Coleção ◆ 500 Perguntas ◆ 500 Respostas

Geotecnologias e Geoinformação

O produtor pergunta, a Embrapa responde

Embrapa

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 1 02/07/2014 15:35:23

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

O produtor pergunta, a Embrapa responde

Sérgio Gomes Tôsto
Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Édson Luis Bolfe
Mateus Batistella

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2014

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 3 02/07/2014 15:35:23

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Soldado Passarinho, nº 303,
Fazenda Jardim Chapadão
13070-115 Campinas, SP
Fone: (19) 3211-6200
Fax: (19) 3211-6222
www.cnpm.embrapa.br
cnpm.sac@embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Monitoramento por Satélite

Unidade responsável pela edição
Embrapa Informação Tecnológica

Comitê de Publicações

Presidente
Cristina Criscuolo

Secretária-executiva
Bibiana Teixeira de Almeida

Membros
Daniel Gomes dos Santos
Wendriner Loebmann
Fabio Enrique Torresan
Janice Freitas Leivas
Ricardo Guimarães Andrade
Shirley Soares da Silva
Vera Viana dos Santos Brandão

Coordenação editorial
Selma Lúcia Lira Beltrão
Lucilene Maria de Andrade
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto
Francisco C. Martins

Normalização bibliográfica
Celina Tomaz de Carvalho

Projeto gráfico da coleção
Mayara Rosa Carneiro

Editoração eletrônica
Júlio César da Silva Delfino

Arte-final da capa
Júlio César da Silva Delfino

Ilustrações do texto
Ana Lucia Szerman

Foto da capa
SIB-Space Imaging do Brasil Produtos e Representações S.A. (imagem captada pelo satélite GeoEye, em 2012, Itajobi, SP)

1ª edição
1ª impressão (2014): 1.000 exemplares
2ª impressão (2014): 500 exemplares

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 Informação Tecnológica

Geotecnologias e Geoinformação : o produtor pergunta, a Embrapa responde / editores técnicos, Sérgio Gomes Tôsto ... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.
248 p. : il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

ISBN 978-85-7035-321-4

1. Mudança climática. 2. Sensoriamento remoto. 3. Zoneamento agrícola. 4. Zoneamento climático. I. Tôsto, Sérgio Gomes. II. Rodrigues, Cristina Aparecida Gonçalves. III. Bolfe, Édson Luis. IV. Batistella, Mateus. V. Embrapa Monitoramento por Satélite. VI. Coleção.

CDD 621.3678

© Embrapa 2014

Autores

André Luiz dos Santos Furtado
Biólogo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
andre.furtado@embrapa.br

Antônio Heriberto de Castro Teixeira
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
heriberto.teixeira@embrapa.br

Bianca Pedroni de Oliveira
Engenheira-agrimensora, mestre em Ciências Cartográficas, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
bianca.oliveira@embrapa.br

Carlos Cesar Ronquim
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
carlos.ronquim@embrapa.br

Carlos Fernando Quartaroli
Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
carlos.quartaroli@embrapa.br

Célia Regina Grego
Engenheira-agrônoma, doutora em Agricultura, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
celia.grego@embrapa.br

Celina Maki Takemura
Bacharel em Ciência da Computação, doutora em Ciência da Computação, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
celina.takemura@embrapa.br

Claudio Bragantini
Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
claudio.bragantini@embrapa.br

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Zootecnista, doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
cristina.rodrigues@embrapa.br

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 5 02/07/2014 15:35:23

Cristina Criscuolo
Geógrafa, mestre em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisadora
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
cristina.criscuolo@embrapa.br

Daniel de Castro Victoria
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
daniel.victoria@embrapa.br

Daniel Gomes
Geógrafo, mestre em Geografia, analista da Embrapa Monitoramento
por Satélite, Campinas, SP
daniel.gomes@embrapa.br

Davi de Oliveira Custódio
Analista de Sistemas, especialista em Análise de Sistemas, analista da Embrapa
Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.
davi.custodio@embrapa.br

Debora Pignatari Drucker
Engenheira-florestal, doutora em Ambiente e Sociedade, analista
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
debora.drucker@embrapa.br

Edlene Aparecida Monteiro Garçon
Geógrafa, analista da Embrapa Monitoramento
por Satélite, Campinas, SP
edlene.garçon@embrapa.br

Édson Luis Bolfe
Engenheiro-florestal, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa
Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
edson.bolfe@embrapa.br

Fabio Enrique Torresan
Ecólogo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.
fabio.torresan@embrapa.br

Gustavo Bayma Silva
Geógrafo, mestre em Sensoriamento Remoto, analista
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
gustavo.bayma@embrapa.br

Ivan André Alvarez
Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 6 02/07/2014 15:35:23

da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
ivan.alvarez@embrapa.br

Janice Freitas Leivas
Meteorologista, doutora em Agrometeorologia, pesquisadora
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
janice.freitas@embrapa.br

Luciana Spinelli de Araújo
Engenheira-florestal, doutora em Ecologia Aplicada, pesquisadora
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
luciana.spinelli@embrapa.br

Luiz Eduardo Vicente
Geógrafo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa
Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
luiz.vicente@embrapa.br

Mateus Batistella
Biólogo, doutor em Ciências Ambientais, pesquisador
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
mateus.batistella@embrapa.br

Ricardo Guimarães Andrade
Engenheiro-agrícola, doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador
da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
ricardo.andrade@embrapa.br

Sandra Furlan Nogueira
Engenheira-agrônoma, doutora em Química na Agricultura e no Ambiente,
pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
sandra.furlan@embrapa.br

Sérgio Galdino
Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador
da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS; pesquisador visitante da
Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
sergio.galdino@embrapa.br

Sérgio Gomes Tôsto
Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente,
pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP
sergio.tosto@embrapa.br

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 7 02/07/2014 15:35:23

Apresentação

Geotecnologias e geoinformação são essenciais para monitorar a agricultura no Brasil. Criada há 25 anos, a Embrapa Monitoramento por Satélite tem a missão de viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovações geoespaciais, gerando o conhecimento necessário para apoiar processos de tomada de decisão e elaborar políticas públicas para o setor agropecuário.

Zoneamentos, mapeamentos e monitoramentos do uso e cobertura da terra, além de indicadores de sustentabilidade e competitividade, são alguns dos produtos desenvolvidos, voltados para a agricultura, pecuária, florestas e meio ambiente. As geotecnologias apoiam, por exemplo, a identificação de áreas de expansão da fronteira agrícola ou intensificação da atividade produtiva, a detecção de áreas afetadas por eventos climáticos extremos e a espacialização de processos de degradação das pastagens e fitossanidade das culturas.

O avanço das tecnologias da informação, o número crescente de satélites e sensores e a ampliação da capacidade de processamento e armazenamento de dados e informações geoespaciais contribuíram para a popularização das geotecnologias. Dados de sensores remotos e os sistemas de informações geográficas – até há pouco tempo de uso exclusivo de técnicos e pesquisadores – hoje são ferramentas comuns. Globos virtuais e WebGIS, acessados facilmente pela internet – e sistemas de posicionamento global por satélite – deram ao cidadão a capacidade de identificar rotas, visualizar imagens de satélites e gerar mapas de maneira amigável.

Em 2012, a Embrapa criou o *Portfólio de Monitoramento da Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra no Território Nacional,* reconhecendo as geotecnologias como tema de importância estratégica para a agricultura brasileira. Participam desse portfólio mais de 30 centros de pesquisa da Empresa, evidenciando o caráter transversal e multidisciplinar das geotecnologias.

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 9 02/07/2014 15:35:23

Geotecnologias e Geoinformação é o mais recente título da *Coleção 500 perguntas 500 respostas.* Concebido em parceria com a Embrapa Informação Tecnológica, contribui para ampliar e disseminar o conhecimento geoespacial, particularmente para os agentes ligados ao setor agropecuário brasileiro.

Mateus Batistella
Chefe-Geral da
Embrapa Monitoramento por Satélite

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 10 02/07/2014 15:35:23

Sumário

Introdução 13

1 Satélites e Produtos 15

2 Panorama Atual 35

3 Tendências Mundiais 49

4 Sensoriamento Remoto 61

5 Processamento de Imagens Digitais e Gestão da Informação 81

6 Geoprocessamento 93

7 Agrometeorologia 107

8 Hidrologia 119

9 Agricultura 135

10 Pecuária 149

11 Silvicultura 171

12 Adequação Ambiental Rural 187

13 Mudanças Climáticas e Modelagem Ambiental 205

14 Ordenamento Territorial e Zoneamento 215

15 Educação e Transferência de Tecnologia 233

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 11 02/07/2014 15:35:23

Introdução

O perfil dos usuários de geotecnologias e de geoinformação sofreu profundas mudanças em função de aspectos tecnológicos, mercadológicos, ambientais e agrícolas. Para atender à crescente demanda dos diversos setores da sociedade, os editores decidiram publicar este título da *Coleção 500 Perguntas 500 Respostas.*

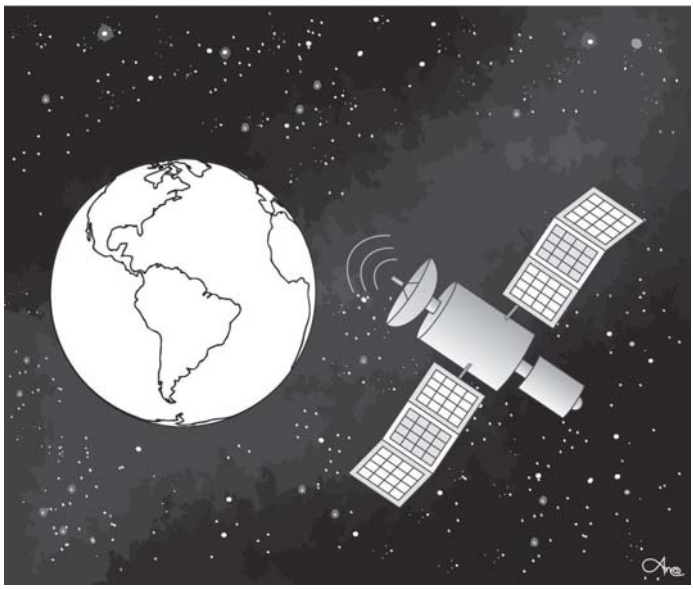
Para sua elaboração, o Grupo de Pesquisas e Inovações Espaciais da Embrapa Monitoramento por Satélite resgatou questões dirigidas ao Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC), assim como temas levantados em centenas de palestras, cursos, dias de campo, seminários e congressos, formulando respostas com clareza, concisão e objetividade. Por tratar-se de um tema tecnológico, em muitos casos as respostas abordam questões mais conceituais, mas sempre com a finalidade de esclarecer as dúvidas de agricultores, estudantes, técnicos e pesquisadores sobre os diferentes aspectos das geotecnologias e suas aplicações.

Este volume é organizado por temas, para que o leitor tenha acesso ao histórico dos satélites e produtos, panorama atual, tendências mundiais, conceitos básicos de sensoriamento remoto, processamento de imagens, gestão da informação e geoprocessamento. Aplicações das geotecnologias e da geoinformação foram apresentadas de forma didática sobre questões de agrometeorologia, hidrologia, agricultura, pecuária, silvicultura, adequação ambiental rural, mudanças climáticas e modelagem ambiental, ordenamento territorial e zoneamentos, educação e transferência de tecnologias.

Por meio do tecido das geotecnologias e da geoinformação, este livro contribui com a agricultura brasileira e promove a interação de diversos segmentos e cadeias produtivas.

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 13 02/07/2014 15:35:23

1 Satélites e Produtos[1]



André Luiz dos Santos Furtado
Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Sérgio Gomes Tôsto

[1] Colaborou na elaboração deste capítulo, Bibiana Teixeira de Almeida, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite.

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 15 02/07/2014 15:35:24

1 O que é um satélite artificial?

É um equipamento produzido por humanos, o qual segue a órbita de um planeta ou corpo celeste. Esse satélite é posicionado no espaço, com auxílio de um foguete. Existem diversos tipos de satélites artificiais em órbitas do planeta Terra e equipados com diferentes tipos de sensores e câmeras que registram informações da superfície terrestre. Há satélites com objetivos específicos, como os destinados à comunicação e aos recursos naturais. Outros possuem somente aplicação militar e existem os dedicados ao posicionamento espacial.

2 Como se classificam os satélites artificiais?

Podem ser classificados de acordo com a trajetória orbital (geossíncrona e polar) e altitude (baixa, média e alta), com o tipo sensor instalado (passivo ou ativo), de acordo com seu propósito ou aplicação (meteorologia, comunicação, navegação, salvamento e emergência, militar, observação da Terra) ou com base na resolução dos sensores embarcados (espacial, radiométrica, temporal e espectral).

3 Por que a Lua é chamada de satélite natural do planeta Terra?

Por não ter sido produzida por humanos e por apresentar uma órbita sincronizada com a órbita desse planeta. Ela possui uma massa de 7,3 x 1022 kg e um volume de 2,2 x 1010 km^3. Sua gravidade é 6 vezes menor que a observada na Terra.

4 Existem satélites orbitando outros planetas ou fora da órbita terrestre?

Sim. Todo objeto (natural ou artificial) que orbita um planeta ou estrela – é considerado um satélite. A Lua, por exemplo, é um satélite natural do planeta Terra. Por sua vez, a Terra é um satélite do Sol. Titã, uma lua do planeta Saturno, e Ganímedes uma lua de

500P_Geotecnologias_e_geoinformação_ed01_2014.indd 16 02/07/2014 15:35:24