

ESTRATÉGIAS PRONASOLOS



PRONASOLOS

Programa Nacional de Solos

PARCERIAS

EMBRAPA SOLOS • EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL • EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL • EMBRAPA CERRADOS • EMBRAPA FLORESTAS
EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA • EMBRAPA MEIO AMBIENTE • EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE • EMBRAPA SEMIÁRIDO



2015
Ano Internacional
dos Solos



International
Decade of Soils
2015-2024



IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



CPRM
Serviço Geológico do Brasil



UFRRJ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



ISSN 1517-2627

Outubro, 2016

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 183

Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)

Rio de Janeiro, RJ
2016

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, nº 1.024, Jardim Botânico

CEP: 22460-000, Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

www.embrapa.br/solos

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *José Carlos Polidoro*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Capa: *Alexandre Esteves Neves*

1ª edição

On-line (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos) / José Carlos Polidoro ... [et al]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2016.
53 p. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 183).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 31 out. 2016).

1. Pedologia. 2. Recurso do solo. 3. Programa de pesquisa. I. Polidoro, José Carlos. II. Mendonça-Santos, Maria de Lourdes. III. Lumbreras, José Francisco. IV. Coelho, Maurício Rizzato. V. Carvalho Filho, Amaury de. VI. Motta, Paulo Emílio Ferreira da. VII. Carvalho Junior, Waldir de. VIII. Araújo Filho, José Coelho de. IX. Curcio, Gustavo Ribas. X. Correia, João Roberto. XI. Martins, Éder de Souza. XII. Spera, Sílvio Tulio. XIII. Oliveira, Stanley Robson de Medeiros. XIV. Bolfe, Edson Luis. XV. Manzatto, Celso Vainer. XVI. Tôsto, Sérgio Gomes. XVII. Venturieri, Adriano. XVIII. Sá, Iêdo Bezerra. XIX. Oliveira, Virlei Álvaro de. XX. Shinzato, Edgar. XXI. Anjos, Lúcia Helena Cunha dos. XXII. Valladares, Gustavo Souza. XXIII. Ribeiro, Jefé Leão. XXIV. Medeiros, Paula Suélen Corrêa de. XXV. Moreira, Fátima Maria de Souza. XXVI. Silva, Leonardo Scharth Loureiro. XXVII. Sequinatto, Letícia. XXVIII. Aglio, Mario Luiz Diamante. XXIX. Dart, Ricardo de Oliveira. XXX. Embrapa Solos. XXXI. Série.

CDD 631.4

© Embrapa 2016

Autores

José Carlos Polidoro

Engenheiro-agrônomo, pós-doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Maria de Lourdes Mendonça-Santos

Engenheira-agrônoma, pós-doutora em Solos, pesquisadora da Embrapa Cocais, São Luís, MA

José Francisco Lumberas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Gestão e Planejamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Maurício Rizzato Coelho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Amaury de Carvalho Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Waldir de Carvalho Junior

Engenheiro-agrônomo, pós-doutor em Mapeamento Digital de Solos, pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

José Coelho de Araújo Filho

Engenheiro-agrônomo, pós-doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Gustavo Ribas Curcio

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

João Roberto Correia

Engenheiro-agrônomo, pós-doutor em Patrimônio Cultural e Sistemas Agrícolas, pesquisador da Embrapa Departamento de Transferência de Tecnologia, Brasília, DF

Éder de Souza Martins

Geólogo, doutor em Geologia, Pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF

Silvio Tulio Spera

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia-Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Stanley Robson de Medeiros Oliveira

Cientista da computação, doutor em Ciência da Computação, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Edson Luis Bolfe

Engenheiro florestal, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Secretaria de Inteligência e Macroestratégia, Brasília, DF

Celso Vainer Manzatto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, responsável técnico da Plataforma ABC, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Sérgio Gomes Tôsto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

Adriano Venturieri

Engenheiro-agrônomo, pós-doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Iêdo Bezerra Sá

Engenheiro Florestal, doutor em Geoprocessamento/Sensoriamento Remoto, Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Virlei Álvaro de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geociências e Meio Ambiente, pesquisador do IBGE, Goiânia, GO

Edgar Shinzato

Engenheiro-agrônomo, mestre em Solos, Chefe da Divisão de Gestão Territorial, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro, RJ

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Engenheira-agrônoma, pós-doutora em Ciência do Solo, professora titular da UFRRJ, Seropédica, RJ

Gustavo Souza Valladares

Engenheiro-agrônomo, D.Sc em Ciência do Solo, Professor da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

Jefé Leão Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências do Solo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF

Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, Pesquisadora em Informações geográficas e ambientais, IBGE, Rio de Janeiro, RJ

Fátima Maria de Souza Moreira

Engenheira-agrônoma, PhD em Ciência do Solo, presidente da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, professora da UFLA, Lavras, MG.

Leonardo Scharth Loureiro Silva

Engenheiro cartógrafo, mestre em Engenharia de Computação, Tecnologista em Informações Geográficas e Estatísticas do IBGE, Rio de Janeiro, RJ

Letícia Sequinatto

Engenheira-agrônoma, pós-doutorado em Ciência do Solo, Professora do Departamento de Solos e Recursos Naturais - UDESC, Lages, SC

Mario Luiz Diamante Aglio

Geógrafo, mestre em Geografia, técnico da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Ricardo de Oliveira Dart

Geógrafo, analista da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Apresentação

Este programa foi elaborado em atendimento ao Acórdão do Tribunal de Contas da União (nº 1942/2015) que versa sobre Governança de Solos. A Embrapa e, em especial, a Embrapa Solos se articularam para montar um grupo de trabalho multi-institucional, que elaborou o programa a partir de workshops presenciais e a distância. O Programa, denominado PronaSolos, tem por objetivo adequar uma estrutura de pesquisa em solos para aumentar o nível de conhecimento dos solos brasileiros, possibilitando sua governança por parte do poder público, valorizando o manejo sustentável dos recursos naturais, com destaque para o solo, e possibilitando ao País um desenvolvimento agropecuário ordenado e de longo prazo.

Daniel Vidal Pérez
Chefe-Geral da Embrapa Solos

Sumário

Síntese	9
1. Introdução	15
2. Situação Atual	17
3. Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos): Proposta	25
3.1 Governança do PronaSolos	26
3.2 Estratégia de Ação	28
3.2.1 Gestão do PronaSolos	29
3.2.2 Levantamento de solos e interpretações	31
3.2.3 Base de dados e informação de solos	33
3.2.4 Treinamento e capacitação em solos	38
3.2.5 Transferência de tecnologia e comunicação (TT&C)	41
3.3 Atividades do PronaSolos	42
3.4 Estimativa Orçamentária	46
3.5 Produtos Esperados	49
3.6 Riscos e Dificuldades	50
3.7 Considerações Finais	51
4. Referências	52

Síntese

O fato de a Organização das Nações Unidas (ONU) ter instituído 2015 como o *Ano Internacional dos Solos* reflete o reconhecimento mundial da importância do recurso solo para a sustentabilidade da vida no planeta. Cientes dessa realidade, muitos países, especialmente os mais desenvolvidos, desde há muitos anos envidam esforços para conhecimento e mapeamento cartográfico dos seus solos. Nos EUA, por exemplo, os levantamentos de solos são executados desde o final do século 19, com expressivo contingente de especialistas e técnicos dedicados estritamente às tarefas inerentes a essas atividades. Tal iniciativa estratégica se observa também na Austrália e em países da Europa.

Os levantamentos de solos no Brasil, iniciados na década de 1950, objetivavam o atendimento a necessidades prementes de planejamento, em um cenário de quase desconhecimento dos solos do País. Em face das limitações de ordem financeira e de pessoal especializado, optou-se pela execução de mapeamentos generalizados, abrangendo grandes extensões territoriais. Nesse contexto, foram poucos os trabalhos executados em escala de maior detalhe, necessários para embasar o planejamento das atividades de uso e conservação da terra.

Entretanto, a atividade de levantamento sistemático de solos foi descontinuada a partir da década de 1980, resultando em drástica redução tanto da produção de mapas de solos como do quadro de técnicos capacitados para realizá-los. Atualmente, uma pequena parte do País

(cerca de 5%) conta com mapas de solos em escala 1:100.000 ou maior, o que contrasta de forma acentuada com os EUA, país integralmente coberto por mapas de solos em escalas entre 1:20.000 e 1:40.000.

O quadro atual demonstra que, apesar do significativo progresso alcançado no conhecimento dos solos nacionais, há deficiência de informações detalhadas para orientação das atividades no meio rural.

Recentemente, o Tribunal de Contas da União (TCU), em seu Relatório de Auditoria TC 011.713/2015-1, apontou que a insuficiência de informações e a dificuldade de acesso a dados de solos, devido à inexistência de um sistema único ou de uma plataforma que permita a interpretação desses dados por profissionais que utilizam esse tipo de informação, são fatores que comprometem o planejamento, a execução e o monitoramento das políticas públicas para o uso sustentável da terra em atividades agropecuárias e florestais. Adicionalmente, o TCU destaca as deficiências de ordem legal decorrentes da complexidade e dispersão da legislação brasileira, assim como a sobreposição e dissociação das legislações de solo e água.

Com base nessas constatações, foi firmado o Acórdão TC nº 1942/2015, que determina, dentre outras providências, a inclusão, no próximo Plano Plurianual (PPA), de um programa nacional de levantamentos e interpretação de solos, bem como recomenda ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que estabeleçam mecanismos colaborativos e permanentes para organização, sistematização e operacionalidade de dados provenientes de levantamentos de solos do Brasil.

Em atendimento à recomendação contida no referido acórdão, foi constituído pela Embrapa um Grupo de Trabalho (GT) formado por profissionais de diversas instituições de ensino e pesquisa do País, atuantes na área da Ciência do Solo, visando à elaboração de um Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos), proposto neste documento.

Os objetivos principais do PronaSolos são, portanto, a retomada da realização dos levantamentos pedológicos em caráter multiescalar e respectivas interpretações, de forma contínua, seguindo programação estabe-

lecida em função de necessidades identificadas por um consórcio nacional multi-institucional e compatibilizada com as demandas oriundas das políticas dos governos federal e estaduais para o setor, bem como estabelecer uma base de dados integrada, na qual as informações de solos provenientes de trabalhos anteriores e as que vierem a ser produzidas estejam organizadas e sistematizadas para consulta do público em geral.

O PronaSolos deverá ser estruturado em três níveis de atuação: Estratégico, Tático e Operacional, descritos a seguir de maneira sintética.

No nível estratégico, propõe-se a constituição de um Conselho Diretor, formado pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), do Meio Ambiente (MMA), do Desenvolvimento Social e Agrário (MDS), da Educação (MEC), da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP), Casa Civil e pela Embrapa, sob a coordenação do Mapa.

No nível tático, deverá ser formado um Consórcio Nacional Multi-institucional e estabelecido um Conselho Gestor, constituído por um representante de cada instituição parceira, sob a coordenação da Embrapa Solos. Ao Conselho Gestor caberá a estruturação dos níveis tático e operacional, definição de sua estrutura gerencial, organizada em Conselhos Regionais e Coordenações Estaduais, e definição de estratégias de execução do Programa ao longo de seu desenvolvimento.

Para tanto, são estabelecidos cinco eixos principais de atuação, que envolvem atividades complementares e interligadas: i) Gestão do PronaSolos (organização da estrutura executora; demandas por recursos humanos e infraestrutura); ii) Levantamento de solos e interpretações; iii) Base de dados e informação de solos; iv) Treinamento e capacitação em solos; v) Transferência de tecnologia e comunicação.

Por se tratar de um programa amplo, sua execução deverá ocorrer em três etapas: curto (0-4 anos), médio (4-10 anos) e longo (10-30 anos) prazos.

O curto prazo será destinado à definição e implantação da estrutura organizacional e envolve, além de questões gerenciais, como o estabe-

lecimento do Conselho Gestor, a integração estadual, a realização de convênios de cooperação, a criação/adequação de infraestrutura básica e a contratação e treinamento de pessoal, visando à capacitação técnica de um número suficiente de profissionais para suprir as necessidades do PronaSolos.

Nesse período, proceder-se-á, ainda, ao desenvolvimento e à implementação de uma base de dados abrangente e integrada, para armazenamento e disponibilização das informações de solos a múltiplos usuários, bem como ao resgate e à sistematização de dados e mapas de solos e de estudos interpretativos preexistentes, e, principalmente, à retomada dos trabalhos de levantamento de solos sistemáticos e suas interpretações.

Serão realizadas, também, ações de transferência de tecnologia e comunicação, tanto em nível nacional como regional, a fim de disseminar as informações geradas a diferentes públicos-alvo (sociedade em geral, políticos, extensionistas e produtores rurais).

Em médio prazo, as atividades do PronaSolos serão direcionadas para sua ampliação e consolidação nacional, ao tempo em que deverão ser ampliadas e atualizadas as funcionalidades da base de dados e informações de solos, em conjunção com os mecanismos de ação de transferência de tecnologia e comunicação, como forma de ampliar a divulgação e alcance das informações geradas.

As ações em longo prazo referem-se à ampliação do levantamento de solos e suas interpretações em escala 1:100.000, bem como dos mapeamentos de maior detalhe (escalas 1:50.000 e 1:25.000). Nessa fase, a estrutura do PronaSolos estará consolidada, possibilitando sua continuidade com vistas ao aprimoramento e maior detalhamento do mapeamento e conhecimento dos solos do Brasil, indispensáveis para garantir o desenvolvimento sustentável do País.

Os principais resultados esperados advindos do PronaSolos referem-se à constituição de uma base de dados integrada de levantamentos de solos (mapas, relatórios, perfis) e interpretações de potencialidades e

limitações ao uso agrícola (aptidão agrícola, zoneamentos diversos, etc.), em nível de detalhe e escalas compatíveis com as necessidades de planejamento de uso da terra no meio rural, bem como para orientação e definição de políticas públicas em todo o território nacional.

Estima-se que na primeira fase do projeto (0 a 4 anos), além de implantação da estrutura física e funcional do PronaSolos e desenvolvimento da base de dados, sejam concluídos o levantamento de solos e as interpretações associadas referentes a 120 folhas cartográficas em escala 1:100.000, 64 folhas em escala 1:50.000 e o mesmo número em escala 1:25.000, que, no total, correspondem a cerca de 430 mil km², equivalentes às áreas dos estados de São Paulo e Paraná. Na segunda fase (4 a 10 anos), a meta é estender o mapeamento de solos a mais 1,3 milhões de km² de terras agricultáveis (área equivalente à da região Nordeste); na terceira fase (10 a 30 anos), a previsão é de se alcançar 1 milhão de km² mapeados em escala 1:50.000, 250 mil km² em escala 1:25.000 e 6,9 milhões de km² em escala 1:100.000.

Um aspecto essencial do PronaSolos refere-se à formação e qualificação de pessoal para dar prosseguimento, após a vigência do programa, às ações de inventário de solos necessárias ao atendimento de exigências futuras de desenvolvimento humano. Merece destaque, ainda, como resultado potencial do programa, a integração das ações de diversas instituições públicas, resultando em significativa economia de esforços e recursos. A estimativa orçamentária total do PronaSolos é da ordem de 5,5 bilhões em 30 anos.

É importante observar que a Embrapa, devido ao seu histórico e tradição de pesquisa no tema solos e abrangência nacional, foi indicada, por consenso dos integrantes do Grupo de Trabalho, como instituição líder e gestora principal do PronaSolos. Propõe-se, assim, um esforço adicional por parte da Embrapa, no provimento das ações necessárias à implantação e desenvolvimento do programa, em reconhecimento da importância dos levantamentos de solos para planejamento do uso da terra, segurança alimentar, produção de serviços ambientais e subsídio às políticas públicas.

Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)

1. Introdução

O solo é um recurso natural de vital importância para a vida humana no planeta, como suporte para a produção de alimentos, fibras e energia, na produção de serviços ambientais, preservação da biodiversidade, entre outras funções essenciais, contribuindo, ainda, se bem manejado, para a mitigação das mudanças climáticas. Solos saudáveis são a base para a segurança alimentar e a sustentabilidade das gerações futuras.

Dentre outras funções e benefícios à sociedade, o solo desempenha papel de destaque nos principais processos biogeoquímicos que garantem a vida na Terra, tal como no ciclo hidrológico, contribuindo para perenização dos cursos de água e controle de enchentes, bem como no ciclo do carbono, fixando esse elemento; recicla nutrientes; abriga um quarto da biodiversidade do planeta; fornece material e suporte para a construção civil.

O desconhecimento sobre o recurso solo e sobre suas potencialidades e distribuição geográfica dificulta a racionalização de seu uso, o que contribui para o desperdício de insumos agrícolas, principalmente da água de irrigação, e se constitui em fator impeditivo para aumento da produção agrícola sustentável.

A falta de informação e de atenção para com esse recurso concorre, ainda, para o estabelecimento de processos de degradação das terras, como erosão, desertificação, contaminação, compactação, impermeabilização, potencialização de desastres naturais, emissão excessiva de gases de efeito estufa, entre outros.

De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a cada ano se perdem mais de 20 bilhões de toneladas de solos no mundo devido à erosão, o que equivale a mais de três toneladas de solo por pessoa (MONTANARELLA et al., 2015). Há de se lembrar que o solo não é um recurso renovável na escala de vida humana, já que cada centímetro de solo pode levar centenas de anos para se formar. Torna-se evidente, desse modo, a necessidade de estabelecimento de leis e adoção de estratégias que protejam e garantam seu uso e manejo sustentáveis.

Estimativas da FAO projetam para 2050 um total de 9,6 bilhões de pessoas no mundo, sendo necessário, para alimentar tal contingente, aumentar em 60% a produção global de alimentos. Entretanto, a área de solos produtivos no mundo é limitada e se encontra sob constante pressão, o que faz com que a capacidade de atender a essa demanda diminua de maneira preocupante. O Brasil contribui significativamente para esses dados: os solos do País são historicamente mal usados e manejados; submetidos continuamente a crescentes processos de degradação, resultando em perda de potencial produtivo.

Considerado o celeiro do mundo e com um dos maiores potenciais de terras passíveis de serem incorporadas ao processo produtivo (cerca de 90 milhões de hectares, sem derrubar sequer uma árvore dos biomas protegidos), como o Brasil está se posicionando? Como fará face aos desafios internos e globais, sem dispor de informação suficiente sobre seus solos, em escalas adequadas ao planejamento e estabelecimento de políticas de uso, manejo e conservação desse recurso essencial?

É preciso agir agora, conhecer adequadamente os solos do País, para evitar sua degradação e garantir a segurança alimentar das gerações atual e futura.

2. Situação Atual

A preocupação e as iniciativas relativas ao recurso solo extrapolam as fronteiras nacionais. Neste contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU) avançou na discussão e lançou, em 2011, por intermédio da FAO, o Global Soil Partnership (GSP) (Aliança Mundial do Solo), referendado por 193 de seus países-membros em maio de 2012¹. Para alcançar seus objetivos, o GSP definiu cinco principais pilares de ação:

1. Promover o manejo sustentável do recurso solo, visando à sua proteção, conservação e produção sustentável.
2. Estimular investimentos e promover a cooperação técnica, políticas públicas, educação e transferência de tecnologias em solos.
3. Promover pesquisas e desenvolvimento focando em lacunas do conhecimento em solos, identificando deficiências, prioridades e sinergias com ações de desenvolvimento social, econômico e ambiental.
4. Incrementar a quantidade e qualidade de dados e informação de solos: geração de base de dados, análises, validação, relatórios, monitoramento e integração com outras disciplinas.
5. Harmonizar métodos, medidas e indicadores de manejo sustentável e proteção do recurso solo.

Dando continuidade a essa linha de ação, a ONU instituiu 2015 como o Ano Internacional dos Solos, com o objetivo de aumentar a conscientização e o entendimento sobre a importância do solo para a segurança alimentar e manutenção das funções ecossistêmicas essenciais.

Outra iniciativa relevante é a Global Soil Week (Semana Mundial do Solo), cuja primeira edição ocorreu em 2012 em Berlim (Alemanha),

¹ Mais informações disponíveis em: <<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/en/>>.

que visa a promover a gestão sustentável do solo e a governança responsável da terra em todo o mundo. Os resultados advindos desse evento motivaram o Tribunal de Contas da União (TCU) a lançar, no Brasil, a Conferência sobre Governança de Solos, realizada em março de 2015 em Brasília, em parceria com diversas instituições ligadas à temática dos solos, tais como Embrapa, FAO, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), Agência Nacional de Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Itaipu Binacional, Sociedade Nacional da Agricultura e o Instituto para Estudos Avançados de Sustentabilidade, com o objetivo de sensibilizar a sociedade e governantes para os problemas causados pela degradação dos solos brasileiros, mostrar iniciativas bem-sucedidas no País e sugerir políticas públicas para a conservação dos solos.

Como parte de sua contribuição ao tema, o TCU procedeu ao Levantamento de Governança de Solos em Áreas Não Urbanas, originando o Relatório de Auditoria TC 011.713/2015-1, do qual emanou o Acórdão TC nº 1942/2015, cujos resultados foram divulgados no XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em agosto de 2015 em Natal, RN (CONGRESSO..., 2015).

Consta no referido relatório:

128. A primeira conclusão desse trabalho é que a definição institucional das prioridades do Estado Brasileiro para a regulação da ocupação do solo e para a promoção da sustentabilidade do solo e da água é fundamental para o sucesso das políticas públicas envolvidas. Tal definição passa pela consolidação, compatibilização e integração das diversas legislações, normativos e competências institucionais que tratam da gestão do território e da promoção da sustentabilidade do solo e da água, uma vez que essas legislações são tratadas de forma dissociada e esparsa no arcabouço normativo brasileiro. A consolidação e a simplificação das obrigações cadastrais a que estão submetidos os proprietários ou ocupantes de imóveis rurais

também é um avanço legislativo importante para que as informações coletadas tenham utilidade no planejamento de políticas públicas e para a tomada de decisão informada (BRASIL, 2015b, p. 28).

Dentre as considerações da auditoria, destacam-se:

- Insuficiência de conhecimento sobre os solos brasileiros: há evidente carência de dados e informação de solos em escala adequada para tomada de decisão.
- O atual nível de conhecimento sobre os solos não é suficiente para embasar o planejamento do uso da terra e das atividades agropecuárias e florestais, tampouco para que as ações de conservação e recuperação do solo e da água sejam procedidas em nível de microbacias hidrográficas, conforme estabelece a legislação.
- Dificuldade de acesso aos dados e informações existentes por parte dos tomadores de decisão, visto que não há um sistema único de dados e informações de solos no País que permita aos usuários sua interpretação para gerar novas informações.

No que tange à definição das prioridades do País para utilização de seu território, solo e água, o TCU destaca em seu relatório:

16. Foram localizadas e catalogadas diversas iniciativas governamentais destinadas a regular a ocupação e a utilização do território brasileiro e promover a sustentabilidade do solo e água, porém não foi possível identificar uma definição institucional das prioridades do Estado Brasileiro para a regulação da ocupação e do uso do território, bem como para a promoção da sustentabilidade do solo e da água em áreas não urbanas.
17. No que se refere à institucionalização das iniciativas pesquisadas foram identificadas as seguintes ocorrências: i) complexidade e dispersão da legislação brasileira que disciplina a ocupação e o uso do território, bem como a sustentabilidade do uso do solo

e da água; ii) sobreposição e lacunas de atuação entre as atribuições institucionais dos diversos órgãos governamentais; iii) dissociação das legislações de solo e água; e iv) imposição de diversas obrigações legais ao proprietário rural sem utilização efetiva das informações em políticas públicas (BRASIL, 2015b, p. 5).

No Acórdão TC nº 1942/2015, é conferida expressamente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (entre outras entidades) e à Embrapa a responsabilidade sobre o levantamento das informações necessárias e demais providências para se estabelecer uma governança eficaz com relação ao tema solo, conforme se observa nas recomendações 9.4 e 9.8:

9.4. recomendar, com fulcro no art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, combinado com art. 250, inciso III, do Regimento Interno do Tribunal de Contas da União, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária que estabeleçam mecanismos colaborativos e permanentes para a organização, sistematização e operacionalidade de dados decorrentes de levantamento de solos do Brasil realizados pelas diversas instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão e outros órgãos nas diferentes esferas (federal, estadual e municipal), em um sistema de informação de acesso público, com facilidade de interpretação, extração e exportação de dados para outros sistemas, conforme item 2.2 da Deliberação Embrapa nº 10, de 28 de fevereiro de 2011, a exemplo do *National Soil Information System* do Departamento de Agricultura dos EUA (parágrafos 85-98).

[...]

9.8. determinar, com fulcro no art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, combinado com art. 250, inciso II, do Regimento Interno do Tribunal de Contas da União, à

Presidência da República, ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ao Ministério do Meio Ambiente, ao Ministério do Desenvolvimento Agrário, ao Ministério da Justiça, ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, ao Ministério da Integração Nacional, à Secretaria da Receita Federal, ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e ao Conselho Deliberativo a que se refere o Decreto 8.414/2015, que apresentem, conforme parágrafos 196, 197 e 202 ao 207 do Manual Anop, aprovado pela Portaria Segecex 4/2010, no prazo de 120 dias, plano de providências para as determinações e as recomendações do relatório de Auditoria Operacional de Governança de Solos Não Urbanos (parágrafos 18-125) (BRASIL, 2015a, p. 3-4).

A auditoria do TCU confirmou o que há muito é de conhecimento dos cientistas de solo brasileiros: as informações disponíveis sobre a distribuição espacial e características dos solos do País apresentam detalhamento e escalas insuficientes para o direcionamento adequado do uso e ocupação do território nacional, tanto no meio rural como urbano, assim como para orientação dos órgãos governamentais responsáveis pelo estabelecimento de políticas públicas nas diferentes instâncias e unidades político-administrativas da federação; também não atendem às necessidades de planejamento das atividades agropecuárias e florestais e ações de conservação e recuperação de solo e água no âmbito das microbacias hidrográficas, conforme estabelecido pela legislação.

Há de se acrescentar que o número de técnicos qualificados para realizar levantamentos e mapeamentos de solos é muito limitado, sendo necessária, portanto, para execução de tais atividades em todo o Brasil, a capacitação de expressivo contingente de pedólogos.

É importante frisar, também, a falta de governança e de legislação específica para uso e manejo de solo e água, bem como a falta de manda-

to específico para órgão público para normatizar, coordenar e executar trabalhos de levantamento, mapeamento, manejo e conservação de solos. Ou seja, falta investimento do poder público para conhecer o solo do território nacional em mais detalhe, como também falta uma voz unificada e com autoridade para coordenar os diversos esforços realizados pelas instituições no País.

Não obstante a posição atual do Brasil entre as grandes economias e os maiores produtores de alimentos do mundo, a situação do mapeamento dos solos do País praticamente não foi alterada em relação à década de 1980, o que contrasta com o direcionamento adotado por países como os Estados Unidos da América (EUA), Austrália, Holanda e França, onde são continuamente aplicados recursos na caracterização e cartografia de solos em níveis de detalhe cada vez maiores.

À insuficiência de dados soma-se a dificuldade de acesso a eles, visto que não há uma base integrada de informações dos solos brasileiros que permita a múltiplos usuários a utilização dos dados disponíveis para diferentes fins (agrícolas ou não agrícolas).

Na tentativa de divulgação dessas informações, destacam-se algumas iniciativas independentes, como a disponibilização de mapas de solos na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) (<http://www.visualizador.inde.gov.br>) e o Sistema de Informação de Solos Brasileiros (<http://www.sisolos.cnptia.embrapa.br>), disponibilizado pela Embrapa em 2014, com mais de 9 mil perfis de solos. Esse valor representa apenas cerca de um perfil de solo a cada 1.000 km² (ou 100.000 ha), distribuídos irregularmente no País, o que contrasta de forma acentuada com os EUA, com uma densidade de amostragem de 1 perfil para cada 15.000 ha, aproximadamente.

O Brasil contou, a partir da década de 1950, com um programa de mapeamento sistemático de solos, coordenado pela Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, vinculado ao Ministério da Agricultura, programa que foi continuado pelos órgãos que o sucederam até o Serviço Nacional de Levantamento e Conservação

de Solos (atual Embrapa Solos), responsável pela normatização e liderança das ações destinadas ao mapeamento de solos no País, entre elas o desenvolvimento de um sistema de classificação de solos nacional, publicado em 1999 e atualizado em 2013 (SANTOS et al., 2013; SISTEMA..., 1999).

A necessidade premente de dispor de informações de solos, contrastada à grande extensão territorial e carência de recursos financeiros, materiais e humanos, levou o País a optar, no passado, pela execução de mapeamentos generalizados, em escalas pequenas (1:1.000.000 a 1:400.000), entre eles o Projeto RADAMBRASIL, que, de 1970 a 1985, realizou um amplo inventário do meio físico e biótico de grande parte do País, em escala 1:1.000.000. Foram poucos os levantamentos de solos realizados em escala de maior detalhe, que fornecessem informações suficientes para o direcionamento das atividades de uso e conservação da terra em propriedades agrícolas, ou mesmo em âmbito municipal. Atualmente, o País conta com mapas de solos de todo o território nacional, em escalas que variam de 1:250.000 a 1:1.000.000 (Tabela 1). No entanto, apenas 5,91% do País encontra-se mapeado em escalas mais detalhadas (1:100.000 ou maior).

Tabela 1. Tipos de levantamentos de solos no Brasil (1964-2015).

Levantamentos de Solos (escala)	Área (km ²)	Brasil (%)
Exploratório ou reconhecimento de baixa intensidade (1:1.000.000 a 1:250.000)	8.611.183	100,00
Reconhecimento de média ou alta intensidade (1:100.000)	384.577	4,47
Reconhecimento de alta intensidade ou semidetalhado (1:50.000)	112.988	1,31
Semidetalhado ou detalhado (\geq 1:25.000)	11.341	0,13

Fonte: Santos et al. (2013).

Com a descontinuidade do RADAMBRASIL e a escassez de recursos para a realização de mapeamentos de solos pelo então Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (atual Embrapa So-

los), permaneceram grandes lacunas de informação sobre o recurso solo, principalmente em escalas mais detalhadas, fundamentais para estabelecimento de estratégias de planejamento e de uso, manejo e conservação do solo, comprometendo, assim, a sustentabilidade de sistemas de produção.

Embora os levantamentos e mapeamentos realizados tenham sido importantes para o conhecimento dos solos brasileiros, em razão do baixo grau de detalhamento da informação e da baixa cobertura do território (Tabela 1), eles são, em seu conjunto, insuficientes para atender às demandas atuais de planejamento de uso terra e preservação ambiental. Como exemplo, tem-se o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE), instrumento da política nacional de meio ambiente (Decreto nº 4.297, de 10.07.2012), em cuja elaboração têm sido utilizados mapas e informações de solos em escala não apropriada para tomada de decisão (1:1.000.000). Apenas alguns estados dispõem de informações de solo compatíveis com a escala 1:250.000.

Há necessidade, portanto, da elaboração de mapas em escalas e abrangência adequadas para embasar o planejamento e a execução de projetos agrícolas e ambientais; definição de políticas públicas, tais como seguro rural, assentamentos agrícolas, zoneamentos agroecológicos; estudos de impactos e riscos ambientais, em âmbitos estadual e municipal, de microbacias e até de propriedades agrícolas.

Medidas urgentes, como a criação de um programa vigoroso para aquisição de novos dados e informações de solos, visando à elaboração de levantamentos de solos em escalas mais detalhadas, com uso de modernas tecnologias (GPS, sensoriamento remoto e proximal, sistemas de informação geográfica (SIG), mapeamento digital de solos, computadores de alto desempenho, etc.), associadas a trabalho de campo, são imprescindíveis para reverter a estagnação do processo de conhecimento dos solos no País, com vistas a subsidiar a tomada de decisão estratégica e o melhor planejamento, uso e conservação de nossos solos, consoante a promoção do desenvolvimento social e econômico da nação.

3. Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos): Proposta

Em face da necessidade urgente de ampliação do conhecimento sobre os recursos de solo do Brasil e em atendimento às recomendações contidas no Acórdão TC nº 1942/2015, a Embrapa tomou a iniciativa de constituir um Grupo de Trabalho, formado por profissionais de diversas instituições de ensino e pesquisa do País atuantes na área da Ciência do Solo, visando à elaboração de um Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos), cujo objetivo principal é promover a realização de levantamentos pedológicos em caráter multiescalar e respectivas interpretações, de forma contínua, segundo uma programação preestabelecida e compatibilizada com as demandas oriundas das políticas dos governos federal e estaduais. Tal programa alinha-se à inclusão do recurso solo na Agenda Global, via Aliança Mundial do Solo, e à instituição de 2015 como Ano Internacional dos Solos, com o firme propósito de responder à questão de governança de solos em áreas não urbanas no Brasil.

A viabilidade desse programa ao longo dos anos, a exemplo do realizado pelos Estados Unidos, dependerá da garantia de recursos específicos do Estado previstos no orçamento da União, via Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, de modo a assegurar sua continuidade e sustentabilidade, conforme recomendado ao Mapa no Acórdão TC nº 1942/2015:

- 9.3.5. em conjunto com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, tendo em vista os potenciais benefícios econômicos e ecológicos, inclua no próximo PPA um programa nacional de levantamentos e interpretação dos solos, de forma a atualizar os estudos empreendidos no âmbito do projeto RADAM-BRASIL em escalas compatíveis à unidade de planejamento do uso, da conservação e da recuperação do solo e água, que é a microbacia hidrográfica, conforme estabelece a Lei 8.171/1991, art. 20 c/c o Decreto 8.492/2015, arts. 1º, 28, inciso II (parágrafos 85-98) (BRASIL, 2015a, p. 3).

Outro aspecto de vital importância é que, paralelamente à execução do PronaSolos, o estado avance na questão da legislação referente ao uso e à ocupação de solo e água, a fim de melhor orientar as políticas públicas do País e reduzir as ameaças a esses recursos naturais, garantindo sua gestão sustentável, incorporando as novas informações geradas pelo programa, em benefício do produtor rural e da sociedade brasileira como um todo.

3.1 Governança do PronaSolos

Devido à relevância e urgência dos problemas apontados no Relatório de Auditoria TC 011.713/2015-1, o PronaSolos necessitará do esforço conjunto de diversos ministérios e instituições públicas ligadas ao tema, devendo possuir três níveis de atuação: estratégico, tático e operacional (Figura 1).

No nível estratégico, propõe-se que seja constituído um Conselho Diretor, formado pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), do Meio Ambiente (MMA), do Desenvolvimento Social e Agrário (MDS), da Educação (MEC), da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP), Casa Civil e pela Embrapa, sob a coordenação do Mapa.

No nível tático, propõe-se a formação um consórcio nacional multi-institucional, envolvendo as seguintes instituições: Embrapa, IBGE, universidades, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), etc.

Propõe-se, ainda, que o funcionamento do referido consórcio seja de forma colegiada entre as instituições. A estrutura deverá ser flexível o bastante para acomodar as diferenças entre as instituições, sendo facultada a participação de outras.



Figura 1. Esquema ilustrativo da governança do PronaSolos.

Para tanto, será estabelecido um Conselho Gestor, constituído por um representante de cada instituição parceira, tendo a Embrapa Solos como instituição coordenadora, que terá sob a sua responsabilidade: gerenciamento de recursos físicos e financeiros, indicação de metodologias e protocolos, harmonização de métodos, chancela e controle de qualidade dos produtos entregues e cobrança de resultados.

O Conselho Gestor será também responsável pela estruturação gerencial dos níveis tático e operacional – organizada em conselhos regionais e coordenações estaduais (nível tático) e gerências executivas (nível operacional) (Figura 1), assim como pela definição de estratégias de execução do programa ao longo de seu desenvolvimento, considerando-se etapas de curto, médio e longo prazos.

As coordenações estaduais serão compostas por gerências executivas, responsáveis pelas atividades no nível operacional, que deverão contemplar o gerenciamento dos levantamentos de solos, planejamento e execução orçamentária, controle e fiscalização dos resultados, entre

outras ações necessárias à execução dos trabalhos, em conformidade com as diretrizes do conselho gestor.

Com o PronaSolos, têm-se como metas ampliar o corpo técnico dedicado às atividades de levantamento de solos no País e fortalecer as instituições envolvidas no consórcio nacional multi-institucional, assim como a cooperação entre essas instituições e a Embrapa Solos, em sua missão nacional de pesquisa de solos. O programa possibilitará o compartilhamento de dados e informações de solos entre as instituições consorciadas, incluindo apoio em infraestrutura, recursos humanos e financeiros.

O PronaSolos deverá ter uma sede nacional e bases físicas estaduais para suporte à sua execução. Para descentralização das atividades, idealiza-se que uma soloteca seja instalada em cada base física estadual, para armazenamento de amostras analisadas nos laboratórios locais, embora o cadastro das amostras deva ser geral, interligado e acessível em rede. De modo semelhante, cada base deverá instalar seções da coleção de solos, onde estarão expostos e devidamente identificados e caracterizados os perfis de solos da região. Tal providência favorecerá as iniciativas de transferência de tecnologia e apoio ao ensino em seus diversos níveis.

Este programa deverá, também, fortalecer as estruturas laboratoriais nos estados e envolver o maior número de instituições ligadas ao tema solo, além de incluir um componente forte de transferência de tecnologia, devendo estabelecer mecanismos de interação com instituições de pesquisa e extensão rural dos estados, visando à divulgação e utilização dos mapas de solos e interpretações produzidas. Poderá, inclusive, solicitar ajuda dos agricultores quando da realização das etapas de campo, revertendo para eles as informações e orientações técnicas sobre o potencial de uso de seus solos.

3.2 Estratégia de Ação

O consórcio nacional multi-institucional, constituído com forte senso cooperativo, terá papel importante em várias fases do PronaSolos, desde a execução de levantamentos de solos, treinamento de pessoal,

avaliação do andamento do programa e dos resultados alcançados, à distribuição de responsabilidades na execução dos trabalhos, aplicação de recursos e transferência de tecnologia e comunicação. Para tanto, são estabelecidos cinco eixos principais de atuação, que envolvem atividades complementares e interligadas, referentes a: i) Gestão do PronaSolos (organização da estrutura executora, demandas por recursos humanos e infraestrutura); ii) Levantamento de Solos e Interpretações; iii) Base de Dados e Informação de Solos; iv) Treinamento e Capacitação em Solos; v) Transferência de Tecnologia e Comunicação.

Por se tratar de um programa bastante amplo, que tem como objetivo realizar o inventário do recurso solo de um território de dimensões continentais como o Brasil, a execução do PronaSolos deverá ocorrer em três etapas: em curto (0 a 4 anos), médio (4 a 10 anos) e longo (10 a 30 anos) prazos.

Salienta-se, porém, que, embora o programa aqui delineado para execução em três etapas vise à recuperação de um atraso de décadas no conhecimento do solo do Brasil, sua concepção objetiva também, em um horizonte mais amplo, o desenvolvimento de uma cultura voltada para o cuidado com o solo e o aperfeiçoamento de infraestrutura, equipes de especialistas no tema, gerando condições favoráveis para o estabelecimento de um programa contínuo e permanente de levantamentos de solos em escalas cada vez mais detalhadas, como acontece em diversos países no mundo.

A seguir, é especificada a estratégia de ação para cada um dos cinco eixos de atuação do PronaSolos.

3.2.1 Gestão do PronaSolos

***Objetivos:** Implementar uma estrutura organizacional de gestão nos níveis tático e operacional e definir os requerimentos necessários em termos de infraestrutura e recursos humanos para execução do PronaSolos.*

É consenso dos integrantes do Grupo de Trabalho responsável pela

proposta do PronaSolos que a Embrapa Solos, devido ao histórico e à tradição de pesquisa no tema em foco, bem como à sua abrangência nacional, seja a responsável direta pela execução das ações do Programa (por meio do estabelecimento de parcerias com as demais instituições do consórcio nacional multi-institucional), tanto no que se refere aos trabalhos de levantamento de solos e à elaboração de uma base de dados integrada e de livre acesso a todos os usuários, como também à constituição de equipes e provimento de estruturas físicas necessárias (inclusive laboratoriais).

Como primeira etapa desse eixo, será institucionalizada a governança do PronaSolos nos níveis tático e operacional, com a implementação de Conselhos Regionais e Coordenações Estaduais. A esses conselhos e coordenações caberá o papel de executar os levantamentos de solos e respectivas interpretações nos estados de determinada região, devendo, preferencialmente, sediarem-se nas Unidades da Embrapa, aproveitando e fortalecendo a infraestrutura existente.

Por meio de oficinas de trabalho, serão identificadas a disponibilidade e a necessidade de pessoal técnico e de apoio e de infraestrutura para a execução do PronaSolos, bem como serão elaborados protocolos metodológicos para fins de padronização das atividades de levantamentos, mapeamentos e análises laboratoriais de solos e indicadores de qualidade dos produtos gerados.

Sob a coordenação do Conselho Gestor, será efetivada a contratação de pessoal especializado e de apoio técnico e administrativo para compor as equipes de coordenação nacional e estaduais. Propõe-se a contratação e manutenção, pela Embrapa, de um quadro mínimo de especialistas (30, 60 e 90 pesquisadores, no curto, médio e longo prazos, respectivamente) e de pessoal de apoio (mesma quantidade e tempo) para atender às demandas do PronaSolos ao longo de 30 anos de sua vigência, os quais serão distribuídos nas coordenações estaduais.

Por questão estratégica e de coerência com as necessidades de outros programas de desenvolvimento do País, o nível operacional deverá apresentar forte interação com os estados da federação, estabelecen-

do-se parcerias que envolvam as instituições locais e as representações das instituições nacionais, a exemplo de Secretarias de Estado, Superintendências do Mapa, Oepa e Ater, Unidades da Embrapa, IBGE e CPRM, IAC, Iapar, Epamig, entre outras.

Em consonância com as políticas públicas nacionais relativas aos temas “Solo e Água”, as prioridades identificadas pelos diversos estados serão avaliadas para definição das áreas e das escalas prioritárias dos levantamentos de solos, por meio de acordos de cooperação técnica, a exemplo dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEE) coordenados pelo MMA. Nesse sentido, a seleção de áreas para realização dos levantamentos de solos e suas interpretações poderão obedecer a outros critérios que não o de recorte estadual, como a estratificação por biomas, ecorregiões, bacias e microbacias hidrográficas, territórios, municípios etc., de acordo com as políticas públicas e prioridades de cada estado, a exemplo do território definido como “Matopiba” (região que contempla todo o Estado de Tocantins e parte dos estados de Maranhão, Piauí e Bahia).

Para fins de metodologias, protocolos, harmonização de métodos e chancela dos produtos entregues, os Núcleos Regionais e Unidades Estaduais se reportarão ao Conselho Gestor do PronaSolos.

3.2.2 Levantamento de solos e interpretações

***Objetivos:** Aumentar o conhecimento de solos do Brasil por meio de levantamentos de solos mais detalhados e em escalas compatíveis (1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000) às necessidades de planejamento de uso da terra, em âmbito estadual, municipal e de microbacias hidrográficas.*

Os trabalhos de levantamento de solos e interpretação dos mapas pedológicos para diversos fins – e não somente agrícola – deverão ter abrangência nacional, incluindo as áreas legalmente atribuídas (terras indígenas, unidades de conservação da natureza, áreas militares, etc.). Deverão ser executados segundo priorização estabelecida pelo consórcio nacional multi-institucional, em função de demanda oriunda de

políticas e programas preexistentes em níveis federal e estadual e de uma programação básica que visa ao avanço do conhecimento do solo do País como um todo e que será revista periodicamente pelo Conselho Gestor do Programa.

Os trabalhos serão executados tanto pelas coordenações estaduais quanto por contratações via editais públicos, abertos, inclusive, às universidades e à iniciativa privada.

Para racionalização das atividades, todas as informações disponíveis oriundas de trabalhos anteriores ou em andamento nas áreas de estudo e sua vizinhança deverão ser utilizadas. Para tanto, será realizada a recuperação das informações de solos preexistentes, configurando uma das ações de curto prazo do programa, as quais serão organizadas, atualizadas quanto à classificação taxonômica e inseridas em uma base de dados própria do PronaSolos. São exemplos de fontes de informação as instituições governamentais que elaboraram levantamentos e pesquisas em solos (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), CPRM/SGB, Embrapa, Epamig, IAC, IBGE, universidades, etc.), ou que contrataram esses trabalhos, como a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), etc., assim como as de iniciativa privada, como o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), empresas de consultoria, etc.

Para atender à demanda por análises de solo, ao longo do desenvolvimento do PronaSolos, será fomentada a modernização e criação de laboratórios de análise de solos, com rígido controle de qualidade, de acordo com os protocolos estabelecidos pelo Conselho Gestor. Os métodos deverão ser padronizados, devendo ocorrer a atualização gradativa dos manuais de análise de solo. Associadas aos laboratórios deverão ser mantidas solotecas, onde as amostras de perfis de solo de referência serão organizadas, catalogadas e acondicionadas em recipientes apropriados. Tais amostras permanecerão ali armazenadas, disponíveis para eventuais repetições ou realização de análises complementares ou, ainda, estudos especiais.

A metodologia para execução dos levantamentos de solos será a adotada pela Embrapa (SANTOS et al., 1995), desenvolvida para atender a diversos usos e que envolve a caracterização ampla do solo e do ambiente. Tal metodologia permanecerá, entretanto, aberta para inserção de materiais e procedimentos inovadores de eficácia comprovada, principalmente as geotecnologias. Estão previstos, também, a revisão e o aprimoramento de manuais normativos dos procedimentos de campo e de interpretação técnica para fins utilitários, tais como o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (AMARAL, 2011).

De forma a garantir a qualidade e a confiabilidade dos trabalhos executados, como também a obediência aos procedimentos normativos expressos nos respectivos manuais técnicos, prevê-se a submissão dos produtos gerados a uma auditoria técnica, que poderá, a critério desta, incluir visitas a campo. A aprovação será designada por um Selo de Qualidade, a exemplo do Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), coordenado pela Embrapa Solos.

Após aprovação pela auditoria técnica, as informações levantadas sobre solos e ambiente (água, vegetação, etc.) bem como os resultados das interpretações técnicas serão inseridos na base de dados e prontamente disponibilizados à sociedade em meio digital, na forma de mapas e relatórios técnicos. Esses resultados serão, ao mesmo tempo, objeto de ações de Transferência de Tecnologias e Comunicação (TT&C), para que cheguem a tomadores de decisão, extensionistas e produtores rurais.

3.2.3 Base de dados e informação de solos

Objetivos: Atualizar e ampliar a base de dados de solos da Embrapa, adequando-a ao PronaSolos, a qual será compatibilizada e conectada às bases já existentes nas instituições componentes do consórcio nacional multi-institucional. Os dados gerados no PronaSolos, além de todo o acervo de informações de solos já disponível no País (relatórios de levantamento de solos, dados

morfológicos e analíticos de perfis, mapas pedológicos e manuais técnicos) estarão acessíveis via Web.

A proposta para a infraestrutura de dados de solos para subsidiar o PronaSolos é baseada na experiência da Embrapa no desenvolvimento de sistema de informação de solos, constituído por um banco de dados de perfis de solos e no desenvolvimento do Geoportal, que disponibiliza informações de mapas de solos em meio digital. Os seguintes aspectos deverão ser considerados em sua elaboração:

i. Cooperativa/consórcio de dados – Formalização de convênio entre as instituições envolvidas/representativas. Com a instituição dessa cooperativa, os dados de levantamento de solos do Brasil serão disponibilizados em repositório único para acesso público, com uma política de atualização periódica.

ii. Inventário – levantamento dos dados: será iniciado um inventário com informações básicas sobre os dados disponíveis nas instituições envolvidas, no qual constarão informações como tipo do dado, localização geográfica, escala, formato, ano e fonte.

iii. Localização física do banco de dados – A Embrapa dispõe de um Sistema de Informação de Solos, localizado na Embrapa Informática Agropecuária. Esse sistema, que contém a base de dados de Pedologia e Fertilidade, foi desenvolvido em conjunto com a Embrapa Solos e tem a infraestrutura preparada para a integração dos dados geo (infoteca). Essa base de dados de solos pode ser utilizada como ponto de partida para agregar as informações de solos das outras instituições da cooperativa. Também serão criados “espelhos” dessa base de dados, os quais ficarão instalados em três instituições do consórcio. As tarefas de administração dos dados ficarão a cargo da instituição que hospedar a base de dados e os espelhos desta.

iv. Manutenção/atualização da base de dados – É necessário que as políticas de manutenção e atualização sejam bem definidas (instituição/periodicidade). Tal definição é essencial para manter a base de da-

dos disponível para consulta, bem como para atualização por parte dos membros da cooperativa. Outro fator relevante é a garantia de que as políticas de acesso e manutenção de dados estejam alinhadas à política de segurança de informação de cada instituição.

v. Capacitação no banco de dados – A capacitação de usuários para acesso aos dados existentes pode ser realizada por meio de cursos presenciais ou on-line (tutorial e manual de acesso ao sistema de informação de solos). Seguramente, os cursos presenciais são mais eficientes, mas requerem um investimento financeiro maior para instrutores e participantes. Uma alternativa adicional seria a gravação de vídeos curtos para reduzir tanto o deslocamento de pessoal para treinamento como o custo com a capacitação de usuários.

vi. Governança/política de uso dos dados e informações – Uma alternativa seria agregar a experiência dos grupos de trabalho de outras instituições e buscar experiências de outras ações, tais como o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), o inventário de emissões de gases do efeito estufa (GEE), Embrapa, Global Soil Mapping.

vii. Equipe – As experiências atuais da Embrapa e das instituições parceiras em WebGIS devem ser consideradas, incluindo Geoportal, Agritempo, Somabrazil, Visualizador INDE, entre outras.

viii. Visualizador WebGis – Pressupostos da arquitetura. Padrões abertos de interoperabilidade devem ser considerados, pois essa prática é irreversível e está sendo adotada por instituições internacionais.

Com base nessas recomendações, propõem-se as seguintes características e/ou componentes para a estrutura básica do WebGis para o PronaSolos:

- Multiescalar.
- Manipulação “amigável” e temática/solos.

- Módulo de entrada de dados descentralizado.
- Diferentes níveis de acesso (gerenciador/visualizador).
- Formatos de acesso (shp/geotif/pdf).
- Interoperabilidade (serviços wms, wfs, etc.).
- Bases de dados e informações auxiliares: geologia, relevo, clima, vegetação, hidrografia, rodovias/ferrovias/hidrovias, divisão político-administrativa, áreas legalmente atribuídas (UCs e TIs), imagens e informações de sensores remotos e proximais.

Para facilitar o envolvimento e o trabalho das diferentes instituições da cooperativa, a arquitetura computacional do sistema deverá ser disponibilizada em três camadas, que operam sobre bases de dados preexistentes (solos, relevo, clima, etc.) (Figura 2). Essas camadas se inter-relacionam para fornecer uma visualização organizada e coerente das diversas informações existentes, promovendo a integração dos bancos de dados. A única operação disponível nesse sistema é a consulta às informações existentes nas bases de dados. As demais operações – inserção, alteração e exclusão de dados – são realizadas por sistemas específicos e dedicados a cada base, os quais podem estar localizados em instituições diferentes (membros da cooperativa de dados).

A primeira camada na arquitetura proposta refere-se à *Interface de Usuário*. Essa camada é responsável por captar as requisições e exibir informações referentes às consultas de solos e das demais bases.

A segunda camada corresponde à *Decisão e Integração dos Dados*. Cabe a ela gerar requisições de disponibilidade de dados, avaliar as respostas e decidir a quais bancos de dados serão direcionadas as solicitações, bem como tratar os resultados e devolvê-los à *Interface de Usuário*.

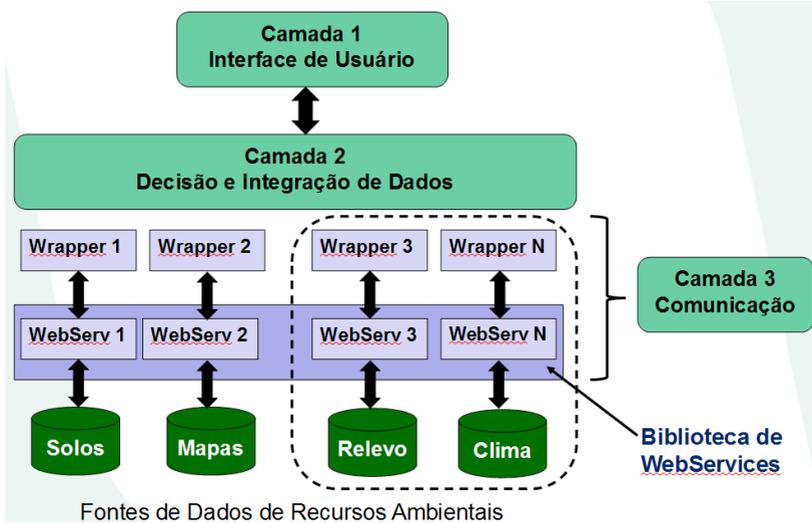


Figura 2. Modelo esquemático da arquitetura do sistema de integração de dados ambientais.

A terceira camada diz respeito à *Comunicação* entre o nível de decisão e os Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD), por meio de Serviços Web, tendo as requisições e os resultados serializados por SOAP². O desenvolvimento dessa camada consiste em duas etapas: a primeira é o estabelecimento de unidades consumidoras de dados dos Serviços Web diretamente ligadas à camada de decisão e capazes de processar as requisições e gerar pedidos SOAP; a segunda é a criação de um Serviço Web em cada servidor de dados, que será responsável por avaliar as requisições recebidas, repassá-las de forma adequada à base de dados e devolver a resposta à unidade consumidora correspondente. Vale ressaltar que essa camada provê para as camadas superiores a transparência quanto às especificidades de cada SGBD. Dessa forma, o fato de os dados de Clima estarem armazenados em uma base Oracle e os de Solo em PostgreSQL, ou mesmo em instituições diferentes, é irrelevante durante a etapa 3 de formulação de uma consulta.

² Em inglês, "Simple Object Access Protocol" (SOAP). Trata-se de um protocolo para troca de informações estruturadas em uma plataforma descentralizada e distribuída, utilizando tecnologias baseadas em XML. Foi formatado para ser independente de qualquer modelo de programação ou outra implementação específica.

Na estrutura do banco de dados de solos da Embrapa (BDSolos) (Figura 3), observa-se que a integração de dados contempla apenas dados de solos e mapas. Os demais bancos de dados de outras variáveis ambientais, como Geologia, Relevo e Clima serão integrados de forma gradativa. Isso mostra a flexibilidade da arquitetura do sistema proposto, que é capaz de incorporar outros bancos de dados de forma simples e prática.

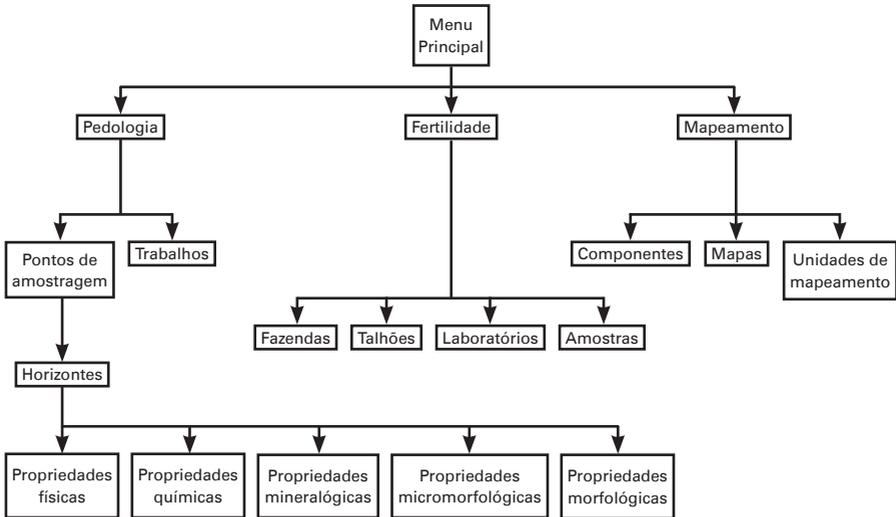


Figura 3. Estrutura hierárquica de informações do Sistema de Informação de Solos da Embrapa.

Caso restrições de segurança impeçam o acesso aos bancos de dados de alguma instituição-membro da cooperativa, por meio de Serviços Web, outra abordagem seria cada instituição processar, periodicamente, seus dados e, em seguida, enviá-los para uma instituição central, a qual seria responsável por organizar as informações recebidas e disponibilizá-las por meio de um portal com informação de solos, a exemplo do WebSite do National Resources Conservation Service (<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/geo>).

3.2.4 Treinamento e capacitação em solos

Objetivos: Ampliar o nível de conhecimento e o corpo técnico capacitado para execução e interpretação de levantamentos de solos em atendimento às necessidades do PronaSolos.

Atualmente, há escassez de pedólogos e profissionais afins para atender à demanda do PronaSolos. Esse quadro é reflexo dos poucos trabalhos de levantamentos de solos executados no País a partir da década de 1980, quando se encerrou o Projeto RADAMBRASIL e faltaram os recursos financeiros para o então Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (atual Embrapa Solos) dar continuidade a esses trabalhos. Daqueles profissionais treinados e capacitados por essas duas instituições, poucos estão na ativa atualmente. No que se refere aos pós-graduandos do País com formação em Pedologia, é consenso que praticamente todos necessitam de capacitação, treinamento e supervisão para desenvolver trabalhos de levantamento de solos.

Para suprir essa lacuna, será desenvolvida estratégia de treinamento em âmbito nacional e regional que promova capacitação e/ou nivelamento técnico de pessoal, visando à contratação de técnicos (graduados ou pós-graduados) e assistentes (nível técnico ou superior), de modo a constituir um quadro mínimo de profissionais dedicados exclusivamente ao PronaSolos.

Outras fontes de recursos humanos seriam faculdades e universidades brasileiras, institutos federais de educação profissional, científica e tecnológica, escolas técnicas de ensino médio, órgãos de pesquisa e extensão agropecuária estaduais e empresas privadas. Em forma de parcerias institucionais e contratuais (mediante licitação pública para contratação de serviços junto à iniciativa privada), para levantamento e interpretação de solos de áreas selecionadas, seriam aproveitadas e valorizadas as competências estaduais e regionais para atender às demandas do PronaSolos, o que possibilitaria a reinserção de pedólogos aposentados aptos para executar ou mesmo coordenar os levantamentos de solos.

Várias devem ser as modalidades de treinamento e capacitação de profissionais no PronaSolos, para que o processo seja contínuo e aborde temas correlatos. A seguir, são apresentadas algumas recomendações gerais sobre a referida formação de recursos humanos:

- Identificar potenciais docentes, pesquisadores e técnicos experientes em mapeamento de solos, ativos ou aposentados, que possam ser contratados para treinamento de pessoal em cursos *latu sensu*, com suporte do PronaSolos.
- Estabelecer um conjunto mínimo de informações para compor o conteúdo teórico dos cursos, incluindo conhecimento básico de solos, cartografia, técnicas e ferramental aplicado ao levantamento de solos e sua interpretação para diversos fins. Tal conteúdo mínimo deverá ser avaliado e aprovado pelo Conselho Gestor do PronaSolos.
- Os cursos devem estar vinculados às atividades de levantamento de solos em andamento no País.
- Preparação de uma agenda de cursos para que o processo seja intensificado nos primeiros anos do PronaSolos e, em cada região, de acordo com levantamentos de solo em andamento.
- As instituições de ensino poderão ser utilizadas como unidades de treinamento, mediante aporte de recursos, permitindo a integração de vários profissionais do Brasil em diferentes temas correlatos, com racionalização de custos operacionais.
- Parte do programa dos cursos poderá ser realizada à distância, desde que existam tutores nas unidades de treinamento. Nesse caso, recursos humanos e financeiros devem ser alocados para preparação de material didático adequado e implantação de laboratórios de multimídia para videoconferência.
- Os participantes dos cursos devem ser pré-selecionados segundo critérios estabelecidos pelo Conselho Gestor do PronaSolos, de modo a permitir que o maior número de profissionais treinados seja de fato incorporado como força de trabalho nas várias instituições que atuam em levantamento de solos no Brasil, em especial nos centros de pesquisa da Embrapa.

3.2.5 Transferência de tecnologia e comunicação (TT&C)

Objetivos: *Estruturar uma rede nacional de TT&C que, a partir de realidades regionais, promova atividades de transferência de tecnologia e comunicação das informações sobre os solos e potencialidades de uso das terras geradas pelo programa, divulgando a importância desse recurso para a sociedade, e para o planejamento de uso agrícola e não agrícola; as ações também irão identificar e capacitar potenciais agentes multiplicadores para interpretar e usar as informações de solos com vistas ao seu uso e manejo sustentáveis.*

As informações geradas e armazenadas na base de dados do PronaSolos servirão de apoio à elaboração de políticas públicas e, por isso, devem ser amplamente divulgadas em linguagem adequada a diferentes públicos-alvo.

No âmbito das Coordenações Estaduais do PronaSolos, serão realizadas, em rede, atividades de transferência de tecnologia e comunicação, que farão parte de um processo contínuo de capacitação e troca de experiências, permitindo que os cidadãos brasileiros reconheçam o solo como variável na paisagem, complexo e fundamental para o desenvolvimento não só da agricultura como também de diversos setores da sociedade.

A rede de TT&C fará o planejamento estratégico de suas ações, visando a atingir os diferentes públicos do PronaSolos. Nesse planejamento, serão traçadas metas de curto, médio e longo prazos que envolvem ações como dias de campo, implantação de unidades de demonstração, cursos, elaboração de fôlderes e vídeos e, ao longo do programa, realização de caravanas tecnológicas para divulgação de temas como uso e manejo de solos, planejamento de uso das terras, interpretação de mapas de solos, recomendação de adubação e uso de fertilizantes etc. A capacitação de agentes de assistência técnica e extensão rural e de professores de escolas técnicas é essencial para que se atinja o produtor rural e será uma das atividades de destaque das ações de TT&C do PronaSolos.

Para apoiar as atividades de ensino e capacitação, as solotecas a serem implantadas nas bases estaduais e a organização da coleção de solos brasileiros serão essenciais, uma vez que trarão de forma didática e sistematizada as informações sobre a relevância do solo para o público em geral.

3.3 Atividades do PronaSolos

As atividades previstas para alcançar os objetivos do PronaSolos, referentes aos cinco eixos de atuação, nos prazos curto, médio e longo são ilustradas na Tabela 2.

Tabela 2. Atividades previstas para os cinco eixos de atuação do PronaSolos em curto, médio e longo prazos.

Curto prazo (0-4 anos)	Médio prazo (4-10 anos)	Longo prazo (10-30 anos)
1. GESTÃO DO PROGRAMA		
Implementar a estrutura organizacional do PronaSolos (Figura 1).	Fortalecer e ampliar a estrutura organizacional do PronaSolos.	Fortalecer e ampliar a estrutura organizacional do PronaSolos.
Definir os termos de propriedade intelectual e de participação no consórcio nacional multi-institucional.	Renovar e estabelecer convênios de cooperação técnica entre o consórcio nacional multi-institucional e instituições federais e estaduais de ensino e pesquisa.	Renovar e estabelecer convênios de cooperação técnica entre o consórcio nacional multi-institucional e instituições federais e estaduais de ensino e pesquisa.
Avaliar a disponibilidade de pessoal capacitado e realizar a contratação de mão de obra especializada e pessoal de apoio necessário.	Fortalecer e ampliar o quadro de pessoal nos estados, para atendimento das demandas do Programa.	Fortalecer e ampliar o quadro de pessoal nos estados, para atendimento das demandas do Programa.
Definir áreas prioritárias e uma agenda de trabalho para execução dos levantamentos de solos nas diferentes escalas e níveis de detalhamento.	Definir áreas prioritárias e uma agenda de trabalho para execução dos levantamentos de solos nas diferentes escalas e níveis de detalhamento.	Definir áreas prioritárias e uma agenda de trabalho para execução dos levantamentos de solos nas diferentes escalas e níveis de detalhamento.
Fortalecer e ampliar a rede de laboratórios de solos da Embrapa e instituições parceiras e instituir uma gerência de controle de qualidade.	Fortalecer e ampliar a rede de laboratórios de solos da Embrapa e instituições parceiras.	Fortalecer e ampliar a rede de laboratórios de solos da Embrapa e instituições parceiras.

Tabela 2. Continuação.

Monitorar e avaliar o cumprimento das metas do Programa e a qualidade dos produtos gerados.	Monitorar e avaliar o cumprimento das metas do Programa e a qualidade dos produtos gerados.	Monitorar e avaliar o cumprimento das metas do Programa e a qualidade dos produtos gerados.
Fortalecer e ampliar a estrutura de geoprocessamento para dar suporte às atividades do Programa.	Fortalecer e ampliar a estrutura de geoprocessamento.	Fortalecer e ampliar a estrutura de geoprocessamento.
Estabelecer convênios de cooperação técnica entre o consórcio nacional multi-institucional e instituições federais e estaduais de ensino e pesquisa.	Ampliar os convênios de cooperação técnica entre o consórcio e instituições federais e estaduais de ensino e pesquisa.	Ampliar os convênios de cooperação técnica entre o consórcio e instituições federais e estaduais de ensino e pesquisa.
Realizar oficinas de trabalho (reuniões técnicas) para avaliação de protocolos de mapeamento de solos, controle de qualidade dos resultados e indicadores de desempenho.	Realizar oficinas de trabalho (reuniões técnicas) para avaliação de protocolos de mapeamento de solos, controle de qualidade dos resultados e indicadores de desempenho.	Realizar oficinas de trabalho (reuniões técnicas) para avaliação de protocolos de mapeamento de solos, controle de qualidade dos resultados e indicadores de desempenho.
Estabelecer e ampliar a infraestrutura de escritórios nos estados da Federação.	Fortalecer e ampliar a infraestrutura de escritórios nos estados da Federação.	Fortalecer e ampliar a infraestrutura de escritórios nos estados da Federação.
Instalar e/ou fortalecer solotecas regionais.	Instalar e/ou fortalecer solotecas regionais.	Instalar e/ou fortalecer solotecas regionais.
Realizar licitações públicas para execução de levantamentos de solos em nível de maior detalhe (escalas 1:50.000 ou 1:25.000) por empresas privadas.	Realizar licitações públicas para execução de levantamentos de solos em nível de maior detalhe (escalas 1:50.000 ou 1:25.000) por empresas privadas.	Realizar licitações públicas para execução de levantamentos de solos em nível de maior detalhe (escalas 1:50.000 ou 1:25.000) por empresas privadas.

2. LEVANTAMENTO DE SOLOS E INTERPRETAÇÕES

Executar levantamentos de solos, e interpretações relacionadas, em nível de detalhe e escalas apropriadas às necessidades e condições regionais (conforme estimativa a seguir):	Executar levantamentos de solos, e interpretações relacionadas, em nível de detalhe e escalas apropriadas às necessidades e condições regionais (conforme estimativa a seguir):	Executar levantamentos de solos, e interpretações relacionadas, em nível de detalhe e escalas apropriadas às necessidades e condições regionais (conforme estimativa a seguir):
---	---	---

Continua...

Tabela 2. Continuação.

<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de média ou alta intensidade em escala 1:100.000 (120 folhas – total de 365.000 km²) • Reconhecimento de alta intensidade ou semidetalhado em escala 1:50.000 (64 folhas – total de 50.000 km²) • Semidetalhados ou detalhados em escala 1:25.000 (64 folhas – total de 12.000 km²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de média ou alta intensidade em escala 1:100.000 (360 folhas – total de 1.100.000 km²) • Reconhecimento de alta Intensidade ou semidetalhado em escala 1:50.000 (192 folhas – total de 145.000 km²) • Semidetalhados ou detalhados em escala 1:25.000 (192 folhas – total de 37.000 km²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de média ou alta intensidade em escala 1:100.000 (1800 folhas – total de 5.500.000 km²) • Reconhecimento de alta intensidade ou semidetalhado em escala 1:50.000 (960 folhas – total de 726.000 km²) • Semidetalhados ou detalhados em escala 1:25.000 (960 folhas – total de 180.000 km²)
---	--	--

3. BASE DE DADOS E INFORMAÇÃO DE SOLOS

Avaliar as distintas bases de dados das instituições parceiras e definir estratégias para integração e constituição de uma base de dados integrada.

Formalizar convênio entre as instituições parceiras e outras atuantes na área de ciência do solo para criação de uma cooperativa de dados. Desenvolver a primeira versão de uma base de dados integrada de informações de solos (Portal de Solos do Brasil).

Realizar o inventário e a atualização das informações de solos preexistentes e dos novos levantamentos realizados pelo Programa e inseri-las na base de dados para disponibilização ao público.

Definir políticas de manutenção e atualização do Portal de Solos do Brasil.

Avaliar a viabilidade de integração de outras bases de dados ao portal de solos.

Incrementar e ampliar as funcionalidades do portal de solos e desenvolver a segunda versão do Portal de Solos do Brasil. Capacitar a equipe do PronaSolos para utilização da segunda versão da base de dados.

Atualizar as informações de solos de novos levantamentos realizados pelo Programa e inseri-las na base de dados para disponibilização ao público.

Avaliar a viabilidade de integração de outras bases de dados ao portal de solos.

Incrementar e ampliar as funcionalidades do portal de solos e desenvolver a terceira versão do Portal de Solos do Brasil. Capacitar a equipe do PronaSolos para utilização da terceira versão da base de dados.

Atualizar as informações de solos de novos levantamentos realizados pelo Programa e inseri-las na base de dados para disponibilização ao público.

4. TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO EM SOLOS

Identificar instituições de ensino nas várias regiões do Brasil, de nível superior e tecnológico, que possam formar parcerias para treinamento e capacitação de pessoal, em forma presencial e a distância.

Fortalecer a infraestrutura de programas de pós-graduação que possuam linhas de pesquisa em levantamento de solos e temas correlatos ao PronaSolos nas diversas regiões do País.

Tabela 2. Continuação.

Definir conteúdos mínimos para cursos de treinamento e capacitação, de carga horária e características compatíveis com curso de especialização <i>latu sensu</i> , com atividades teóricas e de laboratório e treinamento em campo, em acompanhamento aos levantamentos de solos.	Promover editais para financiamento ao ensino e pesquisa em nível de pós-graduação em levantamento de solos e temas correlatos ao PronaSolos nas diversas regiões do País, de modo a ampliar a oferta de profissionais capacitados.	Realizar Workshops para atualização e divulgação de novas tecnologias e aplicações dos levantamentos de solos.
Credenciar profissionais para atuar como coordenadores, orientadores e tutores nos cursos de treinamento e capacitação.	Ampliar e estimular a oferta de disciplinas na graduação e pós-graduação com conteúdo relevante para o PronaSolos.	Ampliar e estimular a oferta de disciplinas na graduação e pós-graduação com conteúdo relevante para o PronaSolos.
Preparar material didático de referência para uso comum em todas as instituições de ensino, complementado em cada curso em função de demandas e decisões dos conselhos regionais ou estaduais.	Atualizar material didático para ensino.	Atualizar material didático para ensino.
Promover cursos de capacitação a distância sobre novas tecnologias em temas relevantes para o PronaSolos.	Promover cursos de capacitação a distância sobre novas tecnologias em temas relevantes para o PronaSolos.	Promover cursos de capacitação a distância sobre novas tecnologias em temas relevantes para o PronaSolos.
Realizar cursos de atualização (de curta duração) nas diversas Unidades da Embraapa, que irão atuar junto ao PronaSolos.	Subsidiar e acompanhar o desenvolvimento de teses de pós-graduação envolvendo estudos de levantamento de solos e interpretações relacionadas.	Subsidiar e acompanhar o desenvolvimento de teses de pós-graduação envolvendo estudos de levantamento de solos e interpretações relacionadas.

5. TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO

Elaborar um plano de Transferência de Tecnologia e Comunicação (TT&C) para o PronaSolos.	Adequar e ampliar o plano de Transferência de Tecnologia e Comunicação (TT&C) do PronaSolos.	Adequar e ampliar o plano de Transferência de Tecnologia e Comunicação (TT&C) do PronaSolos.
Articular uma rede de TT&C com as instituições constituintes do consórcio nacional multi-institucional PronaSolos.	Ampliar e fortalecer a rede de TT&C com as instituições constituintes do consórcio nacional multi-institucional e parceiras do PronaSolos.	Ampliar e fortalecer a rede de TT&C com as instituições constituintes do consórcio nacional multi-institucional e parceiras do PronaSolos.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Promover a integração com instituições de ensino e extensão rural do País, visando à divulgação e aplicação dos mapeamentos de solos e estudos interpretativos realizados pelo Programa.	Promover a integração com instituições de ensino e extensão rural do País, visando à divulgação e aplicação dos mapeamentos de solos e estudos interpretativos realizados pelo Programa.	Promover a integração com instituições de ensino e extensão rural do País, visando à divulgação e aplicação dos mapeamentos de solos e estudos interpretativos realizados pelo Programa.
Promover campanha de divulgação da base de dados e informações de solos a ser elaborada pelo PronaSolos (Portal de Solos do Brasil).	Promover a divulgação da base de dados e informações de solos do PronaSolos (Portal de Solos do Brasil).	Promover a divulgação da base de dados e informações de solos do PronaSolos (Portal de Solos do Brasil).
Elaborar pôlderes sobre estrutura, objetivos e resultados desenvolvidos pelo Programa, para divulgação à sociedade e busca de parcerias.	Elaborar pôlderes sobre estrutura, objetivos e resultados desenvolvidos pelo Programa, para divulgação à sociedade e busca de parcerias.	Elaborar pôlderes sobre estrutura, objetivos e resultados desenvolvidos pelo Programa, para divulgação à sociedade e busca de parcerias.
Montar e fortalecer coleções de solos do Brasil (monolitos e recursos tecnológicos para visita virtual aos ambientes dos solos; literatura e documentação fotográfica) nas bases físicas estaduais do PronaSolos.	Fortalecer e ampliar as coleções de solos do Brasil.	Fortalecer e ampliar as coleções de solos do Brasil.
Implantar unidades de demonstração para capacitação de extensionistas e agricultores sobre o uso das informações de solos geradas nos levantamentos de solos e interpretações para uso.	Implantar unidades de demonstração para capacitação de extensionistas e agricultores sobre o uso das informações de solos geradas nos levantamentos de solos e interpretações para uso.	Implantar unidades de demonstração para capacitação de extensionistas e agricultores sobre o uso das informações de solos geradas nos levantamentos de solos e interpretações para uso.

3.4 Estimativa Orçamentária

A Tabela 3 ilustra a estimativa orçamentária para os levantamentos de solos e respectivas interpretações para uso, com base nas condições médias de acessos e de logística para o País. Foram consideradas três escalas de levantamento (1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000). O orçamento geral de todo o Programa, contemplando todos os eixos de atuação do PronaSolos, é objeto da Tabela 4.

Tabela 4. Orçamento geral estimado do Pronasolos.

Curto Prazo (0 a 4 anos) - 30 equipes		Médio Prazo (4 a 10 anos) - 60 equipes		Longo Prazo (10 a 30 anos) - 90 equipes		Total (30 anos)
Item	custo unitário	Item	custo unitário	Item	custo unitário	Custo (R\$)
Organização da estrutura executora do programa						
Workshops	800.000,00	30	40.000,00	100	40.000,00	4.000.000,00
Visitas a instituições parceiras	160.000,00	12	20.000,00	40	20.000,00	800.000,00
Levantamento e interpretação de solos em áreas prioritárias						
a) Bases cartográficas	4.960.000,00	744	20.000,00	3720	20.000,00	74.400.000,00
a) Imagens orbitais e MDES	2.560.000,00	384	20.000,00	1920	20.000,00	38.400.000,00
c) Levantamento de solos	186.314.400,00					2.794.716.000,00
Base de dados e informações de solos						
Recuperação das informações de solos existentes	400.000,00					2.200.000,00
Consultor	3.744.000,00	2	36.000,00	2	36.000,00	18.720.000,00
Visitas a instituições parceiras	240.000,00	24	20.000,00	80	20.000,00	1.600.000,00
Workshops	800.000,00	30	40.000,00	100	40.000,00	4.000.000,00
Material de divulgação	128.000,00	6	32.000,00	20	32.000,00	640.000,00
Curso de capacitação	140.000,00	6	35.000,00	20	35.000,00	700.000,00
Treinamento e capacitação em solos						
Consultor	9.360.000,00	5	36.000,00	5	36.000,00	46.800.000,00
Workshops	800.000,00	30	40.000,00	100	40.000,00	4.000.000,00
Curso de capacitação	280.000,00	6	70.000,00	20	70.000,00	1.400.000,00
Transferência de tecnologia e comunicação						
Eventos de difusão de tecnologia	800.000,00	30	40.000,00	100	40.000,00	4.000.000,00
Material de divulgação	640.000,00	30	32.000,00	100	32.000,00	3.200.000,00
Recursos humanos						
a) Especialista na área de solos (contratação pela Embrapa)	46.800.000,00	60	30.000,00	90	30.000,00	702.000.000,00
Pesquisador na área de pedologia						
b) Técnico de apoio (contratação pela Embrapa)	31.200.000,00	60	20.000,00	90	20.000,00	468.000.000,00
Administrativo						
Laboratório de solos						
Geoprocessamento						
Transferência tecnologia						
Infraestrutura e equipamentos						
Laboratório de solos e de geoprocessamento	20.000.000,00					100.000.000,00
Custo parcial	310.126.400,00					4.269.576.000,00
Custo anual	77.531.600,00					213.478.800,00
Custo total						5.472.963.600,00

3.5 Produtos Esperados

Por se tratar de um programa de longa duração (30 anos), que será aperfeiçoado e continuado para além de sua vigência, devido à extensão continental e carência de informações de solos detalhadas do País, vários produtos serão gerados e disponibilizados anualmente. A forma de execução dos levantamentos e a disponibilização dos produtos gerados será, a priori, por quadrículas cartográficas ou, eventualmente, por recortes regionais (territórios, ecorregiões, municípios, biomas, bacias ou microbacias hidrográficas, perímetros irrigados, etc.), a fim de atender às demandas estaduais ou federais.

A curto prazo (0-4 anos), está previsto o mapeamento de solos de 363.000 km² (4,22%), 48.384 km² (0,56%) e 12.096 km² (0,14%) do Brasil, nas escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000, respectivamente. A médio prazo (4-10 anos), prevê-se mapear 1.089.000 km² (12,66%), 145.152 km² (1,69%) e 36.288 km² (0,42%). A longo prazo (10-30 anos), serão mapeados 5.445.000 km² (63,31%), 725.760 km² (8,44%) e 181.440 km² (2,11%) do território brasileiro, respectivamente, nas escalas supracitadas.

Os mapas de solos em diferentes escalas bem como os relatórios técnicos a eles associados são os produtos diretos de maior relevância do Programa, pois as informações neles contidas constituem uma base permanente disponível para uso, as quais, quando interpretadas isoladamente ou em associação com outras variáveis ambientais (relevo, clima, exigência pedoclimática das culturas), são essenciais para direcionar as práticas de gestão nas explorações agropecuárias e no planejamento urbano.

A esse acervo de informações geradas e prontamente disponibilizadas à sociedade, à medida que as quadrículas sejam concluídas, serão acrescentados, elaborados e disponibilizados diversos mapas interpretativos e respectivos relatórios técnicos, tais como Zoneamentos Agroecológicos, Zoneamentos por Culturas, Aptidão Agrícola das Terras, Avaliação do Potencial das Terras para Irrigação, Avaliação da Suscetibilidade à Erosão, Planos de Manejo das Unidades de Conservação, Estoque de Carbono e mapas de diversos outros atributos do solo,

em escalas de detalhe e recortes ajustados às demandas e condições regionais. Todas essas informações estarão encerradas em uma base de dados de acesso público, incorporando dinamicidade e ampla utilização à informação de solos, adequadas a muitos tipos de usuários, constituindo, assim, um verdadeiro legado ao povo brasileiro: será o maior acervo de informações de solos tropicais do mundo.

A esse legado de informações, que estarão disponibilizadas na Web, somam-se as infraestruturas de ensino e pesquisa que serão construídas no PronaSolos, como as solotecas e coleções de solos. As primeiras atenderão a pesquisas atuais e futuras, com grande potencial de fornecer respostas a problemas agrícolas e ambientais ainda não identificados.

3.6 Riscos e Dificuldades

O sucesso do PronaSolos irá depender da visão, por parte dos gestores públicos, de que o Programa é tema estratégico para o País, que o uso e manejo sustentável do solo, garantido pelas ações do PronaSolos, são a base para a segurança alimentar e produção de serviços ambientais de uma nação. Sua execução é, assim, questão de soberania nacional. Essa visão é necessária para reduzir os riscos e as dificuldades relacionados à implantação e ao cumprimento dos objetivos do PronaSolos, por meio da disponibilização de recursos financeiros em tempo hábil, de maneira flexível e continuada ao longo da existência de um Programa de Governo como esse: complexo, estratégico e de abrangência continental. Isso será possível por meio da destinação dos recursos financeiros próprios para o Programa via Plano Plurianual do Mapa ao longo dos 30 anos de sua vigência e sua administração em Fundação.

Outra iminente dificuldade para execução dos levantamentos de solos é a carência de bases cartográficas em escalas compatíveis aos níveis de detalhamento propostos no PronaSolos, comprometendo a execução ou a qualidade dos produtos gerados. O investimento na geração de tais bases em tempo hábil e/ou a aquisição e utilização de materiais alternativos, como imagens de satélites de média e alta resolução, modelos numéricos de elevação, entre outros, são soluções viáveis, mas

que requerem investimento e tempo significativos, os quais estão previstos na elaboração do Programa.

O País descontinuou os levantamentos de solos sistemáticos e suas interpretações há mais de 35 anos, cujos reflexos atuais são: (a) escassez de cursos e profissionais especializados (pedólogos) e de apoio técnico e administrativo; (b) sucateamento ou inexistência de infraestrutura adequada; (c) obsolescência ou carência de equipamentos. Desses, a carência de capital humano é o mais crítico para a implantação e garantia de continuidade do Programa, frente à situação atual. A fim de sobrepor esse risco, propõe-se que uma equipe mínima de pedólogos e de apoio seja contratada e conste no quadro de funcionários da Embrapa, a qual, no caso dos pedólogos, deve ser devidamente treinada e capacitada em cursos sistematizados pelo próprio Programa, dada a sua carência nas redes de ensino técnico e superior do país.

3.7 Considerações Finais

Como bem observado pela auditoria do Tribunal de Contas da União (TCU), a situação atual do conhecimento sobre os recursos de solo do território brasileiro requer providências urgentes no sentido de se instituir um programa de abrangência nacional, que promova o mapeamento e a caracterização dos solos do País, além de interpretações associadas, em nível de detalhe adequado ao estabelecimento de diretrizes legislativas e à orientação do uso e ocupação racional das terras no meio rural.

Nesse contexto, a iniciativa do TCU é merecedora de menção especial, tanto por sua importância estratégica para o desenvolvimento do País, ao instar o poder público a fornecer as condições mínimas e fundamentais para a ampliação e divulgação do conhecimento dos solos nacionais, como também por destacar a essencialidade dos levantamentos de solos, como meio de assegurar a governança desse recurso primordial e garantir a sustentabilidade das gerações futuras.

Em atendimento a essa demanda, há muito ansiada pela comunidade científica relacionada ao tema, a proposta de desenvolvimento de um Programa Nacional de Levantamento de Solos – o PronaSolos –,

consubstanciada neste documento, pretende fornecer as orientações básicas e as diretrizes gerais para a consecução da gigantesca tarefa de suprir o País de informações adequadas ao progresso das atividades agropecuárias e florestais, e ao planejamento de ações de conservação e recuperação de solo e água, à semelhança das grandes potências econômicas mundiais. Para tanto, é recomendado o estabelecimento de uma estrutura organizacional de caráter multi-institucional, fundamentada em três níveis hierárquicos, responsáveis pela governança, gestão e execução das atividades do programa, com forte inserção regional e estadual, a serem desenvolvidas durante um período de 30 anos, e que deverão estender-se além de sua vigência.

Com vistas a alcançar seus objetivos, o programa aqui proposto é dividido em três etapas (de curto, médio e longo prazos), das quais a fase inicial, prevista para os primeiros quatro anos de vigência do PronaSolos, assume importância fundamental, por envolver a definição da estrutura organizacional, realização de convênios de cooperação, adequação de infraestrutura básica, capacitação de pessoal e elaboração de uma base de dados integrada, ações essenciais a seu desenvolvimento futuro e ao sucesso da empreitada.

Desse modo, como meio de efetivar as orientações emanadas do TCU, e justificar o esforço concentrado na elaboração deste documento, sugere-se que a Embrapa, por seu protagonismo e papel de destaque na promoção e avanço da pesquisa agropecuária em âmbito nacional, assuma a responsabilidade direta pela implantação e desenvolvimento inicial do PronaSolos, para o que se sugere seja instituído um Projeto Especial, que promova, ainda no corrente ano de 2016, o início do programa aqui apresentado, e viabilize sua continuidade em etapas futuras.

4. Referências

AMARAL, F. C. S. do (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p. Convênio Embrapa Solos/CODEVASF.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão n. 1942/2015**. Brasília, DF, 5 ago. 2015a. Disponível em: <http://portal3.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/011.713-2015-1%20MAPA%20E%20MMA%20solos%20comp.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2016.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório de auditoria operacional** TC 011.713/2015-1. Brasília, DF, 5 ago. 2015b. Disponível em: <http://portal3.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/011.713-2015-1%20MAPA%20E%20MMA%20solos%20comp.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2016.

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **O solo e suas múltiplas funções**: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

MONTANARELLA, L.; BADRAOUI, M.; CHUDE, V.; COSTA, I. dos S. B.; MAMO, T.; YEMEFACK, M.; AULANG, M. S.; YAGI, K.; HONG, S. Y.; VIJARNSORN, P.; ZHANG, G. L.; ARROUAYS, D.; BLACK, H.; KRASILNIKOV, P.; SOBOCA, J.; ALEGRE, J.; HENRIQUEZ, C. R.; MENDONCA-SANTOS, M. de L.; TABOADA, M.; VICTORIA, D. E.; ALSHANKITI, A.; PANAH, S. K. A.; EL MUSTAFA EL SHEIKH, E. A.; HEMPEL, J.; PENNOCK, D.; CAMPS ARBESTAIN, M.; MCKENZIE, N. (Ed.). **Status of the world's soil resources**: main report. Rome: FAO, 2015. xxxix, 608 p. il. color.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1995. 65 p.

SANTOS, H. G. dos; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O.; BREFFIN, M. de L. M. S.; SOUZA, J. S. de; MENDONÇA, L. R. Distribuição espacial dos níveis de levantamento de solos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Ciência do solo**: para quê e para quem? anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

SANTOS, H. G. dos; HOCHMÜLLER, D. P.; CAVALCANTI, A. C.; RÊGO, R. S.; KER, J. C.; PANOSO, L. A.; AMARAL, J. A. M. do. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1995. 108 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.