

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS. FOLHA SB.24-X-A-I-4-BARREIRA

EISENHOWER CARVALHO BRAGA GOMES¹
FRANCISCO ROBERTO BEZERRA LEITE¹
MARIA LÚCIA BRITO DA CRUZ¹

¹ FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Caixa Postal D-3221
60325-002 Fortaleza, CE, Brasil

ABSTRACT. Based on a soil inventory obtained through a soil survey in a semidetained-reconnaissance level, this study was developed. The objective was to evaluate the agricultural suitability of lands in an area of the State of Ceara (BARREIRA - Code SA.24-X-A-I-4), which is located between parallels 4°15' and 4°30'S and meridians 38°30' and 38°45'W Gr., occupying approximately 68.561 ha. An adaptation (level B) of the methodology described in "Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras" by RAMALHO FILHO et al. was used. For the storage and analysis of geocoded data, a computer-based Geographic Information System (SGI-INPE), developed at Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, was applied. Through the digitization and superposition (crossing) of those data, a land suitability was obtained. This showed that 32.327 ha of the area was appropriate for crops, 31.088 ha for pastures, 5.081 ha for forestry and 155 ha had no agricultural potential. As a developing methodology, the satisfactory results obtained indicated promising possibilities to optimize process of automizing the agricultural suitability evaluation system.

1 - INTRODUÇÃO

O planejamento adequado de utilização de terras para fins agrícolas necessita da manipulação de informações básicas, com vistas ao prolongamento de sua capacidade produtiva e racionalidade quanto ao uso e conservação, de modo, especial, em regiões com limitações severas quanto à utilização de seus recursos naturais.

Sistemas de avaliação da aptidão agrícola de terras vêm sendo empregados pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos [EMBRAPA,(1982)], outras instituições e pesquisadores [BRASIL, (1979); Leite et al.(1990)], visando contribuir para o planejamento adequado de uso das terras, tendo como suporte os inventários de solos, constantes em levantamentos pedológicos.

Tais sistemas, elaborados a partir da integração de dados temáticos confrontados com um elenco de fatores de natureza limitante, geram produtos (mapas), os quais, de modo corrente, são elaborados de maneira convencional, a partir de processos manuais.

A busca permanente de soluções que permitem maior agilidade quanto a integração e manipulação de dados têm resultado no surgimento de sistemas computacionais para aplicações gráficas, como os Sistemas de Informações Geográficas, que imprimem maior dinâmica, objetividade e rapidez na obtenção de resultados.

Desse modo, objetiva-se uma análise das potencialidades de utilização do Sistema de Informações Geográficas (SGI/INPE) na avaliação da aptidão agrícola das terras, de modo semi-automatizado.

2 - CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1 - Avaliação da aptidão agrícola das terras

As interpretações de levantamentos de solos constituem uma tarefa das mais importantes para a utilização desse recurso natural na agricultura e em outros setores que utilizam o solo como integrante de suas atividades [Ramalho Filho et al.(1983)].

Tais interpretações são elaboradas com base em classificações técnicas ou interpretativas, onde os indivíduos são agrupados em função de determinadas características de interesse prático e específico [Lepsch,(1983)].

A classificação da aptidão agrícola das terras constitui-se em um meio, baseado em critérios científicos, para orientação de como devem ser utilizados os recursos pedológicos de forma racional e otimizada [Assunção et al.(1989)].

Desse modo, no "Sistema de Avaliação da Aptidão

Agrícola das Terras"[Ramalho Filho et al. (1983)] são considerados diferentes níveis de manejo, fatores e os graus de limitação de cada fator, resultando no enquadramento em classes de aptidão agrícola, as quais refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

2.2 - Sistema de informações geográficas

Um Sistema de Informações Geográficas é constituído por um conjunto de ferramentas computacionais para aquisição, recuperação, transformação e saída de dados espaciais. Estes dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos e relações topológicas existentes [Assunção et al.(1989)].

Segundo [Erthal et al. (1987)], a versão em aperfeiçoamento (SGI/INPE), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, compreende um sistema de baixo custo, baseado nos microcomputadores de 16 bits, sendo complementar ao "software" SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens), disponível no mesmo ambiente computacional.

Este "sistema" dispõe de um conjunto de programas orientados para as várias fases de armazenamento e extração das informações geo-codificadas. Permite ao usuário que se escolha uma "região de trabalho" e, nesta, armazene diferentes planos de informação (PI's). Cada plano corresponde a um dado distinto, podendo conter vários arquivos, correspondentes a várias fases do processamento, sendo os arquivos armazenáveis nos formatos vetorial (coordenadas cartesianas x-y) e de varredura ou "raster" (matriz bidimensional regular de pontos).

3 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 - Localização

A área, objeto do presente estudo, localiza-se a nordeste do Estado do Ceará, entre os meridianos 38° 30' e 38°45' W Gr. e entre os paralelos 4°15' e 4°30' (Figura 1). Ocupa uma superfície aproximada de 68.561 ha, abrangendo parte dos municípios de Barreira, Chorozinho, Ocara, Aracoiaba, Redenção e Acarape.

As principais características fisiográficas da área, apresentadas a seguir, constaram, potencialmente, das informações contidas em [Leite et al.(1990)].

3.2 - Geologia

Geologicamente predomina na área o Grupo Barreiras, re-

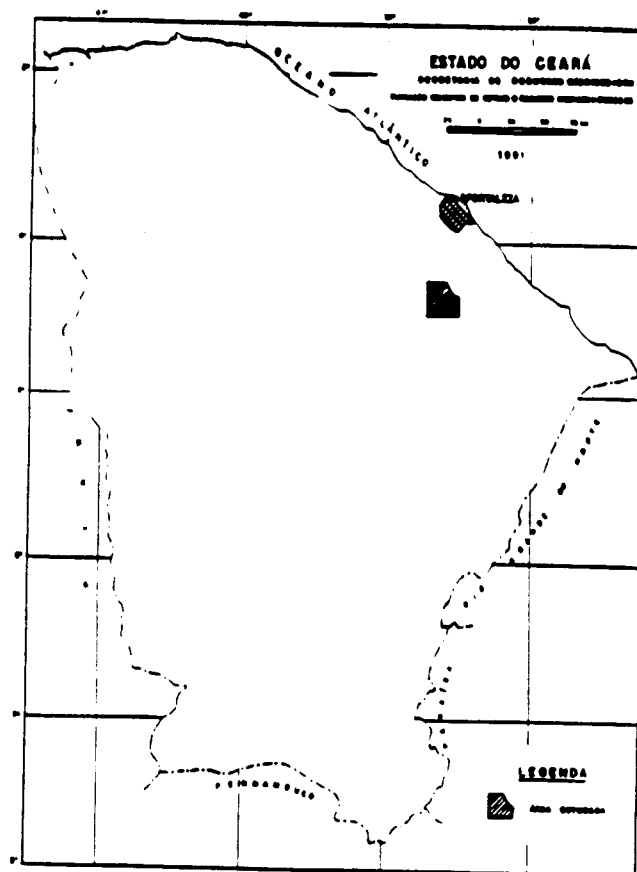


Figura 1 - Mapa do Estado do Ceará com a localização da área estudada

ferente ao Terciário, caracterizando-se por depósitos de granulometria variada, compostos de argila, silte, areias e, até conglomerados, de cores predominantemente avermelhadas ou amareladas. Em segundo lugar aparece o Pré-Cambriano Indiviso, onde os gnaisses e migmatitos prevalecem sobre as demais rochas. Verificam-se, ainda, distribuídas em faixas mais ou menos estreitas ao longo de rios e riachos, formações recentes referidas ao Holoceno, representadas pelos aluviões, os quais são constituídos por sedimentos não consolidados de natureza e granulometria variadas, formados por camadas estratificadas sem disposição preferencial.

3.3 - Clima

Quanto ao clima a área enquadra-se, de acordo com a classificação de Koeppen, nos seguintes tipos climáticos: Amw'- clima tropical chuvoso de monção; Aw'- clima tropical chuvoso quente e úmido; BSw'h' - clima quente e semi-árido, caracterizado por precipitações insuficientes e irregulares. Segundo a classificação de Gaussen são encontrados os tipos bioclimáticos que se seguem: 4 c Th - termoxeroquimênico médio e 4 a Th - termoxeroquimênio acentuado.

3.4 - Relevo

No que diz respeito ao relevo são distinguidos, basicamente, quatro feições: tabuleiros e superfícies similares, às quais se associam os tipos plano e suave ondulado; maciço e outros níveis elevados, com relevo forte ondulado e montanhoso. Seguem-se as superfícies de pediplanação, com o predomínio do tipo suave ondulado, em certos casos ondulado e, raramente, forte ondulado e as planícies aluviais, onde os terrenos apresentam-se tipicamente planos.

3.5 - Vegetação

As formações vegetais caracterizam-se por apresentar uma diversidade de tipos fortemente associados às feições do relevo e peculiaridades climáticas, destacando-se as formações florestais (subcaducifólia, caducifólia e caducifólia de várzea, antrópica de cajueiro e ciliar de carnaúba) e as caatingas (hipoxerófila e hiperxerófila).

3.6 - Solos

Os solos foram classificados e cartografados quando do " Levantamento de reconhecimento - semidetalhado dos solos de parte da região de Baturité-Ce" [SUDEC, 1979], do qual a folha SB.24-X-A-I-4, Barreira, é parte integrante.

De acordo com [Leite et al. (1990)], os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos ocupam a porção mais representativa (43%), seguindo-se os Planossolos (29%) e os Brunos não Cálcicos (12%) e, em menor escala, os Solos Aluviais (7%), os Latossolos (3%), os Solonetz-Solodizados (2%) e as Areias Quartzosas (2%). Os Terrenos Fluviais, os Solos Litólicos e os Afloramentos de Rochas complementam, com menor expressividade, a área estudada, com um percentual total aproximado de 2%. A legenda das unidades de mapeamento identificadas, encontra-se explicitada em [SUDEC (1979)].

4 - MATERIAL E MÉTODO

4.1 - Material

O material utilizado no desenvolvimento deste trabalho constou de carta sistemática elaborada pela SUDENE (folha SB.24-X-A-I, Baturité), em escala 1:100.000, mapa de solos (folha SB.24-X-A-I-4, Barreira), em escala 1:50.000 e o Sistema de Informações Geográficas - SGI/INPE, versão 2.3, instalado em computador PC-486, com os periféricos mesa digitalizadora DIGIGRAF (formato A1, modelo VAN GOGH), gravador de filme fotográfico REMBRANDT (NISE-3500) e traçador gráfico DIGICON (TDD 21-RMP).

4.2 - Método

Na aquisição de dados, para fins de avaliação preliminar da área e extração dos dados básicos, foram utilizados o mapa e memorial descritivos referentes ao relatório "Levantamento de reconhecimento-semidetalhado dos solos de parte da região de Baturité-Ce", folha SB.24-X-A-I-4, Barreira, escala 1:50.000, elaborado pela [SUDEC (1979)].

A partir do mapa básico foram elaborados os mapas acessórios (overlays). Na entrada de dados os mapas acessórios foram digitalizados manualmente na mesa digitalizadora e utilizando-se as funções de entrada de áreas do SGI, criou-se, dentro do sistema, os planos de informação correspondentes a cada mapa.

Como o SGI manipula dados somente no formato "raster", para a integração dos dados foram utilizados primeiramente a função de conversão de formato (conversão vetor---->varredura), disponível no sistema para, posteriormente, se utilizar das funções sobreposição e cruzamento entre as classes dos diversos planos.

Os resultados foram apresentados através de relatório técnico descritivo. A figura 2 mostra o fluxograma da metodologia utilizada.

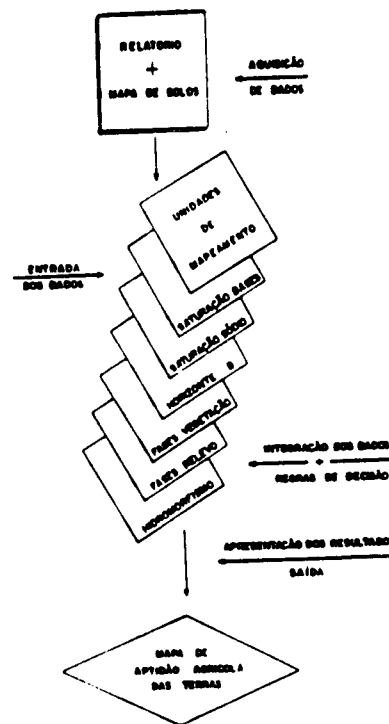


Figura 2 - Fluxograma da metodologia

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Geração de mapas acessórios

A partir do mapa de solos e da carta sistemática da SUDENE e tendo por objetivo facilitar o trabalho de digitalização dos dados no SGI, foram criados os seguintes mapas acessórios:

- . unidade de mapeamento (solos);
- . saturação de bases;
- . saturação com sódio;
- . profundidade efetiva;
- . tipo de horizonte B;
- . hidromorfismo (presença/ausência);
- . fases de vegetação;
- . fases de relevo.

5.2 - Criação dos planos de informação

Os mapas acessórios foram digitalizados e inseridos no SGI, criando-se oito planos de informação (PI's), correspondentes a cada um dos mapas. O quadro 1 mostra os planos de informação criados e suas respectivas classes.

5.3 - Aptidão Agrícola

A avaliação da aptidão agrícola das terras baseou-se na metodologia descrita em [Ramalho Filho et al. (1983)], com modificações.

Adotou-se, apenas, um nível de manejo (nível B) - intermediário entre o primitivo e o desenvolvido - o qual se caracteriza pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas, principalmente, à tração animal.

Quanto às opções de uso da terra foram consideradas as alternativas lavoura, silvicultura, pastagem natural e plantada, enquadradas nas classes de aptidão boa, regular e restrita, além de áreas que, pelas limitações apresentadas, destinam-se à preservação da flora e fauna (terras sem

aptidão).

Em função dos graus de limitação atribuídos a cada uma das unidades das terras, resultará a classificação de sua aptidão agrícola. As letras indicativas das classes de aptidão distribuem-se, nos sub-grupos, segundo os tipos maiúsculo, minúsculo e minúsculo entre parênteses, associadas aos diversos tipos de utilização. A simbologia empregada possui significação conforme listagem a seguir:

L, l, (l) : respectivamente, terras com aptidão boa, regular e restrita pelas lavouras;

P, p, (p) : respectivamente, terras com aptidão boa, regular e restrita para pastagem natural e plantada;

S, s, (s) : respectivamente, terras com aptidão boa, regular e restrita para silvicultura;

I : terras sem aptidão para uso agrícola e recomendadas para preservação da fauna e flora.

Na determinação dos graus de limitação dos fatores limitante ao uso, relativos a deficiência de fertilidade, água e oxigênio (excesso de água), susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização, considerou-se, tão somente, um conjunto de classes, a partir dos quais foram gerados os diversos planos de informação (PI's).

5.4 - Integração de Dados

Como os programas de manipulação dos dados do SGI utilizam o formato "raster", todos os planos de informação foram convertidos do formato "vetorial" para o "raster" antes da execução das funções de manipulação propriamente ditas. Nesta transformação buscou-se preservar a qualidade dos dados originais, sendo os arquivos "raster" gerados numa grade de 0,3 mm x 0,3 mm o que representa, na escala 1:50.000, as dimensões de 15 m x 15 m.

As técnicas de manipulação do SGI permitem que sejam criados novos planos de informação, resultantes dos planos primeiramente digitalizados, segundo um conjunto de regras ou critérios (união, intersecção, e exclusão) que são determinados pelo analista.

Para criação do plano de informação de "opções de aptidão agrícola", foram realizados diversos cruzamentos e sobreposições entre os planos de informação inicialmente

Quadro 1 - Relacao dos planos de informacao (PI's) e respectivos parametros.

1 - Solos	2 - Fases de Vegetacao	3 - Saturacao de Bases	4 - Horizonte B Textural	5 - Fases de Relevo	6 - Profundidade Efetiva	7 - Caracts. de Hidromorfismo	8 - Saturacao com Sodio
ILVd-LVd1	(1.1) Caat. Hipo	(2.1) Eutrofico	(3.1) Presenca	(4.1) Plano	(5.1) >50cm	(7.1) Presenca	(8.1) solod./sodico
I LVd2	(1.2) Fl. Subcad.	(2.2) Distrofico	(3.2) Ausencia	(4.2) Montanhoso	(5.2) <50cm	(7.2) Ausencia	(8.2) n sol./sodico
IPE/ PE3	(1.3) Fl. Caduc.	(2.3)		Pl/S. Ondul.			
IPA- PE4	(1.4) Caat. Hiper.	(2.4)		Ondulado			
I PE5	(1.5) Caat Hiper/			F. Ondulado			
I PE6	(1.6) Fl. Ciliar.	(2.5)		S. Ond/Ondul.			
I PE7	(1.7) Fl. Antrop.Caju	(2.6)					
I PE8	(1.8) Sem vegetacao	(2.7)					
I PE9	(1.9)						
I PE10	(1.10)						
I PE11	(1.11)						
I PE12	(1.12)						
I PE13	(1.13)						
I PE14	(1.14)						
I PA	(1.15)						
INC- NC1	(1.16)						
IPL- PL1	(1.17)						
I PL2	(1.18)						
IAe- Ae2	(1.19)						
I Ae3	(1.20)						
IAOd-AGd1	(1.21)						
I AGd2	(1.22)						
I AGd3	(1.23)						
ISS- SS1	(1.24)						
IRe- Re2	(1.25)						
ITF- TF	(1.26)						
IAf- Af	(1.27)						

inseridos no sistema.

Para obtenção da classe Lavoura Boa, por exemplo, foram feitas as seguintes combinações :

. Na deficiência de fertilidade sobrepôs-se a classe 2 (não solódico) do plano de informação 3 (saturação com sódio) à classe 2 (suave ondulado) do plano de informação 8 (fases de relevo):(3.2; 8.2);

. Na deficiência de água uniu-se as classes 2, 3 e 6 do plano de informação 2: (2.2; 2.3; 2.6);

. Na susceptibilidade à erosão sobrepôs-se (intersecção) as classes 1 e 2 do plano de informação 4 às classes 1 e 3 do plano de informação 5: (4.1; 4.2; 5.1; 5.3);

. No excesso de água obteve-se a classe 2 do plano de informação 7: (7.2);

. Ao impedimento à mecanização obteve-se a classe 1 do plano de informação 6: (6.1).

Os planos resultantes destas combinações foram cruzados entre si através da realização de um arquivo de regras. Obteve-se, assim, um plano de informação resul-

tante que determina a área de aptidão para lavoura boa. Novas combinações foram realizadas para obtenção dos planos contendo aptidão para lavoura regular, lavoura restrita, pastagem boa, pastagem regular, pastagem restrita, silvicultura boa, silvicultura regular, silvicultura restrita e área sem aptidão agrícola, como mostra o quadro 2. Importante observar que nas combinações das classes que determinam silvicultura restrita não encontrou-se área com esta aptidão, sendo o PI vazio.

Convém salientar que de acordo com o método empregado na avaliação da aptidão agrícola, áreas com vocações mais nobres podem ser utilizadas com explorações menos nobres, ou mesmo destinarem-se à preservação, atendendo conveniências ou peculiaridades específicas.

O quadro 3 mostra a vocação das terras para utilização potencial com lavouras (32.237 ha) e pastagens (31.088 ha). Em menor proporção indica-se o aproveitamento de terras com silvicultura (5.081 ha) e a destinação potencial de 155 ha à preservação da fauna e da flora.

O resultado final do enquadramento das unidades do

Quadro 2 - Parâmetros considerados segundo os fatores limitantes na determinação da aptidão agrícola, sob diferentes opções de uso.

Opção de uso da terra	Simbologia	Deficiência de Fertilidade	Deficiência de Água	Excesso de Água	Susceptibilidade à Erosão	Mecanização
		*				
Lavoura	L	3.2;8.2	2.2;2.3;2.6	7.2	4.1;4.2;5.1;5.3	6.1
	l	3.1;3.2;8.1;8.2	2.1;2.3;2.4;2.5;2.7	7.2	4.1;4.2;5.1;5.3;5.4;5.6	6.1
	(l)	3.1;3.2;8.2	2.1;2.3;2.4;2.5;2.7	7.1;7.2	4.1;5.1;5.2;5.4;5.5	6.1
Pastagem Natural e Plantada	P	3.2;8.2	2.1 a 2.7	7.2	4.1;4.2;5.1 a 5.7	6.1
	p	3.1;3.2;8.1;8.2	2.1 a 2.7	7.1;7.2	4.1;4.2;5.1 a 5.7	6.1
	(p)	3.1;3.2;8.1	2.1 a 2.7	7.1;7.2	4.1;4.2;5.1 a 5.7	6.1
Silvicultura	S	3.2;8.1;8.2	2.1 a 2.7	7.2	4.1;4.2;5.1;5.2;5.3;5.4;5.6	6.1
	s	3.1;3.2;8.1;8.2	2.1 a 2.7	7.2	4.1;4.2;5.1;5.2;5.3;5.4;5.6	6.1
	(s)	3.1;3.2;8.1;8.2	2.1;2.4	7.2	4.1;5.2	6.1
Sem aptidão Agrícola	l	3.1;3.2;8.1;8.2	2.1	7.1;7.2	5.2	6.1

NOTA: (Plano de informação, classe) Ex: 3.2 (PI 3, classe 2).

mapeamento de solos, por opções de uso, encontra-se no quadro 4.

Quadro 3 - Aptidão das terras de acordo com o tipo de utilização indicado e respectivas áreas.

Tipo de utilização indicado	Classificação da aptidão agrícola	Área	
		(ha)	(%)
Lavouras	L	7.293	10,64
	l	17.057	24,88
	(l)	7.887	11,50
sub-total	-	32.237	47,02
Pastagem natural e plantada	P	8.915	13,00
	p	20.622	30,08
	(p)	1.551	2,26
sub-total	-	31.088	45,34
Silvicultura	s	680	0,99
	s	4.401	6,42
	(s)	-	-
sub-total	-	5.081	7,41
Sem Aptidão Agrícola	I	155	0,23
sub-total	-	155	0,23
TOTAL	-	68.561	100,00

Quadro 4 - Enquadramento das unidades de mapeamento, por opções de uso.

Opção de uso da terra	Simbologia	Unidade de mapeamento
Lavoura	l	PE4, PE12, PE13, Ae2
	l	LVd, PE5, PE8, PE14, PA, Ae3, TF
	(l)	PE6, PE9, PE10
Pastagem natural e plantada	P	NC
	p	PL
	(p)	SS
Silvicultura	s	PE3, PE7
	s	PE11, AqD
	(s)	-
Sem aptidão agrícola	I	Re, Af

6- CONCLUSÕES

Os avanços tecnológicos no desenvolvimento de "sistemas" para armazenamento e manipulação de informações geo-codificadas, acenam como promissoras as possibilidades de otimização do processo de automatização de classificações interpretativas aplicadas a estudos de recursos naturais, incluindo-se avaliações de aptidão agrícola de terras.

Para este trabalho, as modificações (simplificações) impostas ao sistema de avaliação de aptidão - restringindo-a a uma abordagem em nível intermediário (nível B) - aliada a utilização de versão atualizada do SGI/INPE e o uso de recursos computacionais de última geração, imprimiram maior versatilidade e economia de tempo no processamento dos dados.

Desse modo, os resultados obtidos, não obstante constituírem matéria (programa) e metodologia em aperfeiçoamento, foram julgados satisfatórios, sugerindo a continuação de trabalhos nesta linha de pesquisa.

7 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Assunção, G.V.; Formaggio, A.R. & Alves, D.S. *Utilização de sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola das terras e de adequação ao uso das terras*. São José dos Campos, INPE, 1989. 24p. (no prelo).

BRASIL. Ministério da Agricultura. SUPLAN. *Aptidão agrícola das terras do Ceará*. Brasília, BINAGRI, 1979. 84p. (Série Aptidão Agrícola das Terras, 4).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras de área do Polo Amapá*. Rio de Janeiro, 1982. 118p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 7).

Erthal, G.J.; Alves, D.S. & Câmara, G. Modelo de dados geo-relacional: uma visão conceitual de um sistema geográfico de informações. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, 1. Petrópolis, 1987. *Anais*.

Leite, F.R.B.; Leite, F.A.B.; Gomes, E.C.B. & Marques, J.N.; *Aptidão agrícola das terras de parte da região de Baturité-Ce*. Folha SB.24-X-A-1-4 Barreira. Fortaleza,

FUNCEME, 1990. 45p.

Lepsch, I.F. (coord.); Bellinazi Jr., R.; Bertolini, D. & Spindola, C.R. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. 4ª. aproximação. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.

Ramalho Filho, A.; Pereira, E.G. & Beek, K.J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 2ª. edição. Rio de Janeiro, MA-SUPLAN/EMBRAPA-SNLCS, 1983. x + 57p.

REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS Solos. 10., Rio de Janeiro, 1979. *Súmula*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/PA/SNLCS, 1979. 83p. (EMBRAPA.SNLCS. Série Miscelânea, 1).

SUDEC. *Levantamento de reconhecimento-semidetalhado dos solos de parte da região de Baturité-Ce*. Fortaleza, SUDEC/SUDENE, 1979. 247p.