

# Dirigindo no escuro

Equipamentos de GPS sofrem de "cegueira" temporária por conta de interferências atmosféricas; rede internacional de pesquisa, que inclui cientistas de Presidente Prudente, tenta evitar o problema no mais novo sistema de navegação, o Galileo

Ricardo Bonalume Neto

**N**em tudo que cintila é ouro. Existem cintilações que podem fazer a diferença entre um sujeito achar seu caminho correto ou continuar perdido em algum lugar remoto do planeta, mesmo que disponha de um receptor de sinais de satélite como o americano GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global). É o caso da cintilação ionosférica das ondas de rádio, que pode fazer o receptor GPS perder o sinal de satélite, deixando o usuário na mão, perdido ou incapaz de completar uma tarefa para a qual o posicionamento geográfico preciso é essencial.

O problema é mais grave em regiões de baixa latitude, como na América Latina – o Brasil é um dos países mais afetados por ele –, e vai piorar com a aproximação do período de máxima atividade solar, previsto para 2011-2013. Para lidar com essa situação, pesquisadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Unesp em Presidente Prudente iniciaram agora dois complexos projetos em parceria com institutos de pesquisa, universidades e empresas do Brasil e da Europa que vi-

sam minimizar esses momentos de "cegueira" no futuro concorrente do GPS, o Galileo, iniciativa da Comissão Europeia e da Agência Espacial Europeia.

Os dois projetos estão vinculados ao desenvolvimento de uma nova constelação de satélites que não só vai disputar espaço com o sistema americano como complementá-lo. Não é à toa que a maturação do Galileo está prevista para ocorrer justamente naquele período solar mais crítico. Seu primeiro satélite, lançado em 2005, ainda é experimental. Está prevista a colocação de 30 satélites em órbita média da Terra (23.222 km), mesmo número do programa americano, cujo primeiro satélite foi lançado em 1978.

Além do GPS, há hoje no mundo somente outros dois GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite), o nome genérico desses sistemas: o russo (ex-soviético) Glonass, que está plenamente operacional, e o chinês Compass, em fase de implantação.

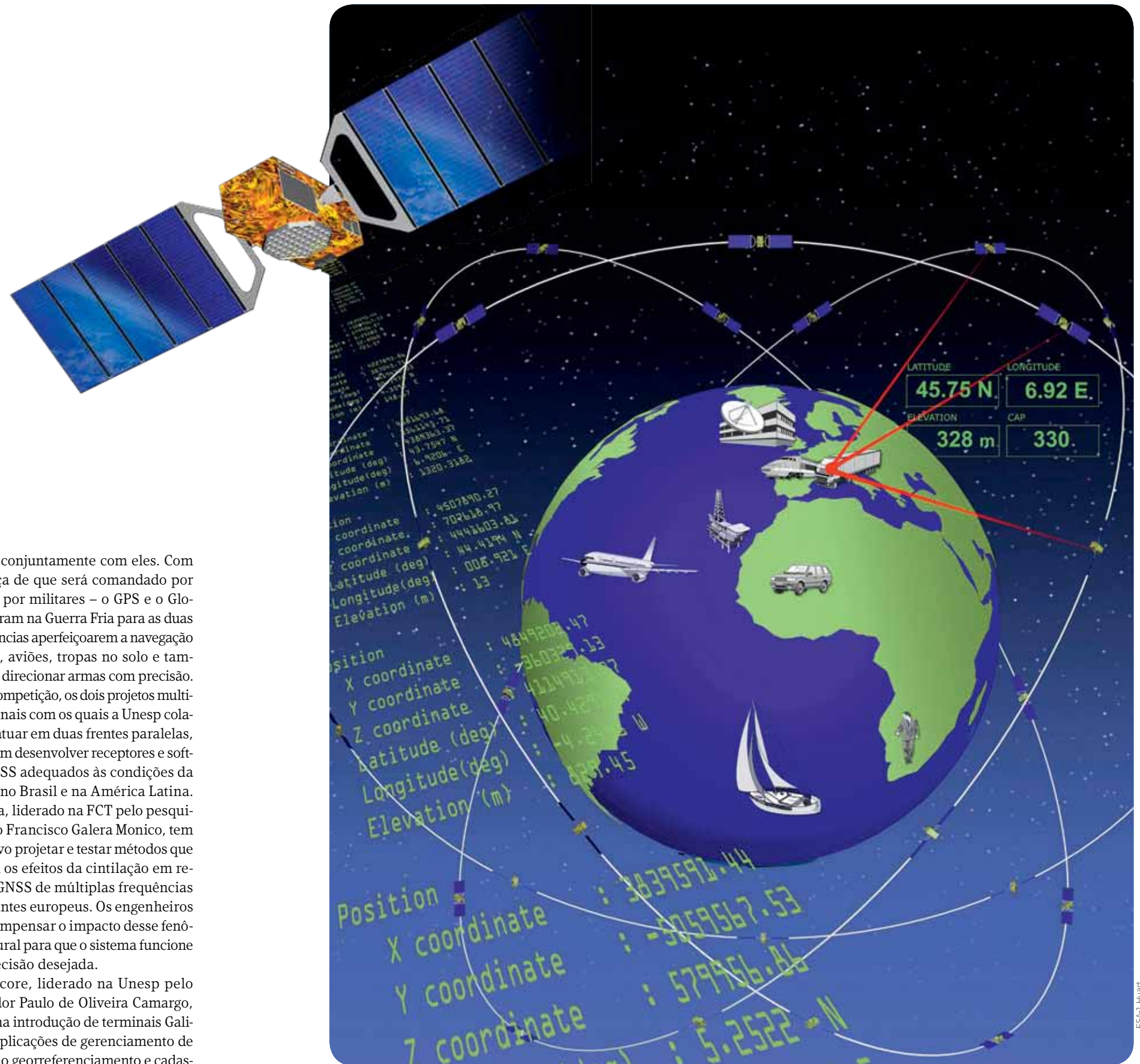
Os europeus argumentam que ter um GNSS próprio os deixará independentes dos programas americano e russo. Apesar disso, o Galileo está sendo projetado pa-

ra operar conjuntamente com eles. Com a diferença de que será comandado por civis, não por militares – o GPS e o Glonass surgiram na Guerra Fria para as duas superpotências aperfeiçoarem a navegação de navios, aviões, tropas no solo e também para direcionar armas com precisão.

Nessa competição, os dois projetos multi-institucionais com os quais a Unesp colabora vão atuar em duas frentes paralelas, que buscam desenvolver receptores e softwares GNSS adequados às condições da ionosfera no Brasil e na América Latina.

O Cigala, liderado na FCT pelo pesquisador João Francisco Galera Monico, tem por objetivo projetar e testar métodos que mitiguem os efeitos da cintilação em receptores GNSS de múltiplas frequências de fabricantes europeus. Os engenheiros tentam compensar o impacto desse fenômeno natural para que o sistema funcione com a precisão desejada.

Já o Encore, liderado na Unesp pelo pesquisador Paulo de Oliveira Camargo, vai focar na introdução de terminais Galileo para aplicações de gerenciamento de terra, como georreferenciamento e cadas-







#### EXPLORANDO OS SINAIS

Paulo Camargo, coordenador do Encore no Brasil, o garoto "GPS" e João Francisco Galera, do Cigala, na sede do Grupo de Estudo em Geodésia Espacial

tros urbanos e rurais. O projeto tem como objetivo suprir um nicho de mercado que não é contemplado pelos GNSS atuais. Os aparelhos mais baratos não têm a precisão necessária; já os receptores profissionais são bem mais caros, além de terem custos operacionais mais elevados. A ideia básica é explorar os sinais dos novos satélites Galileo para aperfeiçoar o desempenho do gerenciamento de propriedades, ao mesmo tempo minimizando o custo.

"Não há ligação entre os dois projetos. Eles foram propostos de forma independente, mas ambos objetivam produzir receptores GNSS robustos para as condições do Brasil", explica Galera.

Para entender o desafio deles é preciso primeiro compreender a estrutura da atmosfera terrestre. No caso específico da propagação de ondas eletromagnéticas, ela é dividida pelos pesquisadores em apenas duas partes, troposfera e ionosfera. A troposfera vai da superfície terrestre até aproximadamente 50 km de altura, formada por partículas atômicas neutras, com gases como nitrogênio e oxigênio se concentrando até 12 km de altitude.

Já a ionosfera é caracterizada pela formação de íons e elétrons e estende-se de cerca de 50 km até em torno de 1.000 km de altitude. É nela que são refletidas as ondas de televisão. "Se não fosse a ionosfera, só

existiria TV a cabo ou via satélite", lembra Camargo. Por outro lado, a densidade de íons e elétrons altera a propagação de ondas eletromagnéticas e afeta os sinais do GPS. Nos casos de cintilação ionosférica, "o receptor simplesmente para de funcionar", relata Galera, o que pode causar perdas de sinal e deteriorar a qualidade do posicionamento e da navegação. Segundo ele, esse é "um dos principais problemas para aplicações GNSS que requerem integridade, disponibilidade e alta acurácia".

Conforme explica o pesquisador, o fenômeno constitui-se na rápida flutuação da fase e da intensidade de um sinal de rádio que tenha atravessado a ionosfera terrestre. "É similar ao piscar das estrelas

observado no céu noturno, provocado por variações na densidade atmosférica devido a turbulência", afirma. "Só que neste caso as flutuações são causadas por variações em pequena escala, ou irregularidades, na densidade do plasma ionosférico – densidade de elétrons – ao longo do caminho de propagação seguido pelo sinal", continua Galera. "Essas irregularidades agem como lentes convergentes ou divergentes, focando ou desfocando as ondas de rádio."

Os erros que a ionosfera pode trazer ao GPS são proporcionais ao chamado "conteúdo total de elétrons", conhecido pela sigla em inglês TEC (Total Electron Content), no caminho do sinal do satélite à antena receptora em terra. "O Brasil é uma das regiões do globo terrestre que possuem os maiores valores e variações espaciais e temporais do TEC", lembra Camargo.

Os usuários de receptores de uma frequência têm seus resultados bastante afetados pela ionosfera, então uma maneira de minimizar o erro é usar receptores mais capazes, que utilizam duas frequências de radiação. Mas eles são mais caros.

#### Filão de mercado

Galera e Camargo, que foi seu orientado de doutorado, dividem desde 1986 a mesma sala no Departamento de Cartografia e, como seria de esperar, há alguns mapas nas paredes. O grande mapa do Brasil não mostra as cidades natais dos dois: a pequena Itatinga (SP), de Camargo, e a ainda menor Lupionópolis (PR), de Galera. "É uma cidade de primeira", brinca Galera. "Se passa pra segunda marcha, o carro já ultrapassou a cidade." Achar essas cidades, só mesmo com um bom GNSS. Será por isso que eles investem tanto na melhoria da tecnologia?

Brincadeira à parte, os dois são responsáveis pelo Grupo de Estudo em Geodésia Espacial do Departamento de Cartografia da FCT. O Cigala e o Encore estão sendo financiados pela Comunidade Europeia e foram aprovados com cerca de 30 outros projetos em um processo competitivo que recebeu mais de cem propostas.

A expectativa dos pesquisadores é que produtos gerados nos projetos tenham aplicações em levantamentos cartográficos e

cadastrais em geral e na agricultura de precisão. Eles acreditam que o GNSS deve desempenhar um papel fundamental na navegação aérea, que se encontra em fase de introdução do conceito de CNS/ATM (Comunicação, Navegação e Vigilância/Gerenciamento do Tráfego Aéreo). "Os grandes filões do mercado são a aviação civil e aplicações em tempo real, onde a integridade deve ser muito alta", diz Galera.

O Cigala, segundo a equipe, "envolverá medidas ionosféricas em larga escala, várias campanhas testes que serão conduzidas no Brasil e desenvolvimento de modelos que serão incorporados em receptores GNSS".

Uma das alternativas para minimizar o erro nos usuários de receptores de uma frequência, por exemplo, é fazer uso de algum modelo da ionosfera. Segundo Galera, os modelos de previsão de cintilação disponíveis ao grupo de pesquisa serão adaptados para a região equatorial e implementados nos receptores para "alertá-los no momento em que um novo tipo de sintonização dos satélites deve ser realizado".

A intensa campanha de medidas servirá para testar os modelos. "O projeto está se iniciando agora. Estamos confirmando e redefinindo os locais em que serão instaladas as estações. Começamos um inventário dos equipamentos GNSS disponíveis no Brasil e dos requisitos necessários para várias aplicações. Os modelos de cintilação ionosférica serão adaptados com os dados coletados no Brasil", afirma Galera.

Por enquanto o Cigala, que foi lançado em março em Presidente Prudente, prevê incluir seis receptores fixos espalhados pelo Brasil (Manaus, Porto Alegre, Presidente Prudente, Cachoeira Paulista, Recife e Rio de Janeiro) e dois móveis.

A lista de instituições que participam dos projetos dá uma ideia da suas complexidades. Um dos grandes desafios será justamente coordenar as ações de participantes bem diferentes entre si.

O Cigala envolve a empresa Septentrio, da Bélgica, que vai fabricar os receptores, e o Laboratório Pildos, da Espanha, que fará o estudo de mercado. Também estão na parceria a Universidade de Nottingham, do Reino Unido; o Instituto Nacional de Geofísica e Vulcanologia, de Roma, Itália;



#### MELHORIA TECNOLÓGICA

Antena que capta sinais do GPS e receptor dos dados; em casos de cintilação atmosférica ele para de funcionar; pesquisadores buscam minimizar esse erro



lia; e a Universidade de Nova Gorica, da Eslovênia, que farão medidas de campo e aperfeiçoarão os softwares e modelos matemáticos. No Brasil, participam também a Petrobras e a empresa Consultgel.

Do projeto Encore, também constam três empresas brasileiras participantes: a Santiago & Cintra, de São Paulo; a Orbsat, de São José dos Campos; e a MundoGEO, de Curitiba. O projeto é liderado pela empresa Deimos, de Portugal, tendo ainda como participantes a Deimos da Espanha, a Universidade de Nottingham e o Instituto de Geomática, da Espanha. A Deimos e a Orbsat desenvolverão o equipamento e a tecnologia. O Encore envolverá a criação de protótipos, testes e demonstrações para potenciais usuários.

"O mercado mundial de GNSS em 2020 é estimado em 300 bilhões de euros", afirmou o engenheiro belga Bruno Bougard, da empresa Septentrio e coordenador do Cigala, durante o lançamento do projeto. Ele estimou que países com grandes territórios, como o Brasil, deverão usar cada vez mais esses serviços. "Só a América Latina deve gastar 25 bilhões de euros em GNSS em 2015", afirma Bougard.

O "usuário" de GNSS está representado no Cigala pela Consultgel, que adota o sistema para fazer trabalhos de georreferenciamento de imóveis rurais para

certificação junto ao Inbra e para elaborar projetos técnicos para implantação de cadastros, rurais e urbanos, georreferenciados. A empresa já se viu em situações problemáticas, como ter de usar um receptor em uma área de cachoeira ou em regiões de floresta, onde a vegetação "espalha" os sinais de rádio.

Georreferenciamento exige precisão da ordem de "poucos ou vários decímetros", dizem os pesquisadores do Encore, mas os receptores comuns têm precisão bem menor, de até cinco metros. "Por isso precisamos de receptores bons e robustos de GNSS", resumiu a engenheira cartográfica Élcia Ferreira da Silva, diretora da Consultgel.

Que árvores e receptores nem sempre combinam é um fato que pode ser observado no próprio laboratório de Prudente. Uma torre azul com uma antena de GPS no topo está perto de algumas árvores, que afetam a recepção dos sinais, criando "multicaminhos" – o equivalente aos "fantasmas" de uma tela de televisão.

No teto do laboratório há mais duas antenas. Os receptores e baterias de computadores que registram e analisam os dados ficam em um grande salão abaixo. Os receptores são "administrados" por um aluno de doutorado cujo apelido é "GPS". Mas não é por causa da função. Seu nome é Guilherme Poleszuk dos Santos. O GPS.