

A DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO BRASIL Reflexo da falta de planejamento

Luiz de Moraes Rego Filho¹; Alcilio Vieira¹; Julio Cesar da Silva Monteiro de Barros¹;
Carlos David Ide¹; José Francisco Martinez Maldonado¹; Jerônimo Graça¹;
Regina Célia Alves Celestino¹; Doracy Pessoa Ramos²; Fabrício Pimenta³

(¹Pesquisador da Pesagro-Rio; ²Professor Emérito da Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF e da Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro - UFRRJ; ³Consultor do Programa Rio Rural)

INTRODUÇÃO

Os solos e a água são recursos naturais essenciais. O primeiro, como fator fundamental para a produção de alimentos e o segundo, como componente bioquímico dos seres vivos e como meio de vida de várias espécies vegetais e animais. Os dois formam o binômio básico da sustentabilidade do homem, seja como componente essencial ou como elementos representativos de valores sociais, culturais e de produção de bens de consumo. O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados de rápido aumento do uso dos recursos solo-água, nos setores industrial, doméstico e da produção de alimentos. Para preservar e garantir o acesso das futuras gerações a esses recursos, o Brasil necessita, urgentemente, de ações que levem ao planejamento do uso adequado das terras que, segundo Hudson (1971), é o passo mais importante na direção do uso sustentável e para a conservação dos recursos solo e água.

Esse passo inicial no Brasil foi dado com trabalhos pedológicos a partir dos anos 50, quando o projeto de conhecimento e mapeamento dos solos brasileiros teve início, alcançando grande avanço de conhecimento nas décadas de 60, 70 e 80. Esse avanço, motivado pela necessidade da realização da Carta de Solos do Brasil (EMBRAPA, 1981), produziu uma série de documentos técnicos de elevada importância, entre os quais os Levantamentos de Solos do Estado de São Paulo e do Sul do Estado de Mato Grosso, que não só aprimoraram os conhecimentos em torno dos solos oxídicos sob vegetação de cerrado, mas também possibilitaram o domínio do conhecimento do uso e manejo desses solos, tornando o Brasil Central um dos maiores celeiros de produção de grãos do mundo.

No presente momento, praticamente todos os estados brasileiros dispõem de informações relativas às suas principais classes de solos em nível de levantamento de reconhecimento exploratório. Esse acervo, que reúne mais de 1.500 descrições morfológicas de perfis padrões representativos das classes de solos brasileiros, acompanhadas de número superior a duzentas mil análises físicas, químicas e mineralógicas, é um dos maiores do mundo e, certamente, o maior no que se refere a solos tropicais. Nesses levantamentos, estão contidas todas as características morfológicas, físicas, químicas, físico-químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, além de importantes informações relativas ao seu material de origem, cobertura vegetal e de relevo local e regional que, devidamente interpretadas em suas relações, definem e diferenciam suas principais fraquezas e fortalezas nas diferentes ocupações.

A IMPORTÂNCIA DO ACERVO DE CONHECIMENTOS PEDOLÓGICOS

O Quadro 1 apresenta, como exemplo da importância desse acervo científico, algumas das características presentes nos horizontes principais A e B de importantes classes de solos brasileiros. Os perfis selecionados P1 - LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos típicos (EMBRAPA, 2000); P2 - CHERNOSSOLOS EBÂNICOS Órticos vertissólicos (EMBRAPA, 2000); P3 - PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos solódicos (EMBRAPA, 1978); P4 - ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos abrupáticos (EMBRAPA, 1983); P5 - NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos (GONÇALVES, 1986); P6 - LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Ácricos típicos (CAVALCANTI, 1977); P7 - LATOSSOLOS VERMELHOS Perféricos húmicos (BRASIL, 1983) são padrões definidos pela comunidade pedológica que tipificam, no quarto nível categórico do sistema brasileiro de classificação, classes de solos de alta expressão geográfica e de elevada importância no processo produtivo alimentar.

Quadro 1. Características dos horizontes A e B dos perfis selecionados.

CARACTERÍSTICAS	Horizontes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
MINERALOGIA (Fração argila)	B	K,V	K/E, I	K	K	K Go G	K Go G	Go, K
K _i (SiO ₂ % / Al ₂ O ₃ % (Relação Molecular)	A	2,6	3,1	4,1	2,4	1,7	0,8	0,1
	B	2,2	2,5	2,5	2,1	1,7	0,6	0,1
Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	A	23	25	16	15	66	134	650
	B	59	37	72	48	94	141	675
D Ph (pH KCl – pH H ₂ O)	A	-1	-0,8	-1,4	-1,3	-0,9	-0,4	-0,8
	B	-0,8	-1,6	-1,7	-1,5	-1,1	0,3	0,2
Valor T (Cmol _c Kg ⁻¹ argila)	B	30	54	24	8	3	0,4	1,3
Estrutura (Classe e Tipo)	A	MB	GrB	PG	PG	PG	PG	PG
	B	MB	GrB	CD	MB	PB	MPG	MPG
Consistência a seco	A	Ld	D	Ma	Ld	Ld	Ma	Ma
	B	D	Ed	Ed	Ld	D	Ma	Ma
Classe Textural	A	Ar	Ar	Ar	Me	Me	Me	Me
	B	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar
Horizonte B diagnóstico	Bt	Bt	Bt	Btx	Bt	Bt	Bw	Bw
Relevo	OND/FO	SO	OND	SO	SO	FO/OND	PL/SO	OND/FO

Notas:

MINERALOGIA: K, V = Caulinita e Vermiculita; K / E, I = Interestificados Caulinita, Esmeclita e Ilita; K = Caulinita; K = Caulinita; K Go G = Caulinita; Goetita e Gibisita; K Go G = Caulinita, Goetita e Gibisita; Go, K = Goetita e Caulinita.

Estrutura: PG = Pequena granular; PB = Pequena Blocos; GrB = Grande Blocos; CD = Colunar Dispersa; MPG = Muito pequena granular.

Consistência a seco: Ld = Ligeiramente duro; D = Duro; Ma = Macio; Ed = Extremamente duro.

Classe Textural: Ar = Argila; Me = Média.

Relevo: PL = Plano; SO = Suave ondulado; OND = Ondulado; FO = Forte ondulado.

As características utilizadas e apresentadas no Quadro 1 são fundamentais, tanto na diferenciação entre indivíduos como na indução e constituição de propriedades importantes relativas ao uso e manejo deste ambiente para os diferentes fins. São importantes ainda no controle da qualidade do serviço de levantamento efetuado, em especial, na relação entre a morfologia de campo e os dados laboratoriais utilizados na caracterização dos indivíduos. Mesmo de forma simplificada em relação ao acervo disponível, esses dados permitem visualizar típicas variações na formação dos solos tropicais, identificadas pela mineralogia dominante da fração argila e por suas relações com as demais características químicas e morfológicas.

A Figura 1 sintetiza essas relações e mostra que, a partir de dados da mineralogia e de suas relações com outras características químicas e morfológicas, podem-se inferir indicadores que possibilitam diferenciar esses perfis por níveis de propriedades, como fertilidade natural, irrigabilidade, mecanização, risco à erosão e risco à poluição, todas elas importantes no manejo e conservação do solo e da água.

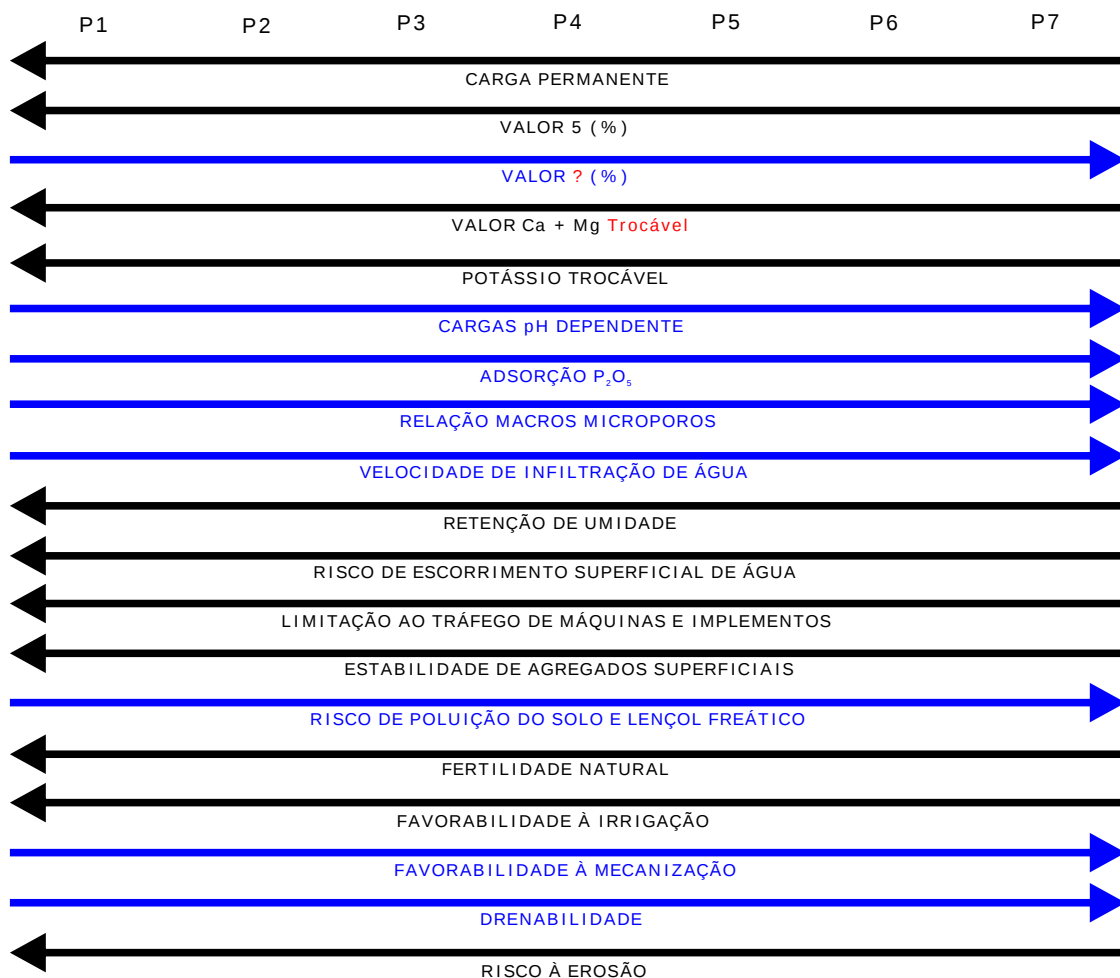


Figura 1. Tendências da variabilidade de indicadores e propriedades entre os perfis selecionados.

Sabendo-se que os dados aqui apresentados correspondem a uma parcela irrisória do disponível no acervo de conhecimentos, evidencia-se o quanto é possível avançar no planejamento das terras de forma a realmente contribuir para o melhor manejo e conservação dos recursos naturais solo e água.

Exemplos típicos da utilização desse acervo são os zoneamentos produzidos pela EMBRAPA para o Estado do Paraná: Série Documentos 38; 37; 36; 33; 32; 29 (2001); Santa Catarina: Série Documentos 17 (2000) e Rio Grande do Sul: Série Documentos 39; 31; 30; 27; 26; 25; 20 (2000), entre outros.

Independentemente do ano de realização, os levantamentos pedológicos que geraram esse acervo são de elevado nível técnico e alta precisão no estabelecimento e diferenciação das classes taxonômicas, comportando, com pequenos ajustes, referentes à atualização da classificação, seu uso imediato para planejamentos de uso das terras em níveis estaduais, macrorregionais ou nacional. Portanto, interpretações voltadas para focos específicos, como zoneamentos agrícolas e agroecológicos, estradas interestaduais, dutos interestaduais, transposição de águas e outros, podem imediatamente se beneficiar desse acervo para seu planejamento. Algumas realizações nesse nível foram conduzidas, mas em número muito pequeno em relação à disponibilidade dos conhecimentos pedológicos existentes. Esse fato pode ser explicado por várias causas: a primeira delas, relativa à dificuldade dos planejadores em entenderem os dados disponíveis e, por isso, nos seus planejamentos, priorizarem parâmetros econômicos sem levar em conta as variáveis morfológicas, físicas, químicas, biológicas e mineralógicas desse ambiente. A segunda, por culpa do pequeno empenho dos próprios pedólogos na divulgação e transmissão desses

conhecimentos não só aos tomadores de decisão, mas, principalmente, aos pesquisadores das áreas correlatas da Ciência do Solo que, invariavelmente, consideram esses estudos de baixo valor científico. A terceira e mais importante de todas, pelo pequeno apoio financeiro destinado à continuidade desses estudos pelas agências financiadoras de pesquisa dos governos federal, estaduais e municipais, especialmente a partir da conclusão da Carta de Solos. Finalmente, pelo decréscimo de interesse de jovens pesquisadores dessa área da Ciência do Solo, pela dificuldade de publicação de seus resultados, considerados de baixo valor como produção científica, valendo muitas vezes o equivalente somente a um terço de um trabalho publicado em revista científica.

Sendo o mapeamento de solos o setor da pedologia que utiliza os conhecimentos de gênese, geomorfologia, material originário, relevo e aspectos de macrodrenagem para espacializar as classes de solos, pouco esforço necessita ser desenvolvido para, a partir do acervo existente, gerar levantamentos mais detalhados que possam ser utilizados como base de planejamento de macro e microrregiões ou mesmo em nível de produtor rural.

Recentemente, utilizando os conhecimentos gerados por aplicativos, como o de Aptidão Agrícola, estão sendo realizadas interpretações visando à organização e planejamento da produção agrícola, tendo como foco principal os ganhos sociais, econômicos e ambientais. Ela envolve a análise multicriterial de apoio à decisão, suportada por modelos baseados em conhecimento associados a um processo analítico hierárquico com combinação linear de pesos.

Na análise multicritério, trabalha-se com estratégia de decisão que combina critérios úteis, objetivando proceder à determinada avaliação escolhida entre as possíveis opções. As decisões são tomadas com base em critérios, que são variáveis possíveis de serem medidas e avaliadas. Os critérios podem ser fatores e restrições. Fator é o critério que realça ou diminui a adequabilidade de uma alternativa específica para uma atividade ou objetivo. As restrições são limitadores das alternativas em consideração. O procedimento e a forma para a escolha dos critérios e a metodologia para combiná-los são denominados regras de decisão, que são os procedimentos para combinar graus de adequabilidade de múltiplos critérios para determinado objetivo.

Seguindo essa metodologia, Costa *et al* (2005) produziram, a partir de informações disponíveis em relação a solos, clima, infraestrutura, socioeconomia e restrições ambientais, além dos mapas parciais de classes agropedoecológicas, de infraestrutura e de socioeconomia, o mapa de distribuição de classes de favorabilidade das terras para a agricultura familiar (Fig. 2) de acordo com hierarquia de importância entre os fatores constantes do Quadro 2.

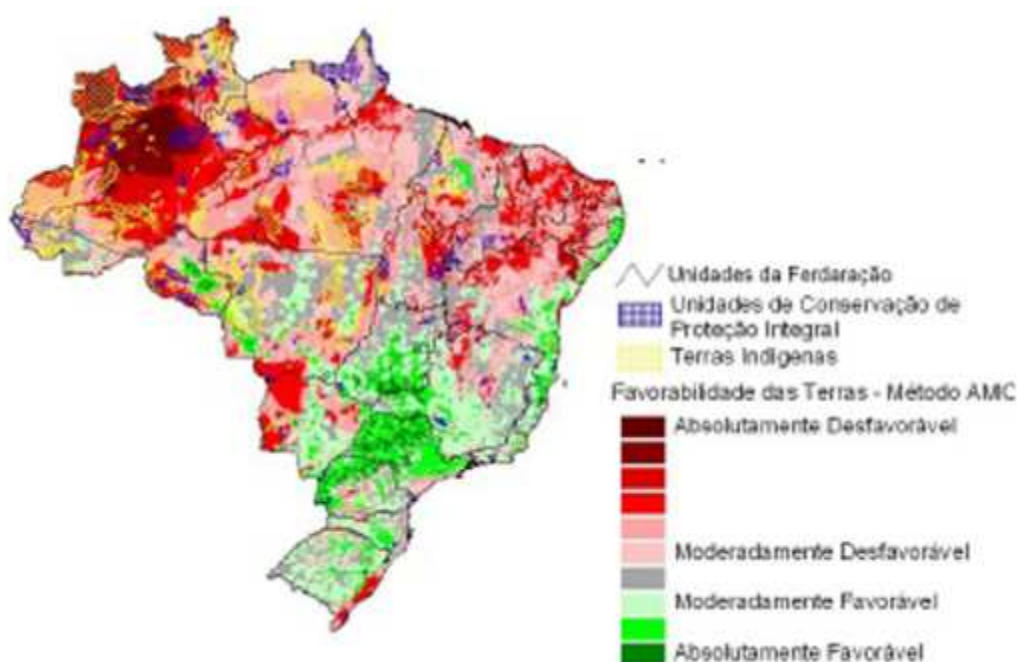


Figura 2. Terras favoráveis para a agricultura familiar (COSTA *et al.*, 2005).

Quadro 2. Hierarquia de importância entre os fatores do nível 4 (para classes pedoecológicas), entre os fatores do nível 3 (para classes agropedoecológicas) e para a “favorabilidade de terras para a agricultura familiar”.

Classes Pedoecológicas	Classes Agroecológicas	Fertilidade	Relevo	Drenagem	Textura	Valor T (Ta, Tb)
Classes Agroecológicas	1					
Fertilidade	1	1				
Relevo	1/3	1/3	1			
Drenagem	1/3	1/3	1	1		
Textura	1/5	1/5	3/5	3/5	1	
Valor (Ta, Tb)	1/3	1/3	1	1	5/3	1
Classes Agropedoecológicas	Classes Pedoecológicas	Pluviosidade	Produtividade			
Classes Pedoecológicas	1					
Pluviosidade	1/3	1				
Produtividade	1/5	3/5	1			
Favorabilidade de Terras para Agricultura Familiar		Classes Agropedoecológicas		Infraestrutura		Socio-economia
Classes Agropedoecológicas		1				
Infraestrutura		1/3		1		
Socioeconomia		1/3		1		1

Essa contribuição técnico-científica gerada pela Embrapa Solos por solicitação do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) serve de instrumento de planejamento da política pública de assentamentos rurais no programa brasileiro de reforma agrária. Nela, estão claramente identificadas não só as fraquezas das terras para a produção em nível familiar, mas também os limitantes de infraestrutura, de atendimento social e de escoamento da produção, que tornam impossível o sucesso de projetos de agricultura familiar sem a devida atuação dos governos federal, estaduais e municipais para mitigar essas limitações.

Com base nos dados de solos, de clima, da produtividade da cultura do maracujazeiro, de infraestrutura, de socioeconomia e restrições ambientais do Estado do Rio de Janeiro, está sendo realizado, para os projetos Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas em Microbacias Hidrográficas do Norte-Noroeste Fluminense (Rio Rural) e Inovação tecnológica para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do maracujá no arranjo produtivo local da região Norte Fluminense (EMBRAPA, UENF, PESAGRO), o potencial de uso das terras considerando-se o nível de manejo B (RAMALHO FILHO, 1994). Essa interpretação segue os indicadores e respectivos níveis de análise e formato do Quadro 3.

Quadro 3. Indicadores utilizados nos diferentes níveis de interpretação para obtenção do potencial de uso das terras do Estado do Rio de Janeiro para a produção do maracujazeiro.

MACROFATORES	FATORES	MICROFATORES	INDICADORES
AGROPEDOCLIMÁTICO	PEDO-ECOLOGIA	FERTILIDADE NATURAL	Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE)
			Capacidade de troca catiônica (T)
			Fósforo assimilável
			Potássio trocável
			Relação Ca /Mg trocáveis
			Saturação de bases (Valor V%)
			Disponibilidade e risco de toxidez de micronutrientes (g kg ⁻¹ de Carbono no horizonte superficial)
		DRENABILIDADE	Profundidade de oscilação do lençol freático
			Riscos pela presença e natureza da camada de impedimento
			Velocidade de infiltração indicador (relação macro / microporosidade inferida pelo tipo e classe da estrutura dominante nos primeiros 100 cm de profundidade)
		IRRIGABILIDADE	Qualidade da água (toxidez e turbidez)
			Altura de elevação em relação à fonte de captação
			Distância da fonte de captação de água
			Retenção de umidade: (inferida pelo teor e qualidade de argila) 1º 40 cm
			Velocidade de infiltração (Relação Macro / Microporosidade)
			Grau de escoamento superficial de água
		MECANICIDADE	Grau de impedimento ao tráfego de máquinas
			Grau de impedimento ao tráfego e à operação de implementos
			Grau de impedimento à operação de implementos em superfície
		ERODIBILIDADE	Fluxo de escoamento superficial de água
			Declividade
			Retenção de umidade (Relação Macro / Microporos)
			Altura da camada de impedimento
			Efeito gota
			Grau de estabilidade dos agregados
			Tipo e classe de estrutura
		POLUIÇÃO SOLO E ÁGUA	Reatividade da fração coloidal
			Fluxo vertical do poluente no solo
			Profundidade do lençol freático
	AGRO-CLIMÁTICO	CLIMA	Temperatura
			Precipitação
			Luminosidade

As classes dos indicadores de nível 5 utilizadas para estabelecimento dos níveis 4; 3; 2 e 1 foram determinadas segundo as exigências fisiológicas da cultura foco no nível de manejo B que suporta a produção média anual igual ou superior a 20 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ nas terras de melhor classificação agropedoecológica.

REFERÊNCIAS

- CAVALCANTI, A. C. Estudo de Latossolos argilosos do Planalto Central do Brasil. Caracterização, distinções de acordo com duas superfícies de aplainamento, gênese e classificação. Tese (Mestrado em Ciência do Solo). Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. ITAGUAÍ. 1977.
- CHAGAS, C. S. et al. Zoneamento Agropedoclimático do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2000. CD Rom. (EMBRAPA SOLOS. Documentos, 17).
- CHAGAS, C. S. et al. Zoneamento pedoclimático do Estado do Paraná para a cultura do algodão herbáceo. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2001. CD Rom. (EMBRAPA SOLOS. Documentos, 38).
- CHAGAS, C. S. et al. Zoneamento pedoclimático do Estado do Rio Grande do Sul para a cultura da Cana-de-açúcar. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2000. CD Rom. (EMBRAPA SOLOS. Documentos, 39).
- COSTA, T. C. E. C.; RAMOS, D. P.; PEREIRA, N. R.; BACA, J. F. M. Favorabilidade de terras para a agricultura familiar por meio da análise multicritério. GEOGRAFIA – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005 - Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Mapa de solos do Brasil: escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 1981. 1 Mapa colorido.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *In*: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS, 1., Rio de Janeiro, 1978. Anais. Rio de Janeiro, 1978. 122 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *In*: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS, 2., Rio de Janeiro, 1983. Anais. Rio de Janeiro, 1983. 138 p.
- EMBRAPA FLORESTAS; EMBRAPA SOLOS; INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. *In*: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E APLICAÇÃO DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 6, 2000. Guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Colombo, EMBRAPA FLORESTAS / Rio de Janeiro, EMBRAPA SOLOS / Campinas, IAC. 2000. 222p.
- HUDSON, N. Soil Conservation. New York, Cornell University Press., 1971. 302 p.
- MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M. W.; GONZALEZ, S. R. et al. Geologia *in*: Brasil. Ministério de Minas e Energia. Projeto Radam Brasil. Folha SF. 23. Rio de Janeiro e SF.24 Vitória. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais, 32).1984.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS., 1994.
- RAMOS, D. P. et al. ANÁLISE MULTICRITERIAL UTILIZADA NA DESTINAÇÃO DO USO DAS TERRAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO PARA A PRODUÇÃO DE MARACUJAZEIRO E OLEAGINOSAS (PROJETO DE PESQUISA em andamento). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2008.
- SANTOS, H. G. Solos intermediários entre Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo. Argila de atividade baixa: Conceituação e distinção. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí. 1986.