

# Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais: Status e planos futuros

Wilson Yamaguti<sup>1</sup>  
Valcir Orlando<sup>1</sup>  
Sérgio de Paula Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
yamaguti@dss.inpe.br, valcir@ccs.inpe.br, spereira@cptec.inpe.br

**Abstract.** This paper describes the Brazilian Environmental Data Collection System status and future planning actions to improve and to guarantee the system continuity. This system started its operation in 1993 with the successful launch of the first Brazilian satellite, SCD-1. The system concept is based on “in situ” land or sea data acquisitions by automatic platforms that collect the environmental data and transmit them to the satellite. The satellite acts as a mirror, retransmitting the received messages to a ground receiving station. The messages received at a station are sent to the Data Collection Mission Center for further processing, data store and dissemination to the users. Today more than 800 platforms are installed in the system and whose data are being used by 100 organizations. This paper also presents results and discussions over the system use, the main applications as well as the efforts being done to increase system performance and system continuity. The experience of system operation shows that major difficulties are related to the platform maintenance in the field, increasing number of new applications with demanding characteristics and difficulties to finance the development and launch data collection oriented satellites as SCD-1 and SCD-2, although all CBERS satellite series and all scientific satellites should carry on board a data collection transponder payload. The efforts in international cooperation with similar system are also presented and discussed.

**Palavras-chave:** data collection system, data collection platform, satellite, sistemas de coleta de dados, plataformas de coleta de dados, satélite.

## 1. Introdução

A operação do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA) foi iniciada a partir do lançamento com sucesso do satélite SCD-1 em 1993, com vida útil estimada de um ano, e que, surpreendentemente, completou mais de quinze anos em operação. Em 1998, com o lançamento do satélite SCD-2, o SBCDA recebeu importante reforço no seu segmento espacial garantindo maior confiabilidade e sinalizando à comunidade usuária a continuidade do sistema. Seguiu-se o lançamento do CBERS-1 em 1999, do CBERS-2 em 2003 e do CBERS-2B em 2007. O CBERS-1 operou até agosto de 2003 e o CBERS-2 operou até abril de 2005 em termos de coleta de dados.

A rede inicial de plataformas de coleta de dados (PCDs), na época do lançamento do SCD-1, contava com apenas cerca de 60 PCDs. Atualmente (2008) foram instaladas mais de 800 PCDs, mostrando o crescente interesse da comunidade usuária, a operacionalidade do sistema, e a qualidade dos serviços prestados, fatores que justificaram o investimento realizado por parte dos usuários de mais de 15 milhões de dólares na aquisição e na instalação de PCDs. Conseqüentemente, cresceu o comprometimento e a responsabilidade do INPE na manutenção do sistema em estado operacional e na melhoria de desempenho do sistema para satisfação das necessidades dos usuários.

Este artigo descreve o SBCDA, o status atual e os esforços realizados e em andamento para garantir a continuidade dos serviços de coleta de dados, discutindo os resultados alcançados pelo sistema, bem como as ações futuras no sentido de atender às demandas de novas aplicações. Na seção 2, o princípio de funcionamento do sistema é apresentado em mais detalhes, considerando as órbitas dos satélites do segmento espacial. Na seção 3, é apresentado os aspectos relacionados à aplicação do sistema e resultados obtidos. Na seção 4,

discussão geral sobre o sistema, dificuldades existentes e aspectos de cooperação internacional. As conclusões são apresentadas na seção 5.

## 2. Descrição do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais

O Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais é constituído pela constelação de satélites SCD-1, SCD-2 e CBERS-2B, pelas diversas redes de plataformas de coleta de dados espalhadas pelo território nacional, pelas Estações de Recepção de Cuiabá e de Alcântara, e pelo Centro de Missão Coleta de Dados (CMCD). A homologação de novas plataformas de coleta de dados é realizada no Centro Regional do Nordeste (CRN), a instalação e a manutenção das plataformas são realizadas pelo Laboratório de Instrumentação Meteorológica (CPTEC/LIM) (Cachoeira Paulista) e pelo CRN para a região nordeste. A Figura 1 ilustra o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais.

Neste sistema conforme descrito em Yamaguti et al.(1994), os satélites funcionam como retransmissores de mensagens. Assim, as comunicações entre uma plataforma e as estações de recepção são estabelecidas através dos satélites. As plataformas podem ser fixas ou móveis, e nas aplicações de hidrologia e de meteorologia com plataformas fixas, estas são geralmente configuradas para transmitirem, a cada 200 segundos, até 32 bytes de dados úteis, correspondendo a no máximo 1 segundo de transmissão.

Os satélites SCD-1, SCD-2 e CBERS-2B operam em duas faixas de frequência UHF para recepção das mensagens transmitidas pelas plataformas de coleta de dados: em torno de 401,620 MHz e de 401,650 MHz. Os sinais recebidos a bordo dos satélites são retransmitidos para o solo na Banda S (2.267,52 MHz) e, no caso do CBERS-2B também em UHF (462,5 MHz).

Os satélites SCD-1 e SCD-2 foram colocados em órbitas com aproximadamente 750 km de altitude e 25 graus de inclinação em relação ao plano do Equador, o que permite uma cobertura adequada de todo o território nacional. Cada satélite completa 14 órbitas por dia, das quais oito são visíveis à estação receptora principal (Cuiabá). O plano orbital do SCD-2 foi defasado em ascensão reta em relação ao do SCD-1 por um ângulo de 180 graus, de modo a garantir que passagens do SCD-2 irão preencher cada período diário em que ocorrem passagens não visíveis do SCD-1 e vice-versa. Já o satélite CBERS-2B, de órbita polar, apresenta três ou quatro passagens por dia sobre a estação principal.

Os dados das plataformas de coleta de dados ambientais, retransmitidos pelos satélites e recebidos nas estações de Cuiabá ou de Alcântara, são enviados para o Centro de Missão de Coleta de Dados (CMCD) em Cachoeira Paulista para processamento, armazenamento e disseminação aos usuários. O envio desses dados ao usuário é feito através da Internet, em no máximo 30 minutos após a recepção.

A Figura 2 ilustra as órbitas dos satélites. A Figura 3 apresenta, como um exemplo, um gráfico de passagens dos satélites sobre a estação receptora de Cuiabá. Deve-se observar que para uma dada estação de recepção, os horários de passagem do SCD-1 ou do SCD-2 não são fixos. No entanto, apesar do deslocamento dos ciclos de passagens, o SCD-2, quando lançado, foi colocado, como já mencionado, em órbita tal que produz uma complementação de passagens em relação ao SCD-1. Isto, conforme se observa na Figura 3,



Fig.1 – Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais, mostrando os círculos de visibilidade das estações de Cuiabá e de Alcântara.

permitiu a obtenção de uma adequada distribuição temporal das passagens destes satélites por uma estação (Cuiabá, no caso da figura) e, conseqüentemente, realizar a coleta de dados das plataformas com localização conveniente (próximo à Cuiabá) a cada período orbital (aproximadamente 100 min). A meta inicial de desempenho do sistema, que considerava apenas um satélite, era receber corretamente pelo menos uma mensagem/dia de cada plataforma, independente de sua localização conforme descrição feita por Yamaguti et al.(1994). Atualmente esta meta não é aceitável para a maioria das aplicações que utilizam o sistema, que impõe a recepção de pelo menos cinco mensagens distribuídas ao longo do dia. Isto só é satisfeito considerando a operação simultânea de dois satélites.

Um sistema de coleta de dados baseado em satélites com órbitas de baixa inclinação (menor ou igual a 30 graus) se mostra muito adequado para o Brasil, pois, além de permitir um número grande de passagens por dia, apresenta uma cobertura satisfatória do sul do país.



Fig. 2 – Constelação de satélites do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais

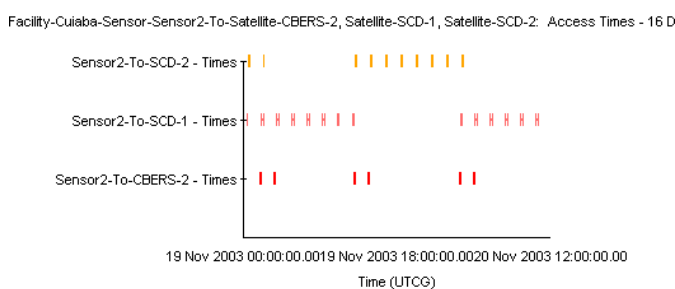


Fig.3- Passagens dos satélites sobre a estação de Cuiabá

O sucesso de um sistema está intimamente relacionado à operação e a manutenção de infra-estrutura de apoio. Apesar dos investimentos já realizados em pequenas melhorias, há necessidade de investimentos e melhorias contínuas face aos avanços tecnológicos e oportunidades de novas aplicações.

### 3. Aplicações e Resultados Obtidos com o SBCDA

As funções básicas do SBDA são a de coleta de dados ambientais transmitidas por plataformas fixas ou móveis, processamento, armazenamento e disseminação de dados aos usuários. Os dados coletados devem ser de interesse científico ou de monitoramento ambiental ou de proteção ambiental. Para as plataformas móveis a função de localização por efeito Doppler já está disponível.

As aplicações utilizadas ou em curso podem ser descritas pelos seguintes tópicos: Hidrologia (ANA, SIVAM); Meteorologia (CPTEC, INMET, núcleos estaduais de Meteorologia); Oceanografia (Bóias de deriva, bóias ancoradas) (DHN, Petrobrás); Química da Atmosfera; Qualidade d'água (Comitês de bacias hidrográficas, prefeituras, CETESB e órgãos de Gestão e Fiscalização de Recursos Hídricos e Meio Ambiente); Defesa Civil (sistemas de alerta hidrológico); Monitoração de Nível de reservatórios de usinas hidrelétricas (ANEEL); Rede Maregráfica; Engenharia e Testes (fornecedores de plataformas); Pesquisa científica; Educação e Treinamento; Transmissão e Geração de Energia Elétrica (geradoras e distribuidoras de energia elétrica); Monitoramento Ambiental (dados auxiliares para determinação do Risco de Fogo no projeto de Detecção de Queimadas em florestas).

A figura 4 mostra a localização das plataformas no Brasil, classificadas em Agro-meteorológicas, anemográficas, hidrológicas, meteorológicas e de qualidade d'água.

A evolução do número de plataformas de coleta de dados instaladas é mostrada na figura 5. Cabe ressaltar que este número é diferente do número de plataformas em operação, dado que muitas redes realizaram seus objetivos e podem ter sido desativadas ou em caso de bóias de deriva que não são recuperadas após esgotamento de energia.

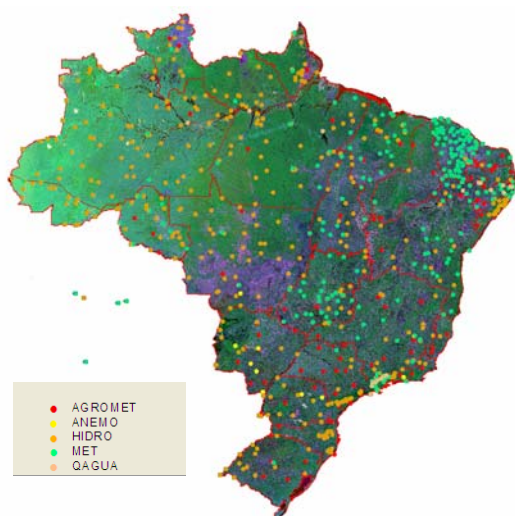


Fig. 4 – Localização das plataformas instaladas no Brasil

Em termos de desempenho do sistema, a Tabela 1 abaixo mostra alguns valores referentes ao número de plataformas recebidas e processadas no **CMCD**.

Tabela 1 mostra alguns dados de desempenho do sistema

Satélite	Número de PCDs diferentes recebidas por dia	Número de PCDs diferentes recebidas por semana	PCDs do SBCDA	PCDs Argos	Número de PCDs inoperantes+desativadas
<b>SCD-1</b>	1233 (global)	2555 (global)		1973	248
<b>SCD-1</b>	538 (cadastradas)	582(cadastradas)	830		
<b>SCD-2</b>	1312 (global)	2600 (global)		2010	248
<b>SCD-2</b>	541 (cadastradas)	590 (cadastradas)	830		

Com relação às aplicações potenciais que em alguns casos já são realizadas, podem-se citar as seguintes: Monitoramento de embarcações de Pesca (“Vessel Monitoring System”) (SEAP); Rastreamento de Animais (IBAMA, Institutos de Pesquisa e Universidades); Defesa Civil (monitoramento de encostas); Defesa Civil (sistemas de alerta); Monitoramento de cargas sensíveis/transporte; Monitoramento Ambiental (aperfeiçoamento do Cálculo do Risco de Fogo com uso de sensores de inflamabilidade (“fuel sensor”).

#### 4. Discussões

As discussões sobre as características, dificuldades e esforços realizados ou em andamento serão estruturados em: Segmento Espacial, referente à reposição dos satélites de coleta de dados; Segmento Solo coleta de dados, iniciando-se pelas melhorias nas estações de recepção e em seus equipamentos de processamento, e pela melhoria das facilidades de processamento do CMCD, e finalmente, a instalação e a manutenção das diversas redes de plataformas.

##### 4.1 – A reposição de satélites do SBCDA

A reposição de satélites de coleta de dados é uma das questões importantes na continuidade dos serviços de coleta de dados, uma vez que o SCD-1 opera há mais de 15 anos em órbita, quando sua vida útil estimada era de apenas um ano, e o SCD-2, com cerca de dez anos em operação, a exemplo do SCD-1, também se encontra em fase de sobrevida, com elevada possibilidade de ocorrência de falha que possa comprometer sua operação. Esta mesma preocupação existia com relação ao CBERS-1 que, lançado em outubro de 1999

Evolução do Número de Plataformas Instaladas

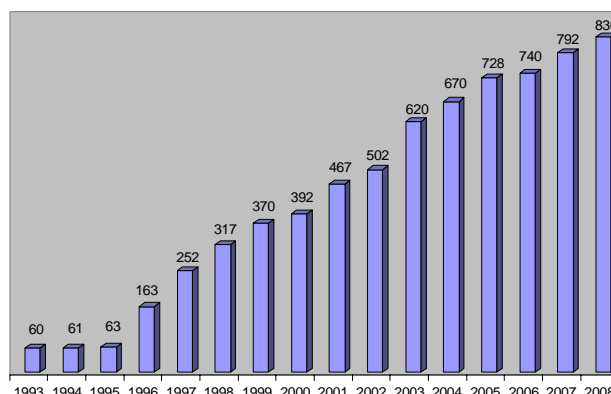


Fig. 5 – Evolução das plataformas instaladas no sistema a partir de 1993.

operou por cerca de 3 anos e 10 meses, até agosto de 2003, quando deixou de operar. Seu tempo de vida útil estimado (nominal) era de dois anos. A reposição do CBERS-1 foi realizada em 21 de Outubro de 2003, com o lançamento do CBERS-2. Este novo satélite apresentou, em abril de 2005, uma falha no subsistema de potência e, desde então, está operando em modo degradado, no qual o transponder de coleta de dados foi desativado para economizar energia. O CBERS-2B foi lançado em Setembro de 2007, e encontra-se operando nominalmente desde então. No entanto, os satélites da série CBERS por estarem em órbita polar apresentam baixa distribuição temporal de passagens para a missão de coleta de dados.

Apesar da estratégia adotada no PNAE de que todo satélite científico deverá transportar carga útil de coleta de dados para dar continuidade ao sistema, o atendimento das necessidades de coleta de dados é parcial. Restrições de disponibilidade de potência, massa e volume, usuais nos satélites científicos, limitam o uso de redundância no transponder de coleta de dados, reduzindo a confiabilidade da aplicação. É também usual que os interesses científicos de uma tal missão necessitem de órbitas diferentes daquelas mais adequadas à coleta de dados.

Se por um lado uma órbita polar reduz o número de passagens sobre uma determinada plataforma próxima ao Equador, uma órbita equatorial seria adequada para as plataformas localizadas entre as latitudes de  $\pm 15$  graus. Este tipo de órbita, contudo, não permitiria a recepção de dados de plataformas localizadas em latitudes abaixo da cidade de Brasília.

Uma proposição de muito interesse por parte dos usuários constituiria no desenvolvimento de um conjunto (pequena constelação) de satélites de pequeno porte que tenham como missão principal a coleta de dados, e que utilizem órbitas semelhantes às do SCD-1 e do SCD-2 cujas coberturas são adequadas ao Brasil. Em Yamaguti et al. (2006), vários cenários são analisados e discutidos, considerando a adoção de uma pequena constelação de baixo custo. O objetivo desse trabalho era analisar a viabilidade de redução do tempo de revisita do sistema para valores abaixo de 16 minutos (duração máxima de passagens de um satélite SCD sobre uma estação de rastreamento) para qualquer PCD instalada em território brasileiro. Impondo essa ordem de grandeza para o tempo de revisita obtém-se como resultado uma operação quase contínua do sistema de coleta de dados. Foi considerada a existência de apenas três planos orbitais, separados entre si de 120 graus em ascensão reta do nodo ascendente, e com inclinação de 30 graus, para obter cobertura satisfatória do sistema ao sul do Brasil. Satélites da constelação que compartilham um mesmo plano orbital foram considerados, no estudo, separados regularmente na órbita, com ângulos de fase constantes entre eles. Foi verificado que é possível projetar uma constelação com três satélites por plano orbital, que poderia ser a base de um novo sistema de coleta de dados ambientais, com uma capacidade de trabalho praticamente contínua. Esta proposta contempla também o desenvolvimento de tecnologias espaciais mais avançadas como transponder de coleta de dados com processamento a bordo, interrogação de plataformas, bem como melhoria no segmento solo de recepção.

Durante o planejamento estratégico do INPE, foi discutida e estabelecida a agenda tecnológica, que contempla o planejamento da instituição em termos de desenvolvimento e de lançamento de missões espaciais. Os seguintes satélites foram identificados: CBERS-3 (Órbita Polar, 778 km, 2010); AMAZÔNIA-1 (Órbita Polar, 2011); LATTES-1 (EQUARS+MIRAX, Órbita Equatorial, 2012); SCDAv-1 (Órbita Equatorial, 2012); CBERS-4 (Órbita Polar, 778 km, 2013); MAPSAR (Órbita Polar, 606 km, 2013); GPM (Órbita Equatorial, 2014); Amazônia-2 (Órbita Polar, 2015); CBERS-7 (Órbita Polar, 2015); CBERS-5 (Órbita Polar, 2016); SCDAv-2 (Órbita Equatorial, 2017); Satélite Científico-2 (TBD, 2017); CBERS-6 (Órbita Polar, 2019).

Outro esforço da AEB e do INPE, juntamente com o ITA e outras universidades brasileiras, trata-se do desenvolvimento de um satélite universitário, denominado ITASAT, cuja conclusão ainda em discussão e com possível lançamento carona no foguete Ciclone IV.

#### **4.2 – Melhorias no Transponder de Coleta de Dados**

A evolução do Transponder Coleta de Dados permitiria aumento do número de aplicações de coleta de dados, principalmente para rastreamento de animais com armazenamento a bordo das mensagens recebidas e retransmissão em tempo real. Esta capacidade de processamento a bordo está sendo considerado para os satélites CBERS 5&6 e ITASAT.

Outra característica desejável seria a capacidade de interrogação de plataformas. Hoje essa funcionalidade não é disponível. A plataforma transmite continuamente ou em tempos pré-determinados. Se um satélite passar, as mensagens são retransmitidas para uma estação de recepção em solo. A introdução da capacidade de interrogação poderia aumentar o leque de aplicações como no caso de bóias oceânicas, onde o enlace de comunicação pode ser afetado drasticamente em função das condições de tempo. A interrogação poderia reduzir as dificuldades de comunicação através da repetição de transmissão por um dado número de vezes até conseguir obter a mensagem sem erros. As taxas de transmissão também poderiam ser aumentadas, permitindo que mensagens mais longas possam ser transmitidas.

Essas características foram implantadas no Sistema Argos com o lançamento do satélite japonês Adeos II. O período de operação foi pequeno em função da pane ocorrida no referido satélite. Essa nova versão de equipamento denominado de Argos-3 foi instalada a bordo do satélite Metop-A da EUMETSAT que foi lançado recentemente.

#### **4.3 – Melhorias realizadas e em andamento nas estações de recepção**

Com relação aos esforços realizados no segmento solo coleta de dados, as atividades referentes à melhoria das características de recepção e processamento foram as principais ações, uma vez que são equipamentos adquiridos nos anos 80, com dificuldades de manutenção. Esta situação foi amenizada pelo estabelecimento de uma ação no PPA 2004-07, Operação do Sistema de Coleta de Dados, sob responsabilidade da Agência Espacial Brasileira e execução pelo INPE. Esta ação permitiu melhorias em Cuiabá e principalmente em Alcântara. Permitiu também o desenvolvimento de novas versões do Processador de Coleta de Dados (Procod), principal equipamento para recuperação das mensagens retransmitidas pelos satélites nas estações de recepção. O Procod-1, versão inicial, foi substituído pelo Procod-2, elevando significativamente a quantidade de mensagens recebidas. A configuração atual para a estação de Cuiabá, além do Procod-1, dois Procod-2 trabalham simultaneamente, perfazendo 12 canais de processamento. Isto permite recepção simultânea de 6 mensagens de PCD/faixa de transmissão. Uma outra versão, Procod-3, com mais recursos e maior sensibilidade está em desenvolvimento.

Como a recepção depende de visibilidade mútua entre estação de recepção, satélite e plataforma de coleta de dados, o desempenho de recepção melhora em função da localização da plataforma relativamente à estação de recepção. O número de mensagens recebidas de plataformas instaladas próximas à estação de recepção é maior do que daquelas instaladas nas bordas da região de cobertura. Assim, um maior número de estações de recepção irá melhorar o desempenho global do sistema, pois aumenta a redundância de mensagens desde que o número de satélites de coleta de dados similares ao SCD-1 e ao SCD-2 seja mantido. Um protótipo de estação em banda S de baixo custo está sendo desenvolvido para recepção dos satélites brasileiros, de forma que seja possível extensão da região de cobertura do sistema como na Antártica e outras regiões com recepção marginal.

Além da manutenção e melhorias nos equipamentos existentes, esforços estão sendo colocados na adequação da Estação de Natal para que esta seja capaz de receber os satélites do SBCDA.

#### 4.4 – Melhoria da infra-estrutura do Centro de Missão Coleta de Dados

Foram realizadas algumas melhorias no processamento, no armazenamento e na disseminação de dados do CMCD, principal acesso da comunidade usuária aos dados coletados, em razão da evolução dos sistemas de computação e a oferta de acesso em banda larga a custos reduzidos e outras facilidades advindas da Internet. Técnicas de proteção aos dados arquivados e segurança de acesso precisam ser constantemente atualizadas sob penalidade de invasão e perda irreparável dos dados coletados. O Software atual de decodificação e processamento dos dados das PCDs foi modernizado para permitir o processamento de PCDs com IDs de 28 bits, bem como para ser capaz de processar transmissões de uma PCD contendo múltiplos IDs ou “páginas” como hoje ocorre na codificação relativa às bóias do Projeto Pirata. Esforços para reduzir os erros de localização de plataformas gerados com o Software Localizador Geográfico têm sido feitos como descritos por Souza (2003) e por Celestino (2007).

#### 4.5 - Manutenção e na instalação de plataformas

A manutenção adequada das plataformas instaladas em campo é essencial para qualquer sistema de coleta de dados com a finalidade de garantir a integridade dos dados coletados e prolongar a vida útil dos equipamentos. Visitas de manutenção periódica são requeridas para limpeza e verificação de todos os elementos da plataforma, reparo ou reposição de componentes avariados ou danificados, verificação da calibração e funcionamento dos sensores para assegurar que o sistema opere adequadamente até a próxima visita de manutenção programada. É recomendada uma visita de manutenção a cada seis meses, mas dependendo da localização da PCD, visitas em intervalos de tempo menores poderão ser necessárias.

A manutenção de mais de 250 plataformas do SBCDA é realizada pelo Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM/CPTEC). O CRN é responsável pela manutenção das plataformas da região nordeste. As demais plataformas são mantidas por outras instituições como a Agência Nacional de Águas (ANA). Apesar da ação PPA 2004-07 com o objetivo de operação do sistema de coleta de dados, a cada ano em função de redução crescente dos recursos destinadas a esta ação, as atividades de manutenção foram drasticamente prejudicadas.

Outras instituições também sofrem com a escassez de recursos financeiros para a manutenção das plataformas no campo, implicando em uma grande quantidade de plataformas inoperantes.

#### 4.6 – Cooperação Internacional como forma de prover redundância no segmento espacial

Uma outra abordagem para minorar a reposição de satélites do SBCDA, é incrementar a cooperação com o sistema Argos (NOAA/CNES/Eumetsat), cujas faixas de operação e protocolos de

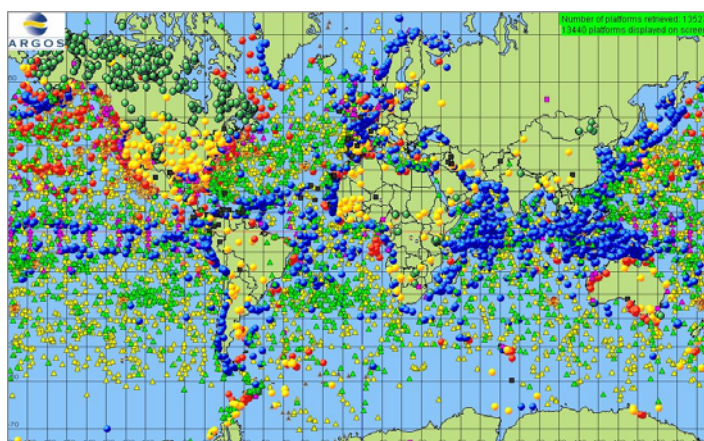


Fig.6 - Distribuição das plataformas cadastradas no sistema Argos. As bóias são representadas pelos triângulos e as embarcações de pesca pelas esferas azuis.[Fonte:OPSCOM40].

mensagens das plataformas são totalmente compatíveis. A rede brasileira pode ser recebida por esse sistema. A troca de dados vem sendo realizada desde 2002. As mensagens recebidas no SBCDA são enviadas ao CLS Argos, empresa responsável pelo processamento. A Figura 6 mostra uma distribuição de plataformas Argos no mundo.

## 5. Conclusões

O SBCDA é um sistema de porte considerável e operacional, atendendo uma vasta comunidade de usuários, apesar de suas possíveis deficiências, com satélites em operação em sobriedade como no caso dos satélites SCD-1 e SCD-2. Foram mostrados os esforços que foram e que estão sendo efetuados de forma a incrementar o desempenho do sistema e garantir sua continuidade. A agenda tecnológica do INPE mostra essa intenção de continuidade da missão coleta de dados ambientais, seja utilizando satélites científicos, seja pela série de satélites CBERS, seja por satélites dedicados como o SCDAv-1 e SCDAv-2. Iniciativas no sentido de implantar o Centro Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais no CRN tem sido tomadas como uma das ações do INPE para estimular as atividades de coleta de dados, em especial, na região nordeste.

Para novas aplicações como a de rastreamento de animais, o uso de técnicas de codificação de dados das plataformas pode reduzir a potência necessária de transmissão, viabilizando as aplicações de rastreamento de animais que requerem potências reduzidas da ordem de 100 mW a 250mW. Há um esforço sendo empreendido no sentido de reduzir os erros de procedimentos de localização baseados no efeito Doppler do sinal recebido do satélite por PCDs como, por exemplo, a compensação dos efeitos de refração troposféricos e ionosféricos, e a utilização diversas estações de recepção simultâneas e diversos satélites.

Aplicações como a de rastreamento de embarcações de pesca no SBCDA podem oferecer uma solução nacional de custos modestos, principalmente para as comunidades/cooperativas de pesca que tenham dificuldades de pagamento pelos serviços de localização. O aumento do número de canais de recepção é outra ação em discussão como forma de reduzir a colisão de mensagens face à densidade bastante elevada em algumas localidades.

A demanda por coleta de dados ambientais vem crescendo continuamente, bem como novas aplicações. Contudo observa-se que o apoio ao usuário no desenvolvimento de novas aplicações é extremamente necessário, às vezes em função do desconhecimento das características das tecnologias espaciais incluindo telecomunicações ou das funcionalidades que um sistema de coleta de dados pode oferecer.

## Referências Bibliográficas

Celestino, C. C.; Sousa, C.T.; Yamaguti, W.; Kuga, H.K., *Evaluation of Tropospheric and Ionospheric Effects on the Geographic Localization of Data Collection Platform*, **Mathematical Problems in Engineering - MPE**, Vol: 2007, Article Id:32514, 11 pages, 2007. Doi: 10.1155/2007/32514.

OPSCOM40. Conjunto de apresentações da 40a. Reunião do Comitê de Operações do Sistema Argos, 2006.

Sousa, C. T. **Geolocalização de transmissores com satélites usando desvio Doppler em tempo quase real**. 2000. (INPE-8391-TDI/771). Dissertação (Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.

Yamaguti, W. et AL. Collection and Treatment of the environmental data with the Brazilian Satellite SCD1. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences**. Special Issue, 1994.

Yamaguti, W. et al. **O Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais: Estado atual, demandas e estudos de propostas de continuidade da Missão de Coleta de Dados**, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. (SCD-ETD-002)