-ÁREA
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Depósitos Quaternários	Sedimentos Aluviais	Qa	1,2,3,4,5,6
	Terciário/Quaternário	Paleoceno Pleistoceno	Coberturas arenosas Cobert. Lateríticas	Coberturas arenosas Crosta laterítica	TQa TQ1	6 5
Mesozóico	Cretáceo	-	Série Rio do Peixe . Formação Sousa	Folhelhos e siltitos com níveis de arenitos e conglomerados	Krps	1
			. Formação A, Navarro	Conglomerados, brechas e arenitos grosseiros com intercalações de siltitos e folhelhos	Krpan	1, 2
			. Formação Piranhas	Brechas, conglomerados polimíctos e arenitos com intercalações de siltitos e folhelhos.	Krpp	1
Pré-Cambriano Superior	-	-	Grupo Seridó . Formação Equador	Muscovita-quartzitos com fácies arco-seana a pura, itabiritos e metaconglomerados	pEAs	1,2,4,5,6
			. Formação Jurucutú	Hornblenda-gnaíse epidotífero, biotita-gnaíse e gnaíse quartzo-feldspáticos com níveis de calcáreo cristalino.	pEAsf	5, 6
			. Formação Seridó	Biotita-xisto, biotita xisto-granodífero, biotita-xisto com granada e/ou sillimanita, cordierita, estaurólira e andaluzita, localmente feldspatizados	pEAss	6

CONTINUAÇÃO - TABELA I

ERA	PERÍODO	EPOCA	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	LITOLOGIA	SÍMBOLO	SUB-ÁREA
Pré-Cambriano Superior	-	-	Grupo Cachoeirinha	Filitos-metassiltitos e xistos de baixo grau metamórfico, incluindo quartzo e calcário cristalino	pEACH	3,4,5,6
			Rochas Plutônicas Granulares	Granitos, granodioritos, monzonitos e tonalitos Quartzo-diorito	pEAGr pEAGbq	3,4,5,6 5
			Rochas filonianas-Diques Ácidos	Dacitos e riolitos	pEAdσ	7
Pré-Cambriano Indiviso	-	-	Complexo Gnaissico-Migmatítico	Gnaisses e migmatitos	pEgn	1,2,3,4,5,6,7,8
			Rochas granitoides	Granitos, granodioritos, tonalitos e monzonitos	pEgr	1,2,3,4,5,6,7,8
			Rochas Gabróides/Dioritoides	Gabros e dioritos	pEgb	8
Sub-Área			1 : Sousa-Pb 2 : Pombal-Pb 3 : Itaporanga-Pb 4 : Piancó-Pb 5 : Patos-Pb 6 : Juazeirinho-Pb 7 : Sumé-Pb 8 : Catolê do Rocha-Pb			

TABELA 2

CARACTERIZAÇÃO FOTOMORFICA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DA SUB-ÁREA - SOUSA-Pb

UNIDADE DE MAPEAMENTO	RELEVO			DRENAGEM			TEXTURA FOTOGRÁFICA	TON. FOTOGRÁFICA			USO DA TERRA			SOLOS
	PADRÃO	GRAU DE DISSECAÇÃO	GRAU DE LINHAS DE CRISTA	PADRÃO	DENSIDADE	GRAU DE UNIFORMIDADE		03	04	07	TAMANHO	TIPO	INT. DE USO	
PE1	0	m	a	-	-	-	m	c/m	m	-	p	v/a	b	PE
PE2	P	mb	a	D	m	m	m	l	c	-	g	a	a	PE + SS
PE3	SO/O	m	a	D	m	m	f/m	c/m	c	-	p	v/se	a	PE
NC1	0	m/a	a	D	a	m	m/g	l	m/e	-	-	v	-	NC + NCv
NC2	SO	m	a	D	a	m	m	l	m	-	-	v	-	NC + Re
NC3	SO/FO	m/a	d	D	a	m	m/g	l	m/e	-	-	v	-	NC + PE
SS1	P	b	a	SD	m	m	m	m	m/e	-	g	o	a	SS
V1	P	mb	a	-	-	-	f	c/m	c/m	-	g	a/se	m	V
V2	P/SO	b	a	-	-	-	f/m	m	m	-	p	v/se	a	V + SS
V3	P	b	a	-	-	-	f/m	l	m	-	p	v/se	a	V + SS + A
A	P	mb	a	-	-	-	f	c	c	-	-	v/se	-	A
Re1	M/E	ma	n	D	a	a	g	l	m/c	-	-	v	-	Re + AR
Re2	M	a	b	D	m/a	m	g	l	e	-	-	v	-	Re + AR
Re3	FO/M	a	d	D	m	m	g	l	e	-	-	v	-	Re + PE + AR
Re4	FO/M	a	d	D	m	m	g	l	e	-	-	v	-	Re + AR
Re5	O/FO	m/a	d	D	m	m	g	l	c	-	-	v/se	-	Re
Re6	SO/O	b	a	D	m	m	m	l	c/e	-	-	v/se	-	Re
Re7	SO	b	a	D	m	m	f/m	l	m/e	-	-	v/se	-	Re
Re8	SO/O	b	a	D	m	m	m	l	e	-	-	v/se	-	Re + NC
Re9	0	b/m	a	D	m	m	m	l	m/e	-	-	v/se	-	Re + NC
Re10	SO/O	b	a	D	m	m	m	l	m	-	-	v/se	-	Re + PE

TABELA 3

CARACTERIZAÇÃO FOTOMÓRFICA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DA SUB-ÁREA - PIANCÃO-Pb

UNIDADE DE MAPEAMENTO	RELEVO		DRENAGEM			TEXTURA FOTOGRÁFICA	TON. FOTOGRÁFICA			USO DA TERRA		SOLOS	
	PADRÃO	GRAU DE DISSECAÇÃO	DE LINHAS DE CRISTA	PADRÃO	DENSIDADE		GRAU DE UNIFORMIDADE	03	04	07	TAMANHO		TIPO
PE1	S0/O	b	d	D	m	m	e	m	-	m	a	m	PE + Re
REe1	O	b	d	D	m	f	e	c	-	c	a	m	REe + Re + AR
Ae1	P	mb	a	-	-	f	c	c	-	c	a	a	Ae
Ae2	P/S0	mb/b	a	-	-	f	c	c	-	c	a	a	Ae
Ae3	P	mb	a	-	-	f	c	c	-	c	a	m	Ae
Re1	S0	m	d	D	b	m	m/e	m	-	m	a	m	Re + SS + AR
Re2	O	m	d	D	b	m	m	m	-	p	v/a	b	Re + AR
Re3	O/F0	ma	n	D	n	m	e	m/e	-	-	se	-	Re + AR
Re4	F0/M	ma	n	D	a	m/a	e	m/e	-	-	-	-	Re + AR
Re5	M	ma	n	D	a	a	e	e	-	-	o	-	Re + AR
Re6	O	m	d	D	m	m	e	m	-	m	v	b	Re + p1
Re7	O/F0	m	d	D	m	m/a	m/e	m	-	-	v	-	Re + AR
Re8	F0/M	a	d	D	a	a	e	m	-	-	o	-	Re + NC
Re9	F0	m	d	D	m	m	e	m	-	-	v	-	Re + NC
Re10	O	m	d	D	m	m	e	m	-	m	v	b	Re + REe
Re11	F0/M	a	n	D	a	a	e	m/e	-	-	o	-	Re + AR
Re12	O	m	d	D	m	m	e	m	-	m	v	b	Re + NC + AR
Re13	F0/M	a	n	D	a	a	e	e	-	-	o	-	Re + NC + AR
Re14	F0	m	d	D	m	m	m	m	-	-	v	-	Re + NC + AR
Re15	O	m	d	D	m	m	m/e	m	-	m	v	b	Re + NC

TABELA 4

CARACTERIZAÇÃO FOTOMORFICA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DA SUB-ÁREA-CATOLE DO ROCHA-PB

UNIDADE DE MAPEAMENTO	RELEVO		DRENAGEM		TEXTURA FOTOGRÁFICA	TON. FOTOGRÁFICA			USO DA TERRA			SOLOS		
	PADRÃO	GRAU DE DISSECAÇÃO	GRAU DE LINHAS DE CRISTA	PADRÃO		DENSIDADE	UNIFORMIDADE	03	04	07	TAMANHO		TIPO DE USO	INT. USO
PE1	P/SO	mb/b	a	D	b	m	m	-	c	-	g	a	m	PE
PE2	P/SO	b	d	D	b	b	m	-	c/m	-	g	a	m	PE + Re
PE3	SO	m	d	D	m	m	m	-	m	-	m	v	b	PE + Re + NC
PE4	SO	m	d	D	m	m	m	-	m	-	m	v	b	PE + Re + AR
PE5	O	m	d	D	m	m	m	-	m	-	p	v	b	PE + Re + AR
NC1	SO	b	a	D	b	m	m	-	c	-	m	a	m	NC + NCvt + Re
NC2	SO/O	m	d	D	m	m	m	-	m	-	p	a	m	NC + Re
NC3	SO	m	d	D	m	m	m	-	e	-	p	v	b	NC + Re
NC4	SO	b	a	L	b	m	m	-	m	-	p	se/a	-	NC + Re + AR
NC5	SO/O	m	d	D	m	m	m	-	m	-	p	se/a	-	NCvt + SS + Re
Ae1	P	mb	a	-	-	-	f	-	c	-	g	a	a	Ae
Re1	SO	a	d	D	a	m	g	-	m	-	-	v	-	Re + AR
Re2	O/FO	ma	n	D	a	m	g	-	e	-	-	se/o	-	Re + PE
Re3	O/FO	ma	n	D	a	m	g	-	e	-	-	o	-	Re + AR
Re4	FO/M	ma	n	D	a	m/a	g	-	e	-	-	δ	-	Re + AR

sidade de uso alto a médio, correspondiam aos solos menos movimentados, como verifica-se nas unidades de mapeamento PE1, RE1, Ae1, Ae2 e Ae3. Para as demais unidades de mapeamento onde ocorre relevo mais íngreme, a textura fotográfica apresenta-se mais grosseira, grau de dissecação de médio a alto, com linhas de cristas de difusas a nítidas e baixa intensidade de uso, como pode-se observar nas unidades correspondentes aos solos Litólicos. A Tabela 3 mostra a caracterização fotomórfica das unidades de mapeamento da sub-área Piancô.

Para a sub-área Catolê do Rocha, foram utilizados os mesmos procedimentos empregados na sub-área Piancô, ou seja, a metodologia adaptada para sub-área Sousa e redução do trabalho de campo. Nesta área, as unidades de mapeamento PE1, PE2, NC1 e Ae1 apresentam grau de dissecação de muito baixo a baixo, o que denota na imagem uma textura lisa, evidenciando relevo plano a suave ondulado. Em áreas com grau de dissecação médio a alto e textura grosseira como ocorre nas unidades PE3, PE4, NC2, NC3, NC5 e Re1, observa-se um relevo mais movimentado e tonalidades mais escuras na banda 3, indicando solos de textura mais grosseira e presença de vegetação natural, tendo pontuações de afloramentos de Rocha. As unidades Re2, Re3 e Re4 apresentam grau de dissecação muito alto, sendo portanto predominantes em zonas fisiográficas de textura mais rugosa, com domínio de relevo forte ondulado a montanhoso; tonalidades bastante escuras na banda 3, dada a presença de vegetação natural, afloramentos de rocha e uso agrícola restrito. A Tabela 4 mostra a caracterização fotomórfica das unidades de mapeamento da sub-área Catolê do Rocha.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados alcançados até então, pode-se concluir que:

. O uso de imagens multiespectrais associada ao trabalho de campo, no estudo de solos, apresenta resultados satisfatórios no delineamento das diferentes unidades de mapeamento, de notando excelente precisão nos limites, quando checados em campo.

. O trabalho de campo mostra-se indispensável para a correlação campo/imagem, bem como para a caracterização das unidades de mapeamento. Todavia, com a experiência adquirida, para condições idênticas de clima e vegetação, observou-se uma redução na densidade de observações, com a consequente diminuição progressiva de trabalho de campo.

. As bandas 3 e 4 do TM/LANDSAT 5, oferecem elementos indispensáveis na caracterização das áreas homogêneas, quando analisadas de forma integrada.

. O mapeamento de solos a partir do uso de imagens orbitais será tanto mais preciso quanto maior for a integração entre os dados multiespectrais das imagens e a verdade terrestre.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREOLA, O. Photo-interpretation of land facets as a soil mapping technique, *Geoforum*, 20, 25-38, 1974.
- BENNEMA, J., e GELLENS, H. Aerial photo-interpretation for surveys, Enscheda, L.T.C. Lecture Notes, 87, 1969.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Levantamento Exploratório-Reconhecimento do Estado da Paraíba, Convênio MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 15 (8): 3-76, 1972.
- BRAUN, O.P.G. Geologia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil, Recife, DMPM/PROSPEC, 23, 1969.
- BURINGH, P. The application of aerial photographs in soil surveys. In: *American Society Photogrammetry, Manual of Photographic Interpretation*, Washington, 663-666, 1960.
- DAELS, L., e ANTROP, M. The extraction of soils informations from remote sensing documents. Ghent, Belgium, 27, *Pedologie*, 90-123, 1977.
- FROST, R.E. Photo-interpretation of soils. In: *American Society of Photogrammetry, Manual of photographic interpretation*, Washinton, 343-402, 1960.
- SANTOS, M.J., RAMOS, C.R.L., FERNANDES, M.F. "Levantamento, Planejamento, Manejo e Uso da Terra na Região Semi-árida do Estado da Paraíba", Convênio CNPq/BID/UFPb, 102 páginas, 1988.
- VALÉRIO FILHO, M., EPIPHANIO, J.C.N., e FORMAGGIO, A.R. Metodologia de Interpretação de dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Pedologia, São José dos Campos, INPE, 51 páginas, 1981.