

Sferics Timing And Ranging NETwork – STARNET : 9 years of measurements over South America

Carlos A. Morales, João R. Neves, Evandro M. Anselmo, Eduardo Gomes and Vinicius Rogério

University of São Paulo – Brazil





Sensoriamento Remoto Meteorológico de Tempestades

Background

- STARNET is a long range lightning detection network that uses Very Low Frequency (VLF) receivers to measure the radio noise (Ez) emitted by lightning discharges in the frequency range of 7-15 kHz.
- STARNET was developed by RDI (NASA/SBIR Dr. J. Weinman, 1994-1999) that used ATD concept (Lee ,1986).
- In 2001 the National Observatory of Athens (NOA) deployed 6 antennas through the European continent (Athens, Napoli, Lisbon, Hampshire, Iasi, Roskilde) and created the ZEUS network.
- The South American STARNET was initially deployed in 2006 with 3 antennas (Guadeloupe, Fortaleza and São Paulo),(NSF and COELCE) integrated with African receivers (Nigeria, Ethiopia, Tanzania, and South Africa) of World-ZEUS (NSF and AMMA project). During 2007-2009, 4 antennas were installed in Brazil (Campo Grande, São Martinho da Serra, Brasilia and Manaus) (CNPq – SIPAM/FINEP). Along 2012, 4 more antennas were instaled at Belém and Ilhéus (Brazil), Cape Verde and Trellew (Argentina) (SIPAM, COELCE, USP).
- 2014 maintain and manufacture the VLF antennas.

Background

- The present VLF receivers are capable to measure up to 100 sferics per second through continuous Ez measurements.
- Each receiver records Ez waveforms and stores on 16 second files.
- Every 1 minute waveforms are transmitted to the central computer at USP.
- Simultaneously, 16 second files are stored on internal database for reprocessing (performed every 1 month).
- The locating algorithm can handle 30 different 9 sensors configurations to compute sferics positions and polarity (Morales et al., 2007), but it requires a minimum of 4 receivers to locate a sferics.
- Solutions are evaluated every 5 minutes, if communication issues are solved 1 minute is possible.

Locations of STARNET VLF antennas

Since 2013, STARNET has 11 operational VLF antennas and 1 back up at University of São Paulo







Sensors used In the locating Algorithm

Location Accuracy

	RINDAT	LIS All Domain	LIS Brazil	WWLLN
Mean Difference(km)	8.43	22.08	19.23	12.1
# of Matches	306,875	22,956	6,538	6,260,990

GLD360	Difference (km)	Matches
01S-09N 27-17W	<mark>()</mark> 26.66	87,597
08S-02N 65-55W	<mark>(A)</mark> 11.13	728,870
15S-05S 53-43W	<mark>(T)</mark> 7.58	1,345,711
21S-11S 70-60W	<mark>(B)</mark> 12.15	1,752,731



Morales et al., 2014 – ILDC



Sferics Measurements over South America

of Sterics- 6.24E+07



100 Number of Storics 100000 150000 10000

30W

605-120W

1004

NOW Number of Storics

3074

00000 ±50000

W

90W

90W

605 120W

60W 1000 10000

30W

Year	Sferics Measured
2006	7,585,405
2007	3,290,597
2008	17,204,274
2009	123,394,328
2010	45,015,908
2011	36,768,128
2012	62,397,672
2013	180,928,944
2014	133,497,008

Monthly Distribution - 2013



Annual Distribution - 2013

STARNET - Mean Positive Fraction on 2013

STARNET - Annual Accumulation on 2013



Monthly Distribution - 2014



100

316

1,000

3,162

10,000 0 31,622 100,000 316,2280



SFERICS RANKING IN BRAZIL

Ranking



States



States

Diurnal Cycle

STARNET - Mean Time of Maximum Sferics Activity on 2013





STARNET — Mean Time of Maximum Sferics Activity on 2013



STARNET - Mean Time of Maximum Sferics Activity on 2013



STARNET web interface

http://www.starnet.iag.usp.br

Realtime data

Re-processed data

Google interface

Thunderstorm Alerts

Rainfall Estimation – SIRT

FTP area

STARNET - SFERICS TIMING AND RANGING NETWORK

Principal
Descrição do Sistema
Localização das Estações
Publicações
Contatos
Agradecimentos
Links
DADOS EM TEMPO REAL
Tempo Real
GOOGLE MAPS - Brasil
Estatísticas
Acumulação Horária
Acumulação Diária
Acumulações Mensais
WSI GLN
DADOS DE SATÉLITES
GOES+METEOSAT+STAR
Estimativa de Precipitação SIRT
DOWNLOAD DE DADOS
FTP
DADOS REPROCESSADOS
Dados de 2001-2004
15 minutos
Acumulações Diárias
Acumulações Mensais
Data Archive
DADOS DO AMMA
15 minutos
Acumulações Diáias

FTP

Em 1997 nasce a rede experimental de detecção de descargas atmosférica a longa distância, "Sferics Timing And Ranging NETwork (STARNET)". A STARNET foi concebida pela Resolution Display Inc (RDI) a partir do programa de desenvolvimento inovativo de pequenas empresas da NASA. A RDI desenvolveu um sistema que consistia de cinco antenas rádio receptoras na faixa de frequência de VLF (7-15 kHz) que estavam situadas ao longo da costa leste dos EUA e em Porto Rico. Sferics é o ruído de rádio emitido por descargas atmosféricas dentro de uma grande faixa do espectro eletromagnético. Na faixa de frequência do VLF, este sinal pode se propagar a milhares de quilômetros de distância dentro do guia-de-onda formado pela ionosfera e a superfície terrestre. Esta rede experimental operou até 1998.

Em 2003, a National Science Foundation através do programa de Ciclo da Água financiou a compra e a operação de 4 receptores de rádio sobre o continente Africano. Estes receptores foram integrados com a rede de descargas atmosféricas - ZEUS do Observatório Nacional RHET Atenas (NOA). Esta configuração possibilitou um contínuo monitoramento das tempestades sobre os continentes Europeu e Africano até 2005.

Através de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Companhia Energética do Ceará (COELCE) em 2006, a Universidade Estadual do Ceará (UECE) e a Universidade de São Paulo (USP) instalaram duas estações de VLF no Brasil. No mesmo ano, a Universidade de Nevada em Las Vegas financiou uma outra antena que foi instalada no Caribe. Estas 3 novas antenas foram integradas com os quatro sensores da Africa em uma tentativa de incorporar todos os receptores que dispunham da tecnologia de VLF-Sferics.

A partir de projetos de pesquisa da Universidade de São Paulo e Universidade Estadual do Ceará, do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) foram adquirido mais 3 antenas de VLF em 2008. Em Agosto de 2008 foi instalado uma antena em São Martinho da Serra (RS) enquanto que em Dezembro de 2008 foi a vez de Curitiba (PR). Dessa maneira, a rede STARNET está operando no momento 7 sensores de VLF que estão instalados em Bethlehem (Africa do SUI), Guadeloupe (Caribe), Fortaleza (Brasil), São Paulo (Brasil), Campo Grande (Brasil), São Martinho da Serra (Brasil) e Curitiba (Brasil) enquanto que no primeiro semestre de 2009 a rede irá aumentar para 8 receptores de rádio, sendo que a nova antena sera instalada em Manaus (Brasil). As antenas instaladas em Addis Ababa (Etiopia) e Dar es Salaam (Tanzânia) serão transferidas para localidades no oceâno Atlântico de forma a auxiliar a formação dos furacões.

Desde o lançamento da STARNET, a atividade de descargas atmosféricas sobre as Américas, Caribe, oceâno Atlântico e parte do continente Africano tem sido monitoradas continuamente em diferentes resoluções espaciais (ex: 5-20 km dentro da área de cobertura e > 50 km fora da área de cobertura dos sensores) e com um alta resolução temporal (1 mili-segundo).

Esta série de dados sem precedentes no estudo da convecção, apresenta uma oportunidade original de avançar a pesquisa do ciclo da hidrológico nas regiões mais ativas da terra (África, Amazônia e ZCIT). A disponibilidade de monitoramento contínuo da atividade elétrica em uma área tão extensa, possibilitará aplicações em tempo real para as áreas de recursos hídricos (melhora da estimativa de precipitação), meteorologia (melhora da estimativa de tempestades convectivas com a assimilação contínua dos dados de descargas atmosféricas) e na segurança da aviação (prever regiões com movimento vertical intenso em nuvens, onde um avião deve evitar).



