

Capítulo 1

Base Metodológica

Fernando Cezar Saraiva do Amaral
Antonio Ramalho Filho
Silvio Barge Bhering
Silvio Roberto de Lucena Tavares

1.1 - Desenvolvimento da Metodologia

A primeira etapa consistiu de uma criteriosa avaliação do “estado da arte” no que tange às diferentes metodologias de classificação de terras para irrigação, inclusive com a participação de diversos técnicos atuantes na área.

Como parte desta etapa, realizaram-se seminários tanto no Agricultural Research Service (ARS) localizado em Washington/DC quanto no Bureau of Reclamation (USBR), localizado em Denver (EUA), para um intercâmbio referente às linhas de atuação e estratégias que estavam sendo desenvolvidas ou a serem montadas, referentes aos avanços na metodologia de classificação de terras para irrigação (ESTADOS UNIDOS, 1953), até então amplamente empregada em todo o mundo.

Dos contatos mantidos no USBR, além da apresentação do projeto da Embrapa em andamento, efetuou-se a discussão dos principais problemas da classificação de terras para irrigação com a equipe técnica local, que permitiu delinear sucintamente o seguinte quadro:

Não houve um significativo avanço no desenvolvimento do sistema desenvolvido pelo USBR desde a publicação acima mencionada e a sua reedição ampliada (ESTADOS UNIDOS, 1982). A razão apresentada para esta constatação deve-se a um arrefecimento no ritmo de implementação de novos projetos de irrigação na sua jurisdição, o oeste americano, desde os anos oitenta.

Está se delineando um novo quadro de desenvolvimento do sistema, em decorrência da retomada por parte do USBR, do estudo dos problemas resultantes da prática da irrigação nos projetos antigos, que têm demandado reformulação de critérios e parâmetros a serem inseridos no sistema USBR (ESTADOS UNIDOS, 1982). Esta é uma situação comum à vida nos projetos de irrigação implantados há alguns anos no nordeste do Brasil.

Na percepção da equipe técnica local, iniciar-se-á um projeto com esse propósito.

Há um consenso, entre os autores deste documento, de que os problemas de salinidade nos projetos de irrigação no nordeste brasileiro estejam relacionados aos parâmetros de drenagem do solo, que podem ter sido negligenciados durante a classificação das terras ou mesmo, no projeto de engenharia, que não tenha instalado o sistema de drenagem de acordo com as características do solo. O motivo para tal deve-se, certamente, à falta de experiência sobre os efeitos da irrigação nas condições físicas e químicas dos solos.

A principal contribuição do seminário no USBR foi a coletânea de recomendações formuladas pelos técnicos locais, com referência à implantação de novos sistemas de drenagem baseados nos parâmetros do solo e a racionalização da quantidade de água ministrada nos perímetros irrigados.

Já no Serviço de Conservação de Recursos Naturais – NRCS/USDA foram discutidos problemas de drenagem do solo com a equipe da Gerência de Águas que disponibilizou ainda uma vasta bibliografia e importantes relatórios relacionados ao tema.

O seminário no ARS concentrou-se em aspectos de natureza institucionais enquanto o Programa de Qualidade e Manejo de Água propiciou um entendimento sobre as ações em curso em diversas regiões do país e como a instituição está enfrentando os principais problemas técnicos e operacionais.

Numa segunda etapa, no tocante às atividades realizadas no Brasil, foram estruturados vários seminários com diversos técnicos de várias instituições atuantes nas áreas de pedologia, irrigação e drenagem em diversos locais (Rio de Janeiro, Petrolina, Recife, Bom Jesus da Lapa) para definição dos parâmetros e estrutura da metodologia que seria desenvolvida. Esses seminários foram fundamentais no desenvolvimento da estrutura básica do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação.

Foram implementadas inúmeras viagens técnicas para coleta de dados de solos e socioeconômicos nos perímetros irrigados, não só públicos quanto privados, com posterior análise e críticas desses dados, visando à evolução dessa estrutura. As principais classes de solos que apresentaram problemas e que mereceram estudos mais pormenorizados foram os Vertissolos, Luvisolos crômicos, Neossolos quartzarênicos e Cambissolos háplicos carbonáticos vérticos.

Na fase seguinte, com a estrutura do sistema mais desenvolvida, foi organizada nova sequência de apresentações públicas com seminários, em vários locais, precedidos quando possível do envio do material com as últimas versões para os técnicos, objetivando não só recolher a crítica para o aperfeiçoamento do sistema, como também agregar novos colaboradores às discussões.

Essa fase contou ainda com o suporte de uma home page (<http://www.cnps.embrapa.br/sibcti>) onde as seguidas versões do sistema foram sendo disponibilizadas para uma ampla lista atualizada de técnicos que tiveram a oportunidade de efetuar downloads para suas máquinas e participar à comunidade técnico-científica e ao coordenador do sistema, suas críticas e sugestões visando o contínuo aperfeiçoamento do método.

Depois de organizada uma massa crítica de dados e informação, o Sistema foi intensamente testado, concluído e finalmente apresentada a Primeira Versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação – Enfoque na Região Semi-árida (SiBCTI).

Para a Segunda Versão do SiBCTI, o procedimento foi semelhante. Foram incorporadas todas as observações arquivadas nesse período, desde o lançamento da Primeira Versão (2005). O software que permite a classificação automática foi atualizado e incorporadas várias evoluções.

Tabela 1 - Técnicos participantes dos seminários e lista de discussão que possibilitaram o aperfeiçoamento do SiBCTI.

NOME	INSTITUIÇÃO	ENDEREÇO ELETRÔNICO
Ademario Araujo Filho	Agrovale	aaraujo@agrovale.com
Ademário de Almeida Silva	DIPOLLO	ademario.silva@uol.com.br
Adoildo Silva Melo	Embrapa Solos	adoildo@cnps.embrapa.br
Aldo Pereira Leite	Embrapa Solos	aldo@uep.cnps.embrapa.br
Alexandre Marcolino	Embrapa Solos	alexandre.marcolino@cnps.embrapa.br
Antonio Alberto C. Tabosa	Dow Agrosiences	agtabosa@dow.com
Antônio Dias Leite	Amcham	adleite@amchamrio.com.br
Antonio Heriberto Teixeira	Embrapa Semiárido	heribert@cpatsa.embrapa.br
Ademar Barros da Silva	Embrapa Solos	ademar@uep.cnps.embrapa.br
Alberto Pinto	Embrapa Cerrados	alcapi@cpac.embrapa.br
Alexandre Hugo Barros	Embrapa Solos	alexandre@uep.cnps.embrapa.br
Almir Gomes de Souza	Ecotema	almir@antares.com.br
Antonio Cabral Cavalcante	ANA	cabral@cpatsa.embrapa.br
Antonio Ramalho Filho	Embrapa Solos	aramalhof@gmail.com
Ari Cavedon	Biodinâmica-Emp. Consul. (amb.)	cavedon@biodinamica.bio.br
Augusto César V. Getirana	UFRJ	augusto@hidro.ufrj.br
Carlos Augusto Villela	Agrosoft	villela@agrosoft.org.br
Celso Vainer Manzatto	Embrapa Meio Ambiente	cmanzatto@cnpma.embrapa.br
Clementino Coelho	CODEVASF-Sede	clementino.coelho@codevasf.gov
Clementino Marco Faria	Embrapa Semiárido	clementi@cpatsa.embrapa.br
Clesinaide A. Martins	CODEVASF	clesinaidemartins@bol.com.br
Daniel Vidal Pérez	Embrapa Solos	daniel@cnps.embrapa.br
Danielle Oliveira de Andrade	UFF	nielleandrade@ig.com.br
Diógenes Barbosa	Xilema Agronomia e Meio Ambiente	diogenes@xilema.com.br
Doracy Pessoa Ramos	UENF	doracy@uenf.br
Edgar Shinzato	CPRN - Serviço Geológico do Brasil	shinzato@rj.cprm.gov.br
Edjinaldo Ferreira	COHIDRO	
Edmar Ramos Siqueira	Embrapa Tabuleiros Costeiros	editar@cpatc.embrapa.br
Edson Diogo Tavares	Embrapa Tabuleiros Costeiros	diogo@cpatc.embrapa.br

Base Mercadológica

Eduardo Barreto	COHIDRO	
Eloy de Souza Silva	CODEVASF/ 3º SR	eloyzsilva@bol.com.br
Enio Fraga da Silva	Embrapa Solos	enio@cnps.embrapa.br
Eno S. Fulber	Consultor/Produtor	aprovale@uol.com.br
Eriberto Corlett da Ponte	CODEVASF	eriberto@codevasf.gov.br
Fernando Cezar S. do Amaral	Embrapa Solos	fernando@cnps.embrapa.br
Fernando Dultra Cintra	Embrapa Tabuleiros Costeiros	fcintra@cpatc.embrapa.br
Flávio Hugo Barreto	Embrapa Solos	flavio@uep.cnps.embrapa.br
Flávio José Gomes Cabral	CODEVASF/ 3º SR	3ap@codevasf.gov.br
Francisco Bezerra Siqueira	CODEVASF-Sede	siqueira@codevasf.gov.br
Francisco de Assis F. Rosa	Autônomo	fassisrosa@inter.net
Heron Xaud	Embrapa Roraima	heron@cpafrr.embrapa.br
Humberto G. dos Santos	Embrapa Solos	humberto@cnps.embrapa.br
Iedo Bezerra Sá	Embrapa Semiárido	iedo@cpatsa.embrapa.br
Ilvo Meirelles	SUVALE/produtor	ilvo@uai.com.br
J. C. Cordeiro	UFPI	c.cordeiro@uol.com.br
Jesus F. Mansilla Baca	Embrapa Solos	jesus@cnps.embrapa.br
João Almir G. Freitas	CHESF/CEI	jalmirgf@chesf.gov.br
João Antonio de Barros Neto	CODEVASF/ 3º SR	3super@codevasf.gov.br
João Bosco de Rezende	CODEVASF/ 3º SR	3super@codevasf.gov.br
José Coelho de Araújo Filho	Embrapa Solos	coelho@uep.cnps.embrapa.br
Joselito Menezes	CODEVASF/ 6º SR	joselito.menezes@codevasf.gov.br
José Airton da Silva	CODEVASF/ 3º SR	jose.airton@bol.com.br
José Bezerra	CODEVASF/ 4º SR	codevasf-4ad@infonet.com.br
José Carlos P. Santos	Embrapa Solos	zeca@cnps.embrapa.br
José Costa	CODEVASF/ 3º SR	j-cbar@ig.com.br
José Maria Pinto	Embrapa Semiárido	jmpinto@cpatsa.embrapa.br
José Mario Piratello	Consultor	jmario22@hotmail.com
José Monteiro Soares	Embrapa Semiárido	monteiro@cpatsa.embrapa.br
José Novaes Carvalho	CODEVASF/ 3º SR	josenovaes@ig.com.br
José Ribamar Pereira	Soloagri	soloagri@bol.com.br
José Ronaldo Macedo	Embrapa Solos	jrmacedo@cnps.embrapa.br
Júlia Célia Mercedes Strauch	ENCE/IBGE	juliast@ibge.gov.br
Juvenilson R. Andrade	CODEVASF	juvenilsonr@hotmail.com
Keyla Soares Silva	SLP/PMJ	skeyla@ig.com.br
Lúcia Helena dos Anjos	UFRRJ	lanjos@ufrj.br
Luciano Flavio C. Nunes	CHESF	lflavio@chesf.gov.br
Luciano J.O. Accioly	Embrapa Solos	oaccioly@cnps.embrapa.br
Luis Henrique Basso	Embrapa Semiárido	lhbasso@cpatsa.embrapa.br

Base Mercadológica

Luiz Augusto Costa	CODEVASF/SEDE	luizac@codevasf.br
Luiz Bezerra	Embrapa Solos	luizbo@hotmail.com
Luiz C. Cavalcanti	Consultor	luiz.cavalcanti@supranor.com.br
Luiz Gonzaga Jr.	CODEVASF/ 3º SR	gonzaga-junior@ig.com.br
Luiz Soares da Silva	ESAM	lsoares@esam.br
Magna Soares Moura	Embrapa Semiárido	magna@cpatsa.embrapa.br
Manoel Batista Oliveira Neto	Embrapa Solos	mneto@cnps.embrapa.br
Manuel de Jesus Batista	CODEVASF-sede	manuelj@codevasf.com.br
Marcelino Ribeiro	Embrapa Semiárido	marcelrn@cpatsa.embrapa.br
Marcos Bassi Ceddia	UFRRJ	ceddia@ufrj.br
Marcos Ramos Coutinho	CHESF	mramos@chesf.gov.br
Marcos Gervasio	UFRRJ	gervasio@ufrj.br
Maria da Penha Rodrigues	CODEVASF/ 3º SR	penha.maria@bol.com.br
Maria Sonia Lopes da Silva	Embrapa Solos	sonia@uep.cnps.embrapa.br
Mario Canevello	ANA	mario.canevello@ana.gov.br
Marta V. Ottoni	UFRJ	maro25@terra.com.br
Mateus Rosas Ribeiro	UFRPE	rosas@truenet.com.br
Mateus Rosas Ribeiro Filho	UFRPE	mrosas@depa.ufrpe.br
Mauro Carneiro dos Santos	UFRPE	mauromac@truenet.com.br
Morethon Resende	Embrapa Milho e Sorgo	resende@cnpms.embrapa.br
Muriel Batista de Oliveira	UFRJ	muriel@coc.ufrj.br
Nelson Fernandes	UFRJ	nelson@igeo.ufrj.br
Nestor Corbiniano Sousa	Embrapa Solos	ncorbiniano@uol.com.br
Nilson R. Pereira	Embrapa Solos	nilson@cnps.embrapa.br
Nivaldo Ferreira	Xilema Consultoria	nivaldo@creaba.org.br
Oswaldo Galdino Silva	CODEVASF/ 6ºSR	osvaldo.galdino@codevasf.gov.br
Patrícia Coelho Leão	Embrapa Semiárido	patricia@cpatsa.embrapa.br
Paulo Cardoso de Lima	Embrapa Solos	pclima@cnps.embrapa.br
Pedro Cunha	ANA	cunha@ana.gov.br
Pedro Lessa	CODEVASF/ 4º SR	codevasf-4ad@infonet.com.br
Ramon Souza de Oliveira	SLP/PMJ	ramonoliver@msn.com
Rebert Coelho Correia	Embrapa Semiárido	rebert@cpatsa.embrapa.br
Regolo Januzzi Cecchetini	Instituto Agropolos do Ceará	regolo@agropolos.org.br
Renivaldo A. Santos	CODEVASF/ 6ºSR	renivaldo.santos@codevasf.gov.br
Rita Ewerta Bandeira Silva	CODEVASF/ 6ºSR	rita.ewerta@codevasf.gov.br
Roberto Bezerra Leite	Funceme	bezerra@funceme.br
Roberto Boa Viagem Parahyba	Embrapa Solos	parahyba@uep.cnps.embrapa.br

Rodrigo Vieira	CODEVASF	dingovieira@terra.com.br
Ronaldo Souza Resende	Embrapa Tabuleiros Costeiros	ronaldo@cpatc.embrapa.br
Selma Cavalcanti C. de H. Tavares	Embrapa Solos	selma@uep.cnps.embrapa.br
Silvio Barge Bhering	Embrapa Solos	silvio@cnps.embrapa.br
Silvio Roberto de Lucena Tavares	Embrapa Solos	stavares@cnps.embrapa.br
Tamara Cláudia Gomes	Embrapa Semiárido	tamara@cpatsa.embrapa.br
Teresinha Albuquerque	Embrapa Semiárido	terealbu@cpatsa.embrapa.br
Theophilo B. Ottoni	UFRJ	drhima@civil.ee.ufrj.br
Thomaz Corrêa C. Costa	Embrapa Milho e Sorgo	thomaz@cnpms.embrapa.br
Valdimiro Lopes de Sá	CODEVASF	juniornununa@bol.com.br
Vicente de Paula	UFRPE	vicpaula@ufrpe.br
Valdemício Ferreira de Sousa	Embrapa Meio Norte	vfsousa@cpamn.embrapa.br
Wenceslau G. Teixeira	Embrapa Amazônia Ocidental	lau@cpaa.embrapa.br

1.2 - Embasamento da Metodologia

1.2.1 - Definição de “Solo” e “Terra” usados no SiBCTI

O conceito de solo usado no Sistema Brasileiro de Classificação das Terras para Irrigação (SiBCTI) é basicamente aquele utilizado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), (EMBRAPA, 1999), “o solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos de partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados de material orgânico e mineral. Ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza, onde ocorrem. Ocasionalmente podem ter sido modificados por atividades humanas”.

As alterações pedológicas que ocorrem no material do solo revelam contraste com o substrato rochoso ou seu resíduo mal decomposto, expressando diferenciação pedológica em relação ao pré-existente.

O solo tem como limite superior a atmosfera. Os limites laterais são os contatos com outras espécies de solos vizinhos, ou os contatos com afloramentos de rocha, material detrítico inconsolidado, aterros ou encontros com terrenos sob espelhos d'água permanente. O limite inferior do solo é difícil de ser definido. Comumente, o solo passa gradualmente no seu limite inferior para rocha dura ou material sapro-

lítico que não apresenta sinal de atividade animal, vegetal ou outras indicações de atividade biológica. O solo contrasta com o material subjacente pelo decréscimo de constituintes orgânicos, decréscimo de alteração e decomposição dos constituintes minerais, enfim, observa-se um ganho de propriedades mais relacionado ao substrato rochoso ou material de origem não consolidado.

Quando examinados a partir da superfície, consistem de seções aproximadamente paralelas, denominadas horizontes ou camadas, que se distinguem do material de origem, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria, tendo a habilidade de suportar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies vegetais, em um ambiente natural.

Um dos principais componentes que embasa o Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação é o perfil do solo que pode ser definido como a superfície que vai desde a superfície do solo até onde penetra a ação do intemperismo.

Nas condições de clima tropical úmido prevalentes no Brasil, a atividade biológica e os processos pedogenéticos comumente ultrapassam profundidade maior que 200 cm. No entanto, foi esse o limite definido como representante da seção de controle para fins de descrição e coleta de perfis, pois nele as interações entre água/solo/raiz têm maior impacto na produção vegetal. Esse limite não prevalece quando:

- o horizonte A exceder a 150 cm de espessura. Nesse caso, o limite arbitrado é de 300 cm; ou
- no *sequum* estiver presente o horizonte E, cuja espessura somada a do horizonte A seja igual ou maior que 200 cm. Nesse caso o limite arbitrado é de 400 cm.

Alguns parâmetros do SiBCTI podem necessitar de informação até 240 cm, esta no entanto, quando possível, poderá ser obtida com o auxílio do trado.

O conceito de “terra” é mais amplo e refere-se a todo meio ambiente natural e cultural que sustenta a produção. É um termo mais abrangente do que solo. Além do solo, abrange vários atributos do meio físico, tais como: propriedade do substrato, drenagem, clima, abastecimento de água, topografia, cobertura vegetal, posição na paisagem, localização em relação aos centros de comercialização, povoados e outras terras ocupadas, tamanho dos lotes e área e benfeitorias (CARTER, 1993).

1.2.2 - Amostragem de Solo para Irrigação

Durante a execução de um levantamento pedológico, os solos são identificados no campo de acordo com suas características morfológicas, analíticas bem como de suas relações com feições da fisiografia local. Um levantamento pedológico é a estratificação da paisagem de acordo com unidades tridimensionais (pedons) homogêneas.

O exame de um perfil de solo é realizado em exposições de barrancos ou em trincheiras, suficientemente profundos para permitir uma visão abrangente dos mesmos (OLIVEIRA et al., 1992)

A intensidade da amostragem vai depender do objetivo, escala e tipo de levantamento pedológico (EMBRAPA, 1995). Desta forma, levantamentos mais generalizados revelam características utilizadas para classificação dos solos em alto nível categórico, enquanto levantamentos mais detalhados acumulam um grande número de características para individualização de classes de solos e níveis categóricos mais baixos.

Os levantamentos pedológicos são executados com o apoio de sistemas de classificação que propiciam os meios para identificação, nomenclatura e definição de limites entre unidades taxonômicas. O SiBCTI, metodologia para classificação das terras para irrigação, não prescinde do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, SiBCS (EMBRAPA, 1999). Ao contrário, procura aprofundá-lo no que tange ao enfoque das variáveis mais pertinentes à resposta que as terras sob irrigação devem apresentar no tocante à produção sustentável.

A unidade taxonômica para fins de irrigação terá a mesma conceituação daquela adotada nos levantamentos pedológicos tradicionais, ou seja, terá um conjunto de características e propriedades do solo, correspondente à unidade de classificação mais homogênea em qualquer nível categórico de sistemas taxonômicos. Será integrada por um conceito central, representada por um perfil de solo modal, que exhibe uma variabilidade das propriedades dentro dos limites determinados pela natureza de variável contínua (ESTADOS UNIDOS, 1953, 1982).

As unidades de mapeamento que compõem o levantamento de solos a serem interpretadas pelo SiBCTI devem, na medida do possível, ser designadas por unidades simples, evitando-se associações, principalmente quando compostas de unidades pertencentes a ordens diferentes (primeiro nível categórico do SiBCS). Eventualmente, pode-se esperar associações quando estas forem de individualização muito difícil para fins cartográficos e serem constituídas de unidades que correspondam à mesma classe de terras para irrigação.

Como a tecnologia da irrigação enseja um manejo intensivo do solo, os levantamentos pedológicos que lhe servem de base devem ser de alta intensidade com escalas grandes. Desta forma, os mais apropriados são os detalhados ou mesmo ultradetalhados.

1.2.3 - Densidade de Observações

A densidade de observações diz respeito ao número de observações visuais e registros de características locais feitas através de tradagens, verificações de cortes de estradas, barrancos, voçorocas e outras escavações existentes.

Não há consenso quanto à densidade de observações estabelecidas para levantamentos pedológicos. No entanto, são registrados por diversos autores, números que variam em média de 0,25 a 5 observações por centímetro quadrado de mapa.

Em se tratando de agricultura irrigada, sugere-se uma densidade de observações de 0,05 a 0,5 por hectare, dependendo do nível de detalhe e da escala do mapa. Dessa forma, a área seria separada em padrões utilizando-se o material básico disponível: fotografia aérea, restituição, entre outras. Se houver pequena variabilidade dentro dos padrões, a intensidade de observações poderá ser de 0,05 por hectare. Se houver grande variabilidade dentro dos padrões, com a ocorrência alternada de classes de solos diferentes no primeiro nível categórico (ordem), a intensidade dos exames poderá chegar até 5 observações por hectare considerando a escala de 1:10.000 (Tabela 2), com base em Embrapa (1995). Variabilidade intermediária teria proporcionalmente intensidade de amostragem intermediária.

Tabela 2 - Relações entre escala, área mínima mapeável (AMM), densidade de observações (D) e rendimento médio em área mapeável, nos levantamentos pedológicos destinados a áreas irrigáveis.

Escala	AMM (ha)	D - área homogênea	D - área heterogênea	Rendimento médio (ha)	Tipo de levantamento
1:500	0,001	1,5	6	1,5	ultradetalhado
1:1.000	0,004	1	5	1,8	
1:5.000	0,1	0,5	2	3,7	
1:10.000	0,4	0,15	0,5	15	detalhado
1:20.000	1,6	0,05	0,2	40	

Rendimento: número de hectares que um homem produz por dia, considerando 7,5 observações médias/dia (descrição e coleta de amostra).

Nos levantamentos para fins de irrigação, deverão ser utilizados como material básico mapas na escala 1:10.000 ou maior, eventualmente 1:20.000 se a área for mais uniforme, com curvas de nível de 0,25 a 1,00 metro, e estar georreferenciados todos os pontos de testes ou observações hidropedológicas. Com o avanço dos recursos tecnológicos, tais como geoprocessamento, modelagem, técnicas de geoestatística, qualidade de sensores, entre outros; haverá um aprimoramento contínuo da densidade de observações e frequência de amostragens (EMBRAPA, 1995).

Conforme observa Olson (1974), a classificação utilitária de terras pode ser tão boa quanto forem os dados básicos utilizados e a formulação de suas várias unidades.

1.2.4 - Padronização dos Dados

Como forma de obter classificações pedoambientais para irrigação confiáveis utilizando o SiBCTI, é fundamental que os dados alimentadores do sistema sejam padronizados e igualmente confiáveis. Portanto, os dados analíticos e morfológicos dos perfis de solo devem ser resultado de análises padronizadas segundo as mesmas rotinas laboratoriais, não importando a região onde seja feita. O mesmo procedimento deverá ser aplicado às análises da água para fins de irrigação.

Da mesma forma, os dados provenientes dos testes de campo, relacionados com a permeabilidade: condutividade hidráulica (**K**) e a velocidade básica de infiltração (**I**), deverão ser obtidos através de metodologias padronizadas.

A descrição de cada metodologia a ser empregada nos dados alimentadores do SiBCTI encontra-se no capítulo 3.

1.2.5 - A Questão da Drenagem

A salinidade do solo é um dos importantes fatores da degradação físico-química dos solos e que, portanto, afetam o rendimento dos cultivos. Em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, constitui um sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis anti-econômicos. Nessas regiões, caracterizadas por baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração, a baixa eficiência da irrigação e a drenagem insuficiente contribuem para a aceleração do processo de salinização.

O monitoramento da salinidade requer a aplicação de técnicas rápidas e apropriadas de avaliação e análise de dados. A avaliação tem como objetivo identificar os fatores que contribuem e/ou estão contribuindo para aumentar o grau de salinidade, definir um sistema de amostragem adequado e classificar os resultados conforme a magnitude dos dados.

A salinização do solo pode desenvolver-se naturalmente, quando as condições do ecossistema são propícias, devido principalmente a altas taxas de evapotranspiração potencial, drenagem deficiente no perfil do solo, águas subterrâneas (lençol freático) enriquecidas por sais, posição do solo na paisagem, entre outros. Esse halomorfismo naturalmente induzido no solo é consequência de processos pedogenéticos específicos. A concentração salina da solução do solo, antes da ação antrópica, ou em um instante "t", é definida como salinização primária. A intensidade e efeitos da salinização primária dependem basicamente das condições pedoclimáticas. Por outro lado, a salinização, pode ocorrer também devido ao manejo inadequado do solo e da água, definida assim como salinização induzida ou salinização secundária.

Os processos de salinização e/ou sodificação secundária dos solos podem ocorrer em uma ou mais das seguintes condições:

- acumulação de sais provenientes de uma água de irrigação com alto teor de sais;
- elevação do nível de água subterrânea, que geralmente implica em aumento da salinidade das águas subterrâneas que se acumulam nas camadas profundas; elevação do lençol freático, transportando sais das camadas profundas às camadas superficiais e elevação do lençol freático, limitando a drenagem natural e dificultando a lavagem dos sais; e
- falta ou deficiência de sistemas de drenagem instalados nos solos irrigados.

Embora a intemperização dos minerais primários seja a fonte principal de quase todos os sais solúveis no solo, a fonte direta desses sais em solos irrigados é a própria água usada na irrigação e/ou lençol freático (RICHARDS, 1954). Em muitas situações o problema tem origem no manejo da irrigação, haja vista que uma água considerada de boa qualidade com condutividade elétrica de $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ (deci-Siemens por metro), intermediária entre as classes C1 e C2 de salinidade, quando aplicada num volume anual de $20.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, que corresponde ao requerido por culturas como acerola, deposita no solo cerca de 10 toneladas de sais por ano. Se o manejo é deficiente, se não existe fração de lavagem e se não há drenagem, naturalmente haverá um acúmulo de sais que a médio prazo pode comprometer a exploração das culturas irrigadas. Outro fator que pode acelerar o processo de salinização secundária é a utilização pelo produtor rural de fertilizantes com elevado índice salino, tais como cloreto de potássio, nitrato de sódio ou salitre do Chile e nitrato de amônio.

A utilização da irrigação na agricultura em regiões Semiáridas do Nordeste Brasileiro vem se intensificando nas últimas décadas, especialmente nos locais onde é possível contar com um manancial perene de água de boa qualidade. Desta forma, as áreas nas proximidades do rio São Francisco têm sido as que mais tem recebido investimentos, atingindo um grau de desenvolvimento crescente, onde há solos com potencialidades para irrigação.

Inicialmente na região foram exploradas com irrigação as faixas de solos aluviais que, logo foram degradados por uma salinização intensa, gerada pela falta absoluta de tecnologia. A necessidade de expansão de áreas irrigadas e a implantação de grandes projetos agroindustriais levaram a procura de solos profundos sem problemas de drenagem interna. Os Latossolos e Argissolos desenvolvidos principalmente na cobertura pedimentar que recobre o cristalino de grande parte do nordeste semi-árido, constituem hoje as maiores áreas de solos irrigados na região.

Aparentemente várias classes de solos consideradas de boa permeabilidade (drenabilidade) ao longo do perfil pedológico e irrigados com água do rio São Francisco de boa qualidade (C1S1), estão apresentando indícios de salinização secundária e elevação do lençol freático ao longo dos anos de manejo da irrigação.

Para manter uma agricultura permanente sob irrigação na região semiárida, é necessário o acompanhamento da evolução química dos solos submetidos a regime de irrigação intensiva, a fim de caracterizar o aparecimento dos problemas de sais e a adoção de práticas de manejo adequadas, visando uma produção sustentada para o empreendimento agrícola (EMBRAPA, 2004a).

Com base em Ayers e Westcot (1999), pode-se dizer que a adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total mas, também do tipo de sais. A medida em que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas se agravam, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis. Determina-se também a qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso a longo prazo.

Desta forma, os problemas de solo mais comuns, segundo os quais se avaliam os efeitos da qualidade da água, são relacionados à:

- salinidade: os sais do solo e da água reduzem a disponibilidade da água para as plantas, a tal ponto que afeta os rendimentos;
- infiltração da água: teores relativamente altos de sódio, ou baixos de cálcio (aquilados pela Relação de Adsorção de Sódio/RAS) no solo e na água, reduzem a velocidade com que a água de irrigação atravessa a superfície do solo. Esta redução pode alcançar uma magnitude tal que as raízes das plantas não recebem suficiente água entre as irrigações;
- toxicidade de íons específicos: certos íons (sódio, cloreto e boro principalmente) contidos no solo ou na água, acumulam-se nas plantas em concentrações suficientemente altas para causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis;
- outros problemas: o excesso de nutrientes reduz os rendimentos das culturas e/ou sua qualidade. As manchas nas frutas ou na folhagem prejudicam a comercialização dos produtos. A corrosão excessiva dos equipamentos de irrigação aumenta os custos de manutenção e reparos;



Lençol freático

Figura 1 - Elevação do lençol freático pelo excesso de irrigação em Neossolo Quartzarênico profundo. (Projeto Apolônio Salles – Petrolândia/PE).

Base Mercadológica

- desbalanceamento entre nutrientes: o excesso de alguns elementos pode ainda deprimir a absorção de outros, causando deficiências nutricionais e consequente queda de produtividade. Essa depleção tem como uma das causas a competição pelos mesmos sítios específicos de absorção.

Se a irrigação não obedece às doses recomendadas tecnicamente e se aplica quantidades bem maiores que a planta exige (superirrigação), o que infelizmente é prática comum para muitos agricultores atualmente, o processo ocorre com muito mais velocidade, chegando inclusive a formação de lençol em solo de boa drenabilidade natural como o Neossolo Quartzarênico profundo (Figura 1, EMBRAPA, 2004b).

Na estruturação do SiBCTI, foi atribuída importância muito grande à questão da drenabilidade natural dos ambientes, visando restringir ao máximo os riscos de salinização dos solos. Como consequência, em boa parte dos parâmetros elencados que fundamentam essa metodologia, existe uma ponderação muito grande nas interações relacionadas à drenagem.

Referências Bibliográficas

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1). Tradução de Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V.
- CARTER, V. H. **Classificação de terras para irrigação**. Brasília, DF: Secretaria de Irrigação, 1993. 208 p. (Manual de Irrigação, 2).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Avaliação das alterações físico-químicas de argissolos sob irrigação do Projeto Senador Nilo Coelho**. 2004a. (Relatório técnico das atividades de campo e laboratório para atendimento do SiBCTI).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Estudo da drenabilidade de solos pouco profundos nos Projetos Brígida e Caraíbas e avaliação da potencialidade agrícola dos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS explorados sob irrigação no Projeto Apolônio Salles**. 2004b. (Relatório técnico das atividades de campo e laboratório para atendimento do SiBCTI).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, DF: Embrapa – Serviço de Produção de Informação, 1995. 101p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. **Land classification techniques and standards: land suitability and water quality group**. Denver, 1982. 1 v. (US. Bureau of Reclamation Series, 510).
- ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. **Reclamation manual: irrigated land use: land classification**. Denver, 1953. 54 p., v. 5, part 2.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento** Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201 p.
- OLSON, G. W. Land Classifications. **Search Agriculture**, Ithaca, v. 4, n. 7, 1974. 34 p.
- RICHARDS, L. A. (ed) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC, US Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).
- SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.