

Recife, PE  
Dezembro, 2007

### Autores

**Maria Sonia Lopes da Silva**  
Pesquisadora Embrapa Solos  
UEP Nordeste.  
sonia@uep.cnps.embrapa.br

**Vanessa Carine Chaves**  
Geógrafa. Rua do Camelo,  
111. Lot. Padre Cicero.  
Petrolina, PE. 56330-620.  
vankarine@yahoo.com.br

**Antonio Cabral Cavalcanti**  
Bolsista CNPq/Embrapa  
Semi-Árido.  
cabral@cpatsa.embrapa.br

**Manoel Batista de O. Neto**  
Pesquisador Embrapa Solos  
UEP Nordeste.  
neto@uep.cnps.embrapa.br

**José Carlos P. dos Santos**  
Pesquisador Embrapa Solos  
UEP Nordeste.  
zeca@uep.cnps.embrapa.br

**Alessandra M. S. Mendes**  
Pesquisadora Embrapa Semi-  
Árido.  
amendes@cpatsa.embrapa.br

**José Barbosa dos Anjos**  
Pesquisador Embrapa Semi-  
Árido.  
jbanjos@cpatsa.embrapa.br

## Adensamento e compactação de solos irrigáveis da zona semi-árida do Nordeste brasileiro

### 1. Introdução

A implantação dos pólos de irrigação, associados às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, notadamente nos Perímetros Irrigados do Vale do São Francisco, em Petrolina-PE/Juazeiro-BA (Figura 1), tem propiciado uma ampla diversificação agrícola e uma grande melhoria socioeconômica à região. Este importante pólo de irrigação de frutas, embora não explore ainda suficientemente o seu potencial de produção de frutas, tem aumentado a eficiência da produção agrícola, importante fator na ampliação, diversificação e desenvolvimento do parque agroindustrial desta região.

Na região Nordeste do Brasil, nas áreas de agricultura dependente de chuva (sequeiro) os cultivos são exclusivamente no período de chuva, basicamente com culturas de subsistência (feijão, guandu, milho, mandioca, melancia) e forragem, sem manejo do solo, água e planta tecnificado (Figura 2). Já na agricultura irrigada os cultivos são realizados com uso de tecnologia de alto nível.

As áreas irrigadas ficaram nacionalmente conhecidas pelos seus pólos de produção de frutas irrigadas, a exemplo do Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA (Figura 3), Açú/Mossoró-RN e os Agropólos do Ceará.



Figura 1 - Pólo de irrigação Petrolina-PE/Juazeiro-BA (Foto: arquivo Embrapa Semi-Árido).



**Figura 2.** Plantio de milho (a), consórcio feijão – milho (b), feijão em ponto de colher (c), e sorgo, guandú granífero e forrageiro (c) em área dependente de chuva (sequeiro). Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva.



**Figura 3.** Plantio de uva e manga no Perímetro Irrigado de Petrolina, PE/Juazeiro, BA (Fotos: Arquivo Embrapa Semi-Árido).

Nas áreas de exploração agrícola com irrigação verifica-se, ao contrário das áreas dependentes de chuva, a utilização da alta tecnificação nas suas produções com contínuo e intenso tráfego de máquinas, o que provoca, ao longo do tempo, a compactação do solo e intensificação do processo de adensamento, característicos aos solos destas áreas, independentemente do tipo de exploração a que estão submetidas, dependente de chuva ou sob irrigação.

A compactação resulta da ação antrópica proveniente de meios mecânicos pela aplicação de pressão, ao contrário do adensamento que é um fenômeno acarretado por processos físicos e químicos resultantes de causas naturais (genéticas) ou antrópica. No entanto, os seus efeitos são praticamente os mesmos, do ponto de vista do uso e manejo agrícola.

Dentro deste contexto, a Embrapa Semi-Árido, juntamente com a Embrapa Solos UEP Nordeste, desenvolveu estudos no Perímetro Irrigado Petrolina-PE/Juazeiro-BA, localizado no Vale do São Francisco (VSF), sobre a gênese de camadas adensadas de solos característicos da região, visando melhor entendimento sobre a constituição destas, assim como entender seu comportamento em relação ao uso da terra.

## 2. Adensamento e compactação em solos do Pólo de irrigação Petrolina/Juazeiro

A grande ocorrência de áreas que apresentam processo de adensamento e/ou compactação no Pólo Petrolina/Juazeiro, constitui problema limitante, pois influi diretamente no desenvolvimento dos cultivos por restringir a absorção de água e nutrientes e inibir o crescimento radicular, conseqüentemente a produção agrícola. O adensamento e/ou compactação de camadas do solo está presente, em média, em 80% dos solos da região, chegando a comprometer 50-70% da produção das culturas (SILVA et al. 2001).

No Pólo Petrolina/Juazeiro ocorrem predominantemente os solos (Figura 4) Argissolo Amarelo (Podzólicos Amarelos Tb distróficos e eutróficos), Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólicos Vermelho-Amarelos Tb distróficos e eutróficos) e os Latossolos (Vermelho-Amarelos e Amarelos), além dos Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Vertissolos e os Planossolos (Solonetz-Solodizados e Planossolos) (SILVA et al. 1993; ARAÚJO FILHO et al. 2000; EMBRAPA, 2006; EMBRAPA, 1976).

Levantamento de solos realizados na região, destacam a ocorrência de solos, principalmente Argissolos, com

gradiente textural simples e com dupla camada de acumulação de argila entre os horizontes superficiais e subsuperficiais dos solos, isto é uma dupla zona de adensamento por acumulação de argila, na seqüência do topo para o centro do perfil. Em áreas de depressão, cujas condições de drenagem são imperfeitas, registram ainda a presença de solos, de origem sedimentar, com marcante adensamento subsuperficial e extrema variação textural, classificados como Planossolos (SILVA, 2000).

## 3. Uso atual desses solos

O uso desses solos, devido ao risco relacionado à irregularidade das chuvas, tem-se limitado à criação de bovinos e caprinos, usando-se a vegetação natural como pastagem (pecuária extensiva). Algumas áreas são também usadas com a cultura da palma e outras forrageiras (capim elefante, capim buffel, leucena etc). Nos anos de precipitação menos irregular, são exploradas culturas de ciclo curto, como feijão, milho, melancia, melão, sorgo, guandu entre outras.

Já em áreas sob condições de irrigação, como nos Perímetros irrigados da CODEVASF (Projetos Senador Nilo Coelho e Mandacaru), esses solos estão sendo cultivados, principalmente com as culturas da uva, manga e cana-de-açúcar, utilizando-se diferentes sistemas de irrigação. Já os Planossolos são apenas utilizados com pastagem nativa.

## 4. Efeitos do adensamento e/ou compactação de camadas de solos sobre as propriedades do solo e sobre as plantas

No Brasil, têm sido detectados problemas de adensamento em diversos ambientes. No Nordeste brasileiro, é marcante a presença de camadas adensadas e/ou compactadas em solos dos tabuleiros costeiros e tabuleiros sertanejos (SILVA et al. 2003). O processo de adensamento e/ou compactação resulta em alterações no arranjo das partículas do solo (estrutura), diminuindo o volume de seus poros, aumentando sua densidade e a resistência mecânica à penetração de raízes, água e nutrientes (SILVA et al. 2002). Indiretamente, tal problema proporciona modificações na temperatura e aeração do solo, infiltração e condutividade da água, afetando também atributos químicos (disponibilidade de nutrientes), biológicos (condições do solo para desenvolvimento de microorganismos) e a região ocupada pelas raízes (rizosfera) (SILVA et al. 2001). Em decorrência, em geral, há uma significativa restrição na produtividade das culturas nesses solos.



Figura 4. Solos predominantes no Pólo Petrolina/Juazeiro, (a) Argissolo Amarelo, (b) Argissolo Vermelho-Amarelo, (c) Latossolo Vermelho-Amarelo, (d) Latossolo Amarelo, (e) Neossolo Quartzarênico, (f) Vertissolo, (g) Planossolo. (fotos: Arquivo Embrapa Solos UEP Nordeste).

## 5. Diagnóstico de camadas adensadas em solos do Pólo Petrolina/Juazeiro

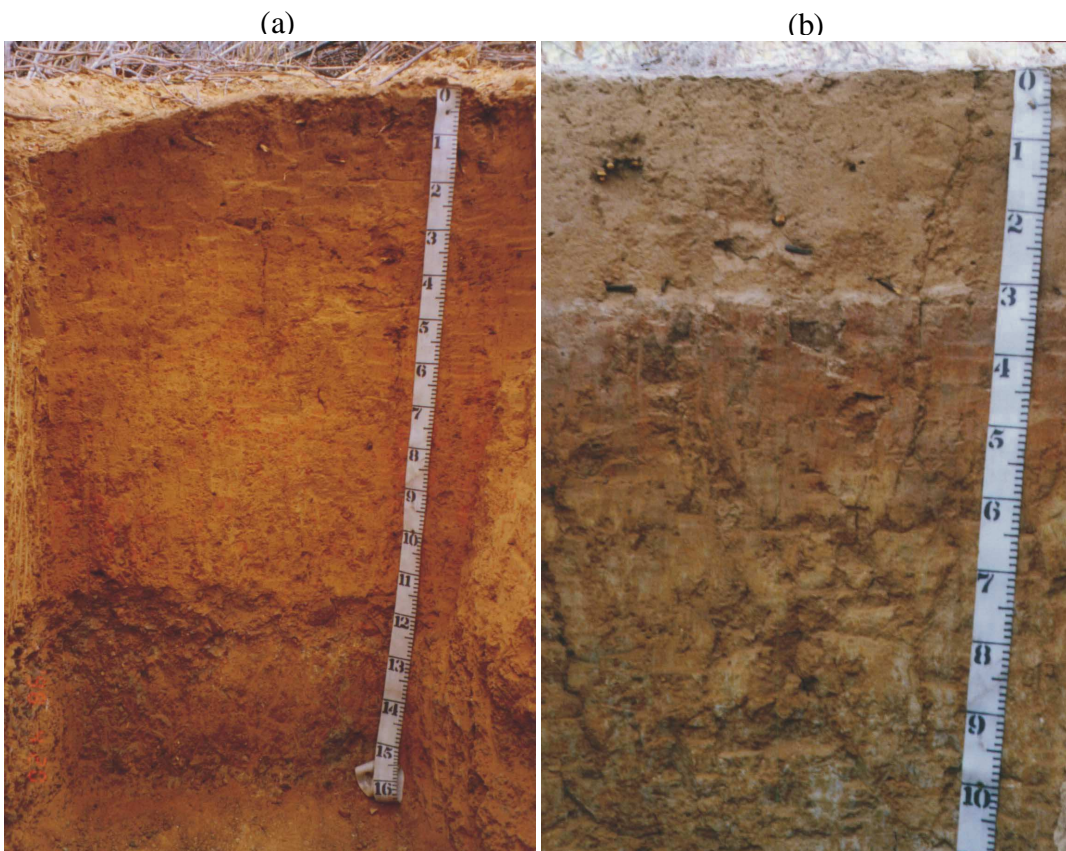
Para melhor entendimento dos processos de formação das camadas adensadas em duas classes solos, Argissolo Amarelo (Figura 5a) e Planossolo Nátrico (Figura 5b), um estudo de caso foi realizado em área sob vegetação nativa, no Projeto Bebedouro, município de Petrolina-PE. Análises físicas, químicas e micromorfológicas foram realizadas objetivando identificar a gênese destas camadas.

Os resultados das análises físicas demonstraram acumulação das frações grosseiras como calhaus, cascalhos e areia muito grossa na base dos perfis estudados. A perda de argila da parte superior do perfil contribui para a diferença na distribuição granulométrica (textura) do horizonte Bt para o C, indicando deposição de sedimentos. A eluviação-iluviação (transporte de argila do horizonte superior para o inferior) da argila (Figura 6a), apesar de não determinante, contribui com a diferenciação das características dos horizontes superficiais em relação aos subsuperficiais e no adensamento dos horizontes

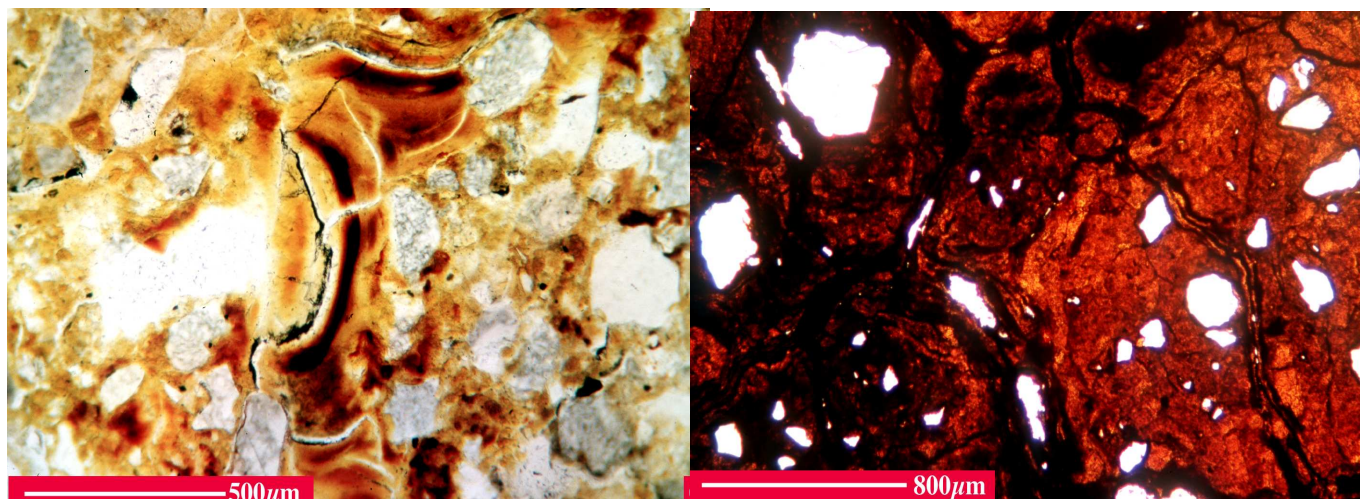
subsuperficiais, evidenciada pela alta correlação encontrada entre a argila total e a densidade do solo. A migração de ferro, silício e alumínio dos horizontes superficiais para subsuperficiais, juntamente com a argila, com posterior organização em volta das partículas do solo ou preenchendo poros, é um dos processos mais atuantes na formação do adensamento. Esses elementos, juntamente com a presença dominante da caulinita, parece constituírem os agentes responsáveis pela gênese desses horizontes. A forte impregnação de ferro nas áreas de mosqueamento, com

grãos de areia constituídos de quartzo, mostra a contribuição do ferro no adensamento dos solos estudados (Figura 6b).

A salinização e sodicidade detectadas, no Planossolo, através dos altos valores da condutividade elétrica e saturação por sódio, apontam para um processo de cimentação ao invés de simples adensamento, refletindo numa consistência muito dura e extremamente dura dos subhorizontes.



**Figura 5.** Perfil de Argissolo Amarelo Eutrófico (a) e Planossolo Nátrico (b) estudados.



**Figura 6.** Micrografias de lâminas delgadas, do horizonte Bt mostrando iluviação de argila e ferro no (a) e impregnação de ferro na massa do solo (b). Fotos: Mauro Carneiro dos Santos.

A dispersão de argila associada a predominância das frações areia fina e muito fina verificadas na areia total colaboram, também com a formação do adensamento dos solos estudados. A dispersão pode acarretar a eluviação da argila para as camadas inferiores, levando ao encrostamento superficial e à compactação subsuperficial do solo (PARDO & CENTURION, 2001).

Os ciclos alternados de umedecimento e secagem, a que estes solos estão submetidos, atuando continuamente sobre estas frações, proporcionam às mesmas um estado de orientação e de proximidade tal, que influi nos acentuados valores da densidade do solo destes perfis (VIANA et al. 2004). Os fluxos de água lateral (água que permanece na superfície antes de percolar) e basal (qualquer oscilação do lençol freático perto da superfície), que são provenientes destes ciclos de umedecimento e secagem, provavelmente contribuem também, para formação de horizontes adensados, devido ao suprimento de água abundante, nos períodos chuvosos, provocando rearranjo estrutural e o carreamento de partículas e agentes cimentantes.

## 6. Práticas para prevenção da compactação do solo

⇒ Redução do trânsito de máquinas nas áreas de plantio é uma prática que diminui a força de tração aplicada à superfície do terreno, quando do deslocamento do trator, resultando em menor deformação da estrutura do solo;

⇒ Utilização de pneus de base larga acarreta menor compactação pela melhor distribuição do peso da

máquina, diminuindo a carga de tensões sobre solo;

⇒ Controle de tráfego e racionalização do uso do maquinário, por exemplo, adoção de práticas de cultivo mínimo, diminuindo o tráfego de máquinas e a movimentação do solo;

⇒ Utilização de práticas que promovam o aumento da matéria orgânica no solo, tais como cobertura do solo, adubação verde e rotação de culturas proporcionarão melhores condições físicas, químicas e biológicas, conseqüentemente menor compactação;

⇒ Utilização de coquetel vegetal para adubação verde e cobertura de solo, preferencialmente espécies com relação C/N alta, diferentes exigências nutricionais e sistemas radiculares mais profundos e vigorosos, adaptados a região (crotalária, girassol, nabo forrageiro, mamona, sorgo, milho, guandu, cunha, etc.) para a descompactação biológica do solo e a formação/aumento de fitomassa (palhada).

## 7. Práticas para correção do adensamento e/ou compactação do solo

No estudo de um perfil de solo, a descrição morfológica fornece a primeira indicação da presença de camadas adensadas por meio de algumas de suas características, tais como cor, textura, estrutura, porosidade e consistência.

Alguns atributos físicos do solo indicam a presença de camadas adensadas e/ou compactadas em virtude da

modificação/degradação que esses atributos sofrem, quer por processos pedogenéticos (adensamento), quer por aplicação de forças externas, como utilização de implementos agrícolas (compactação), que acarretam o arrançamento ou agrupamento cerrado de suas partículas. Os principais atributos físicos que refletem a compactação e/ou adensamento são: a porosidade, que reflete o espaço ocupado pelos poros relativamente ao espaço ocupado pelas partículas de solo; a distribuição do tamanho dos poros, que expressa a efetiva distribuição do espaço poroso; e a estrutura do solo, que reflete a relativa orientação e geometria das partículas do solo em associação ao espaço poroso.

Os principais atributos químicos que podem caracterizar a presença de camadas adensadas e/ou compactadas são: baixa capacidade de troca de cátions, baixo conteúdo de matéria orgânica e variável saturação por bases, podendo apresentar-se com caráter eutrófico, distrófico ou álico; via de regra, são ácidos. Além disso, há a presença marcante dos óxidos de ferro, silício e alumínio, como também, em alguns solos, como os Planossolos, valores elevados de saturação por sódio trocável.

Quando tecnicamente constatados problemas de adensamento e/ou compactação, recomenda-se a descompactação mecânica com a utilização de subsolador e/ou escarificador, na profundidade adequada; incorporação de matéria orgânica e/ou cobertura do solo; utilização de espécies para adubação verde intercaladas com a cultura comercial; e, quando possível, no caso de cultivos anuais, fazer uso da prática de rotação de culturas.

## 8. Referências bibliográficas

ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. O. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa

Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife: SUDENE: EMBRAPA-SNLCS, 1976. 405p. 1 mapa color. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 38; SUDENE. Série Recursos de Solos, 7).

PRADO, R. de M.; CENTURION, J. F. Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 36, n. 1, jan. 2001.

SILVA, A. J. N. da. **Alterações físicas e químicas de um argissolo amarelo coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar**. 2000. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; EMBRAPA-CNPS-Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v. (EMBRAPA-CPATSA Coordenadoria Regional Nordeste. Documentos, 80). V.1: Caracterização das grandes unidades de paisagem; Distribuição das grandes unidades de paisagem e das unidades geoambientais. V.2: caracterização das unidades geoambientais. Acompanha mapa color. Escala 1:2.000.000.

SILVA, M. S. L. da. **Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 126 p. il. Tese de Doutorado. Faculdade de agronomia.

SILVA, M. S. L. da; GOMES, T. C. de A.; ANJOS, J. B. dos. **Solos adensados e/o compactados: identificação/diagnóstico e alternativas de manejo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 6 p. il (Embrapa Semi-Árido. Circular técnica 76).

SILVA, M. S. L. da; KLAMT, E.; CAVALCANTE, A. C;

KROTH, P. L. Adensamento subsuperficial em solos do semi-árido: processos geológicos e/ou pedogenéticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 314-320, maio/agosto. 2002.

VIANA, J. H. M.; FERNANDES FILHO E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R. Efeitos de ciclos de umedecimento e seca-gem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v. 28, n.1, p 11-19, jan./fev. 2004.

### Circular Técnica, 38

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



**Embrapa Solos UEP Nordeste**  
**Endereço:** Rua Antônio Falcão, 402. Boa Viagem.  
Recife, PE. CEP: 51020-240  
**Fone:** (81) 3325 5988  
**Fax:** (81) 3325 0231  
**E-mail:** sac@cnps.embrapa.br  
<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>

1ª edição (2007): online

### Comitê de publicações

**Presidente:** *Alúcio Granato de Andrade*  
**Secretário-Executivo:** *Antônio Ramalho Filho.*  
**Membros:** *Jacqueline S. Rezende Mattos, Marcelo Machado de Moraes, Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio F. da Motta, Vinícius de Melo Benites, Rachel Bardy Prado, Maria de Lourdes Mendonça Santos, Pedro Luiz de Freitas.*

### Expediente

**Supervisão editorial:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*  
**Revisão de texto:** *André Luiz da Silva Lopes*  
**Revisão bibliográfica:** *Marcelo M. de Moraes*  
**Editoração eletrônica:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*