

Geração de base de dados ambientais aplicados ao setor energético.

Fernando R. Martins¹, André Rodrigues¹, Rodrigo Costa¹, Rafael C. Chagas¹, Marcelo P. Pes¹, Jefferson Souza¹, Enio B. Pereira¹, José Celso Thomaz Júnior².

¹Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST).

²Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Cx. Postal 515. CEP 12227-010.

São José dos Campos/SP – Brazil.

email: fernando.martins@inpe.br

ABSTRACT: Brazil ranks in third place within the top 10 renewable electricity producers with almost 80% of the electricity generated from renewable sources. This work describes the status of solar and wind energy resource assessment at Centre for Earth System Science (CCST) of Brazilian Institute for Space Research (INPE) and also the major efforts of the to provide reliable information. It describes the recent studies in development by Renewable Energy team at CCST/INPE in numeric modeling in order to provide reliable resource assessment in order to provide the information demands of Brazilian energy sector.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Energias Renováveis, Modelagem Atmosférica.

1 – INTRODUÇÃO

A estreita conexão entre energia, ambiente e desenvolvimento sócio-econômico já é bem conhecida da comunidade científica. Muitas publicações discutem esta relação com profundidade e apontam direções para a sociedade humana utilizar seus recursos energéticos com o menor impacto ambiental e promovendo o desenvolvimento sustentável e viabilizando o acesso à todos os tipos de serviços sócio-econômicos que a sociedade moderna demanda. Outro ponto de grande relevância para a política energética de uma nação está relacionada à segurança energética necessária para manutenção dos serviços energéticos com a qualidade necessária para o atendimento da demanda nacional em constante crescimento em função do aumento populacional e do desenvolvimento econômico (Dincer, 2000; Sims, 2004; Omer, 2008). A inserção das energias renováveis nas matrizes energéticas das nações vem apresentando um crescimento significativo ao longo da última década. Apesar dos resultados decepcionantes em relação ao Protocolo de Quioto que expira em 2012, e da Copenhagen Climate Change Conference, muitos países estão desenvolvendo políticas internas para promover a inserção de fontes renováveis para geração de eletricidade e para transporte de modo a reforçar a sua segurança energética sem afetar seus programas de redução das emissões de gases do efeito de estufa.

A matriz brasileira de energia primária apresenta 46% de fontes renováveis, o que contrasta significativamente com a média global de 12% e a média de 7% observada nos países da OCDE (MME 2009). O Brasil é o terceiro lugar entre os produtores de eletricidade a partir de fontes renováveis, atrás apenas da China e da UE, graças ao uso de seus recursos hídricos localizados próximos aos grandes centros consumidores. A geração eólica no Brasil vem apresentando um crescimento importante, partindo de 22 MW em 2003 e atingindo 602 MW no início de 2010, graças ao PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), que é um programa governamental de incentivo para utilização da geração de eletricidade a partir dos recursos de energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas. Um adicional de 256,4 MW está em construção e deverá entrar em operação até 2012. Recentemente, 71 projetos adicionais foram aprovados como resultado do primeiro

leilão de energia eólica realizado em Dezembro/2009. Os contratos, totalizando mais de 1800 MW terão início em julho de 2012, com um período de fornecimento, de 20 anos. O desenvolvimento da energia eólica no Brasil vai ajudar o país a cumprir os seus objetivos estratégicos de reforçar a segurança energética, a criação de empregos e, ao mesmo tempo, manter reduzidas as emissões nacionais de gases com efeito de estufa associadas à energia.

A falta de conhecimento científico sobre a disponibilidade de recursos e sua variabilidade em função de condições climáticas e ambientais é apontada como um dos principais obstáculos para um crescimento mais consistente do emprego da energia solar e eólica no Brasil. O INPE vem atuando no levantamento desses recursos de recursos, desde 1995, com o intuito de prover informações científicas confiáveis para o planejamento, desenvolvimento e operação de projetos de sistemas de geração e distribuição de eletricidade. As atividades de pesquisa resultaram na publicação do Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al., 2006) e diversos relatórios disponibilizados para acesso público em <http://swera.unep.br> e <http://www.sonda.inpe.br>. Toda a base de dados gerados por modelos numéricos e coletados em campo também podem ser acessados livremente ou por meio de contato quando solicitações específicas são necessárias. Este trabalho tem por objetivo apresentar a situação atual da Rede SONDA, principal fonte de dados de campo destinados para o setor de energia solar e eólica no Brasil. O artigo também apresenta um resumo sucinto das pesquisas em desenvolvimento em modelagem numérica pelo grupo de energias renováveis do Centro de Ciência do Sistema Terrestre no intuito de reduzir a barreira de conhecimento científico sobre a variabilidade desses recursos energéticos em decorrência da variabilidade climática e meteorológica observadas no território brasileiro.

2 – REDE SONDA

A Figura 1 apresenta a configuração atual da rede SONDA para aquisição de dados ambientais de interesse para o setor energético. A configuração de cada uma das estações está descrita detalhadamente em <http://sonda.cptec.inpe.br>. A rede está formada por estações implantadas e operadas pelo CCST/INPE – denominadas Estações SONDA – e estações operadas por instituições parceiras que adotam a metodologia para aquisição de dados estabelecida para a rede SONDA. A implantação das estações SONDA foi realizada com financiamento da FINEP e sua operação, nos últimos três anos, foi mantida com recursos provenientes de parceria INPE/PETROBRÁS e recursos do INCT para mudanças climáticas.

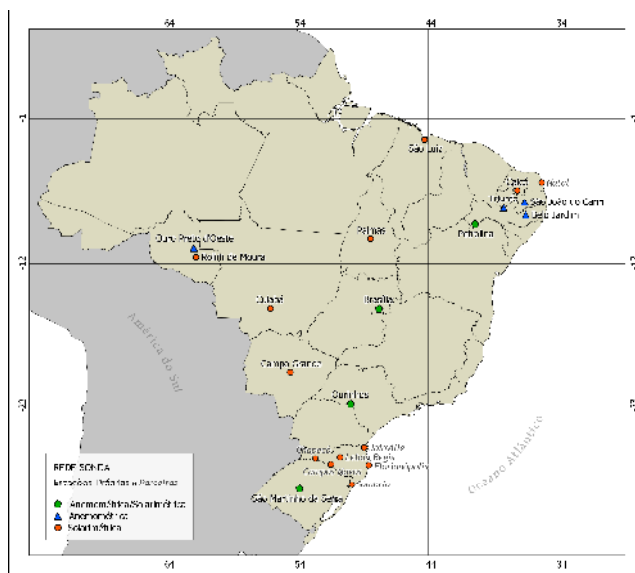


Figura 1 – Distribuição geográfica das estações SONDA e parceiras no território Brasileiro.

A Figura 2 apresenta um diagrama esquemático do programa de controle de qualidade de dados implantado para a base de dados da rede SONDA. O programa de controle de qualidade baseia-se em critérios definidos para a Baseline Solar Radiation Network (BSRN) e pela MEASNET (International Network for Harmonised and Recognised Measurements in Wind Energy). Quatro estações da Rede SONDA estão integradas à BSRN (Florianópolis, São Martinho da Serra, Brasília e Petrolina) e apresentam seus dados disponibilizados pelo website da rede internacional. O software desenvolvido para o controle de qualidade dos dados coletados em campo está em sua versão 3.0 e seu executável será disponibilizado em breve para download. A Figura 3(a) apresenta uma comparação para análise de consistência da base de dados por meio de comparação entre valores de irradiação global na superfície obtidos pela aquisição direta com um piranômetro e de forma indireta através da soma das componentes difusa e direta da irradiação solar. Na Figura 3(b) estão apresentados os resultados da análise estatística das medidas de ventos na estação de São Martinho da Serra. A Figura 4 apresenta um resumo da situação atual da base de dados em relação à disponibilidade de dados brutos/qualificados/perdidos em função das dificuldades associadas à manutenção da rede com abrangência territorial grande e recursos humanos esparsos.

3 – PESQUISAS EM MODELAGEM NUMÉRICA EM DESENVOLVIMENTO

Em paralelo às atividades de sensoriamento remoto da atmosfera aplicado ao setor de energia, o grupo de Energias Renováveis do CCST/INPE vem atuando em pesquisas de modelagem numérica com o intuito de avaliar a disponibilidade de recursos solar e eólico e sua variabilidade espacial e temporal no território brasileiro. O Atlas Brasileiro de Energia Solar elaborado em 2006 foi o primeiro resultado deste esforço seguido por um relatório nacional sobre recursos solar e eólico desenvolvido sob financiamento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Atualmente, quatro linhas de pesquisa estão em andamento e uma descrição básica está apresentada na Tabela 1 juntamente com os principais resultados esperados.

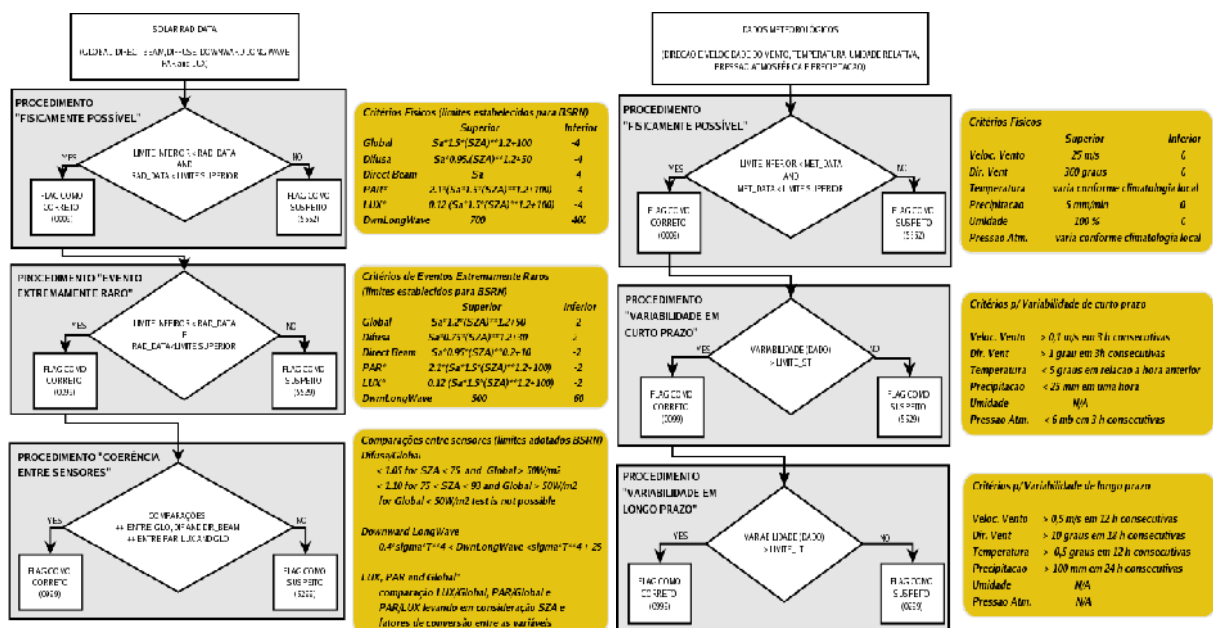


Figura 2 – Diagrama do programa de controle de qualidade dos dados coletados em estações da rede SONDA.

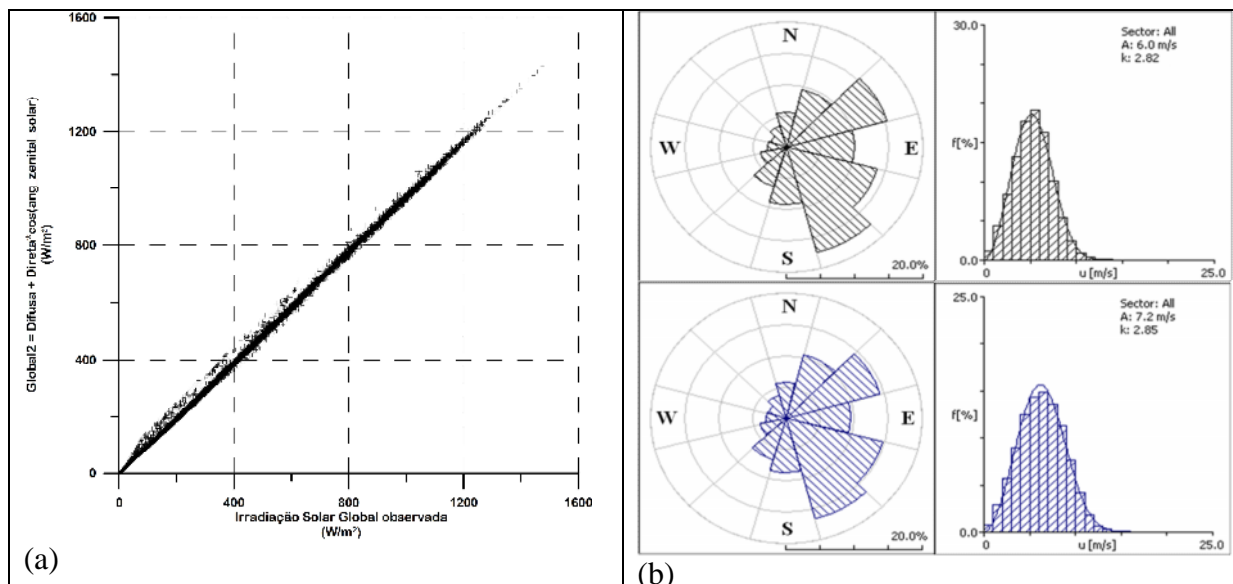


Figura 3 – (a) Análise comparativa entre a irradiação global e soma das componentes difusa e direta da irradiação solar observados em Petrolina ao longo de 2009; (b) Análise estatística das medidas de velocidade e direção dos ventos coletadas em São Martinho da Serra entre Jan/2006 a Dez/2007 com os sensores localizados a 25m (superior) e 50m (inferior).

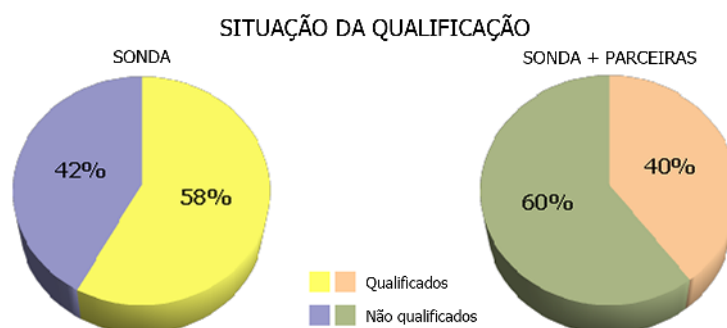


Figura 4 – Situação atual da base de dados da rede SONDA em termos de disponibilidade de dados brutos, qualificados e perdidos nas estações SONDA e estações parceiras.

4 – CONCLUSÕES

O trabalho descreve as principais atividades e produtos gerados pelo grupo de energias renováveis do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais com o intuito de atender a demanda de informações confiáveis sobre a disponibilidade de recursos energéticos solar e eólico no território brasileiro. O trabalho também descreve sucintamente as pesquisas em andamento para o aprimoramento dos modelos e produtos de modelamento numérico indicados pelo setor energético para planejamento e operação do sistema interligado de geração e distribuição de eletricidade no Brasil. Algumas das pesquisas em andamento já estão apresentando os resultados preliminares que estão publicadas conforme citações apresentadas na lista de referências bibliográficas (tópico seguinte). A principal dificuldade encontrada para o desenvolvimento das atividades de pesquisa descritas neste trabalho estão relacionadas à dificuldade de obtenção de recursos para a manutenção da rede de estações de campo essencial tanto para a geração de uma base de dados históricas para estudos de viabilidade de projetos de energia solar e eólica, como para a validação das estimativas fornecidas pelos modelos numéricos em desenvolvimento nas atividades de pesquisa. Programas importantes de fomento à pesquisa relacionada às fontes renováveis de energia estão sendo lançados e parcerias com empresas do setor estão sendo

viabilizadas para permitir um avanço mais contínuo e constante do progresso das pesquisas em desenvolvimento

Tabela 1 – Pesquisas em Modelagem Numérica em desenvolvimento pelo CCST/INPE

ID	Título	Descrição	Resultados esperados
1	Aprimoramento da modelagem dos processos de transferência radiativa na atmosfera	Inclusão da parametrização de aerossóis que apresentam importante participação na transferência radiativa, principalmente durante a estação seca em função da queima de biomassa na região Centro-Norte do país. Pesquisas envolvem uso de dados de visibilidade e espessura ótica de aerossóis medidos em campo, dados do MODIS, etc. Aperfeiçoamento do tratamento da nebulosidade para melhoria do desempenho do modelo em regiões com persistência de céu claro e nublado em sobre superfícies com albedo elevado.	Redução dos desvios sistemáticos das estimativas fornecidas pelo modelo BRASIL-SR para as regiões Norte, Centro-Oeste do território Brasileiro
2	Modelagem atmosfera em microescala	Desenvolvimento de uma metodologia para estimativa de vento em microescala com o intuito de avaliação de “ <i>micrositing</i> ” de aerogeradores e previsão de geração eletricidade de parques eólicos.	Substituição de pacotes comerciais para estimativa de potencial eólico por códigos abertos e adequados às condições climáticas e meteorológicas do Brasil.
3	Aplicações de Redes Neurais	Desenvolvimento de uma metodologia operacional para refinamento de previsões fornecidas por modelos numéricos de tempo com o intuito de gerar uma base de dados de previsão de curto prazo para o setor energético	Redução dos desvios das estimativas fornecidas por MNT para previsão de curto prazo de vento e irradiação solar no território Brasileiro.
2	Influência das mudanças climáticas	Desenvolvimento de metodologia para avaliação dos cenários de potencial energético solar e eólico para os cenários climáticos estabelecidos pelo IPCC.	Avaliação do impacto do aquecimento global nos recursos de energia solar e eólica para planejamento e projetos de parques de geração com uso de fontes renováveis.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GUARNIERI, R. A. Emprego de Redes Neurais Artificiais e Regressão Linear Múltipla no Refinamento das Previsões de Radiação Solar do Modelo Eta. Master Thesis, INPE, São José dos Campos, 2006.
- MARTINS, F. R., SILVA, S. A B, PEREIRA, E. B.. The influence of cloud cover index on the accuracy of solar irradiance model estimates. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 2007. doi: 10.1007/s00703-007-0272-5.
- MARTINS, F. R.; SILVA, S. A B; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L.; Colle, S. Solar energy scenarios in Brazil, Part one: Resource assessment. *Energy Policy*, 2008. doi: 10.1016/j.enpol.2008.02.014.
- MARTINS, F. R.; RUTHER, R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L.. Solar energy scenarios in Brazil, Part two: Photovoltaics applications. *Energy Policy*, 2008. doi: 10.1016/j.enpol.2008.04.001.
- PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., ABREU, S. L., RUTHER, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. PNUMA: São José dos Campos, 2006.
- PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., ABREU, S. L., RUTHER, R., Amarante, O., Chan, C. S., Lima, E. Solar and Wind Energy Brazilian Report. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008, v.1. p.100.
- PES, M. P. Estudo do impacto das mudanças climáticas no potencial eólico no estado do Rio Grande do Sul para os períodos de 2010 a 2040 e 2070 a 2100. Master Thesis, INPE, São José dos Campos, 2010.